**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO – PIBIC**

Artigo Final (período 2012-2013)

# SIGNIFICAÇÕES NA EAD: MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA NO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM[1]

Deivid Mendes de Sousa Borges – Orientando – Faculdade de Letras – deiviletras@gmail.com

Alba Cristhiane Santana da Mata – Orientadora – Faculdade de Letras – albapsico@gmail.com

[1] Revisado pela orientadora.

**RESUMO**

Esse estudo foi desenvolvido a partir de um Projeto de pesquisa sobre um curso de licenciatura oferecido na modalidade à distância pela Universidade Aberta do Brasil (UAB), um programa realizado em parceria com Universidade Federal de Goiás (UFG). O objetivo do estudo se configurou na análise das características da mediação pedagógica desenvolvida pelos docentes do curso no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Em relação à Educação à distância (EAD), partimos da concepção de que a EAD tem possibilidades de renovar e re-construir práticas pedagógicas tradicionais, transformar a imagem convencional de sala de aula e conferir novos papéis ao professor e ao aluno, na tentativa de superar a ideia de mera transmissão de conteúdo. Nosso foco foi a mediação pedagógica desenvolvida no AVA, para isso investigamos as atividades realizadas nesse contexto, em especial, os fóruns de discussão das disciplinas. Os procedimentos adotados foram: observação do AVA; e questionário com questões fechadas e abertas aplicado com discentes do curso. Os resultados acerca da observação no AVA apontaram o tipo de interação desenvolvido entre docentes e discentes; e as características da mediação dos docentes, se destacando as estratégias de motivação e a forma de abordagem do conteúdo curricular. No espaço educativo o professor é o responsável pela mediação entre o aluno e o conhecimento, sendo assim, buscamos compreender como essa mediação ocorre considerando as características da EAD, como o distanciamento temporal e espacial entre docentes e discentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** educação a distância; ambiente virtual de aprendizagem; mediação pedagógica.

**Introdução**

Este estudo analisou as características da mediação pedagógica desenvolvida pelos docentes de um curso de Licenciatura oferecido na modalidade à distância pela Universidade Aberta do Brasil (UAB), com foco nas atividades realizadas no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Assim como, investigamos os significados que os alunos atribuem à mediação dos professores.

O que é UAB? O Projeto Universidade Aberta do Brasil – UAB – foi criado pelo Ministério da Educação, em 2005, no âmbito do Fórum das Estatais pela Educação, para a articulação e integração de um sistema nacional de educação superior à distância, em caráter experimental, visando sistematizar as ações, programas, projetos, atividades pertencentes às políticas públicas voltadas para a ampliação e interiorização da oferta do ensino superior gratuito e de qualidade no Brasil (http://www.uab.furg.br).

O que é AVA? O Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) é uma sala de aula online, ou seja, um desmembramento de mais uma dessas tecnologias da informação que invadiram a atualidade. Somando-se às demandas criadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394/1996 (LDB/1996), ocorre um amplo desenvolvimento e utilização das Novas Tecnologias

da Informação e Comunicação (NTIC'S) em diversos campos sociais, em especial no âmbito da Educação a Distância (EAD).

O que é EAD? É uma educação a distância mediada por tecnologias em que alunos e professores estão separados espacialmente. A EAD gera possibilidades de renovar e re-construir práticas pedagógicas tradicionais, transformar a imagem convencional de sala de aula e conferir novos papéis ao professor e ao aluno, na tentativa de superar a ideia de transmissão de conteúdo (BELLONI, 2008).

Os cursos de formação de professores em nível superior na modalidade à distância têm crescido de modo expressivo nas últimas décadas, um movimento coerente com a cobrança de certificação e de qualificação de profissionais brasileiros gerado pela legislação em vigência. A LDB/1996 faz cobrança de titulação em nível superior a todos os professores, e ainda estabelece critérios que estimulam a criação de novas modalidades de cursos na Educação Superior, segundo Belloni (2008). A situação criada pela lei provocou o desenvolvimento de projetos emergenciais para atender um número expressivo de professores em todo território brasileiro que não tinham uma formação adequada (SANTANA, 2010).

É nesse mesmo cenário que o Ministério da Educação (MEC) criou a UAB com o objetivo de formar professores para a educação básica, além de contribuir com a expansão de ofertas de Educação Superior no país. A estimativa do MEC foi alcançar em 2010 a criação de mil polos de atendimento da UAB em todo território nacional e até 2013 atender 800 mil alunos por ano.

Devemos, então, entender que a EAD possibilita a criação de novos cenários para a formação docente e a reconstrução de estratégias tradicionais de mediação pedagógica, por considerar a condição de distanciamento espacial e temporal entre professores e alunos, além das especificidades das NTIC'S. Segundo Prado (2006) "a mediação pedagógica, na abordagem do estar junto virtual, se concretiza pelas constantes recriações de estratégias durante a realização de um curso, a partir da inter-relação dos materiais, atividades e interações" (p.2). A autora ainda segue dizendo que a inter-relação destes elementos, por sua vez, se fundamenta em concepções educacionais que percebem o processo ensino-aprendizagem de forma articulada, a partir de uma relação entre a concepção educacional e a mediação pedagógica.

A concepção de mediação pedagógica tratada aqui parte dos estudos de Vygotsky (2003), concebida como um processo de intervenção de um elemento intermediário na relação entre o sujeito e o mundo. Esse é um conceito fundamental para a compreensão dos processos de aprendizagem e de desenvolvimento humano, visto que é por meio de um intenso processo de interação com o meio social, através da mediação feita pelo outro, que os sujeitos se apropriam dos objetos culturais e se desenvolvem (VYGOTSKY, 2000). No espaço educativo o professor é o

responsável pela mediação entre o aluno e o conhecimento, ele desempenha o papel de organizador e facilitador do contexto de aprendizagem e participa ativamente dos processos de significação nesse espaço.

A crescente expansão da EAD, com o desenvolvimento de programas como a UAB, tem gerado estudos (ALONSO, 2010; BOHADANA; VALLE, 2009; BELLONI, 2008; BICALHO, 2010; COLL et al., 2010; CRUZ, 2010; ZUIN, 2006), com vistas a identificar as características do processo ensino-aprendizagem nesses novos contextos educativos, bem como as especificidades de professores e alunos no AVA. A presente pesquisa foi realizada no AVA e teve como objetivo demonstrar como ocorre a mediação do professor na EAD.

A demonstração da ocorrência da mediação pedagógica dentro do Ambiente Virtual aconteceu tendo em vista o tipo de atividade que é realizada, as especificidades do material didático e, principalmente, o distanciamento temporal e espacial entre professor e aluno. Essa proposta foi permeada pelas seguintes questões: como é realizada a troca de conhecimentos e de percepções entre alunos e professores? Como se estabelece a relação professor-aluno? Quais são as características do processo comunicativo no espaço virtual?

Para responder tais questões estabelecemos como objetivo geral do estudo: analisar as características da mediação pedagógica desenvolvida pelos docentes de um curso na EAD no AVA. E estabelecemos como objetivos específicos: a) identificar as características da mediação pedagógica de docentes na EAD, por meio da análise das atividades desenvolvidas no AVA; e b) investigar os significados dos alunos acerca da mediação pedagógica desenvolvida no curso, por meio da análise de questionários. A seguir apresentaremos a metodologia desenvolvida no estudo e os resultados dessa pesquisa.

## 2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido a partir de uma metodologia qualitativa, baseada na abordagem histórico-cultural (VIGOTSKY, 2003), na qual o processo de pesquisa se caracteriza como: a) construtivo-interpretativo na produção do conhecimento; e b) um processo que articulou a fundamentação teórica do estudo e os métodos de construção e análise de dados (DENZIN; LINCOLN, 2006; LUDKE, ANDRÉ, 1986).

A questão central a ser atendida pela metodologia, a partir da abordagem histórico-cultural, é a compreensão dos processos de significação que são produzidos na interação humana, situados em um determinado espaço e tempo, orientando e dirigindo a ação dos sujeitos.

O processo de significação é caracterizado pela relação estabelecida entre sujeito e contexto social, sendo essa relação estabelecida através da linguagem, caracterizando assim a

natureza relacional do indivíduo (VIGOTSKY, 2003). O significado deve ser visto como as interpretações feitas pelo indivíduo, através do confronto entre pessoal e coletivo (BRUNER, 1997).

Essa pesquisa foi realizada no contexto de um curso de Licenciatura em Física, na modalidade à distância oferecida pela Universidade Aberta do Brasil (UAB). O curso é promovido pelo Instituto de Física da Universidade Federal de Goiás, e atende três polos da UAB/UFG em diferentes municípios do Estado de Goiás. Os procedimentos de coleta de dados aconteceram no ambiente virtual de aprendizagem do curso.

Participaram do estudo 07 professores-tutores e 25 alunos do curso. O método desenvolvido na pesquisa abrangeu dois procedimentos. Vejamos como isso ocorreu:

a) Observações das atividades realizadas no AVA, focalizando a mediação dos professores e a interação com os alunos através da identificação das atividades realizadas nas disciplinas. As atividades observadas incluíram: material didático disponibilizado; recursos utilizados; tipos de tarefas avaliativas, com especial interesse nos fóruns de discussão. Foram observadas 07 disciplinas que ocorreram ao longo do curso, uma de cada período diferente, são 08 períodos para a integralização do curso. Tais disciplinas foram escolhidas de forma aleatória, alternando entre disciplina específica do curso de Física e disciplina pedagógica (específica da licenciatura). A análise dessas atividades teve caráter descritivo.

b) Questionários aplicados no AVA com 25 alunos, investigando os significados que atribuíram à mediação pedagógica desenvolvida no curso. O objetivo do questionário foi a caracterização dos alunos e a identificação dos significados sobre a mediação pedagógica desenvolvida no curso de licenciatura a distância. O instrumento teve caráter exploratório, sem intenção de validação e foi elaborado com questões fechadas e abertas. Foi realizada uma análise estatística simples das questões fechadas e uma análise dos significados presentes nas questões abertas.

## 3. Resultados e Discussão

O curso na EAD é desenvolvido no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), conforme foi descrito anteriormente. Ou seja, o AVA é uma sala de aula online composta por uma série de recursos didáticos que visam propiciar o trabalho com a disciplina curricular. A mediação pedagógica no AVA é realizada por um professor a distância, nomeado *tutor a distância* ou *professor-tutor*. Na UFG esse profissional é chamado de orientador acadêmico. Sendo assim, o nosso objeto de estudo dentro do ambiente virtual foi o professor-tutor. É importante enfatizar isso, pois existem vários tipos de professor no AVA. Belloni (2008) mostra o desdobramento da função docente no ambiente virtual, que no ensino presencial é assegurada por apenas um

indivíduo.

Segundo o Projeto Pedagógico do Curso (2007) observado, participam da EAD: a) o professor-formador, que orienta o planejamento do curso junto com o professor-tutor; b) o professor-autor, que elabora o material didático; c) o professor-tutor, que orienta o aluno em seus estudos, esclarece dúvidas e participa das atividades de avaliação; d) o tutor de polo, que acompanha o aluno nos polos presentes em diferentes municípios, no laboratório da UAB. Ainda é possível a presença de: professor-pesquisador, tecnólogo educacional, professor de recursos e monitor.

O nosso foco de observação foram as intervenções do professor-tutor, por identificar que esse profissional se responsabiliza pela mediação com os alunos no AVA. E também investigamos os significados que os alunos atribuem à mediação pedagógica realizada pelo professor-tutor. Faremos a seguir a discussão sobre a mediação observada no AVA e posteriormente, apresentaremos os significados que identificamos na análise do questionário.

### 3.1. Análise da mediação pedagógica no AVA

A elaboração do AVA é realizada pelo professor-formador junto com o professor-tutor, e para situar o aluno dentro da disciplina, existe uma breve apresentação, com saudação e contextualização do curso. Na página principal do AVA é disponibilizado para download os seguintes materiais: plano de curso e de atividades, cronograma de aulas presenciais e de atividades online, e livro didático da disciplina. E como recurso didático existe o fórum de notícias.

É importante enfatizar que esses materiais servem como base para resolver as atividades propostas pelos professores-tutores em cada disciplina. E ainda existem recursos específicos utilizados para interagir professores-tutores e alunos. O fórum de discussão é um exemplo desse recurso. É através dos fóruns de discussões ou de dúvidas que os alunos conversam e tiram as suas dúvidas acerca das atividades.

Na página principal do AVA são apresentadas diferentes “abas” que dão acesso a páginas secundárias, com atividades a serem realizadas pelos alunos. Cada aba é nomeada com o número da atividade, ou seja, “Atividade 1”, “Atividade 2”, etc. Nessas abas existem tópicos como: informações a respeito da atividade proposta, fórum de dúvidas, envio de atividades (local onde os alunos depositam as atividades propostas).

O Fórum de dúvidas é o recurso que possibilita a mediação do professor-tutor, por meio de intervenções para esclarecimento do conteúdo, disponibilização de material complementar de estudo, e, principalmente, interação com os alunos. Por isso, o Fórum de dúvidas é onde se

encontra o nosso objeto de estudo: a mediação pedagógica.

Para discussão nesse artigo selecionamos os dados observados em duas disciplinas que aconteceram em dois polos diferentes. A *disciplina A* representa as disciplinas específicas do curso de Física e a *disciplina B* representa as disciplinas pedagógicas voltadas para a licenciatura. A escolha dessas duas disciplinas objetivou demonstrar o tipo de mediação desenvolvida pelos professores-tutores. A disciplina A foi mediada pelo professor-tutor Alberto[2] e a disciplina B pelo professor-tutor Valdemar.

Apesar da estruturação das disciplinas seguir um formato padrão no AVA, as atividades e as estratégias de mediação são desenvolvidas de maneira diferente, a depender do professor-tutor. As formas individuais de mediação foram observadas especialmente nos fóruns, assumindo caráter unidirecional ou bidirecional. As interações presentes nos fóruns, segundo Kenski (2004) "podem ser unidirecionais, sem maiores trocas comunicativas. Em termos de uso das tecnologias digitais para fins didáticos, colocar o programa do curso, os textos a serem lidos ou os exercícios, na Internet, para acesso e conhecimento de todos os alunos, seria um possível nível interativo elementar" (p.123).

Nas duas disciplinas foram criadas "abas" no AVA para cada semana, com o objetivo de apresentar atividades específicas. E para cada atividade foram abertos fóruns com o objetivo de promover um espaço de discussão e de esclarecimento de dúvidas entre alunos e professores. Na disciplina A, o professor trabalhou com listas de exercícios postadas por ele e na disciplina B, o professor pediu para que fossem realizados exercícios da apostila (livro didático).

Apresentaremos a seguir análises de cada disciplina com a descrição dos materiais e recursos utilizados, e, principalmente, dos fóruns de discussão. Foram elaboradas tabelas para apresentação dos dados acerca dos fóruns. Interessa, para análise das trocas interativas realizadas entre professores e alunos, a quantidade dos comentários postados em cada fórum, por parte do professor e por parte dos alunos, além da quantidade de alunos que participaram da atividade. É necessário destacar que o número de comentários dos alunos não corresponde exatamente ao número de alunos que participaram da atividade, pois um mesmo aluno pode postar mais de um comentário.

### 3.1.1. Disciplina A

O professor Alberto apresentou o Ambiente Virtual da disciplina utilizando um texto que contextualizava o aluno e explicava a importância das participações nos fóruns de discussão. A

[2] Foram utilizados nomes fictícios para os participantes.

apresentação dessa disciplina contou com um texto simples. Vejamos como ocorre essa apresentação:

> *"O conteúdo programático será desenvolvido a partir de atividades postadas semanalmente, com a disponibilização de fóruns para se discutir e esclarecer possíveis dúvidas. Portanto, fiquem atentos e acessem regularmente o moodle. Aproveitem o ambiente virtual para sanar dúvidas, trocar ideias e para compartilhar material com os outros alunos. Bons estudos!"* (Texto de apresentação da disciplina A)"

Após apresentar o curso, foram disponibilizados os seguintes materiais e recursos: a) Plano de curso, que apresenta os objetivos da disciplina, o conteúdo, metodologia e avaliação; b) Material didático, que fundamenta teoricamente a disciplina; c) Fórum de notícias, para divulgação de informações gerais, mas não foi utilizado; d) Gabarito, disponibilizado após o período para resolução das listas de exercícios.

Além desses materiais e recursos, o professor Alberto disponibilizou 10 atividades (em 10 abas de tarefas) em formato de listas de exercícios, com questões teóricas e problemas de cálculo. E, a depender da atividade proposta, foram abertos números diferentes de fóruns de discussão. Todas as atividades propostas tiveram como base a resolução de uma lista com duas questões. Para responder essas questões os alunos poderiam recorrer aos materiais disponibilizados para download pelo professor-tutor no AVA.

Vamos entender melhor esse processo de mediação entre professor e aluno dentro do AVA por meio da descrição apresentada na Tabela 1:

**Tabela 1** – Descrição dos objetivos e das participações nos fóruns de cada atividade desenvolvida na disciplina A.

| Fóruns de discussão (objetivos) | Comentários do professor | Comentários dos alunos | Quantidade de alunos |
|---|---|---|---|
| **ATIVIDADE 1 – 02 fóruns** | | | |
| Fórum 1: início | 09 | 16 | 06 |
| Fórum 2: apresentação | 02 | 08 | 08 |
| **ATIVIDADE 2 – 05 fóruns** | | | |
| Fórum 4: orientação de dúvidas | 02 | 02 | 02 |
| **ATIVIDADE 3 – 05 fóruns** | | | |
| Fórum 3: orientação de dúvidas | 02 | 01 | 01 |
| Fórum 4: orientação de dúvidas | 04 | 02 | 02 |
| Fórum 5: orientação de dúvidas | 03 | 01 | 01 |
| **ATIVIDADE 4 – 02 fóruns** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 04 | 03 | 01 |
| Fórum 2: orientação de dúvidas | 02 | 0 | 0 |
| **ATIVIDADE 5 – 08 fóruns** | | | |
| **ATIVIDADE 6 – 03 fóruns** | | | |
| Fórum 2: orientação de dúvidas | 03 | 04 | 03 |
| **ATIVIDADE 7 – 06 fóruns** | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fórum 6: orientação de dúvidas | 02 | 01 | 02 |
| **ATIVIDADE 8 – 07 fóruns** | | | |
| Fórum 4: orientação de dúvidas | 02 | 02 | 02 |
| Fórum 5: orientação de dúvidas | 05 | 04 | 02 |
| Fórum 6: orientação de dúvidas | 02 | 02 | 02 |
| Fórum 7: orientação de dúvidas | 05 | 05 | 02 |
| **ATIVIDADE 9 – 15 fóruns** | | | |
| Fórum 8: orientação de dúvidas | 02 | 01 | 01 |
| Fórum 9: Postagem de material | 08 | 08 | 02 |
| Fórum 10: Alerta para o encontro presencial | 04 | 03 | 03 |
| Fórum 11: orientação de dúvidas | 02 | 01 | 01 |
| Fórum 12: orientação de dúvidas | 02 | 01 | 01 |
| Fórum 13: orientação de dúvidas | 06 | 08 | 02 |
| Fórum 15: orientação de dúvidas | 02 | 02 | 02 |
| **Atividade 10 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 08 | 07 | 01 |

Na disciplina A foram inscritos 14 alunos e descrevemos, em cada atividade, os fóruns que apresentaram comentários de alunos; ocorreram fóruns em que os alunos não enviaram comentários. Bem, considerando o número de alunos inscritos na disciplina, é possível identificar que a participação dos mesmos nos fóruns foi baixa, variando entre 01, 02 e 03. Na primeira atividade houve uma participação maior, 06 alunos no fórum 1 e 08 alunos no fórum 2. Nos fóruns em que os alunos não participaram foi identificado somente um comentário do professor ao iniciar a atividade, ou seja, não ocorreram intervenções motivando a participação dos alunos.

Nos fóruns onde os alunos participaram foi possível observar as características da mediação do professor, que ora motivava a participação de todos, ora destaca um detalhe da atividade, ora esclarecia as dúvidas de algum aluno. Essa situação pode ser vista em alguns exemplos citados a seguir.

Na atividade 1, o fórum 1 foi aberto pelo professor-formador e não pelo professor-tutor, ou seja, quem fez o primeiro contato com os alunos não foi o mesmo profissional que manteve o contato ao longo da disciplina. Essa situação deixa dúvidas sobre qual será o profissional que irá manter contato com os alunos e a quem o aluno deverá se reportar. A partir dos próximos fóruns o professor-formador não aparece e o profissional a fazer as intervenções é o professor-tutor.

Ainda na atividade 1, no fórum 2 observamos que o professor-tutor fez uma mediação interessante: além de apresentar a disciplina, ele propôs uma dinâmica de apresentação entre os alunos. Nota-se que esse foi o fórum que teve o maior número de alunos participando.

Na atividade 2, no fórum 4 o professor-tutor responde ao que foi perguntado pelos alunos e problematiza no final de sua resposta. Ao invés de dar a resposta pronta aos alunos, o professor-

tutor dá pistas/instiga esses alunos a procurarem a resposta. Por exemplo, a aluna Keyla mostra como está desenvolvendo a questão:

> *"Boa noite, Professor. Em relação aos valores dos aluguéis de carros, devo considerar a função para um dia? Assim:*
> *x = quilômetros rodados*
> *Empresa 1 --> A(x) = 1,5.x + 100*
> *Empresa 2 --> A(x) = 1.x + 120*
>
> *ou devo considerar os dias no geral? Assim:*
> *x = quilômetros rodados*
> *n = número de dias alugados*
> *Empresa 1 --> A(x) = 1,5.x + 100.n*
> *Empresa 2 --> A(x) = 1.x + 120.n"*

E o professor-tutor responde:

> *"Olá meninas. Que bom saber que vocês já estão desenvolvendo as atividades. Como o exercício pede para representar a função referente ao valor do aluguel considerando os quilômetros rodados (ou seja, em função dos quilômetros rodados), neste caso podemos usar a primeira representação que a Keyla falou, mas apenas se formos considerar um único dia. E se considerarmos dois dias, ou três dias? E se forem n dias (como a segunda opção que a Keyla colocou)? Sugiro que façam essa experiência. Agora, ao tentarem identificar a melhor empresa para se alugar carros considerando o custo, se perguntem: O valor do aluguel de uma empresa sempre será mais barato que a outra independente da quantidade de quilômetros rodados? Ao tentarem responder a essas perguntas vocês chegarão às respostas. Em caso de dúvidas fiquem à vontade para perguntar. Bom trabalho!".*

Com esse comentário, o professor-tutor faz uma intervenção que provoca o raciocínio dos alunos, valoriza a participação de uma aluna e motiva a participação dos demais. Porém, é uma explicação descritiva, sem demonstração ou ilustração visual. Segundo Silva (2005) a inserção de uma figura pode ilustrar e esclarecer uma explicação, como ela diz: "O discente, como a maioria dos seres humanos, muitas vezes tem grande dificuldade em visualizar aquilo que o professor está falando. Com a tirinha citada, por exemplo, ele consegue não só visualizar como o lançamento oblíquo acontece, bem como o quanto ele está relacionado com o cotidiano dele" (p.17). Dessa forma, entendemos que a utilização de um recurso imagético pode favorecer a compreensão dos alunos e, com isso, motivar sua participação no esclarecimento de dúvidas.

Na atividade 3, observamos que o professor-tutor demonstrou estar atento às possíveis dificuldades dos alunos, pois postou um material complementar no fórum 2 para orientação da atividade. E no fórum 5, o professor-tutor fez um alerta sobre um erro existente no enunciado da atividade, demonstrando novamente estar atento à tarefa em questão. Porém, apesar das intervenções do professor-tutor, os alunos não participaram dos fóruns dessa atividade.

Na atividade 4, no fórum 2, devido a ausência de participação dos alunos, o professor-tutor fez intervenção para incentivar os alunos a esclarecerem suas dúvidas acerca do exercício, conforme podemos ver a seguir:

> *"Olá a todos. Está chegando a data de entrega da próxima atividade, não deixem acumular as dúvidas. Tiveram dificuldades com os exemplos? O que não ficou claro? Os exemplos são muito importantes para a compreensão dos conceitos e também para auxiliar na resolução dos exercícios. Bons estudos!"*

Mesmo com esse tipo de estratégia os alunos mantiveram a pouca participação nos fóruns da disciplina A. Destacamos duas hipóteses para essa pouca participação dos alunos: talvez os alunos tivessem tamanha dificuldade para compreender o conteúdo que não conseguiram sistematizar suas dúvidas. Outra hipótese é a possível dificuldade dos alunos em digitar números e símbolos. Os fóruns da atividade 1 que tiveram a maior participação dos alunos não envolveram dúvidas sobre exercícios e nem a digitação de números e símbolos. Tais hipóteses envolvem fatores que poderiam ser investigados pelos professores ou em estudos posteriores.

De modo geral, podemos perceber nessa disciplina que a mediação do professor-tutor ocorreu por meio da postagem de listas de exercícios e abertura dos fóruns de discussão. E nos fóruns o professor-tutor respondeu todas as dúvidas postadas e fez intervenções motivando a participação dos alunos. Contudo, não identificamos o desenvolvimento de estratégias de ensino diversificadas ou a utilização de recursos visuais, como imagens e vídeos, quer dizer, foram utilizadas estratégias características do ensino presencial tradicional. Observamos que a mediação do professor-tutor não favoreceu a relação professor-aluno e nem a participação dos alunos.

### 3.1.2. Disciplina B

A disciplina B representa as disciplinas pedagógicas relativas à licenciatura. O professor-tutor Valdemar organizou o Ambiente Virtual da disciplina com os mesmos recursos apresentados na disciplina anterior, elaborados de forma bastante semelhante. O texto de apresentação da disciplina foi o seguinte:

> *"Nosso curso é composto por quatro unidades distribuídas ao longo das próximas semanas. A dinâmica deste curso será basicamente composta pela leitura, discussão e realização de atividades relacionadas aos textos disponíveis na sala ou no material didático de apoio. Leiam atentamente o texto da disciplina antes de começar as atividades, pois isso lhes proporcionará um maior entendimento dos objetivos de cada unidade e do curso. Em todas as semanas teremos uma ou duas atividades relacionadas a uma unidade temática. Estas atividades serão realizadas com a ajuda dos fóruns de discussão, que terão a participação dos orientadores acadêmicos e dos professores formadores, sendo que a participação dos estudantes também valerá nota. Além das atividades do ambiente, também teremos uma avaliação presencial e duas atividades práticas valendo nota. Para maiores detalhes a respeito do peso das atividades no ambiente virtual, das atividades práticas e da avaliação presencial, vejam o programa da disciplina. Para a consolidação desta disciplina, planejamos os conteúdos, elaboramos as atividades e selecionamos os textos de apoio com muito carinho e atenção. Esperamos que vocês possam tirar o máximo de proveito do que este curso tem a oferecer. Atenciosamente, professor-formador"* (Texto de apresentação da disciplina B).

Logo em seguida, após essa apresentação, é organizado o ambiente virtual com: a) Plano de curso, que apresenta os objetivos da disciplina, o conteúdo, metodologia e avaliação; b) Material didático, as atividades dessa disciplina estão nesse material; c) Fórum de notícias, que

também não foi utilizado.

O professor Valdemar disponibilizou 07 atividades (em 07 abas de tarefas) que poderiam ser encontradas na apostila da disciplina. Para responder as questões da apostila, os alunos poderiam recorrer aos materiais disponibilizados para download pelo professor-tutor no AVA.

A Tabela 2 apresenta a descrição das interações e intervenções nos fóruns da disciplina B:

**Tabela 2** – Descrição dos objetivos e das participações nos fóruns de cada atividade desenvolvida na disciplina B.

| **Fóruns de discussão (objetivos)** | **Comentários do professor** | **Comentários dos alunos** | **Quantidade de alunos** |
|---|---|---|---|
| **ATIVIDADE 1 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 5 | 26 | 08 |
| **ATIVIDADE 2 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 13 | 33 | 10 |
| **ATIVIDADE 3 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 07 | 31 | 10 |
| **ATIVIDADE 4 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 10 | 20 | 09 |
| **ATIVIDADE 5 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 20 | 34 | 10 |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 5 | 26 | 08 |
| **ATIVIDADE 6 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 07 | 28 | 10 |
| **ATIVIDADE 7 – 01 fórum** | | | |
| Fórum 1: orientação de dúvidas | 11 | 35 | 09 |

Na disciplina B foram inscritos 10 alunos e em cada atividade foi aberto apenas um fórum de dúvidas. É interessante ressaltar que todos os fóruns dessa disciplina foram abertos pelo professor-formador e não pelo professor-tutor, mas as intervenções nos fóruns foram realizadas pelo professor-tutor.

Nessa disciplina observamos que praticamente todos os alunos participaram de todos os fóruns e com mais de um comentário, ocorrendo um diálogo intenso entre professor-tutor e alunos, e também dos alunos entre si. Foi notado que a cada comentário de um aluno, o professor fazia uma intervenção, mostrando atenção ao movimento da turma e com isso, provavelmente, gerou motivação para a participação de todos. Na atividade 5, por exemplo, os

alunos elogiaram a qualidade do fórum, destacando que o professor respondeu todas as dúvidas postadas.

As intervenções realizadas pelo professor Valdemar de modo geral se basearam em respostas ao que foi perguntado pelos alunos dentro dos fóruns. A mediação do professor-tutor gerou o debates de ideias e criou condições favoráveis para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Vejamos um exemplo da mediação do professor Valdemar:

> *"Olá Aparecida.... Não é bem por aí não!!! A ideia equivocada de que o ensino tradicional é aquele em que se usa somente quadro e giz é porque ao longo do tempo, e ainda hoje em dia, essa prática se utilizou muito desse recurso, ou praticamente somente ele. Portanto, é natural associarmos a prática do ensino tradicional ao uso do quadro e giz. Mas o que temos que entender é que o ensino tradicional é uma prática pedagógica e como toda prática pedagógica, tem suas características. Na página 131 do Material Didático tem as características dessa metodologia e o fato de o professor não poder ignorar a vida do aluno não faz parte dessa prática educacional. Pelo contrário, uma das características do ensino tradicional é não levar em consideração a vida cotidiana do aluno."*

Esse exemplo mostra que o professor responde a dúvida se reportando ao material didático, buscando fundamentação teórica e dialogando com o aluno. Mas, é interessante destacar que a finalização de todos os fóruns da disciplina B foi realizada pelos alunos, ou seja, o último comentário nos fóruns foi sempre feito por algum aluno. Acreditamos que poderia ser mais motivador se o professor-tutor finalizasse as atividades do fórum, com algum comentário a respeito do trabalho realizado, valorizando a atividade.

Segundo Kenski (2004):

> O ambiente da sala de aula, seus espaços e apetrechos também comunicam ações e intenções. [...] Nos intervalos entre as aulas se fortalecem afetos e cumplicidades. [...] Em muitos casos, no ambiente das salas virtuais, o aluno encontra-se sozinho diante do monitor. Sua representação – assim como a do professor ou instrutor com quem se comunica – é feita por meio de textos e imagens. Palavras, símbolos, senhas os identificam no espaço cibernético. [...] Estudantes e professores tornam-se desincorporados nas escolas virtuais. Suas presenças precisam ser recuperadas por meio de novas linguagens, que os representem e os identifiquem para todos os demais (p. 66-67).

Dessa forma, a presença do professor no AVA é percebida também nas intervenções que faz nos fóruns, por meio do diálogo que estabelece com os alunos. Observamos que o professor-tutor da disciplina B conseguiu estabelecer esse diálogo de forma esclarecedora, considerando o número de comentários e de participação dos alunos, bem como as formas de intervenção. O material utilizado na mediação dessa disciplina também se aproximou das estratégias que caracterizam o ensino presencial tradicional, ou seja, textos para leitura individual, e também ocorreu ausência de recursos diversificados.

A presença do professor dentro dos fóruns é de extrema importância para constituir a mediação pedagógica, conforme aponta Kenski (2004): "É nas ideias de Vygotsky que o

poder da fala do professor é substituído pela interação, pela troca de conhecimentos e pela colaboração grupal a fim de garantir a aprendizagem" (p. 66).

### 3.2. Significados dos alunos sobre a mediação pedagógica no AVA

Foi aplicado um questinonário de forma *online*, conforme descrito na metodologia, que propiciou uma caracterização dos alunos e a investigação dos significados que os alunos atribuiram à mediação pedagógica no AVA. A análise dos significados ocorreu por meio da identificação de indicadores nas respostas dos alunos nas questões abertas do questionário, indicadores relacionados aos professores-tutores, às estratégias de ensino utilizadas, ao material didático, aos recursos do AVA. A mediação pedagógica é um processo que envolve todos esses fatores, ou seja, abrange as diferentes ações do professor, os recursos e o material utilizados, bem como a relação professor-aluno (LEITE, 2006).

O questionário foi respondido por 25 alunos, sendo 56% do sexo masculino e 44% do sexo feminino. A faixa etária dos alunos abrangeu 04% entre 22 e 25 anos, 48% entre 26 e 35 anos, e 48% acima de 35 anos. Nesse grupo 32% eram solteiros e 68% casados.

O questionário apresentou 08 questões fechadas sobre fatores que compõem a mediação pedagógica e 02 questões abertas que possibilitaram ao aluno fazer comentários adicionais, essas 10 questões foram divididas em dois grupos. A Tabela 3 apresenta de forma sistematizada as porcentagens das respostas dos alunos às questões fechadas do primeiro grupo, composto por 05 questões. O enunciado geral das questões apresentava uma frase para ser completada: "A relação com os professores..." (cada questão trazia um complemento a essa frase, conforme a Tabela 3):

**Tabela 3** – respostas dos alunos sobre a relação com os professores:

| Questão | Quase nunca | Raramente | Algumas vezes | Frequentemente | Quase sempre |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. facilita o aprendizado do conteúdo? | 04% | 12% | 44% | 24% | 16% |
| 2. favorece a troca de informações e de conhecimento? | 0 | 08% | 28% | 44% | 20% |
| 3. é indispensável ao processo educativo na modalidade a distância? | 04% | 12% | 16% | 32% | 32% |
| 4. promove diálogo sobre o conteúdo? | 04% | 0 | 28% | 48% | 20% |
| 5. possibilita o esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo? | 08% | 20% | 44% | 28% | 0 |

É possível observar contradições nas respostas dos alunos, pois enquanto 44% afirma que a relação com os professores facilita o aprendizado "algumas vezes" e também 44% responde que possibilita o esclarecimento de dúvidas "algumas vezes", em outra questão 44% dos alunos respondem que a relação com o professor "frequentemente" favorece a troca de informações e de conhecimento, bem como 48% aponta que frequentemente tal relação promove o diálogo sobre o conteúdo. Tais respostas indicam que a relação do professor não registra uma marca expressiva no processo ensino-aprendizagem vivenciado no AVA, por isso são produzidos significados diferentes e contraditórios sobre essa relação. E, apesar disso, é necessário ressaltar que os alunos atribuem valor à presença do professor, pois 64% afirmaram que a relação com o professor é "frequentemente" e "quase sempre" indispensável na EAD.

Uma melhor compreensão dessas respostas pode ser alcançada pela análise da questão aberta, que apresenta os comentários adicionais acerca das questões fechadas. Organizamos as respostas em dois grupos, de acordo com os significados atribuídos à ação do professor:

a) questionamentos sobre a ação do professor-tutor nos fóruns: nesse grupo, os alunos questionam a atenção que o professor-tutor oferece nos fóruns, cobram mais diálogo e também mais atenção ao explicar e contextualizar os exercícios. Eles solicitam a possibilidade de conversar de forma mais aberta e direta com o professor-tutor. E também fazem críticas sobre a forma de avaliação no fórum. Os trechos a seguir ilustram essa questão:

Aluno 1: *"Sinceramente alguns professores, em sua grande maioria até este momento do curso, não se preocupam em dar um retorno às perguntas no fórum, sanando as dúvidas, se preocupam muito mais em penalizar os alunos no caso de não terem conseguido enviar a atividade no moodle do que propriamente saber porque não enviaram. Mas com certeza temos professores que se comportam de maneira atípica, diferente da maioria: retornam todas nossas dúvidas, dão apoio, se interessam em quais são nossas dificuldades...ou seja são PROFESSORES/EDUCADORES no sentido exato da palavra."*

Aluno 2: *"Minha maior decepção com relação ao ensino à distância foi a falta de critérios de um orientador acadêmico ao me reprovar por falta alegando que eu não havia participado dos fóruns de dúvidas, mesmo não deixando de entregar nenhuma das atividades! Isso me desestimulou a seguir com o curso."*

b) questionamentos sobre as estratégias de ensino utilizadas no AVA: no segundo grupo os alunos comentam e questionam as estratégias de ensino desenvolvidas no AVA, tais questionamentos reforçam as hipóteses levantadas em nossa análise da disciplina A acerca da pouca participação dos alunos nos fóruns. Vejam nos trechos a seguir:

Aluno 3: *"Os professores ou orientadores devem resolver mais exercícios juntamente com os alunos. Devem passar exercícios de forma mais fácil para a mais difícil, sempre resolvendo-os com os alunos."*

Aluno 4: *"As vezes a comunicação, ou seja a linguagem não fica clara, se possível, os professores poderiam fazer filmagens explicando o conteúdo, para que os alunos possam entender melhor."*

O questionário ainda apresentou um segundo grupo de questões composto por 03 fechadas e 01 aberta que evidenciavam a interação entre professor-aluno no AVA. A Tabela 4 apresenta as resposta das questões fechadas do segundo grupo.

**Tabela 4** – respostas dos alunos sobre a interação professor-aluno no AVA:

| Questão | Quase nunca | Raramente | Algumas vezes | Frequentemente | Quase sempre |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. o tipo de interação entre docentes e alunos na EAD facilita o aprendizado? | 0 | 08% | 28% | 48% | 16% |
| 2. o distanciamento (espacial e temporal) com os docentes, na EAD, dificulta o aprendizado? | 04% | 12% | 56% | 12% | 16% |
| 3. o distanciamento com os docentes estimula o comportamento independente e autônomo do aluno? | 04% | 0 | 28% | 36% | 24% |

Notamos que os alunos atribuem significados que valorizam a interação professor-aluno no AVA, pois 48% afirmam que essa interação facilita o aprendizado, e 56% apontam que o distanciamento espacial e temporal com os docentes dificulta o aprendizado. Entendemos que esse resultado assinala a importância de investimentos na interação professor-aluno no AVA para que sejam superadas as possíveis dificuldades geradas pelo distanciamento característico da EAD. Essas questões também mostram que muitos alunos (36% "frequentemente" e 24% "quase sempre") entendem que tal distanciamento pode contribuir com o comportamento independente e autônomo do aluno. As respostas da questão aberta corroboram os resultados observados nas questões fechadas, como se pode ver a seguir:

Aluno 1: *"Os professores não se importam com os alunos, apenas indica a página para os alunos estudarem (por cima de um material que não explica)."*

Aluno 2: *"Com certeza a distância dificulta alguns processos sim, mas por outro lado, se o docente se mostra interessado sentimos que esta distância diminui bastante... ou seja, o grande impeditivo do curso não é a distância e sim a interação aluno/professor!!"*

Aluno 3: *"somos meio que obrigados a estudar, porque sabemos que com a distância, não temos acesso todos os dias com os professores."*

**Considerações finais**

Ao término das análises identificamos alguns fatores que caracterizam o processo de mediação pedagógica dentro do Ambiente virtual e que podem favorecer (ou não) o processo ensino-aprendizagem na EAD. Observamos tais fatores por meio da articulação entre a fundamentação teórica do estudo e as análises das informações construídas.

Ao considerar o primeiro objetivo específico do estudo, que foi identificar as características da mediação pedagógica de docente na EAD, por meio da análise das atividades desenvolvidas no AVA, notamos que diferentes fatores constituem essa caracterização, são eles: a) o tipo de atividade postada, se é motivadora e/ou repetitiva, se provoca raciocínio crítico e/ou mera memorização, etc; b) o tipo de intervenção do professor-tutor nos fóruns, se motiva o aluno, se é formal, indiferente, se esclarece ou não dúvidas, etc; c) o número de intervenções do professor-tutor nos fóruns; d) o momento das intervenções nos fóruns, se acontece logo após o comentário do aluno ou muito depois, ou se não acontece; d) o tipo de interação que é estabelecida entre professor e aluno, se é de aproximação ou não, se existe espaço para diálogo ou não.

Reinking (1997), citado por JOLY (2002), define quatro critérios fundamentais para a realização bem-sucedida de atividades baseadas em uso do computador, a saber:

> (1) as atividades devem ser estruturadas de modo a garantir a familiaridade do aluno com a tarefa proposta; (2) as atividades devem ter sentido real e comunicar mensagens verdadeiras que impliquem na aplicação imediata do conhecimento ou habilidade adquirida; (3) as atividades realizadas com o uso do computador devem ser analisadas e discutidas criticamente, comparando-se o desempenho dos alunos realizando estas mesmas tarefas pelo modo convencional, a fim de identificar as dificuldades e vantagens de cada uma; (4) as atividades devem favorecer a aquisição de estratégias adequadas à leitura e à escrita de textos eletrônicos como meio de comunicação (p.134).

A linguagem utilizada nessas atividades assim como a linguagem utilizada pelo professor dentro do Ambiente Virtual, é fator importante para a consolidação da interação entre professor-aluno. Dessa forma, é fundamental que os professores fiquem atentos para o tipo de linguagem desenvolvida no AVA.

O segundo objetivo específico, que foi investigar os significados dos alunos acerca da mediação pedagógica desenvolvida no curso, nos ajudou a perceber que os processos de significação gerados nas relações interpessoais dependem de forma expressiva do tipo de interação professor-aluno. Bem como, notamos que os significados atribuídos pelos alunos à mediação pedagógica no AVA reforçam os fatores observados na análise das disciplinas, ou seja, abrangem os tipos de atividades, as formas de intervenção e, novamente, a interação professor-aluno.

Conforme Kenski (2004, p.102) "a conectividade se dá quando duas ou mais pessoas se aproximam mentalmente, interagem, conversam ou colaboram." Logo, o pensamento dessas pessoas em interação adquire novos significados, se refazem e entram em processo de mediação constante.

Apesar de ter analisado nesse artigo somente duas disciplinas, uma disciplina com boas participações e outra pouca participação, elas representam o movimento que ocorre nas demais disciplinas observadas nesse curso. Existem disciplinas em que a interação entre professor e alunos nos Fóruns é incipiente, não se mostra de forma efetiva. E em outras disciplinas essa interação é mais intensa.

A análise da mediação pedagógica por meio da observação de disciplinas no AVA e dos significados produzidos pelos alunos representa o recorte metodológico feito nesse estudo, o que não descarta a existência de outros fatores que participam do processo de mediação e que envolvem o projeto pedagógico de curso, as formas de gestão, as políticas institucionais, dentre outros.

Porém, reforçamos a importância da ação do professor apoiados na discussão de Veiga (2004) de que: "A atuação do professor não é a atuação do físico, nem do biólogo, nem do psicólogo, nem do sociólogo. É a atuação de um profissional que usa conhecimentos específicos para a intervenção própria do ato de ensinar, aprender, pesquisar e avaliar" (p.91). Também nessa direção, Prado (2006) diz: "A sensibilidade do professor, atento para conhecer o aluno virtual é importante para o re-planejamento de suas ações, balizando as necessidades dos alunos com os objetivos educacionais que pretende atingir" (p.8).

**Referências**

ALONSO, K.M. A expansão do ensino superior no Brasil e a EAD: dinâmicas e lugares. *Educação & Sociedade.* Campinas, v. 31, n. 113, p. 1319-1335, out./dez. 2010.

BELLONI, M. L. *Educação a distância*. 5 ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

BICALHO, R.N.M. *O processo de construção intersubjetivo do conhecimento em educação a distância.* 2010. Dissertação (Mestrado em Processos de Desenvolvimento Humano e Saúde) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília.

BOHADANA, E.; VALLE, L. O quem da educação a distância. *Revista Brasileira de Educação.* Rio de Janeiro, v. 14, n. 42, p. 551-564, set./dez. 2009.

BRUNER, J. *Atos de significação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

COLL *et al*. *Psicologia da educação virtual:* aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Trad. N. Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRUZ, D.M. Formação docente e mediação pedagógica em cursos de licenciatura a distância do sistema Universidade Aberta do Brasil. *Inter-Ação*. Goiânia, v. 35, n. 2, p. 341-358, jul./dez. 2010.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. *O planejamento da pesquisa qualitativa* – Teorias e Abordagens. Porto Alegre: Artmed, 2006, p.15-41.

JOLY, M.C.R.A. *A tecnologia no ensino*: Implicações para a Aprendizagem. 1ª ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

KENSKI, V.M. *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas, SP: Papirus, 2003.

LEITE, S.A.S. (org.). *Afetividade e práticas pedagógicas*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação***:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

PRADO, M.E.B.B. A mediação pedagógica: suas relações e interdependências. XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2006, Brasília. *Anais*... Brasília: UNB/UCB, 2006, p.101-110.

PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO. Licenciatura em Física – Modalidade a Distância. Proposta de criação do curso de licenciatura em física, na modalidade à distância. Projeto UAB. Instituto de Física. Universidade Federal de Goiás. 2007.

SANTANA, A.C. *Significações na formação de professores:* um estudo dialógico sobre o desenvolvimento docente. 2010. 198f. Tese (Doutorado em Processos de Desenvolvimento Humano e Saúde) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, C.L. *Ensino de física à distância usando tirinhas*. 2005. 58f. Monografia (Licenciatura Plena em Física) – Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VEIGA, I.P.A. *Educação básica*: Projeto político-pedagógico; Educação superior: Projeto político-pedagógico. 1ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2004.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000, 194 p. Trabalho original publicado em 1934.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente:* o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003, 191 p. Textos originais de diferentes datas.

ZUIN, A.A.S. Educação a distância ou educação distante? O Programa Universidade Aberta do Brasil, o tutor e o professor virtual. *Educação & Sociedade*. Campinas, v. 27, n. 96, p. 935-954, out. 2006.

# FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* RESISTENTE À OXACILINA ISOLADO DE SÍTIO CIRÚRGICO

*PENA, D.R[1].; Kobayashi, C.C.B.A[2].; Vieira, J.D.G.[2]; Sadoyama, G[1].*

**Orientado: Dellana Rosa Pena**

**Orientador: José Daniel Gonçalves Vieira**

IPTSP - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública - Rua 235 - s/n - Setor Universitário - CEP: 74605050 - Goiânia - Goiás – Brasil.

E-mail: dellana_rosa@hotmail.com

**Revisado pelo Orientador.**

Resumo: *O Staphylococcus aureus* é um dos principais patógenos na etiologia das infecções de sítio cirúrgico (ISC). Portanto, a identificação dos fatores de risco preditivos de infecção, bem como o perfil de susceptibilidade ao MRSA é de grande importância para a promoção de estratégias de controle de MDR nos hospitais. O trabalho teve como objetivo verificar a taxa de resistência das amostras MRSA multirresistentes ou não à vancomicina e tigeciclina;e determinar os fatores de risco para infecção por MRSA isolado de sítio cirúrgico em relação a outros sítios. Resultados: Ao avaliar a presença de dispositivos invasivos notamos no grupo com ISC, uma menor chance de utilização de tubo endotraqueal (OR=0,09; p=0,01). Na análise multivariada verificou-se uma menor chance de uso de acesso venoso central subclavicular (OR=0,179; p= 0,035) em relação aos outros dispositivos. Em relação aos antimicrobianos, a classe das quinolonas (OR= 2,79; p=0.04), cefalosporinas de terceira (OR= 2.33; p= 0,14**)** e quarta geração (OR= 1.43; p= 0,47) e a sulfametoxazol trimetropima (OR=2.36; p= 0,48) foram mais utilizados em ISC. O MRSA apresentou sensibilidade relevante a Sulfonamida-Trimetoprima (81%), Rifampicina (31%) e Ciprofloxacino (61%), com perfil de sensibilidade maior para infecções em outros sítios quando comparado a ISC. As amostras apresentaram um perfil de sensibilidade de 100% à vancomicina e de 96,9% à tigeciclina. Portanto, é indispensável à cautela quanto ao uso indiscriminado e inadequado de antimicrobianos na terapêutica por MRSA, com intuito de minimizar a resistência destes micro-organismos aos distintos antimicrobianos utilizados no tratamento de infecções hospitalares.

Palavras Chave: MRSA, Infecção de Sítio Cirúrgico, Fatores de Risco.

## 1. INTRODUÇÃO

*O Staphylococcus aureus* é um dos principais patógenos na etiologia das infecções de sítio cirúrgico (ISC), um dos principais sítios de infecção, responsável por 14 a 16% das infecções hospitalares (RODRIGUES,1997; OLIVEIRA, 2007). Segundo Mejía et al (2010) é importante realizar a vigilância das infecções por MRSA no ambiente hospitalar e comunitário, devido à constante mudança do perfil epidemiológico, e saber identificar a origem da infecção devido a diferenciada terapêutica, microbiologia, genética, contribuindo nas implicações para o manejo clínico. Do ponto de vista epidemiológico torna-se indispensável determinar os fatores de risco que estão associados aos processos infecciosos

desencadeados por *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SOUZA; FIGUEIREDO,, 2008) .

As Infecções desencadeadas por micro-organismos multirresistentes (MDR) são responsáveis pelo acréscimo significante no tempo de permanência de internação, o que resulta em considerável morbidade e mortalidade dos pacientes (OLIVEIRA et al, 2007). As infecções ocasionadas por MDR podem ser consideradas uma das complicações mais importantes associadas ás ISC (SILVA, 2003).

A primeira etapa para difusão ambiental de MRSA em ambientes hospitalares ocorre, frequentemente, com a admissão de um paciente infectado e ou colonizado e pela presença de profissionais colonizados com o micro-organismo. No interior da instituição de saúde o principal mecanismo de transmissão se dá por contato direto por profissionais de saúde no exercício de suas atividades. Pode ocorrer também a transmissão indireta por meio de fômites contaminados com MRSA (KORN et al, 2001).

A infecção por MRSA está relacionada com fatores de risco intrínsecos e extrínsecos ao paciente, bem como, condições locais, programas de vigilância obrigatórios, medidas de controle de infecções, natureza do procedimento a ser realizado, (OWENS; STOESSEL, 2008). Dentre os fatores de risco importantes na aquisição de infecções por MRSA destacam-se o tempo de permanência hospitalar, o uso de antimicrobianos de amplo espectro, internação em UTI e proximidade a pacientes colonizados ou infectados por MRSA (BRASIL, 2009).

A identificação dos fatores de risco preditivos de infecção e a compreensão das vias de transmissão por MRSA são de grande importância para a promoção de estratégias de controle de MDR nos hospitais (FORSTER et al., 2012; HENDERSON, 2006; SIEGEL, et al., 2007). Além disso, é importante determinar o perfil de resistência dos isolados de MRSA e os fatores de riscos associados à morbimortalidade, a fim de, agregarmos conhecimentos para uma melhor compreensão da epidemiologia deste micro-organismo.

## 2. OBJETIVOS

O escopo deste trabalho foi verificar a taxa de resistência das amostras MRSA multirresistentes ou não à vancomicina e tigeciclina; determinar os fatores de risco para infecção por MRSA isolado de sítio cirúrgico em relação a outros sítios.

## 3. METODOLOGIA

As amostras de *Staphylococcus aureus* foram isoladas de sítio cirúrgico e de outros sítios anatômicos, no período de agosto/2008 a julho de 2009, congeladas e estocadas no Laboratório de Bacteriologia Médica/IPTSP foram ativadas, sendo subcultivadas em Agar nutriente e submetidas aos testes de suscetibilidade aos antimicrobianos. Na avaliação dos fatores de risco para infecção foi considerado apenas um isolado por paciente. Os dados foram coletados retrospectivamente, nos prontuários dos pacientes, os dados demográficos (sexo, idade, unidade de internação, data de isolamento) e fatores associados (infecção/colonização em outro sítio anatômico, o uso de antimicrobiano-imunossupressores, presença de dispositivos invasivos, tipo de cirurgia, evolução clínica, dentre outros.). O presente trabalho faz parte de um projeto maior aprovado no Comitê de Ética CEP/HUGO/SES N° 084/08.

### 3.1. Técnica de Difusão em Agar

As amostras foram cultivadas em caldo TSB a 370C por 4 a 6 horas e diluídas em solução salina até atingir turvação correspondente ao tubo 0,5 da escala MacFarland (1-2.108 UFC/mL) e semeadas com *swab* na superfície do meio (CLSI, 2003). Foram utilizados os seguintes discos de antimicrobianos: cefoxitina, oxacilina, penicilina, clindamicina, ciprofloxacina, sulfametoxazol-trimetoprima, rifampicina, eritromicina, gentamicina, imipenem, tetraciclina, linezolida. A suscetibilidade foi verificada após 18 horas a 24 horas de incubação a $35^0$C. A determinação do halo de inibição foi realizada manualmente utilizando um paquímetro. Neste trabalho foram utilizadas como controle a *S. aureus* ATCC® 25213. O perfil de suscetibilidade foi determinado de acordo com os critérios do CLSI (2012).

### 3.2. Método de Micro diluição em Caldo

Cerca de 50 µl da suspensão padronizada na escala de Mc Farland 0,5 (1 a 2 x $10^8$ ufc/mL) foi adicionada à microplaca contendo os antimicrobianos diluídos em concentrações seriadas de 0,125 µg/ml a 512 µg/mL de tigecilina e vancomicina. A ATCC *Staphylococcus aureus* 29213 foi utilizada como controle no teste de micro diluição. As microplacas foram incubadas a 35 ± 1°C durante 24 horas. A concentração inibitória mínima (CIM), correspondente à menor concentração de um agente antimicrobiano que impede o crescimento visível de um microrganismo nos poços de micro diluição foi detectada a olho nu. Os critérios de interpretação das CIMs para vancomicina compreende ponto de corte ≤ 2 µg/mL para amostras sensíveis e ≥ 16 µg/mL para amostras resistentes a *Staphylococcus aureus* descritos no documento M100-S22 (CLSI, 2012). A interpretação CIM para a tigeciclina compreende o

ponte de corte < 1 µg/mL para amostras sensíveis, sendo realizada de acordo com Rossi et al (2008).

## 4. RESULTADOS

Neste estudo foram coletados os dados epidemiológicos de 64 pacientes, sendo que 30 (47%) dos pacientes apresentaram diagnóstico médico de ISC e 34 (53%) apresentaram outras formas de síndromes infecciosas (não-ISC).

**Tabela 1. Fatores associados às infecções de sítio cirúrgico por MRSA**

| Fatores | Infecção em sítio cirúrgico (N=30) | Infecção em outros sítios (N=34) | p[3]; OR[4] (IC)[5] |
|---|---|---|---|
| Sexo Masc | 25 (75 %) | 27 (79%) | 0,68; 1,30 (0,31 – 5,51) |
| Idade (Ẋ[1] ± DP[2]) | 49,70 ± 49,7 | 55,8 ± 27,0 | 0,3244 |
| Permanência Hosp | 79,76 ± 87,69 | 82,49 ± 54,61 | 0,44 |
| Unidade | | | |
| Clinica médica | 2 (6,6%) | 6 (17%) | 0,18; 0,33 (0,04 – 2,09) |
| Clinica cirúrgica | 9 ( 30%) | 5 (14%) | 0,13; 2,49 (0,63 – 10.16) |
| UTI | 4 (13%) | 8 (23%) | 0,29; 0,50 (0,11 – 2,16) |
| Traumatologia | 7 (23%) | 7 (20%) | 0,79; 1,17 (0,31 – 4,47) |
| Outras | 3 (10%) | 4 (11%) | 0,82; 0,83 (0,13 – 5,00) |
| Dispositivos invasivos | | | |
| Sonda Vesical | 13 (43%) | 17 (50%) | 0,59; 0,76 (0,25 – 2,30) |
| Sonda Naso | 7 (23%) | 17 (50%) | 0,02; 0,30 (0,09 – 1,01) |
| AVC Subclavicular | 6 (20%) | 14 (41%) | 0,06; 0,36 (0,10 – 1,25) |
| AVC Jugular | 4 (13%) | 2 (5,8%) | 0,30; 2,46 (0,34 – 21,28) |
| AVP | 12 (40%) | 11 (32%) | 0,52; 1,39 (0,44 – 4,41) |
| Dreno | 4 (13%) | 6 (17%) | 0,63; 0,72 (0,15 – 3,35) |
| Tubo Traqueal | 2 (6,6%) | 15 (44%) | 0,01; 0,09 (0,01 – 0,49) |
| Prognóstico | | | |
| Alta | 15 (83,3%) | 28 (85%) | 0,01; 0.21 (0,06 – 0.76) |
| Óbito | 5 (16,7%) | 5 (15%) | 0,82; 1.16 (0.25 – 5.37) |

**[1] média; [2] desvio padrão; [3]p<0,05 =diferença estatisticamente significante; [4]OR=razão de chances; [5]IC=intervalo de confiança.**

Na tabela 1 tem-se a distribuição dos pacientes segundo as variáveis demográficas e clínicas associadas à ISC por MRSA. Ao analisar os 64 pacientes, não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes (p>0,05) em relação ao sexo e idade. Os pacientes apresentaram longo tempo de permanência hospitalar. Ao avaliar a presença de dispositivos invasivos notamos no grupo com ISC, uma menor chance de utilização de tubo endotraqueal (OR=0,09; p=0,01). Em relação às unidades de internação destacam-se maiores casos de infecção na clinica cirúrgica (30%) seguido da traumatologia (23%), UTI (13%), clínica

médica (6,6%) e outras (10%). Ao analisar o prognóstico não houve diferença significante, verificou-se uma taxa de mortalidade de infecção por MRSA de16% no total.

**Tabela 2. Análise multivariada dos fatores associados às infecções de sítio cirúrgico por MRSA**

| Variáveis | p[1]; OR[2] (IC[3]) |
|---|---|
| Sonda Vesical | 0,689; 1,332 (0,327 - 5,417) |
| Acesso Venoso Central Subclavicular | 0,035; 0,179 (0,036 - 0,884) |
| Acesso Venoso Central Jugular | 0,127; 5,634 (0,611 - 51,916) |
| Acesso Venoso Periférico | 0,087; 3,076 (0,849 - 11,147) |
| Dreno | 0,276; 0,398 (0,076 - 2,086) |

[1] p<0,05 =diferença estatisticamente significante; OR[2]= Razão de chances; IC[3]= Intervalo de confiança

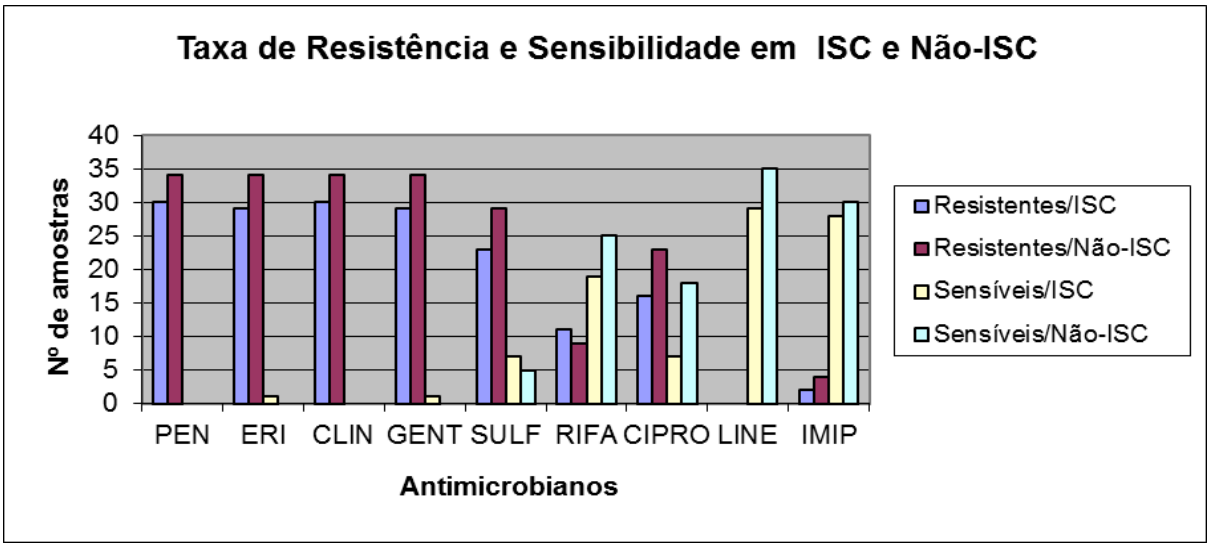
A tabela 2 mostra os dados relativos à análise multivariada dos fatores associados à ISC por MRSA. Verificou-se uma menor chance de uso de acesso venoso central subclavicular (OR=0,179; p= 0,035) quando comparado aos demais dispositivos.

**Tabela 3. Classes de Antimicrobianos utilizados no tratamento de pacientes com infecção de sítio cirúrgico por MRSA**

| Antimicrobianos | ISC n=30 | Não ISC n=34 | p[1];OR[2] (IC[3]) |
|---|---|---|---|
| 1-Aminoglicosídeos | 03 | 09 | 0,09; 0.31 (0.06-1.46) |
| 2-B-Lactâmicos | | | |
| Carbapenem | 13 | 19 | 0,31; 0.60 (0.20-1.82) |
| Cefalosporina | | | |
| 1º Geração | 09 | 18 | 0,06; 0.38 (0.12-1.20) |
| 3ºGeração | 10 | 06 | 0,14; 2.33 (0.64-8.78) |
| 4ºGeração | 15 | 14 | 0,47; 1.43 (0.47-4.33) |
| Monobactam | 00 | 01 | 0,34; 0.01 (0.01-20.16) |
| Penicilinas | 03 | 04 | 0,82; 0.83 (0.13-5.00) |
| 3-Macrolídeos | | | |
| Glicopeptídeos | 16 | 31 | 0,01; 0.11 (0.02-0.50) |
| Lincosamida | 09 | 15 | 0,24; 0.54 (0.17-1.72) |
| Quinolonas | 19 | 13 | 0,04; 2.79 (0.90-8.79) |
| 4-Inibidores de Beta-lactamase | 07 | 09 | 0,77; 0.85 (0.23-3.03) |
| 5-Sulfametoxazol e Trimetropina | 02 | 01 | 0,48; 2.36 (0.15-69.61) |
| 6-Outros | 07 | 09 | 0,77; 0.85 (0.23-3.03) |
| 7-Uso ≥ 3 antimicrobianos | 25 | 21 | 0,05; 3.10 (0.83-12.03) |

[1]p<0,05 =diferença estatisticamente significante; OR[2]= Razão de chances; IC[3]= Intervalo de confiança.

A tabela 3 apresenta os dados referentes ao uso de antimicrobianos por pacientes com ISC e infecções em outros sítios. Verifica-se o uso reduzido de Glicopeptídeos (OR=0,11; p= 0.01) em infecções de sítio cirúrgico quando comparado a outros sítios. Os antimicrobianos da classe das quinolonas (OR= 2,79; p=0.04), cefalosporinas de terceira (OR= 2.33; p= 0,14**)** e quarta geração (OR= 1.43; p= 0,47) e a sulfametoxazol trimetropina (OR=2.36; p= 0,48) foram mais utilizados em ISC. Assim como, verificou uma diferença estatisticamente significante para o uso igual ou superior a três antimicrobianos (OR=3.10; p= 0,05).




Ao comparar o perfil de resistência e sensibilidade dos micro-organismos aos antimicrobianos, observa-se elevada resistência destes a penicilina (100%), eritromicina (98%), clindamicina (100%) e gentamicina (98%), tanto em ISC quanto em Não-ISC. Estes micro-organismos resistentes apresentaram sensibilidade relevante a Sulfametoxazol-Trimetoprima (81%), Rifampicina (31%), Ciprofloxacino (61%), com perfil de sensibilidade maior para infecções em outros sítios quando comparado a ISC. Nas amostras foi evidenciado um perfil de sensibilidade de 100% à Linezolida tanto em ISC quanto em Não-ISC e foram encontradas seis amostras resistentes ao Imipenm, duas com resistência em ISC (3,1%) e quatro amostras resistentes em Não-ISC, este antibiótico apresentou perfil de sensibilidade de 90%.

**Tabela 4. Concentração Mínima Inibitória (CMI) para Tigeciclina e Vancomicima entre Isolados MRSA**

| Antimicrobiano | Concentração Mínima Inibitória (µg/mL) | | |
|---|---|---|---|
| | $CMI_{50}$* | $CMI_{90}$** | Suscetibilidade (%) |
| Tigeciclina | 0,125 | 0,250 | 96,9% |
| Vancomicina | 0,250 | 0,500 | 100% |

***Concentração que inibe 50% das amostras; ** concentração que inibe 90% das amostras**

Ao analisar a CMI entre os isolados de MRSA, nota-se para vancomicina $CMI_{50} \leq$ 0,250 µg/mL e $CMI_{90} \geq$ 0,500 µg/mL resultando em sensibilidade de todas as amostras ao antibiótico. Foram estudadas duas amostras de tigeciclina as quais no teste de suscetibilidade apresentaram $CMI_{50} \leq$ 0,125 µg/mL e $CMI_{90} \geq$ 0,250 µg/mL com taxa de 96,9% de sensibilidade.

## 5. DISCUSSÃO

O *Staphylococcus aureus* é um dos principais patógenos na etiologia das infecções de sítio cirúrgico (ISC) (SOUZA, L.B.G; FIGUEIREDO, B. B, 2008). Nos EUA o MRSA é responsável por 2% a 5% das infecções de sítio cirúrgico (ANDERSON; KAYE, 2009). No Brasil a ISC ocupa a terceira posição com taxa menor que 20% nos pacientes institucionalizados (BRASIL, 2009). Na Europa há uma distinção entre a prevalência de isolados de MRSA no Sul e Leste representando taxa maior do que 40% em comparação com os países do Norte na qual a prevalência é menor que 1% (SANTOS, 2009). As infecções por MRSA na Ásia representam um percentual de 50% nos países de baixa renda (NICKERSON, 2009).

O perfil da população em estudo compreende pacientes do sexo masculino (OR=1,30; p=0,68), pois esta população apresenta maior predisposição a traumas por acidentes automobilísticos (ANDRADE; JORGE, 2000), sendo este o perfil de paciente atendido no Hospital de Urgências de Goiânia (HUGO), o que favorece maior incidência de infecção em outros sítios quando comparado à ISC. Estudos realizados por GAWRYSZEWSKI, COELHO, SCARPELINI *et al* (2009) indicaram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Pesquisas realizadas em hospital universitário na unidade de terapia intensiva (UTI) constataram que o *Staphylococcus aureus* apresenta prevalência discreta de Infecção por MRSA no sexo feminino em relação ao masculino com percentual de 36,8% de pacientes com ISC (CAVALCANTI, 2006).

O MRSA tornou-se um sério problema mundial. A prevalência de cepas de MRSA varia de país para país, de hospital para hospital, unidade para unidade dentro de uma mesma

instituição de saúde, e tem aumentado nas últimas décadas (CALDERÓN; MONTEIROS; BELTRÁN, 2002; GOMES, 2012). Um estudo realizado no hospital das clínicas da universidade federal de Uberlândia (UFU) demonstrou a distribuição geográfica do MRSA por unidade, sendo este mais isolado em clínica cirúrgica (44%), seguido da clínica médica (24%) e UTI (8,9%) (SADOYAMA;GONTIJO, 2000). Nesta investigação o MRSA foi mais isolado em clínica cirúrgica (30%), seguido da traumatologia (23%), UTI (13%), Clínica Médica (6,6%) e outras (10%), verificou-se ausência de diferença estatisticamente significante entre às diferentes unidades hospitalares.

A predisposição a infecção por MRSA está relacionada aos fatores inerentes ao paciente, tamanho do inóculo, medidas de controle de infecção e o uso de dispositivos invasivos, pois estes últimos comprometem as barreiras de defesas naturais do organismo. No ambiente hospitalar os profissionais de saúde ao prestar assistência a pacientes infectados/colonizados ou durante o manuseio de objetos contaminados com cepas do micro-organismo podem carreá-las para outros pacientes (SOUZA; FIGUEIREIDO, 2008).

Neste trabalho verificou-se que os tubos endotraqueais foram menos utilizados em pacientes com ISC por MRSA. Este dispositivo está associado a maior probabilidade de aquisição de pneumonia por MRSA devido ao acúmulo de resíduos e secreções, podendo desencadear a proliferação de micro-organismos no interior deste material. Pesquisas realizadas em pacientes provenientes da UTI constatam que o uso de tubos endotraqueais não é um fator risco independente para infecção por MRSA em sítio cirúrgico, pois é um dispositivo que não provocam lesão na pele ou membrana mucosa, sendo que esta quebra de barreira é importante para a promoção da ISC. Os *Staphylococcus aureus* que desencadeiam as ISC são frequentemente provenientes da microbiota nasal dos pacientes colonizados por estes micro-organismos (COELLO, 1997).

Ao comparar o prognóstico não foram encontradas diferenças significantes da taxa de óbito em pacientes com ISC comparado a infecções em outros sítios. Observou-se uma taxa de mortalidade total para ISC de 16%. Ao analisar a gravidade das ISC em relação a outros sítios verifica-se menor potencial de agravamento das condições e complicações neste tipo de infecção quando comparado às populações com infecção de corrente sanguínea (ICS), responsável por elevadas taxas de mortalidade pela severidade da infecção.

O fato acima descrito é confirmado em estudo realizado em populações com ICS, na qual confirmaram altas taxas de infecção por *Staphylococcus aureus* nos últimos dois anos em pacientes que apresentaram bacteremia, sendo associada com elevadas taxas de mortalidade entre 15% a 60%, sendo considerada uma infecção severa (COSGROVE, 2003; VALLÉS et

al 2011). No entanto, ENGEMANN e colaboradores (2003) avaliaram o impacto das infecções provocadas por MRSA em 479 pacientes e identificaram que os pacientes infectados por MRSA apresentaram tempo de permanência hospitalar prolongado, com tempo médio de internação de 90 dias contribuindo para significante risco de mortalidade nos pacientes com ISC.

O *Staphyloccocus aureus* é um importante patógeno humano, apresentando fatores de virulência que permitem-no causar infecções localizadas (piogênicas) até infecções sistêmicas, com quadro clínico de maior gravidade. Além disto, este micro-organismos é capaz de apresentar resistência a múltiplos antimicrobianos (Miller; Kaplan, 2009). A antibioticoterapia empírica utilizada de modo indiscriminado para prevenir infecções e diminuir a morbimortalidade por esses patógenos tem ocasionado a seleção de cepas resistentes dos micro-organismos a terapêutica (CALDERÓN; MONTEROS; BELTRÁN, 2002).

O tratamento tradicional de ISC na América Latina é realizado com vancomicina, pode utilizar-se como tratamento alternativo a linezolida e a tigeciclina (LUNA et al, 2010).

É possível observar que o uso de Glicopeptídeos, principalmente a vancomicina, foi menos utilizado para ISC quando comparado a infeções em outros sítios, as amostras estudadas apresentaram 100% de sensibilidade com CMI 90 ≤ 050 µg/ml o que denota maior eficácia para o combate das ISC por MRSA. A vancomicina deve ser utilizada para casos comprovados de MRSA, pois favorece a colonização e infecções por outros micro-organismos resistentes. Portanto, mister se faz o uso racional com intuito de prevenir a resistência dos micro-organismos a antibioticoterapia (CALDERÓN, 2002).

Em 1997 foi identificada a primeira cepa isolada de ferida cirúrgica resistente à vancomicina (VRSA) no Japão, já em 2002 foi notificada a existência de oito casos confirmados de resistência á vancomicina nos Estados Unidos (EUA), em 2000 também foram observados os primeiros casos de VRSA no Brasil com CIM ≥ 32 µg/ml no Rio de Janeiro (SANTOS, 2007). No entanto, devido ao potencial destes micro-organismos torna-se indispensável à recomendação do teste de sensibilidade para o tratamento do MRSA, uma vez que a técnica de disco difusão não é confiável (ZURITA, 2010). O teste de disco difusão não diferencia cepas resistentes à vancomicina (VRSA) (MICs ≥ 32 µg/ml) de cepas sensíveis mesmo quando incubadas por 24 horas, pois o VRSA produz um crescimento sutil em torno do disco de vancomicina (CLSI, 2012).

O MRSA apresentou um perfil de sensibilidade relevante à rifampicina (31%) e ao ciprofloxacino (61%) no hospital em estudo, a rifampicina é um antibiótico utilizado em

interação com outros antibióticos para elevar a efetividade do seu mecanismo de ação, afim de, evitar a resistência aos distintos micro-organismos infecciosos. A combinação da rifampicina com daptomicina e linezolida, proporciona uma terapêutica alternativa para infecções por MRSA devido à biodisponibilidade e segurança via oral, podendo ser utilizados no curso de terapias prolongadas (FORREST et al, 2010).

Os resultados deste estudo evidenciou sensibilidade de 96,9% entre isolados de MRSA para as duas amostras estudadas de tigeciclina, a qual apresentou $CMI_{90} \geq 1$ µg/ml, sendo considerado uma alternativa para a antibioticoterapia, porém, devido ao alto custo na manutenção do tratamento são pouco utilizadas nas ISC por MRSA. Estudos de SOUZA et al (2011) demonstraram resultados semelhantes ao afirmar que cepas de MRSA apresentaram sensibilidade de 98,61% a tigeciclina e ao Sulfametoxazol-trimetoprima de 73,97%, ambos resultados foram provenientes de pesquisa em instituições de nível terciário.

No âmbito hospitalar as infecções por microorganismos gram-positivos representam um importante problema. Neste contexto, a tigeciclina apresenta-se como terapêutica de amplo espectro, em meio a poucas alternativas de tratamento, sendo ela ativa com espectro de ação para diferentes classes de micro-organismos (WESZ et al, 2011). O seu amplo espectro de ação contra patógenos Gram-positivos, incluindo o MRSA, ocorre devido a sua ligação à subunidade ribossômica 30S que promove a inibição da síntese de proteínas (LUNA et al, 2010).

Um estudo realizado em pacientes com queimaduras avaliou que a tigeciclina apresenta $CMI_{90}$ três vezes superior à vancomicina e linezolida, com uma taxa de sensibilidade de 85% da tigeciclina para MRSA (TIMURKAYNAK et al, 2008). A vantagem da tigeciclina está associada a sua capacidade de não afetar a atividade enzimática do citocromo P450, ou seja, não induz nem inibe esta família de enzimas e seu potencial de interação com outras drogas é baixo. Desta forma, como todo antimicrobiano também apresenta suas limitações está contra-indicada para menores de dezoito anos (18) *e* não deve ser administrada via intramuscular. In vitro mostrou-se percentual de 98% a 100% de sensibilidade a *Staphylococcus aureus* resistentes meticilina (MRSA e MRSE), inclusive a cepas resistentes à vancomicina (VRSA) (LOPES,2006).

A linezolida é recomendada para o tratamento de pneumonia nosocomial por MRSA, infecções de pele e partes moles de alta complexidade. Apresenta-se como antibiótico inovador, pois está relacionada à dificuldade de aquisição da resistência cruzada com outros antibióticos. A sua disponibilidade é de 100% após administração oral, com uma excelente penetração no processo de perfusão tecidual, inclusive nos pulmões e partes moles (LUNA et

al, 2010). Na análise dos resultados deste estudo, todas as amostras foram susceptíveis a este antibiótico, apresentando-se como alternativa de tratamento eficaz em casos de infecção por MRSA.

O imipenem e o meropenem são os antibióticos da classe dos β-Lactâmicos com maior potência e espectro antimicrobianos comercializados no Brasil (GALES *et al*, 2002). A resistência à meticilina é extremamente importante, pois é um indicador de resistência a todos os β-Lactâmicos, incluindo as cefalosporinas e carbapenemas. Tal resistência é mediada pela síntese de PBP2A, que é uma proteína ligadora de penicilina adicional, com reduzida afinidade para os β-lactâmicos (MENDES,2010).

Neste estudo o MRSA apresentou resistência a duas amostras (3,1%) de imipenem em pacientes com ISC, sendo importante a detecção do MRSA em ambiente hospitalar, pois todas as penicilinas, cefens e outros β-lactâmicos parecem ativos in-vitro, mas são ineficazes clinicamente (CLSI, 2005).

Portanto, torna-se indispensável à cautela quanto ao uso indiscriminado e inadequado de antimicrobianos na terapêutica por MRSA, com intuito de minimizar a resistência destes micro-organismos aos distintos antimicrobianos utilizados no controle de infecções hospitalares, bem como, a promoção de condutas profiláticas rigorosas com intuito de reduzir o desenvolvimento de infecção por MRSA em sítios cirúrgicos.

## 6. CONCLUSÃO

Conclui-se que o MRSA causando ISC foi mais encontrado em clínica cirúrgica, com pacientes apresentando menor probabilidade de utilização de dispositivos invasivos e um melhor prognóstico. Evidenciamos um perfil de resistência destes micro-organismos as distintas classes de antimicrobianos, limitando as opções de tratamento, demonstrando assim, a necessidade de uma avaliação criteriosa e adequada para prescrição destes medicamentos para a profilaxia das Infecções de sítio cirúrgico.

Todas as amostras de MRSA foram sensíveis à vancomicina e linezolida e 96,9% à tigeciclina, demonstrando que estes dois últimos antimicrobianos podem ser alternativas ao uso da vancomicina. O melhor conhecimento da epidemiologia do MRSA causando ISC é importante para fornecer dados que auxiliem na implementação de medidas de prevenção e controle destas infecções.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDERSON, D.A; KAYE, K.S. Staphylococcal surgical site infections. **Infect Dis Clin**, v. 23, p 53-72, 2009.
ANDRADE, S M; JORGE, M H P M. Características das vítimas por acidentes de transporte terrestre em município da Região Sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.2, p 149-156, 2000.
BRASIL.Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Sítio Cirúrgico critérios nacionais de infecções relacionadas á assistência à saúde. p 19. Brasília, 2009.
BRAZ, N.J; OLIVEIRA, A.C; RIBEIRO, M.M. Incidência da Infeção do Sítio Cirúrgico em um Hospital Universitário**. Ciênc Cuid Saude**, v.6, n.4, p 486-493, 2007.
CALDERÓN, E.J; MONTEROS, L.E.E; BELTRÁN, R.A. Epidemiology of drug resistance: The case of *Staphylococcus aureus* coagulase-negative staphylococci infections. **salud pública de México**, vol.44, n.2, 2002.
CAVALCANTI, S.M.M; FRANÇA, E.R; VILELA, M.A. Estudo comparativo da prevalência de Staphylococcus aureus importados para as unidades de terapia intensiva de hospital universitário, Pernambuco, Brasil. **Rev Bras Epidemiol**, v.9, n.4, p 436-446,2006.
CLINICALANDLABORATORYSTANDARTS INSTITUTE. Normas de Desempenho paraTestes de SensibilidadeAntimicrobiana: 15º Suplemento Informativo. M100-S15, v.25, n.1, 2005.
COELLO, R; GLYNN, J.R; et al. Risk factors for developing clinical infection with methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) amongst hospital patients initially only colonized with MRSA. **Journal of Hospital Infection**, UK, v.37, p 39-46, 1997.
ENGEMANN, J.J.; CARMELI, Y.; COSGROVE, S.E et al. Adverse Clinical and Economic Outcomes Attributable to Methicillin Resistance among Patients with *Staphylococcus aureus* Surgical Site Infection. **Clinical Infectious Diseases**, v.36, p 592-98, 2003.
FORREST,G.N; TAMURA, K. Rifampin Combination Therapy for Nonmycobacterial Infections. **Clinical Microbiology Reviews**, Vol. 23, n. 1, p. 14–34, 2010.
FORSTER, A. J. et al. Patient-level Factors Associated with Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* Carriage at Hospital Admission: A systematic review. **American Journal of Infection Control**, p. 1-7, 2012.
GALES, A.C; MENDES, R.E *et al.* Comparação das atividades microbianas de meropenem e imipenem/cilastatina: o laboratório necessita testar rotineiramente os antimicrobianos?. v.38, n.1, p 13-20, 2002.
GAWRYSZEWSKI**,** V P; COELHO, H M M; SCARPELINI, S *et al*, 2009. Perfi l dos atendimentos a acidentes de transporte terrestre por serviços de emergência em São Paulo, 2005. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.43, n.2, p 275-82, 2009.
GOMES, S; ALTAFI, S; GARCIA, K.M *et al*. Ocurrence of and risk factors for methicillin-resistant Staphylococcus aureus at a teaching hospital in Philadelphia. **American Journal of Infection Control**, v.40, p 381-383, 2012.
HENDERSON, D. K. Managing Methicillin-Resistant *Staphylococci*: A Paradigm for Preventing Nosocomial Transmission of Resistant Organisms. **The American Journal of Medicine**, v. 119, n. 6A, p. 45-52, 2006.
KORN, G. P. High Frequency of Colonization and Absence of Identifiable Risk Factors for Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Intensive Care Units in Brazil. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v.5, n. 1, p. 1-7, 2001.
LOPES, H.V. Tigeciclina: a nova arma antibacteriana. **Rev Panam Infectol**, v.8, n.1, p-45-46, 2006.
LUNA,C. M.; NORIEGA, E. R; BAVESTRELLO, L et al. Treatment of methicillin-resistant *staphylococcus aureus* in Latin America. **Braz J Infect Dis,** vol.14, suppl.2, pp. 119-127, 2010. ISSN 1413-8670.

MEJIA, C; ZURITA, J; GUZMAN-BLANCO, M. Epidemiology and surveillance of methicillin-resistant *staphylococcus aureus* in Latin America**.** ***Braz J Infect Dis*****ease**. vol.14, suppl.2, pp. 79-86, 2010.
MENDES, J.J. Resistência Antibiótica no *Staphylococcus Aureus*: da Investigação Básica à Prática Clínica. **Rev Port Med Int**, v.17, n.1, p 11-15, 2010.
MILLER, LG; KAPLAN, SL. *Staphylococcus aureus*: a community-pathogen. **Infectious Disease Clinics of North America**, v.23, p 35-52, 2009.
NICKERSON, E.K; WEST, T E; DAY, N P; PEACOK, S J. *Staphylococcus aureus* disease and drug resistance in resource-limited countries in south and east Asia. **Lancet Infect Dis,** v.9, p 130-135, 2009.
OLIVEIRA, A.C; LIMA, E.D.R.P; LIMA, A. P. Post-discharge surgical site infection surveillance in a hospital in Brazil. **The american Journal of Sugery,** Minas Gerais, v.193, p 266-268, 2007.
OWENS, C.D; STOESSEL, K. Surgical Site infections: Epidemiology, microbiology and prevention. **Journal of Hospital Infection**, v.70, n.2, p 3-10. ATLANTA: Elsevier, 2008.
OWENS,C.D.; STOESSEL K. Surgical site infections: epidemiology, microbiology and prevention. **Journal of Hospital infection**, Atlanta, v.70, n.2, p 3-10, 2008.
Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: Twenty-second International Supplement. CLSI document M100-S22, 2012.
RODRIGUES, E.A.C et al. Infecções Hospitalares: prevenção e controle. p 669. São Paulo: Savier, 1997.
ROSSI, F., García, P, Ronzon, B., Curcio, D., Dowzicky, M.J. Rates of Antimicrobial Resistance in Latin America (2004-2007) and *in vitro* Activity of the Glycylcycline Tigecycline and of Other Antibiotics. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v.12, n.5, p 405-415, 2008.
SADOYAMA, G; GONTIJO, P.P.F. Risk factors for methicillin resistant and sensitive Staphylococcus aureus infection in a Brazilian university hospital. **Braz J Infect Dis**, v.4, n.3, p 135-143, 2000.
SANTOS, A.L; SANTOS, D.O; FREITAS, C.C et al. Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. **Jornal Bras Patol Med Lab**. v.43, n.6, p 413-423, 2007.
SANTOS, H.B. Colonização por *Staphylococcus aureus* meticilina-resistente (MRSA) e seus fatores associados, em pacientes clínicos admitidos no hospital das clínicas de Porto a Alegre. Porto Alegre, 2009.
SIEGEL, J. D. et al. Management of multidrug-resistant organisms in health care settings, 2006. **Am J Infect Control**, v.35, n.10, Suppl 2, p. 1-74, 2007.
SILVA, I.J. Infecção do sítio cirúrgico: uma contribuição de enfermagem à prevenção. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.
SOUSA, L.U; MIELKE, T. P, HORNER, R *et al.* Avaliação de metodologias para a detecção de cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina (MRSA) e análise do perfil de sensibilidade frente aos antimicrobianos em um hospital terciário. **Revista Saúde Santa Maria**, RS, Vol. 37, n. 1, 2011.
SOUZA, L. B. G; FIGUEIREDO, B. B. Prevalência de Infecções nosocomiais provocadas por *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), no Hospital Universitário Regional de Maringá. **RBAC**. Paraná, v.40, n.1, p 31-34, 2008.
TIMURKAYNAK, F; ARSLAN, H; KURT, O *et al.* In vitro activity of tigecycline against resistant micro-organisms isolated from burn patients. **Burns**, v.34, n.7, p 1003-1006, 2008.
VALLÉS, J; LERMA, F.A; PALOMAR, M *et al.* Health-care associated bloodstream infections at admission to the ICU. **CHEST,** v.139, n.4, 2011.

WESZ, L; RODRIGUES, T.C; DUARTE, M. Atividade antimicrobiana de Tigeciclina frente a Cocos Gram-Positivos de importância clínica de Santa Maria-RS. **RBAC**, Rio Grande do Sul, v. 43, n.1, p 07-09, 2011.

ZURITA,J; MEJIA, C; GUZMAN-BLANCO, M. Diagnosis and susceptibility testing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Latin America. **Braz J Infect Dis** [online], v.14, suppl.2, p 97-106, 2010. ISSN 1413-8670.

# Cristianismo e espiritismo em Catalão, Goiás: aspectos socioantropológicos do campo religioso

Deuza Aparecida da Silva Mariano*
Daniel Alves**

**Resumo**

Este trabalho apresenta percentuais de declínio do catolicismo verificado em analises de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes ao censo 2010 comparados aos percentuais de evangélicos e espíritas na cidade e microrregião de Catalão e evidencia a manutenção relativa da hegemonia católica. Quanto aos evangélicos, analisa a expansão de igrejas evangélicas pentecostais no Brasil e a presença das mesmas em Catalão. Devido à observação de uma elevação do percentual de declarantes espíritas em Catalão, em relatos etnográficos reúne informações sobre a história do espiritismo na cidade.
Palavras-chave: catolicismo, pentecostalismo, espiritismo, Catalão.

**Abstract**

This paper presents percentage decline of Catholicism found in analyzes of data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) from the 2010 census compared to the percentages of evangelicals and spiritualists in the city and micro-region of Catalão, exposing over a relative disclosure of Catholic hegemony. As for evangelicals, this paper examines the expansion of Pentecostal evangelical churches in Brazil and the presence of the same in Catalan. Due to the observation of an increase in the percentage of claimants spiritualists in Catalão in ethnographic reports, gathers information about the history of spiritualism in the city.
Keywords: Catholicism, Pentecostalism, Spiritualism, Catalão (Brazil).

## Introdução e apreciações prévias de dados demográficos

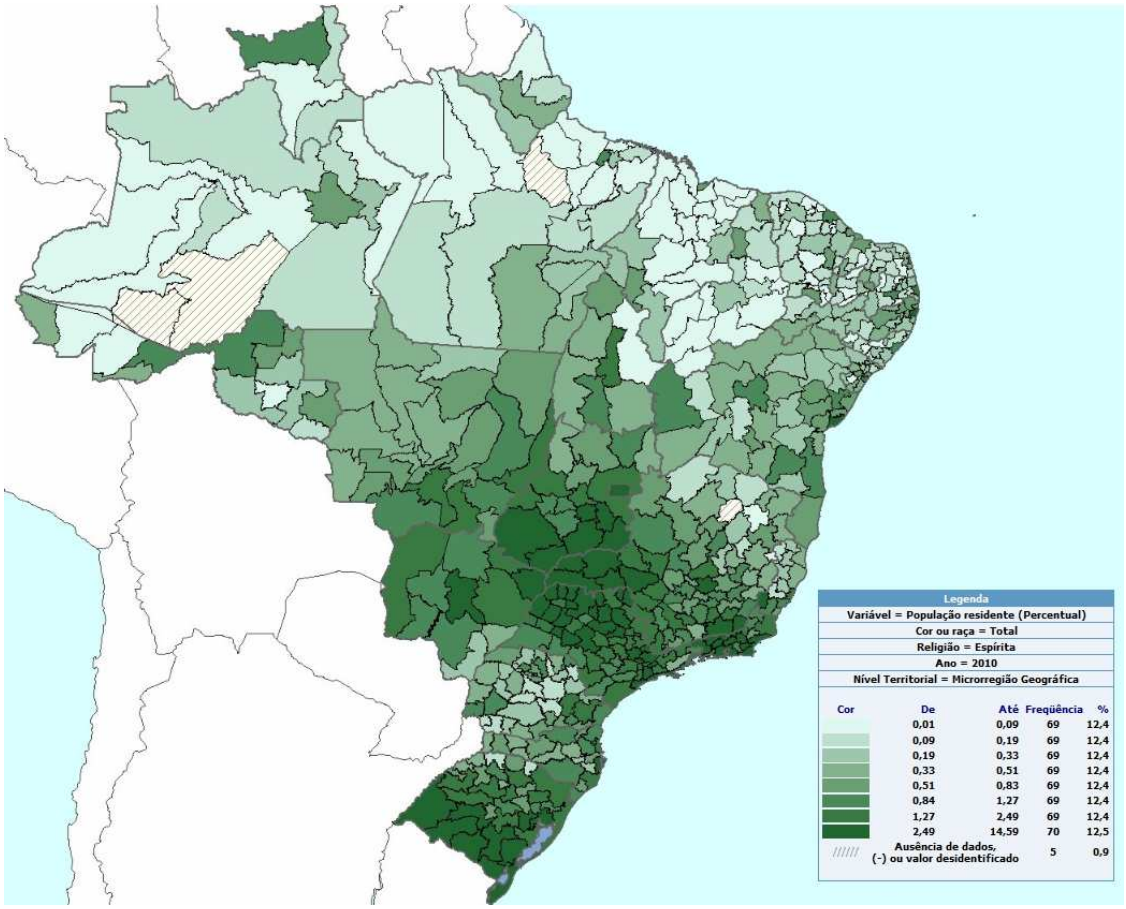
O presente trabalho visa analisar alguns dados demográficos de forma comparativa, tentando entender se há dados específicos em Catalão que destoam da conformação da demografia religiosa no Brasil e em Goiás. Além disso, discutimos bibliografia pertinente à constituição do campo religioso em sua relação com tal demografia religiosa, especialmente no que tange às manifestações do cristianismo e do espiritismo kardecista.

A comparação das diferentes escalas, segundo o Censo Demográfico recente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012), levou-nos às

* Discente, Bolsista PIBIC, Curso de Ciências Sociais, Campus Catalão, UFG.
** Docente, Orientador PIBIC, Departamento de História e Ciências Sociais, Campus Catalão, UFG. Coordenador do Projeto de pesquisa: "Transformações do Campo Religioso na Microrregião de Catalão-GO".

seguintes constatações: 1) identifica-se o padrão de declínio da declaração de pertencimento católico, verificado no Brasil entre os anos de 2000 e 2010, também na cidade (de 74 a 62,3%) e na microrregião de Catalão (de 73,3 a 64,4%); 2) a frequência relativa de evangélicos na microrregião (22,3%) e na cidade (24,4%) é menor que no conjunto do Estado de Goiás (28,1%); e 3) a diferença realmente observável entre Catalão e as outras unidades de comparação diz respeito aos espíritas.

**Gráfico 01 – Cartograma: distribuição de frequência relativa de população residente espírita por microrregião, 2010**




*Fonte:* Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2012).

Cabe aqui nos deter sobre este último ponto. A percentagem de espíritas declarados na cidade e microrregião de Catalão é maior que a percentagem nacional de declarações de pertença espírita. Enquanto que, em nível nacional, temos uma cifra de 2% de espíritas, na microrregião temos 4,2%, enquanto que na cidade 4,3% da população afirmou-se espírita em 2010. Um fator importante que pode esclarecer algo sobre essa diferença pode ser entendido através do gráfico 01, obtido do banco de dados SIDRA do IBGE (2012). Segundo este

gráfico, as microrregiões nacionais em que há proporção de espíritas maior que 2,5% no interior estão concentradas em dois pontos: ao centro e ao extremo sul do país.

Pretendemos, neste texto, levantar uma hipótese histórico-cultural para tal relevância: a trajetória do espiritismo kardecista em Catalão está ligada a centros dinâmicos de difusão espírita em atividade desde o início do século passado, alguns dos quais muito atuantes na divulgação religiosa no centro do país.

**O catolicismo em declínio numérico e sua manutenção hegemônica**

A diversidade religiosa, em Catalão, não era um problema historiográfico até há pouco. Se tomarmos os historiadores citadinos, regionalistas, "amadores" ou memorialistas, que é o nome que se dá aos locais que produziram história para o consumo intelectual interno (Cornélio Ramos, Maria das Dores Campos), vemos que não há quase menção ao tema da diversidade religiosa, embora se reconheça a importância do tema em alguns assuntos-chave (especialmente, Festa do Rosário). O problema historiográfico de monta na produção local é o da história das elites políticas e sua ligação com o eixo violência-progresso (CAMPOS, referida em levantamento de TCCs do Departamento de História do Campus Catalão, realizado por Calaça, 2002) ou, mais contemporaneamente, violência-racionalização (GOMEZ, 1994, p. 28-30). Campos a trata a hegemonia católica como uma evidência em "Elementos étnicos": "Totalidade da população professa a religião Católica Apostólica Romana" (1976, p. 49). Depois de duas páginas dedicadas à estrutura da Igreja Católica, suas paróquias, escolas, congregações e catequistas, Campos (idem: 51) agrega um parágrafo sumariando a presença de outras religiões, como as históricas e a Igreja Cristã Evangélica; e outro mais, onde atesta a presença dos Espíritas e arrola sua rede de proteção social na cidade. Essa diferença de peso entre católicos e os "outros" atesta que a diversidade das religiões em Catalão não foi um problema historiográfico. A ascensão do evangelismo pentecostal é recente em Catalão, assim como em outras cidades pequenas e médias. A produção histórica e etnográfica sobre as igrejas evangélicas ainda encontra-se em consolidação.

Ainda assim, o tema da diversidade religiosa aparece em torno de uma festa popular, as congadas em homenagem a Nossa Senhora do Rosário. Muitos atestam (p. ex., CAMPOS, 1976, p. 117) a ancestralidade negra da festa expressa especialmente pelo simbolismo (Nossa Senhora/Iemanjá), porém há uma armadilha aqui. Ao filtrar a memória étnica pela festa, subrepticiamente assume-se a hegemonia católica para dentro da análise. Talvez o preço pago pela preeminência historiográfica e etnográfica da festa tenha sido o embotamento de uma análise mais detida sobre as religiões afrobrasileiras em Catalão. A festa sinaliza a tentativa de

inserção positiva dos negros na história da cidade, então, para os ternos o melhor a expressar publicamente é o catolicismo possível no contexto da festa. O Rosário, portanto, torna-se a junção tensa dos catolicismos possíveis professados não só pelos ternos de congo, mas também pelos órgãos públicos, pelas empresas multinacionais, e pelo catolicismo mais-que-necessário (hegemônico a nível simbólico) da institucionalidade católica, dos carismáticos, dos católicos praticantes.

Os católicos são 64,4% na cidade de catalão, segundo o Censo Demográfico 2010. Assim como em quase todas as cidades do Brasil, houve um decréscimo do percentual de católicos, que foi de 73,3% em 2000 ao atual patamar. De qualquer forma, a institucionalidade católica se mantém preponderante na paisagem religiosa da cidade. Para tanto, basta lembrar que, nas três paróquias existentes, temos dois seminários/noviciados em atividade, duas casas de irmãs, quase 90 grupos de Comunidades Eclesisias de Base (CEBs), 16 grupos da Renovação Carismática Católica (RCC), além de Pastoral da Família, cursilhos, grupos de reza do terço e mais 41 capelas, divididas quase igualmente entre a zona urbana e rural da cidade. Isto, além de escolas de ensino fundamental e médio tradicionais na cidade (Mãe de Deus, São Bernardino de Siena).

Esse enraizamento católico está fundado nas formas de territorialidade originárias em Catalão. Analisando estas territorialidades a partir de Gomez (1994), encontramo-nos diante do que poderíamos qualificar de modelo do povoamento goiano do século XIX – "o patrimônio".

> Numa área já ocupada pelos sítios e fazendas, um fazendeiro decide fazer doação de um lote de terras para a construção de uma igreja. É movido, sem dúvida, pela devoção, mas também pelo interesse de atrair moradores e valorizar suas terras; não falta também o orgulho de sentir-se fundador. Movido pela religiosidade, mas igualmente pela necessidade de convivência, o povo acorria por ocasião das festas. Surgem em torno da capela armazéns e vendas. É que no interior é conhecido pelo nome expressivo de "comércio"; o início de um povoado, que com o tempo se transforma em arraial e depois numa cidade. (GOMEZ, 1994, p. 21).

O povoamento de Catalão foi realizado a partir do dos geralistas mineiros, por ocasião do segundo ciclo de povoamento do interior do Brasil (o primeiro, associado ao ciclo do ouro, estabeleceu núcleos urbanos antes de rurais; o que acontece neste segundo ciclo é o inverso) (GOMEZ, 1994, p. 22), ao longo dos séculos XVIII e XIX. Em 1820, Catalão foi erguida ao status de arraial, mas pelo menos desde a bandeira de Anhanguera, em 1682 (CAMPOS, 1976, p. 32) havia marcos de desbravamento lusodescendente das terras.

Se nos fiarmos à análise de Palacín Gomez, estaremos diante do germe não só dos primeiros marcos territoriais dos lusodescendentes, mas também de uma relevante imagética social desta territorialidade: o catolicismo popular. Já desde seu início, esse tipo de catolicismo era caracterizado pelo sincretismo: "Arrancado de seu humus particular, o catolicismo português viu-se jogado num espaço aberto e sem fim, onde encontrou sincronicamente universos simbólicos diferentes, através da forçada aproximação de três povos desenraizados" (SANCHIS, 2001, p. 24). Esta "forçada aproximação" instaurou simbologias religiosas porosas que dialeticamente respondiam às necessidades simbólicas existenciais e justificantes de uma formação social rígida, desde o princípio. Como define Oliveira, a religião fazia das condições sociais de existência um quadro normal na consciência dos atores sociais e deu as condições para a classe senhorial permanecer dominante por mais de três séculos.

> As representações e práticas do catolicismo popular constituem, então, um sistema religioso intimamente ligado às condições sociológicas da formação social senhorial, marcada pela dominação pessoal exercida pelos senhores sobre a massa camponesa. Fazendo da dominação pessoal a forma natural/sobrenatural de relação entre fracos e poderosos, o catolicismo popular contém em se mesmo um modelo de sociedade: aquela que se estrutura sobre a aliança entre fracos e poderosos, entre dependentes e protetores. Essa naturalização das relações de dominação pessoal, e a ética que dela decorre, revestem de um dever moral a pratica da solicitude por parte dos poderosos, e a pratica da submissão e da lealdade por parte dos fracos. (OLIVEIRA, 1985, p. 198.)

Segundo Oliveira, os fieis católicos adotaram práticas religiosas que são independentes de intervenção clerical e fizeram o "catolicismo popular". Com o culto aos santos os fieis devotos recorrem proteção dos santos acreditando que eles estão junto a deus e intervém a favor dos homens. No catolicismo popular, mais praticado no meio rural, o camponês se submete ao santo como se submete ao senhor, numa concepção de que o mais fraco deve ser submisso ao mais forte para receber proteção. No Brasil enquanto a igreja cumpria obrigações civis ela mantinha um grande numero de fieis, ao romper com o Estado este assumiu as obrigações civis, a igreja perdeu muitos fieis e sentindo o desinteresse do povo entendeu que o povo era ignorante quanto à doutrina da igreja católica. Mas o clero acabou percebendo que o povo não se interessava pela doutrina religiosa porque não sentia necessidade. A igreja, em face das práticas do catolicismo popular, sentiu necessidade de se reestruturar para doutrinar os católicos. Era necessário que os párocos acompanhassem de perto os fieis e intensificassem as atividades paroquiais junto a eles. Várias medidas

orientadas pela Santa Sé foram tomadas nas dioceses e paróquias em todo Brasil. Num processo conhecido como "romanização", os santos populares foram sendo substituídos por outros e através destes o culto favorecia a prática dos sacramentos e de devoções europeias. O processo se desenvolveu com a colaboração de congregações que vieram da Europa. O culto popular foi inibido nas capelas, mas continuou na esfera privada. Desta maneira, significantes que os romanizadores trouxeram foram reinterpretados à maneira do catolicismo popular.

Como acima mencionado, as cidades goianas se desenvolveram em torno de capelas. Catalão começou com um povoado em torno da igreja Mãe de Deus nas primeiras décadas do século XIX. Em 1832, Catalão já passava a ter um sacerdote permanente e em 1835 passou a ter direito a vigário de cargo por concurso. A presença do padre junto aos fieis católicos intervém em suas práticas e garante a doutrinação no catolicismo e a participação nos sacramentos. Embora sob controle dos padres o povo católico não deixou de lado praticas do catolicismo popular como as festas dos santos, batizados em fogueira, benzeção, promessas, entre outras.

Em nossos estudos, verificamos que a paróquia de maior abrangência em Catalão, Paróquia Nossa Senhora Mãe de Deus, tem uma demanda grande para poucos sacerdotes. Atendem nesta paróquia quatro freis franciscanos sendo que dois moram no noviciado e dois na casa paroquial e um funcionário da paróquia atuante como coordenador de pastorais. Os 02 freis que moram no noviciado são de idade avançada e devido às limitações da idade colaboram com o trabalho da paróquia somente nas celebrações litúrgicas. O atendimento por freis na paróquia requer espera e às vezes agendamento. As celebrações nas comunidades nem sempre é realizado pelos freis, muitas vezes são os ministro da palavra quem celebram. A paróquia conta com a ajuda dos leigos nas comunidades para catequizar na doutrina católica.

## Os evangélicos e sua contemporânea expressão pública na cidade

Como no restante do país, na cidade de Catalão a menor parte dos evangélicos estão congregados em igrejas protestantes tradicionais (1,5% da população), enquanto que 16,3% dos pesquisados na amostra do Censo se declararam evangélicos pentecostais. Paul Freston (1994) descreve o pentecostalismo brasileiro em três ondas. Segundo o autor, as instituições pentecostais são dinâmicas e em constante adaptação. Com frequência as mudanças são objeto de lutas. O pentecostalismo é possuidor de uma grande variedade de formas e as espécies novas que vão surgindo vão enterrando mitos referentes ao pentecostalismo. Na pesquisa histórica entre os pentecostais Freston aponta para dificuldade como: relativa escassez de

fontes escritas, limitação decorrente da relação entre pentecostalismo e história, dificuldade em aceitar analises cientificas referentes aos eventos religiosos, sendo coerentes com as afirmações do pentecostalismo como movimento do Espírito Santo não condicionado ao natural as sociedades humanas.

Na primeira onda chegaram ao Brasil: a Congregação Cristã em 1910 e Assembleia de Deus em 1911. Por quarenta anos foram as formas religiosas pentecostais mais expressivas. Nesse período a Assembleia se expandiu geograficamente e se tornou o protestantismo de maior expressão nacional. A segunda onda é identificada nos anos 50 inicio dos anos 60, momento em que o campo pentecostal se divide em fragmentos e sua relação com a sociedade se tornou mais dinâmica. Em meio a dezenas de grupos menores surgiram, no contexto paulista, três grandes igrejas: Igreja do Evangelho Quadrangular em 1951, Brasil para Cristo em 1955, e em 1962 a Igreja Pentecostal Deus é Amor. Na década de 1970, a partir de uma igreja específica, denominada “Nova Vida”, duas igrejas cariocas trouxeram inovações ao pentecostalismo, fazendo surgir no país a terceira onda Pentecostal, que ganhou força nos anos 80. Em 1977 foi fundada a Igreja Universal do Reino de Deus, e em 1980, a Igreja Internacional da Graça de Deus.

Freston (1994) define que a onda pentecostal de 1910 é o momento de origem pentecostal e de sua expansão para os continentes. Inicialmente teve recepção limitada no Brasil, mas na segunda onda nos anos 50 o começo da urbanização e da sociedade de massa possibilitou um crescimento do pentecostalismo que rompeu com as limitações dos modelos que existiam especialmente em São Paulo. O crescimento pentecostal nesse período começou com a chegada da Igreja Quadrangular com métodos ousados próprios dos meios modernos de comunicação de massa. Mas a Quadrangular era demasiadamente estrangeira e o novo modelo no primeiro momento não foi muito lucrativo a ela. Quem lucrou mais com o novo modelo foi a Igreja Pentecostal Brasil para Cristo, uma adaptação nacionalista criativa. A terceira onda pentecostal surgida no final dos anos 70 no Rio de Janeiro ocorreu num período de decadência após a modernização do governo autoritário e esgotamento do milagre econômico.

Em Catalão, encontramos igrejas pentecostais representantes das três ondas descritas por Freston. Da primeira onda verificamos a presença da Congregação Cristã no Brasil e da Igreja Evangélica Assembleia de Deus. Da segunda onda, apresentam-se a Igreja do Evangelho Quadrangular, Deus é Amor e Casa da Bênção. Da terceira onda, destacam-se a

Igreja Universal do Reino de Deus e a Mundial do Poder de Deus. Ainda é necessário relatar que temos uma série de ministérios recentes e independentes que não necessariamente organizam-se nos mesmos princípios organizacionais e teológicos das igrejas de terceira onda. Esse é o caso, por exemplo, da Igreja Catedral de Adoração e Milagres (fundada por um pastor local) e das Igrejas Videira e Fonte de Vida (ambas com sede em Goiânia). Essas últimas são parte de um processo de aumento de oferta religiosa no pentecostalismo que vem se desenrolando nacionalmente nos últimos anos (ALVES, 2012).

Cabe ainda dizer que é justamente dessas membresias de formação mais recente que surgiram, nas últimas eleições, pastores e fiéis candidatos à vereança que basearam suas candidaturas apenas em sua pertença religiosa. Silva (2013) mapeia tais candidatos, e por este trabalho sabemos que essas igrejas mais modernas, de terceira onda ou independentes, não veem a inserção do crente na política mundana como problema. Sabemos, ainda através do trabalho de Silva (2013), que apesar da candidatura de evangélicos no último pleito catalano (um deles escolhido pela cúpula de igreja como "candidato oficial"), somente se elegeram candidatos deste grupo que não eram pastores e não tinham uma carreira política ligada apenas à igreja.

Para melhor compreensão do dinamismo pentecostal em Catalão realizamos algumas observações na Igreja que teve grande relevância no protestantismo no Brasil nas primeiras décadas de sua expansão, Igreja Assembleia de Deus. Em Catalão, a assembleia de Deus, ligada a Congregação Geral das Assembleias de Deus no Brasil (CGADB), teve inicio na década de 30. Hoje há em Catalão em torno de 20 congregações ligadas a esta Assembleia de Deus, 12 templos prontos, outros em construção, todos ligados a uma Igreja sede, que dá as diretrizes administrativas e teológicas às demais.

Em uma congregação da Assembleia de Deus surgem lideranças e essas lideranças se desmembram para formar novas congregações. Os grupos novos têm liberdade para inovar e se adaptar ao público. Os fieis vão se comprometendo com a congregação, mudando de vida e passando a viver conforme as orientações da igreja. Inicialmente a congregação aluga um espaço para realização do culto e se mobiliza para a construção do templo. Semanalmente são realizados vários cultos, cada dia em uma forma diferente. O culto de louvor que geralmente ocorre no final da semana e lota de fieis o local de culto. Neste tipo de culto, os fieis têm oportunidade de transmitir mensagens por meio da música.

## Os espíritas em Catalão: notas para uma história local

O Espiritismo em Catalão derivou-se de relações sociais no entorno da construção da ferrovia. Em 1913 foi inaugurada a Estação Ferroviária em Catalão. No entorno da estação ferroviária vieram morar pessoas que conheciam o "Evangelho Segundo o Espiritismo", livro seminal de Allan Kardec. Estes comerciantes e trabalhadores uniram-se para dar início ao primeiro centro espírita de Catalão.

O espiritismo teve início em Catalão há mais ou menos 100 anos. Segundo as memórias que partilhamos em conversas com líderes locais, especialmente com Eurípedes Correia, líder espírita há 41 anos na cidade. Ele afirmou que o primeiro centro espírita foi fundado por um trabalhador da ferrovia apelidado de Zé Pretim, uma senhora parteira que tinha apelido de Dona Xixi e um comerciante de nome Paracatu. Paracatu negociava mercadorias com um vendedor viajante irmão do médium Eurípedes Barsanulfo, criador e diretor do primeiro colégio brasileiro com orientação espírita, o Colégio Allan Kardec na cidade de Sacramento (MG). A comunicação do comerciante Paracatu com o irmão de Eurípedes Barsanulfo possibilitou a aproximação desse grupo que deu inicio ao primeiro centro espírita em Catalão, num salão de uma casa acima da ferrovia. Dona Xixi, a parteira, se tornou amiga de Eurípedes Barsanulfo, que era entre outras coisas professor e farmacêutico[1]; os dois trocavam experiências sobre parto e medicamentos.

As reuniões neste primeiro centro aconteciam às escondidas porque o espiritismo era muito perseguido. Conforme nos relataram, era difícil ser espírita naquela época porque o espiritismo era muito perseguido pelo clero católico, a comunidade não-espírita os rejeitava e as autoridades tentavam fechar os centros e impedir atividades desenvolvidas pelos espíritas na cidade. Por causa das rejeições, muita gente evitava revelar que era espírita. Uma ponte importante de inserção social foi a prática da caridade. Para exercer a caridade iniciaram varias formas de apoio a pessoas carentes.

Muitos anos após o primeiro centro espírita (que não existe mais atualmente) também nas proximidades da ferrovia, foi construído o Centro espírita Amor e Fraternidade. Do centro espírita Amor e Fraternidade saíram lideranças e criaram outros centros, hoje em Catalão há nove centros em atividade. No inicio o espiritismo dava assistência a pessoas psicologicamente doentes, hoje administra várias instituições de caridade, escolas, asilos, oferta de sopa, assistência com doação de alimentos, entre outros.

Outra fonte de lideranças espíritas na cidade de Catalão foi a cidade de Palmelo (MG), que desde o início do século XX recebe pessoas com desordens de ordem física ou mental que

[1] Para mais detalhes sobre a história de Barsanulfo, ver Aubreé e Laplantine (2009, p. 181-186).

sofriam e causavam sofrimento para seus parentes, e que diante das dificuldades recorriam ao espiritismo em busca de solução para o problema. Famílias de diversos lugares encaminhavam a Palmelo a pessoa doente onde ficava internada aos cuidados de um médium até ficar curada. Quando curado, o ex-internado voltava à cidade de onde veio levando a doutrina espírita.

Mario Hilário esteve internado em Palmelo, saiu de lá curado e alguns anos depois começou a participar do centro espírita Amor e Fraternidade, em 1958. Ele nos relatou juntamente com Eurípedes Correia o desenvolvimento do espiritismo em Catalão a partir desta data. Mario Hilário lembrou que no inicio das obras da Fundação espírita Nova Vida que hoje ensina música a crianças e adolescentes da comunidade, foi muito difícil arrecadar recursos, mas hoje as empresas fazem doações. Segundo Eurípedes Correia, o surgimento das obras de caridade foi importante porque divulgou o espiritismo. Hoje os espíritas são mais auto-afirmativos e não há mais muita rejeição por parte de pessoas de outras religiões.

O espiritismo também se vincula à memória da cidade por meio de um personagem que faz parte do imaginário social local. Em 1936, Antero da Costa Carvalho foi acusado de praticar um assassinato, tendo sido, por isso, preso. Depois, foi retirado por um grande numero de homens da delegacia na qual estava aprisionado, e foi assassinado em circunstâncias até hoje discutidas. Este acontecimento marcou a história de Catalão pela sua violência e deu origem à manifestações coletivas, entre as quais destacam-se manifestações de fé. O tumulo de Antero tornou-se muito visitado por pessoas que levam velas, flores e pedidos dos mais diversos recorrendo ajuda a Antero e lhe atribuindo santidade. A morte violenta de Antero e as manifestações de fé em torno de seu tumulo renderam vários estudos que permitem pensar a organização da vida social em Catalão em varias dimensões. As manifestações religiosas a Antero são por meio de praticas do catolicismo popular: promessas, terços, novenas, velas.

Durante sua residência em Catalão Antero trabalhou no cartório de registro civil, ajudou a fundar um jornal, era farmacêutico, parteiro, e possuía conhecimentos de medicina homeopática. Moradores de mais idade e com mais tempo de residência em Catalão depõem que Antero viajava pela região ajudando pessoas principalmente do meio rural e carentes de assistência médica.

Antero está presente na vida dos catalanos tambem por meio da pratica do espiritismo. Segundo o senhor Mário Hilário, a igrejinha construída em homenagem a Antero foi construída em um terreno doado por um seguidor da doutrina esprita de nome Allan Kardec que frequentava o Centro Amor e Fraternidade. Lideres espíritas dizem que após a morte de

Antero souberam por mensagem espiritual e por sinais deixados por Antero que ele era um seguidor da doutrina espírita. Antero da Costa Carvalho tambem é o patrono do Centro espírita Eurípedes Barsanulfo. As praticas do mártir Antero coincidem com as praticas das lideranças que iniciaram o espiritismo em Catalão e do líder Eurípedes Barsanulfo em Sacramento MG. O senhor João Cândido, de 99 anos de idade, hoje residente em Catalão, quando jovem era morador do meio rural onde Antero costumava prestar auxílio a pessoas com problemas de saúde. João Cândido conta que foi muito amigo de Antero. Antero, certa feita, for a chamado para ajudar com um sobrinho dele que se encontrava gravemente doente e ele foi, cuidou do menino até ficar bom. Após tratar o menino Antero passou a frequentar a casa da família e ficaram amigos. A aproximação e a convivência de Antero com a comunidade dava-se por meio dos conhecimentos que possuía, dando auxilio a pessoas com necessidade de ajuda. As pessoas que foram lideranças espíritas e são citadas como espíritos protetores, reúnem as mesmas características mencionadas a Antero da Costa Carvalho.

## Conclusão

As analises nos permitem confirmar um declínio do catolicismo, um crescimento estável do pentecostalismo e a ascendência do espiritismo em Catalão. O catolicismo, embora ainda apresente maior numero de declarantes, perdeu um numero considerável de fieis na ultima década. Hoje as paróquias são grades e modernizadas, mas os padres são poucos e não conseguem acompanhar de perto as necessidades dos paroquianos, deixando de conviver com os fiéis estes ficam desassistidos em suas carências emocionais além de não ocorrer a manutenção da religiosidade, os carentes buscam resolver sues problemas em outras religiões ou diversificam e vivenciam sua fé em outras formas. A manutenção da religiosidade católica muitas vezes fica a encargo de leigos/as e varia conforme seu carisma, sua fidelidade à doutrina e o tempo que pode dedicar ao serviço.

A quantidade de declarantes evangélicos, embora menor que a de católicos, é bastante expressiva e o pentecostalismo das principais linhas que se expandiu pelo Brasil desde 1910 estão representados em Catalão. Numa sociedade que cada vez mais se desprende de padrões morais definidos pela religião tradicional o pentecostalismo propõe mudança de vida, fazer parte de um grupo de comportamento diferente, valorizando a intimidade, a atenção à individualidade e oportunidade de se expressar e expor emoções. O companheirismo dos irmãos de um grupo pentescostal, as fortes manifestações de fé que aparecem no culto, as

mensagens que transmitem no louvor nos permitiram visualizar características do pentecostalismo dinâmico que continua conquistando adeptos.

Nos relatos de lideranças espíritas é perceptível à atenção que se da à prática da caridade. Desde as primeiras organizações pela pratica do espiritismo é possível observar um serviço de atendimento a comunidade. Inicialmente o espiritismo dava assistência à saúde, à segurança alimentar, à educação, à assistência aos idosos, entre outras. Dos praticantes da doutrina espírita é cobrada a prática da caridade e este tem liberdade para escolher como realizá-la. Outro aspecto interessante que observamos no espiritismo é o reconhecimento e respeito que esse segmento presta a Antero da Costa Carvalho. Esse reconhecimento possibilita que os seguidores da doutrina espírita vivenciem sua fé também através da prática de reivindicar proteção ao santo. Nesse caso, um santo popular que a própria comunidade elegeu.

## Referências bibliográficas

ALVES, Daniel. A fragmentação do campo pentecostal e o papel das instituições religiosas. Trabalho apresentado no **Congresso Internacional EST, 1**. São Leopoldo, Escola Superior de Teologia, 2012.

AUBREÉ, Marion; LAPLANTINE, François. **A mesa, o livro e os espíritos**: Gênese, evolução e atualidade do movimento social espírita entre França e Brasil. Maceió: EdUFAL, 2009.

CAMPOS, Maria das Dores. **Catalão:** Estudo histórico e Geográfico. 11ª edição. Goiânia: Bandeirante, 1976.

CALAÇA, Luciane Ap. S. Monografias e historiadores amadores de Catalão: A produção acadêmica refletindo sobre a produção do conhecimento histórico local. In: FREITAS, Eliane Martins de. **Produzindo história, pensando o local**: a produção monográfica dos alunos do curso de História – CAC/UFG (1995-2001). Uberlândia: Asppectus/Funape, 2002.

FRESTON, Paul. Breve Historia do Pentecostalismo Brasileiro. In: **Nem Anjos nem Demônios:** interpretações sociológicas do pentecostalismo. Alberto Antonazzi et al. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

GOMEZ, Luis Palacín. Parte I. In: **História política de Catalão**. Goiânia: UFG, 1994. (Coleção Documentos Goianos, 26).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Brasília-DF, 2012. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br>, acesso em 31/07/2013.

OLIVEIRA, **Religião e dominação de classe:** gênese, estrutura e função do catolicismo romanizado no Brasil. Petrópolis: Ed. Vozes, 1995.

SANCHIS, Pierre. Religiões, religião... Alguns problemas do sincretismo no campo religioso brasileiro. **Fiéis e cidadãos**: percursos do sincretismo no Brasil. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.

SILVA, Juliana Vaz da. **Entre o púlpito e o palanque**: candidatos evangélicos da Cidade de Catalão nas eleições de 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel e licenciatura em Ciências Sociais). Catalão, Departamento de História e Ciências Sociais, Campus Catalão, Universidade Federal de Goiás, 2013. (a defender)

Artigo revisado pelo orientador.

# Estudo eletroquímico de extrato bruto de abobrinha como fonte de enzima *peroxidase* na presença de peróxido de hidrogênio e etanol

Unidade acadêmica: Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás

Orientanda: Dhyovanna Fonseca Menezes dhymenezes@hotmail.com
Orientador: Prof. Dr. Flávio Colmati Júnior colmati@quimica.ufg.br

**Resumo:** O estudo de enzimas vem ganhando força devido as especificidades desses compostos e a seletividade que muitas delas possuem. Contudo o emprego de compostos enzimáticos em reações é oneroso e encontrar fontes ricas em enzimas com custo inferior é o objetivo de estudo deste trabalho. O extrato bruto vegetal da abobrinha (*Cucurbita pepo*) foi analisado sob o aspecto de comportamento eletroquímico afim de detectar atividade enzimática em diferentes tipos de amostras e com diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio. Muito embora esses estudos corroborem para a obtenção de fontes de enzimas mais acessíveis, as mesmas não se encontram isoladas e por isso o perfil de atividade pode variar de acordo com as condições nas quais o meio foi analisado. Sob esse ponto de vista, analisar-se-á as melhores formas de extração, armazenamento e utilização do extrato rico em enzima *peroxidase*, uma vez detectada sua atividade no meio.

**Palavras-chave**: peroxidase, atividade enzimática, peróxido de hidrogênio, etanol e extrato vegetal.

Revisado pelo orientador.

## Introdução

Não é de hoje que discussões acerca da sustentabilidade ganham as pautas de reuniões de especialistas e estudantes. Esse termo nos remete a uma busca incessante por manter o homem com suas demandas substanciais bem como manter a natureza em acordo com o seu equilíbrio. Fundamentando-se na tese 'Gerar sem degradar', é possível permear estudos que relacionem a otimização de processos já existentes ou focar na obtenção de processos novos que incluam tanto a obtenção de produtos menos poluidores como mais eficientes. As enzimas entram nessa questão porque podem substituir o uso de outros componentes que geram subprodutos que agridem o meio ambiente ou então baratear custos de metodologias já empregadas na detecção de compostos em um meio. Pertencentes a um grupo de proteínas, as enzimas, são responsáveis por catalisar reação de cunho biológico. Possuem um sítio ativo constituído de um grupo protéico e um não protéico (cofator).

As enzimas apresentam alta seletividade em relação ao substrato de ataque por isso em poucos casos uma mesma enzima é usada para catalisar duas ou mais reações diferentes. Essa especificidade desperta interesse pois pode, a certo modo, garantir que apenas a reação de interesse ocorra e que subprodutos indesejados sejam produzidos em baixas quantidades. A *peroxidase* é uma enzima que catalisa o peróxido de hidrogênio ($H_2O_2$), sendo encontrada em diversos vegetais como rabanete, nabo, batata-doce, abobrinha e entre outros[1,3,14]. Tem termoestabilidade, ou seja, não apresenta perdas bruscas de atividade enzimática depois de um tratamento térmico. Essa característica aumenta muito sua empregabilidade visto que variações de temperatura ocorrem frequentemente em diversos processos. Usa-se a *peroxidase* em tratamento de

efluentes[9], análises de produtos farmacêuticos e alimentícios, detecção de materiais fenólicos e sínteses diversas.

O comportamento da *peroxidase* frente ao substrato está bem documentado na literatura. De acordo com Rosatto *et al.*[2] o peróxido de hidrogênio é reduzido pela enzima formando um composto intermediário, que pode ser oxidado e voltar ao seu estado natural por transferência de elétrons direta ou mediada. A mediada tem mediadores no processo (fenóis, ferrocenos ou aminas aromáticas[2,3]), que atuam na doação de elétrons. A transferência direta ocorre pelo contato da enzima com a superfície que possibilita a redução dos compostos oxidados pela mesma.

O estudo com biosensores é muito realizado hoje porque visa utilizar-se de meios baratos para o obter-se o mesmo desempenho de métodos sofisticados de detecção. A *peroxidase* imobilizada custa em média U$ 150,00 por cerca de 5000 unidades protéicas, enquanto que a extratos vegetais custam U$ 0,50 com cerca de $10^{11}$ unidades. É notório que empregar extratos vegetais como meio de substituição de enzimas compradas é mais vantajoso economicamente, porém não menos complexo. A imobilização enzimática é um tema muito estudado por especialistas[1,4,5] e para êxito alguns fatores tem que ser levados em conta: temperatura, pH, concentração de substrato com consequente aumento de atividade da enzima.

O método de detecção será o da Voltametria Cíclica. Trata-se da aplicação de uma diferença de potencial nos eletrodos conectados de forma que uma corrente percorra o sistema e propicie a transferência de elétrons entre a superfície do eletrodo e o meio. De uma forma geral apresenta dois picos, catódico e anódico, onde se detecta a oxidação e redução do material adsorvido no eletrodo. Para minimizar a migração de íons causada pelo campo elétrico gerado é necessário que a solução no meio tenha alta concentração do eletrólito usado na amostra analisada. Desse modo, a saturação do

sistema impede que a espécie eletroativa se difunda no mesmo e que permaneça adsorvida no eletrodo.

A zona de varredura do potencial tem que ser cuidadosamente avaliada, já que potenciais fora da faixa aceitável do material e do eletrodo podem decompor o solvente, decompor o eletrólito ou ainda formar uma camada resistiva na superfície em estudo[7,10,11], o que reduz a produtividade da reação.

Como propósito deste projeto serão obtidos voltamogramas de amostragens vegetais fontes de enzima *peroxidase* para seu potencial uso como indicador de peróxido de hidrogênio[2,6] e concentrações de etanol para efeitos de comportamento frente a esse composto, já que este álcool pode estar presente como subproduto de muitas reações. Utilizar-se-á o extrato de abobrinha (*Cucurbita pepo*), do vegetal com pouco avanço de amadurecimento para a análise da existência e atividade enzimática. A parte da polpa foi usada por já haver estudos comprovando a melhor obtenção de enzimas nessas regiões do fruto[1,2].

Nos estudos realizados foi de extrema importância o controle do pH do meio em decorrência da alta suscetibilidade da enzima a variações de pH[2,6,8,12,13]. Para que não se perdesse o potencial enzimático foram armazenadas as amostras no congelador[13] favorecendo a imobilização da *peroxidase* e avaliações seguras. Não se sabe ao certo o motivo de extrato vegetais terem quantidade significativas dessa enzima, o que se pode mensurar é como e qual aplicação pode ser dada após a detecção da presença dessa. O estudo aqui apresentado não visa explorar as características biológicas do vegetal mas apenas estabelecer mecanismos de visualização da atividade enzimática bem como seu emprego em áreas afins. Será vigente o uso de técnicas de voltametria, como supra citado, afim de determinar como a enzima atua com concentração diferentes de peróxido de hidrogênio e etanol adicionadas ao meio reacional.

## Metodologia

As amostras foram preparadas de acordo com o proposto em artigos desenvolvidos sobre o assunto[6]. Exatos 24,320g de polpa de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.) foram pesados e reservados. Uma solução tampão foi preparada com 0,8990g de fosfato de potássio bibásico, 0,16500g de fosfato de potássio monobásico e 200 mL de água deionizada, de modo que o pH obtido fosse em torno de 6,50 ± 0,05. Solução tampão e extrato foram batidos em um liquidificador e filtrados em quatro camadas de gazes. Em seguida separou-se uma amostra desse homogeinato (amostra 1) e uma amostra com a adição de 0,0273g de carbono Vulcan XC72R (amostra 2), correspondendo a 1% em massa de solução.

A célula eletroquímica foi limpa conforme descrido a seguir. A lavagem das vidrarias seguiu o seguinte procedimento: 25 minutos imersos em solução de permanganato de potássio, posterior imersão em solução de peróxido de hidrogênio 10 volumes por 15 minutos e fervura em água deionizada. O preparo para teste voltamétrico é feito após a secagem das vidrarias e adição de cerca de 5 mL do mesmo tampão preparado para homogeneização com o extrato.

Um eletrodo de prata foi usado como eletrodo de referência e o eletrodo de platina como contraeletrodo e um eletrodo de carbono vítreo como de trabalho. A amostra foi 4 vezes pipetada sobre o eletrodo de trabalho e a célula foi montada e ligada

a um aparelho de voltametria cíclica. O programa GPES® faz as varreduras no potencial definido e os voltamogramas podem ser gerados em um programa de eleboração gráfica comum como o Origin®. As varreduras foram feitas, a princípio, com variação de potencial de -1,0 V até +1,0V vs Ag/AgCl no potenciostato Onmimetra. Depois o potencial de virada caiu para +0,7 V vs Ag/AgCl de acordo com a análise dos resultados obtidos com o potencial anterior. Faz-se primeiramente a varredura do extrato puro absorvido no eletrodo e em seguida foram pipetados dentro da célula eletroquímica quantidades diferentes de peróxido de hidrogênio 10 volumes diluídos a uma concentração de $4.10^{-3}$ M, pois já se sabe que altas concentrações de peróxido desativam a enzima. O etanol também é adicionado a fim de se determinar qual o comportamento da enzima frente a presença desta espécie de álcool.

## Resultados e discussão

De início, o esperado é que o voltamograma apresente um pico de redução em um potencial próximo a -0,7 V vs Ag/AgCl. Essa ideia partiu de experimentos realizados anteriormente com a mesma enzima, portanto espera-se um comportamento parecido neste trabalho. Esse pico decorreria da adição da solução de peróxido de hidrogênio em um meio rico em *peroxidase* que atuaria na redução do substrato e a corrente decairia bruscamente.

A amostra rotulada com o número 1 foi a primeira a ser testada. Nela não havia carbono grafite e em um primeiro momento não foi feita aeração da célula. A presença

de $N_2$ gasoso seria importante para que o oxigênio presente no sistema não oxidasse a enzima, portanto foi feita essa verificação com testes voltamétricos.

A Figura 1 mostra o voltamograma do extrato vegetal quando o potencial era de -1,0 até +1,0V vs Ag/AgCl com a amostra 1 e sem aeração.

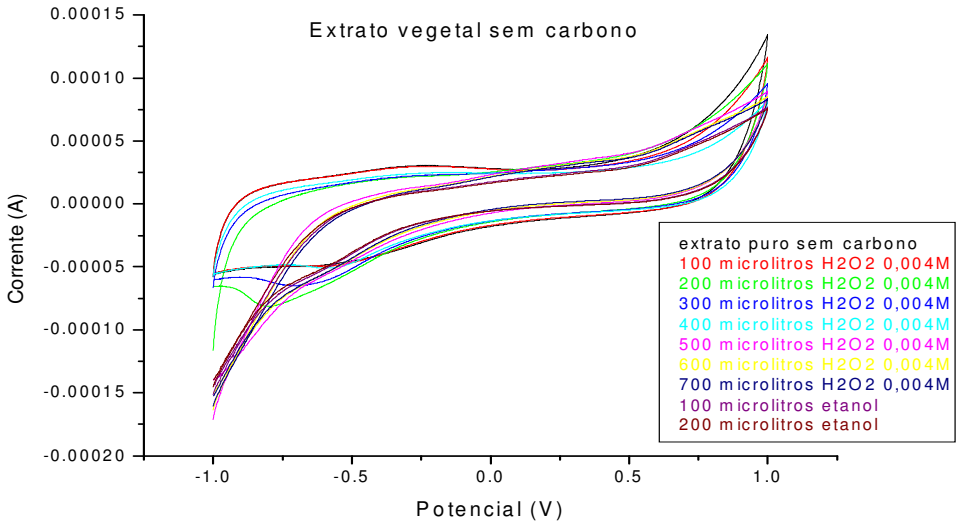



Figura 1 – Voltamograma cíclico da amostra 1, sem a adição de $N_2$ e com potencial de -1,0V até +1,0V vs Ag/AgCl.

Nota-se que não houve sucesso no teste baseado no voltamograma apresentado. Não houveram picos catódicos nem anódicos, tampouco um perfil justificável para o obtido. A oscilação da corrente pode ser proveniente de outros compostos presentes no meio ou pela inativação enzimática ocorrida pela presença de oxigênio ausente as condições de aeração com nitrogênio gasoso[5,9,12].

O mesmo teste foi realizado com a amostra 2 e os resultados obtidos são mostrados na Figura 2.

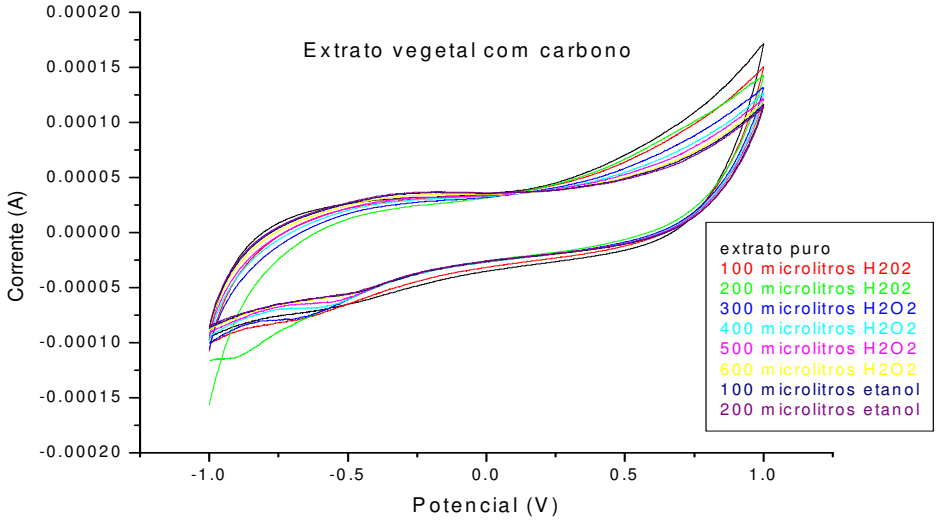



Figura 2 – Voltamograma cíclico da amostra 2, sem a adição de $N_2$ e com potencial de -1,0V até +1,0V vs Ag/AgCl.

Neste caso, o perfil encontrado em nada se assemelha ao esperado tendo em vista que não houveram oscilações características da atuação enzimática. Embora tenha tido a presença do carbono que age como retentor da enzima por adsorção[1,2,11,13], a curva do voltamograma demonstra que a *peroxidase* não atuou neste teste. Isso pode ser explicado pela falta de nitrogênio gasoso no meio como também pela dificuldade de troca de elétrons entre enzima e substrato decorrente da adsorção no carbono. De modo a tentar solucionar o problema, propôs-se a mudança de metodologia do teste a fim de conseguir obter a atividade da enzima na forma de impulso eletroquímico visível nos voltamogramas.

As tentativas baseiam-se na condição de eliminação de oxigênio do meio com a aeração de $N_2$ gasoso comprimido e posterior adição de um composto que ative a troca de elétrons no meio na amostra com carbono (Amostra 2). Colocou-se então Azul de metileno a 1% em massa de solução. Essa substância por ser catiônica intensifica a migração dos elétrons através de uma diferença de potencial aplicada.

Para a eliminação do oxigênio, instalou-se uma mangueira fina a célula e borbulhou-se nitrogênio gasoso a cerca de 173 kPa de pressão. Os resultados estão na Figura 3 abaixo, na qual mostra o voltamograma cíclico feito com a amostra 1 e aeração.

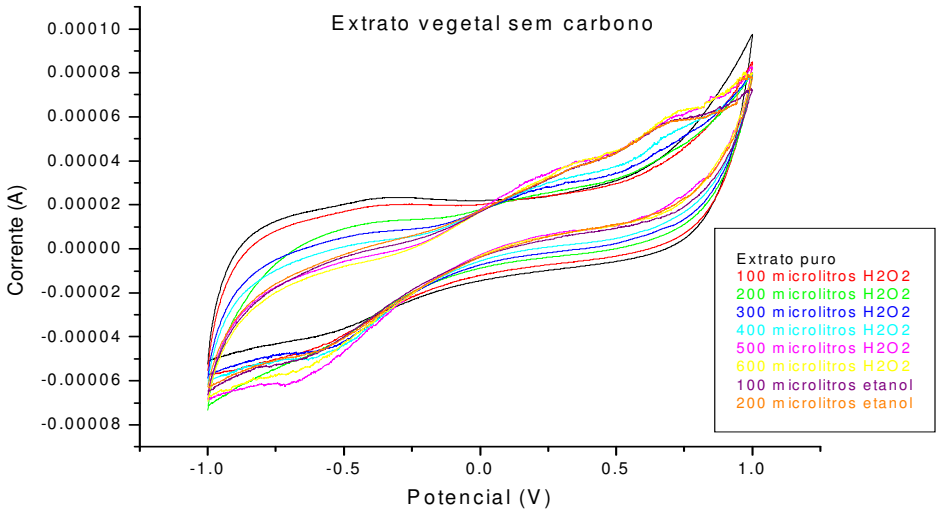



Figura 3 – Voltamograma cíclico da amostra 1, com a adição de $N_2$ e com potencial de -1,0V até +1,0V vs Ag/AgCl.

Nota-se que houve um pico de redução discreto próximo a -0,6V vs Ag/AgCl, porém houve variação desse pico de corrente com a adição de mais solução de peróxido de hidrogênio e posteriormente com a adição de etanol. Essa oscilação pode decorrer de instabilidade da enzima ou de inativação da mesma. Percebe-se que em um potencial acima de +0,8V vs Ag/AgCl, o voltamograma apresentou uma forma atípica, o que leva a conclusão de que pode ter havido oxidação da enzima pelo próprio potencial. A medida tomada foi a redução da voltagem de virada para +0,7V vs Ag/AgCl de modo que não haja essa perda de enzima.

Manteve-se a aeração com nitrogênio gasoso de modo que não houvessem as interferências já solucionadas, porém o potencial teve que ser mudado como discutido. A Figura 4 mostra como ficou o perfil de óxido-redução da solução de peróxido de hidrogênio e etanol.

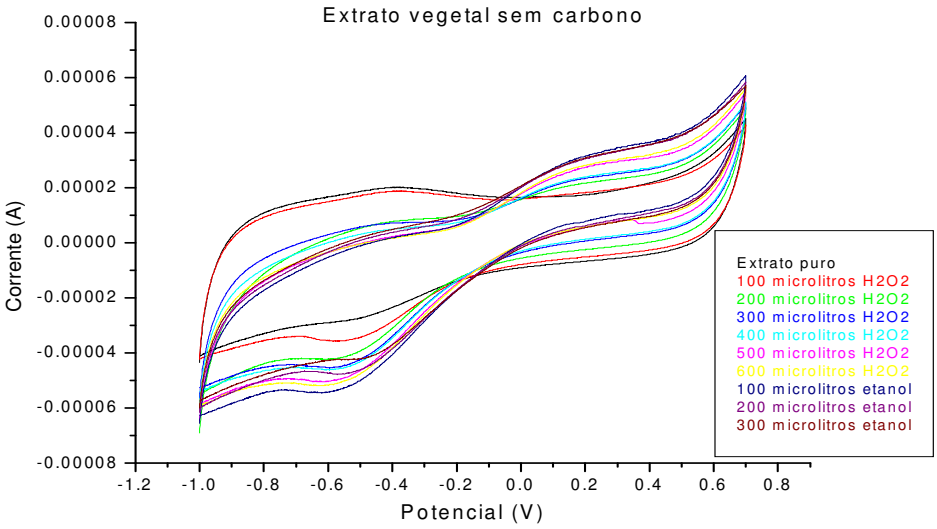


Figura 4 – Voltamograma cíclico da amostra 1, com a adição de $N_2$ e com potencial de -1,0V até +0,7V vs Ag/AgCl.

O perfil obtido agora é o mais ajustável até o momento[5,6,10]. Percebe-se picos de redução em um potencial próximo a -0,55V vs Ag/AgCl e a atividade enzimática pode ser percebida aí. Sabe-se que a *peroxidase* age substancialmente na redução do peróxido de hidrogênio em meio aquoso[1,2,4,8,12], portanto um pico de redução faz alusão a essa ação enzima/substrato característica da *peroxidase*. Embora o pico tenha sido ligeiramente aumentado com a adição de solução de peróxido de hidrogênio, esse panorama já pode ser configurado como o de 'enzima ativa'.

A adição de etanol fez com que a corrente de redução tendesse a voltar ao estado de suporte (extrato puro). Isso se faz coerente porque quaisquer interferências no meio reacional alteram a atuação da enzima e faz com que o pico de corrente de redução diminua[9,12,13]. Tal fato é percebido porque o etanol pode tanto se adsorver na enzima como também criar uma interface resistiva que impede o perfeito encaixe da enzima no seu substrato.

Corrigido esse problema de perda enzimática pelo alto potencial, tentou-se agora realizar o mesmo procedimento com a amostra 2 que contém o carbono. Como pode ser visto na Figura 5 abaixo o perfil sofreu uma distorção incomum nestes casos insinuando que a adição de carbono ao extrato não é vantajosa sob nenhum aspecto ainda analisado. Mesmo com a aeração a enzima mostrou um comportamento desregular e de difícil conclusão, configurando um descrédito nos testes feitos com a amostra 2. Neste caso a

adição do etanol nem variou a corrente de redução o que resulta na falta de estabilidade do sistema montado.

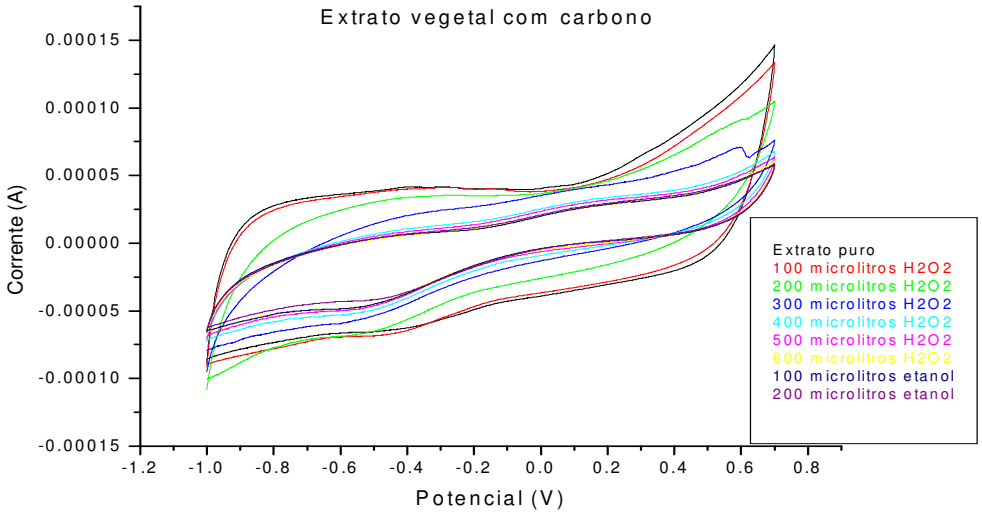



Figura 5 – Voltamograma cíclico da amostra 2, com a adição de $N_2$ e com potencial de -1,0V até +0,7V vs Ag/AgCl.

A adição de Azul de metileno, como foi proposto resultou em um voltamograma no formato apresentado na Figura 6.

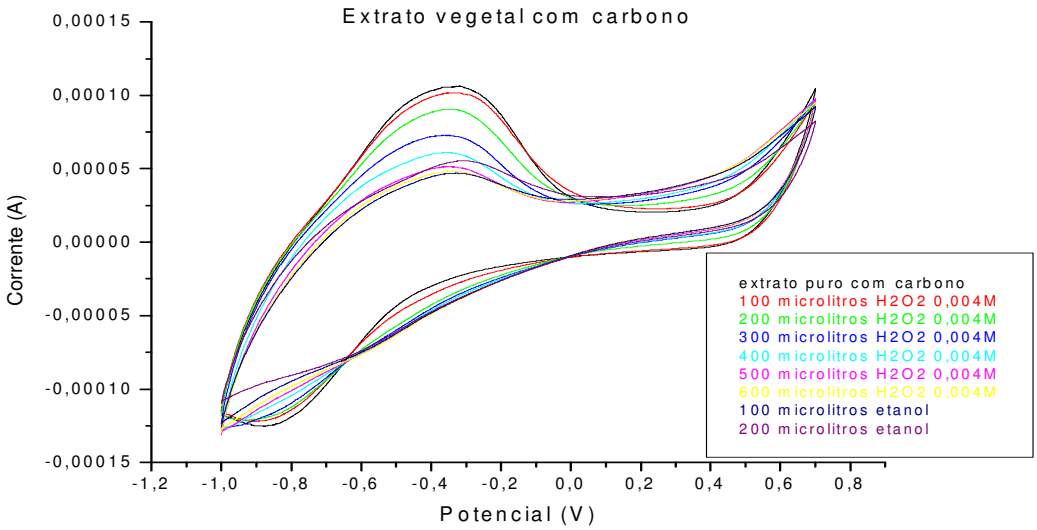



Figura 6 – Voltamograma cíclico da amostra 2, com a adição de $N_2$ e com potencial de -0,1V até +0,7V vs Ag/AgCl.

É percebido um pico inicial que se reduz na medida em que o peróxido é adicionado e mais ainda com a adição do etanol. Esse comportamento é muito diferente dos obtidos até então e não assegura que a enzima esteja atuando neste sistema. Essa afirmação é verdadeira por vários motivos, primeiro que a redução da corrente de oxidação não garante que houve uma reação de redução dentro da célula e também o maior percentual do perfil voltamétrico estando a uma corrente acima de zero, configura que houve mais oxidação do que redução. Logo, não há motivos para tornar aceitável a adição de Azul de metileno na amostra como mediador de elétrons. Diferentemente do que era esperado, esse composto não efetivou a troca de elétrons e não facilitou a atividade enzimática, contribuindo pouco para o objetivo do trabalho.

Uma maior eficiência na catálise de redução de peróxido de hidrogênio foi observada quando a enzima foi imobilização no extrato vegetal puro, sem adição de quaisquer substâncias. De acordo com a Figura 4, os picos voltamétricos foram

evidentes a partir do primeiro contato com o peróxido de hidrogênio mesmo com baixa concentração. Também percebe-se que a maior percentagem do perfil do voltamograma está abaixo da corrente zero, o que indica que a faixa de corrente de redução é mais proeminente do que a faixa de oxidação. Dessa forma, a atividade enzimática novamente é notada porque com a correta adsorção da *peroxidase* no eletrodo, a reação de redução do peróxido de hidrogênio se realiza com eficácia.

As curvas do voltamograma após a adição de 500 e 600 microlitros de peróxido de hidrogênio estão com uma pequena diferença de corrente de pico. Isso remete a uma posição saturação da enzima nessas quantidades de substrato (0,0000020 mol e 0,0000024 mol para 500 e 600 microlitros, repectivamente). De acordo com a literatura[1,2,5,7,9,10], as enzimas tem seu potencial de reação aumentado ou dimuido frente a fatores como pH, temperatura e concentração de substrato. Neste trabalho não variou-se a temperatura, que foi mantida próxima de 25 °C e nem o pH, que foi mantido a 6,5. Portanto, a variação de concentração de peróxido de hidrogênio mostrou o comportamento da *peroxidase* no extrato bruto da abobrinha. Sabe-se que altas concentrações de substrato inativam a enzima pelo modelo de inibição por substrato[15], desse modo, como resultado obteve-se que neste extrato vegetal, a enzima apresenta concentração tal que se inativa em meios com quantidade de peróxido de hidrogênio próxima a $2x10^{-6}$ mol.

Após a realização desses diversos testes é possível determinar a melhor maneira de se extrair e preparar o extrato rico em *peroxidase*. A extração com homogeneização com tampão fosfato foi eficiente e permitiu que em condições apropriadas a enzima atuasse da maneira esperada. O uso de um eletrólito forte como o tampão fosfato 0,1M na célula eletroquímica foi efetivo porque impediu que a amostra se dissolvesse ou que a enzima se perdesse no meio. Embora o uso de carbono grafite tenha sido muito citado

na bibliografia estudada[1,2,4], ele não foi efetivo nos testes realizados pelos motivos já explicitados. O uso de mediadores também não causou sucesso nos resultados e portanto a melhor maneira de imobilização enzimática é condicionando o homogeinato na sua forma pura. O congelamento das amostras foi interessante porque sabe-se que enzimas em baixas temperaturas, interrompem suas atividades e as retornam com a elevação da temperatura até as condições ambiente[5,9,14,15].

## Conclusão

Em acordo com o que era proposto como objetivo do trabalho, a enzima *peroxidase* foi detectada no extrato vegetal da abobrinha através de testes eletroquímicos apropriados. Variou-se a concentração de substrato, peróxido de hidrogênio e também de etanol para verficação da atividade enzimática frente a possíveis contaminantes. Um perfil voltamétrico ajustável foi apresentado e os picos que caracterizam a redução do peróxido foram viasualizados. Conclui-se com êxito o trabalho tendo em vista que as técnicas de armazanagem, extração e validação dos testes estavam de acordo com o estudado na literatura[1,2,3].

## Referências bibliográficas

1. Vieira, I. C.; Fatibello-Filho, O.; Quimica Nova 2002, v. 25, p. 455-464.

2. Rosatto, S. S.; Freire, R. S.; Durán, N.; Kubota, L. T.; Química Nova 2001, v. 24, p. 77-86.

3. Lindgren, A.; Emnéus, J.; Gorton, L.; Ruzgas, T.; Varga, G. M.; Anal. Chim. Acta, 1997, v. 347, p. 51-62.

4. Zeraik, A. E.; Souza, F. S. A.; Fatibello-Filho, O.; Leite, O. D.; Quimica Nova 2008, v. 31, p. 731-734.

5. Cracknell, J. A.; Vincent, K. A.; Armstrong F. A.; Chem. Rev. 2008, v. 108, p. 2439-2461.

6. Adeiran, S. A.; Lambeir, A.-M.; Eur. J. Biochem. 1989, v. 186, p. 571.

7. Ruzgas, T.; Emnéus, J.; Gorton, L.; Varga, G. M.; Anal. Chim. Acta, 1995, v. 391, p. 41-49.

8. Cracknell, J. A.; Vincent, K. A.; Armstrong F. A.; Chem. Rev. 2008, v. 108, p. 2439-2461.

9. Silva, Maria Cristina; Corrêa, Angelita Duarte; Torres, Juliana Arriel; Amorim, Maria Teresa S. P.; Descoloração de corantes industriais e efluentes têxteis simulados por peroxidase de nabo (Brassica campestre), Quím. Nova vol.35 no.5 São Paulo 2012.

10. Maciel, Hermelinda P. F.; Gouvêa, Cibele Marli C. P.; Tomaya, Marcos; Smolka, Marcus; Marangoni, Sergio; Pastore, Gláucia Maria; Extraction, purification and

biochemical characterization of a peroxidase from Copaifera langsdorffii leaves; Quím. Nova vol.30 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2007.

11. C. V. Uliana; C. S Riccardi; H. Yamanaka; Estudo do comportamento eletroquímico da enzima peroxidase na presença de peróxido de hidrogênio e ácido 5-aminossalicílico; Eclet. Quím. vol.33 no.1 São Paulo 2008.

12. Narváez-Cuenca, Carlos Eduardo; Extracción y medida de peroxidasa en pulpa de arazá (Eugenia stipitata MC Vaugh); Quím. Nova vol.31 no.8 São Paulo 2008.

13. Oliveira, Inês R. W. Z.; Vieira, Iolanda Cruz; Construção e aplicação de biossensores usando diferentes procedimentos de imobilização da peroxidase de vegetal em matriz de quitosana; Quím. Nova vol.29 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2006.

14. Luíz, Rúbia Caroline; Hirata, Talita Akemi Medeiros; Clemente, Edmar; Kinetic of inactivation of polyphenoloxidase and peroxidase of avocado (Persea americana Mill.); Ciênc. agrotec. vol.31 no.6 Lavras Nov./Dec. 2007.

15. Ballaminut, Nara; Yamanaka, Renata; Machado, Katia Maria G.; Interference of a commercial catalase preparation in laccase and peroxidase activities; Braz. arch. biol. technol. vol.52 no.5 Curitiba Sept./Oct. 2009.

# Desenvolvimento *in vitro* de *Cohniella cepula* (Hoffmanns) Carnevali & G. Romero (Orchidaceae)

Diego Coelho Almeida [1]; Luciano L. Carneiro [2]; Sérgio Tadeu Sibov[3]

Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais / Instituto de Ciências Biológicas

Universidade Federal de Goiás – Campus II

[1]Orientando PIBIC; millencolin_27@hotmail.com

[2]Doutorando; lucianocar8@gmail.com

[3]Orientador; stsibov@yahoo.com.br

Revisado pelo orientador

.

**RESUMO**

*Cohniella cepula* (Hoffmanns) Carnevali & G. Romero é uma espécie de orquídea amplamente distribuída no sul da bacia amazônica. Pode ser encontrada na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Peru. Possui porte médio e pseudobulbos pequenos, folhas cônicas e suculentas. Esta espécie é extremamente variável. Como quase todos os outros táxons do gênero, têm outros sinônimos e é comumente confundida com *C. cebolleta*. Possui boas características para ornamentação pela beleza de sua inflorescência. Contudo não são encontrados na literatura estudos sobre sua propagação e cultivo que possam ser utilizados na floricultura e paisagismo. O trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade de sementes de *C. cepula* pelo teste de terazólio e na germinação *in vitro*, além de comparar o desenvolvimento de *C. cepula in vitro* em quatro meios de cultura, KC, KC sem vitaminas, MS e MS com metade da concentração de macronutrientes (½MS). O teste de tetrazólio indicou que as sementes estavam com boa viabilidade. Após a germinação *in vitro*, foram utilizadas plântulas de *C. cepula* com aproximadamente 4 mm. Após 60 dias, foram analisados a altura das plantas, comprimento da maior raiz e número de folhas. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Para as variáveis altura da planta e comprimento da maior raiz o maior crescimento *in vitro* foi obtido em meio MS e ½ MS, indicando a importância da suplementação de macronutrientes e vitaminas para o melhor desenvolvimento da espécie *in vitro*. Porém, o meio KC sem vitaminas foi o melhor para número de novas folhas.

**Palavras-chave:** orquídeas, cerrado, propagação *in vitro*.

## INTRODUÇÃO

A família Orquidaceae é a maior família dentre as angiospermas. Estima-se que, até a atualidade, mais de 25.000 espécies derivadas de 750 gêneros foram descritas e mais de 30.000 híbridos foram produzidos (Arditti & Ernest, 1992). Economicamente, são plantas de grande importância para as empresas de jardinagem devido ao variado formato, intenso

colorido e longo período de duração de suas flores. Estas características permitem que as mesmas sejam utilizadas como ornamentais. *Cohniella cepula* (Hoffmanns) Carnevali & G. Romero é uma espécie de orquídea amplamente distribuída no sul da bacia amazônica. Pode ser encontrada na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Peru. Possui porte médio e pseudobulbos pequenos, folhas cônicas e suculentas (Figura 1).




Figura 1. (A) Aspecto de *Cohniella cepula* crescendo em telado protegido. (B) detalhe da flor.

As orquídeas mais exploradas comercialmente são os híbridos artificias, devido a possibilidade de se produzir plantas que floresçam na época em que, haja escassez de flores (Arditti & Ernest, 1992). *Vanilla planifolia* é a única espécie com frutos comestíveis, sendo fonte natural da baunilha, usada como aromatizante (Joly, 1987). A comercialização das orquídeas tornou-se economicamente rentável, com a introdução da cultura assimbiótica, onde as técnicas convencionais foram substituídas por métodos de germinação *in vitro* das sementes e por micropropagação do tecido meristemático (Silva, 1986). Além de uma rápida multiplicação, a micropropagação também possibilita outras vantagens, como: mudas isentas de patógenos, conservação de genótipos de interesse que podem ser utilizados em técnicas de melhoramento genético num espaço reduzido, materiais melhor adaptados aos ambientes de interesse e redução do tempo de cultivo para obtenção de plantas adultas, quando comparada a métodos convencionais de propagação (Caldas et al., 1998).

Diante dos novos avanços presenciados tanto nos equipamentos, quanto nas metodologias de estudos de sementes, podemos citar um método simples de teste de viabilidade de sementes, o teste por tetrazólio, e que é de suma importância para os experimentos que envolvem as diversas espécies de plantas. Segundo Deswal e Chand (1997), o teste de tetrazólio tem sido

usado, não somente como técnica para estimar a viabilidade, mas também o vigor das sementes. O teste reflete a atividade das enzimas desidrogenases, envolvidas no processo de respiração. Estas enzimas catalisam reações respiratórias nas mitocôndrias durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Durante a respiração ocorre a liberação de íons de hidrogênio, com os quais o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio reage formando uma substância de cor vermelha e insolúvel denominada formazam (Brasil, 1992), ou seja, ocorre a hidrogenação do tetrazólio produzindo o trifenil formazan. Isto torna possível distinguir as partes vivas, coloridas de vermelho, daquelas mortas que mantêm a sua cor. Para a realização do teste de tetrazólio é indicado um tratamento de pré-condicionamento que visa a penetração da solução nos tecidos de interesse a serem avaliados. Além do pré-condicionamento, a utilização de solução de tetrazólio em concentração adequada, tempo e temperatura de condicionamento e interpretação correta da coloração das sementes, são fundamentais para que se obtenham resultados confiáveis (Marcos Filho et al., 1997).

Em função da preocupação com a preservação de *Cohniella cepula* em seu habitat natural, do potencial ornamental e comercial desta espécie e do sucesso da germinação *in vitro* de orquídeas, este trabalho tem como objetivo o estabelecimento de protocolos para a germinação assimbiótica e estabelecimento *in vitro* desta espécie de orquídea.

## MATERIAIS E METODOS

**Teste de tetrazólio:** os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás. Sementes de *C. cebolleta* foram extraídas de frutos coletados, em setembro de 2012, na Coleção de Bromélias e Orquídeas do Cerrado da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da UFG. Os frutos encontravam-se em fase de maturação, apresentando coloração verde, consistência macia e sem rachaduras ou qualquer sintoma da presença de contaminantes. Para o teste de viabilidade, as sementes foram divididas em 10 lotes de 100 sementes cada. Cada lote foi imerso na solução de TTC 1% e mantidas a 30ºC ± 1ºC por 48 horas. Considerou-se como semente viável aquela que apresentou o embrião completamente corado. Embriões com colorações não definidas ou não corados foram considerados não viáveis.

**Germinação *in vitro***: Após a coleta dos frutos, as cápsulas foram conduzidas ao laboratório e, em câmara de fluxo laminar, foram tratadas por 5 minutos em álcool 70 %, por 10 minutos em hipoclorito de sódio (NaOCl) 20 % e lavadas por três vezes consecutivas em água destilada e autoclavada. Para o cultivo *in vitro* assimbiótico de sementes de *C. cebolleta,* o meio de cultura utilizado foi o meio MS (Murashige & Skoog, 1962), o pH foi ajustado para 5,8. A solidificação dos meios foi feita com 0,7 % de ágar, tendo sido distribuídos 30 mL de meio de cultura por frasco de vidro com capacidade de 120 mL, os quais foram tampados com papel alumínio e autoclavados à temperatura de 120°C, por vinte minutos. Uma cápsula previamente desinfestada, foi cortada longitudinalmente com o um bisturi. Com o auxílio de uma pinça, uma das metades da cápsula foi suspensa sobre os frascos contendo meios de cultura e com uma espátula as sementes foram semeadas uniformemente. Após a semeadura, os frascos permaneceram em câmara de crescimento, em condições de 16 horas de luz, intensidade luminosa de 35 µEinstein $m^{-2}$ $s^{-1}$ e temperatura de 25°C ± 2°C.

**Multiplicação *in vitro***: utilizou-se plantas já estabelecidos *in vitro* e apresentando em média o comprimento de 4 mm. Estas foram inoculados em grupos de 7 plântulas em meio KC (T1) (Knudson, 1946), meio KC sem a adição de vitaminas (T2), meio MS (T3) (Murashige & Skoog, 1962) e meio MS com metade dos macronutrientes (T4), totalizando 4 tratamentos com 35 repetições. Os meios de cultura foram esterilizados em autoclave a 125°C, pressão de 1 atm, durante 30 minutos. O pH do meio foi aferido para 5.7 - 5.8, utilizando-se NaOH ou HCl e solidificado com 7 g/l de ágar, antes do processo de autoclavagem. Após a inoculação das plântulas nos frascos com os diferentes meios de cultura, realizada em câmara de fluxo laminar em sala asséptica, os tratamentos foram levados para sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas, e intensidade luminosa de 2.500 lux e temperatura de aproximadamente 25°C, onde permaneceram até a avaliação final do experimento. Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os parâmetros analisados foram, comprimento da plântula e comprimento da maior raiz ambos em centímetros e o número de folhas. Foi feita análise 60 dias após a inoculação inicial das plântulas nos diferentes tratamentos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas aproximadamente 1000 sementes de *C. cebolleta*. A viabilidade entre as dez amostras de sementes variou de 69% a 78% (média 70%). Os resultados deste teste indicarão que as semenets estavam em boas condições de germinação e que a época da coleta do fruto foi adequada.

Para a variável altura da planta, o melhor resultado foi o meio MS (Tabela 1 e Figura 2). Este comprimento foi aproximadamente o dobro dos obtidos com os meios ½MS (T4) e KC (T1) que possuem concentrações de macronutrientes inferiores ao meio MS. O meio KC sem vitaminas apresentou a menor média, embora não estatisticamente diferente dos tratamentos T1 e T4, est resultado pode estar indicando a necessidade de vitaminas para o bom desenvolvimento da espécie *in vitro*. No trabalho com micropropagação de crisântemos *in vitro*, Franco (2204) afirmou que maior comprimento de plântulas é obtido com 12,4 mg/L de H3BO3 e 17,2 mg/L de ZnSO4.7H2O, o que demonstra a necessidade do aumento da disponibilidade desses nutrientes no meio de cultura para melhor crescimento de plântulas.

**Tabela 1.** Média das variáveis: altura (em mm) da planta (AP), comprimento (em mm) da maior raiz (CMR) e número de folhas (NF) nos diferentes tratamentos após 60 dias de cultivo de plântulas de *Cohniella cepula in vitro.*

| Tratamentos | AP | CMR | NF |
|---|---|---|---|
| **T1**: KC | 2,36 b | 4,59 b | 1,21 b |
| **T2**: KC sem vitaminas | 1,88 b | 3,40 b | 1,93 a |
| **T3**: MS | 4,09 a | 6,78 a | 0,76 b |
| **T4**: MS ½ macronutrientes | 2,08 b | 6,14 a | 1,14 b |

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

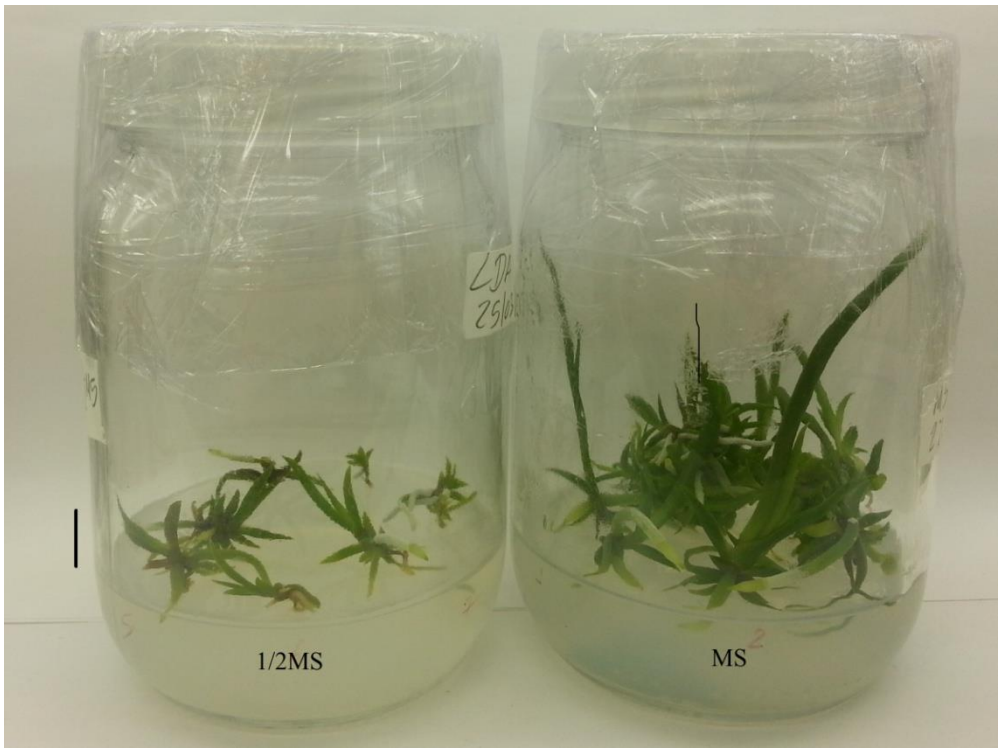



Figura 2. Plântulas de *Cohniella cepula* após 30 dias de crescimento *in vitro* comparando o desenvolvimento em dois tipos de meios de cultura: MS e 1/2MS (MS com metade da concentração de macronutrientes). Barra = 1 cm.

Verifica-se para a variável número de raízes, que o cultivo em meio MS ou ½MS, apresentou os melhores resultados (Tabela 1). Entretanto, os piores resultados foram constatados em meio KC e KC sem vitaminas. Araújo (2004), trabalhando com diferentes concentrações do meio Knudson C no crescimento in vitro de orquídeas, verificou que à medida que aumentaram as concentrações de meio KC, maiores quantidades de raízes foram formadas. Estes resultados indicam que para o desenvolvimento de *Cohniella cepula in vitro* macronutrientes e vitaminas são essenciais ao meio de cultura.

Interessante notar que para o desenvolvimento de novas folhas, justamente o meio KC sem vitaminas foi o melhor tratamento, embora as médias entre todos os tratamentos tenham sido baixas não chegando à média de 2 novas folhas após 60 dias de cultivo. De acordo com os resultados acima observados, tornou-se claro a necessidade de se adequar para cada espécie um meio de cultura, haja vista que o comportamento é influenciado pelo meio empregado. Estando portanto, em concordância com as afirmações de Krikorian (1991), de que a presença de vitaminas ao meio de cultura influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento dos cultivos, fato atribuído as funções catalíticas desempenhadas pelas mesmas.

## CONCLUSÕES

- A avaliação dos frutos de *Cohniella cepula* para a escolha do melhor momento da coleta mostrou ser efetiva para os bons resultados na viabilidade das sementes, indicada tanto no teste de terazólio quanto na germinação *in vitro*.
- Para as variáveis altura da planta e comprimento da maior raiz o maior crescimento *in vitro* foi obtido em meio MS e ½ MS, indicando a importância da suplementação de macronutrientes e vitaminas para o melhor desenvolvimento da espécie in vitro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estabelecimento de determinada espécie *in vitro* envolve as etapas de descontaminação do explante inicial, indução de novos brotos, enraizamento das novas plantas e aclimatização das mudas obtidas *in vitro*. Para a espécie *Cohniella cepula* as fases de descontaminação das sementes, germinação *in vitro,* crescimento e enraizamento estão estabelecidas. Os melhores meios e concentrações de reguladores de crescimento para a fase de multiplicação e posterior aclimatização ainda terão que ser obtidos. Porém, a espécie apresenta alta taxa de germinação e, embora com resultados iniciais, indica que pode responder tanto a estímulos para a produção de novos brotos e raízes, proporcionando novos caminhos de pesquisa via cultura de tecidos para esta espécie.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. G. Crescimento in vitro e aclimatização de plântulas de orquídea. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 73p. 2004

ARDITTI, J.; ERNEST, R. Micropropagation of orchids. California: A Wiley – Interscience Publi- cation, 680 p. 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: CLAV/DNDV; SNAD/MA, 365 p. 1992.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios Nutritivos. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: EMBRAPA - SPI/ CNPH, v.1, 864p. 1998.

DESWAL, D. P.; CHAND, U. Standardization of the tetrazolium test for viability estimation in ricebean (Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & ohashi) seeds. Seed Science and Technology, Zurich, v. 25, p. 409-417, 1997.

FRANCO, J. C. C. Micropropagação do crisântemo: ácido bórico e sulfato de zinco. Monografia. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 21p. 2004.

JOLY, B.A. Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal. 8ª ed. São Paulo: Nacional, v.4. 1987.

KNUDSON C, L. A new nutrient solution for the germination of orchid seed. American Orchid Society Bulletin. 14: 214-217. 1946.

KRIKORIAN, A. D. Meios de cultivo: generalidades, composición y preparación. In: ROCA, W.M.; MROGINSKI, L.A. (Eds.). Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamnetos y aplicaciones. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, p.41-77. 1991.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 230 p. 1987.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and biossays with tabacco tissue culture. Physiologia plantarum, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-97, 1962.

SILVA, W. Cultivo de Orquídeas no Brasil. 6ª ed. São Paulo: Nobel, 1986.

# Overdenture mandibular retida por implante unitário: impacto na qualidade de vida e satisfação com as próteses

Donizete de Castro e SILVA[1], Túlio Eduardo NOGUEIRA[2], Bento Alves de BARCELOS[3], Cláudio Rodrigues LELES[4]

[1] Orientando: Aluno de Graduação, Faculdade de Odontologia - UFG

[4] Orientador: Professor Associado, Faculdade de Odontologia - UFG

Faculdade de Odontologia - UFG, 74605-020, Brasil

donizetecs@hotmail.com / crleles@odonto.ufg.br

**RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a Comparar os efeitos na qualidade de vida e satisfação dos pacientes após a instalação de implante único para retenção de overdenture mandibular em comparação com a prótese total convencional. **Metodologia:** Serão tratados 60 indivíduos desdentados totais com overdenture mandibular inferior retida por implante unitário (Titamax TI Cortical, Neodent, Curitiba, Brasil) em oposição a prótese total superior convencional. De acordo com a estabilidade primária obtida no momento de instalação do implante, os indivíduos foram tratados com protocolo de carregamento do implante imediato quando o torque era de no mínimo 30 N e quociente de estabilidade implantar de no mínimo 60. Em casos de valores abaixo dos citados, era adotado o protocolo de carga convencional. Utilizou-se os sistemas de retenção O'ring Neodent (Neodent, Curitiba, Brasil) e O'ring Conexão (Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, São Paulo, Brasil), alocados sistematicamente entre os sujeitos. Foi previsto acompanhamento após 1 semana, 1, 3, 6 e 12 meses após instalação dos implantes, quando eram avaliados parâmetros relacionados a satisfação com as próteses e impacto na qualidade de vida. **Resultados:** Até o momento, 73 próteses totais convencionais foram confeccionadas e 21 implantes já instalados. Não houve perda de implantes e em 1 caso, no qual foi utilizado protocolo de carga imediata, houve necessidade de troca do pilar pelo cicatrizador devido a complicação na cicatrização do tecido mole peri-implantar. **Conclusão:** Embora ainda não haja dados de acompanhamento de mais de 3 meses, a percepção inicial é que todos os parâmetros subjetivos de avaliação apresentaram melhora significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Implante dentário, qualidade de vida, overdenture mandibular, reabilitação oral.

Revisado pelo orientador.

## INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a opção de reabilitação mais executada em pacientes desdentados totais é a prótese total mucossuportada, sendo retenção e estabilidade determinantes fundamentais para resultados de sucesso. Embora a maioria desses pacientes esteja satisfeita com suas próteses, uma parcela significativa apresenta reclamações quanto à estética, retenção e função, especialmente no que se diz respeito à arcada inferior (CRITCHLOW & ELLIS, 2010; RAGHOEBAR et al., 2000).

O uso da overdenture mandibular retida por um único implante localizado na sínfise mandibular foi proposto como uma alternativa de tratamento para pacientes idosos com experiência prévia de desconforto e dificuldades funcionais com as próteses totais convencionais (CORDIOLI et al., 1997). No entanto, na literatura atual, poucos estudos abordam este protocolo de tratamento, principalmente no que se diz respeito a ensaios clínicos randomizados adotando o protocolo de carga imediata no implante instalado e utilização de amostras com número considerável de indivíduos (KRONSTROM et al., 2010, 2012; LIDDELOW & HENRY, 2007, 2010).

A partir do estudo de Cordioli et al. (1997), outros estudos foram realizados envolvendo overdentures inferiores retidas por implante unitário em oposição a próteses totais convencionais superiores, nos quais diferentes protocolos de tratamento foram utilizados e a análise dos resultados abordou desfechos variados (CORDIOLI et al., 1997).

Em 2011, na Alemanha, Harder et al. avaliaram os desfechos clínicos, a qualidade de vida relacionada à saúde oral (OHRQoL) e a capacidade subjetiva de mastigar alimentos duros e macios antes e após do tratamento com próteses totais mandibulares retidas por um implante. A amostra envolveu 11 pacientes desdentados totais (idade média 66.7 anos), o protocolo de carga convencional foi utilizado e o acompanhamento de aproximadamente 3 anos foi realizado. Não houve insucesso relacionado a implantes (taxa de sucesso 100%), 4 próteses precisaram de reparo devido a fratura da base na região de linha média e notou-se melhora significante no OHRQoL, bem como na capacidade mastigatória (HARDER et al., 2011).

Cheng et al. (2012) realizou um estudo na China no qual comparou os desfechos clínicos da overdenture mandibular retida por implante unitário com os desfechos da prótese total convencional. Foram tratados 13 pacientes (idade média 71 anos) utilizando protocolo de carga precoce (10 semanas) para instalação do implante. Nenhum implante foi perdido (taxa

de sucesso 100%), não houve fraturas em próteses durante o período de observação (3 meses) e percebeu-se melhora significativa em todos os parâmetros de satisfação e também na capacidade objetiva de mastigação. Concluíram que, comparado ao padrão de overdenture utilizando dois implantes, os menores custos relativos a componentes e o tempo de tratamento reduzido, atingindo satisfação comparável, fazem da overdenture mandibular retida por um implante uma alternativa promissora, especialmente para pacientes com mandíbulas atróficas, doenças sistêmicas severas e dificuldades financeiras (CHENG et al., 2012a).

Grover et al. (2013) realizaram na Índia uma avaliação do uso de overdentures mandibulares suportadas por um implante e retidas por magneto. Investigaram a melhoria da qualidade de vida relacionada à saúde oral (OHRQoL) e da performance mastigatória de pacientes usuários de próteses totais convencionais. O estudo também objetivou comparar a OHRQoL, performance mastigatória e perda óssea crestal em dois tipos de overdentures diferindo-se pela extensão do arco dentário. Foram envolvidos no estudo 10 pacientes com idade média de 70 anos e utilizado protocolo de carga precoce (7 dias). Concluíram que overdentures mandibulares suportadas implante unitário e retidas por magneto aumentaram significativamente a OHRQoL em pacientes desdentados totais; pacientes são mais satisfeitos com a overdenture de arco convencional do que com arco encurtado; o desempenho mastigatório é reduzido pela remoção de alguns dentes posteriores e um arco dentário encurtado pode resultar em menos perda óssea ao redor do implante durante período de cicatrização (GROVER et al., 2013).

Com base na literatura disponível, conclui-se que os estudos que avaliam este tipo de tratamento sugerem aspectos positivos desta abordagem em comparação com o tratamento com próteses totais convencionais. O tratamento com overdenture inferior retida por um implante parece ter efetividade satisfatória como tratamento para pacientes com condições específicas em que a simplicidade da técnica apresenta vantagens clínicas práticas. Procedimentos técnicos, cirúrgicos e protéticos, são relativamente rápidos e simples, com possibilidade de benefícios imediatos quando comparados à prótese total convencional.

## OBJETIVOS

Comparar os efeitos na qualidade de vida e satisfação dos pacientes após a instalação de implante único para retenção de overdenture mandibular em comparação com a prótese total convencional;

## METODOLOGIA

Os procedimentos necessários para o desenvolvimento do estudo relacionados à parte clínica foram realizados no Centro Goiano de Doenças da Boca (CGDB) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás (FO-UFG). O recrutamento dos pacientes e a confecção das próteses totais foram iniciados apenas após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFG (CEP-UFG) pelo parecer 020/12.

A população-alvo constitui-se de indivíduos de ambos os gêneros, desdentados totais com idade igual ou superior a 45 anos. A triagem envolveu indivíduos encaminhados por profissionais das Unidades de Atenção Básica à Saúde da Família (UABSFs) dos sete distritos sanitários que compõem a rede municipal de saúde de Goiânia (Campinas, Leste, Noroeste, Norte, Oeste, Sudoeste, Sul). Foram considerados aptos a constituírem a amostra apenas os indivíduos que se enquadraram nos critérios estabelecidos para a pesquisa, sendo utilizado um formulário estruturado para a realização da triagem. Como critérios de inclusão, era necessário aos pacientes preencherem as seguintes características: ser desdentado total e ter necessidade de reabilitação com prótese total (PT) convencional, ser desdentado total não usuário de PT ou ser desdentado total e ter necessidade de substituição das próteses antigas; ter disponibilidade para participar da pesquisa; apresentar bom estado geral de saúde e ter quantidade suficiente de osso alveolar para receber um implante de no mínimo 3.75 x 9 mm.

Os critérios de exclusão consistiram em: não estar disposto a receber uma prótese total superior convencional em oposição à overdenture inferior retida por implante unitário; possuir doenças locais que influenciassem diretamente na estabilidade, retenção e adaptação da prótese tais como: alterações ou deformações anatômicas dos maxilares, alterações severas da mucosa, alterações tumorais e/ou xerostomia absoluta; doenças sistêmicas, psicológicas ou neurológicas que impossibilitassem ou dificultassem a compreensão ou locomoção do paciente para atendimento e/ou acompanhamento clínico nas etapas da pesquisa; preferência por outras modalidades de tratamento não providas pelo estudo; distúrbios relacionados ao alcoolismo ou outros referentes a comportamento que comprometessem a participação no estudo.

A confecção das próteses totais seguiu o protocolo para próteses totais convencionais, incluindo moldagem preliminar com hidrocolóide irreversível, confecção de planos de orientação, registro das relações maxilo-mandibulares, montagem simplificada em articulador semi-ajustável, montagem de dentes, provas clínicas, moldagem funcional e instalação.

Nos pacientes com próteses totais convencionais já instaladas e adaptadas foram realizadas tomadas radiográficas panorâmicas e tomografias em espiral da região de interesse (DINIZ *et al.,* 2008). A imagem da tomografia em espiral obtida permitia assim a visualização do contorno da prótese inferior na tomografia, sendo a região delimitada o provável sítio de instalação do implante, gerando assim maiores informações a respeito da morfologia do rebordo, bem como possibilitando o planejamento em relação às dimensões e posicionamento adequado do implante durante a cirurgia de instalação (Figura 1).

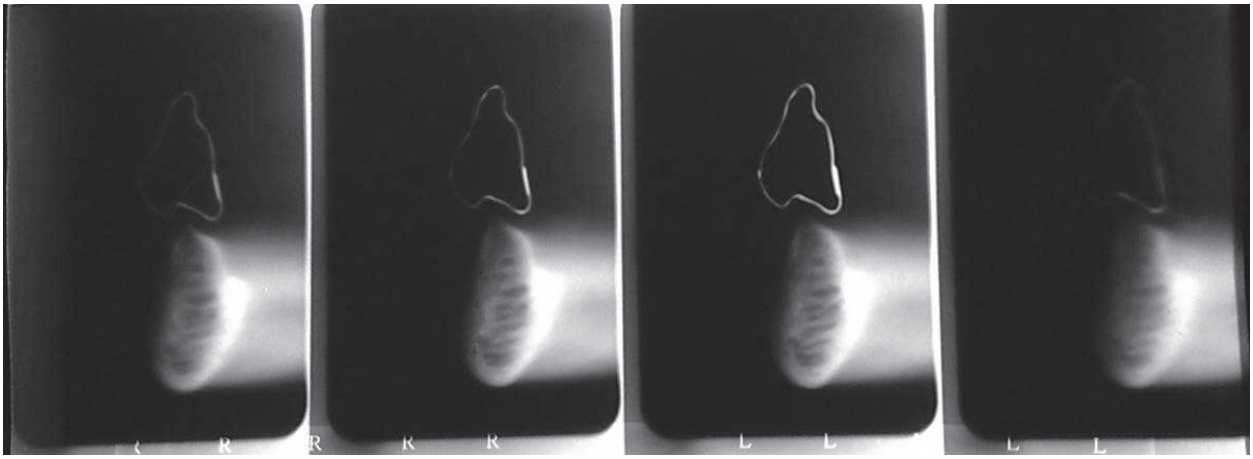


Figura 1. Cortes tomográficos realizados estando película de chumbo adaptada em região de linha média da prótese inferior.

Previamente à realização da cirurgia, exames complementares foram solicitados, incluindo hemograma completo, tempo de protrombina, tempo de tromboplastina parcial ativado e glicemia de jejum.

Na etapa de instalação dos implantes, após acolhimento, os indivíduos tiveram seus sinais vitais aferidos (pressão arterial e frequência cardíaca) e, quando encontrados valores de normalidade, realizou-se profilaxia antibiótica (amoxicilina 1g) uma hora antes do início do procedimento cirúrgico. Após preparo da equipe e do ambiente cirúrgico de acordo com as normas de biossegurança adequadas, realizou-se antissepsia bucal, solicitando aos indivíduos bochecho por 1 minuto solução antisséptica de cloreto de clorexidina 0,12%. Em seguida foi executada antissepsia facial com uso de clorexidina 4% (Riohex® 4%, Rioquímica Indústria Farmacêutica, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil), aposição do campo operatório e anestesia local (técnica anestésica terminal infiltrativa) utilizando articaína (Articaine 100, Articaína HCL 4% com epinefrina 1:100.000, DFL, Rio de Janeiro, Brasil). Para acesso

cirúrgico da região, realizou-se incisão crestal com uso da lâmina de bisturi 15C (Embramac®, Itajaí, Santa Catarina, Brasil) e elevação do retalho em "H" com envelope. Para preparar o sítio receptor do implante foi executada então fresagem óssea escalonada sob irrigação salina estéril. De modo geral, a ordem de uso das brocas foi: fresa do tipo lança para rompimento da cortical superior; fresas de 2.0 mm, fresa piloto, fresa 3.0 mm e por último fresa *countersink*, quando necessário.

Os implantes utilizados foram de formato cilíndrico com superfície tratada - Titamax TI Cortical (Neodent, Curitiba, Brasil), de diâmetro 3.75 mm e comprimento definido de acordo com a altura óssea da região de linha média mandibular do indivíduo (9, 11, 13 ou 15 mm). A instalação foi executada por meio de contra-ângulo redutor acionado por motor elétrico com controle de torque (BLM 600 Plus - Driller, São Paulo, SP, Brasil) e, quando necessário, utilizou-se chave de catraca com torquímetro manual. Os implantes foram instalados de forma que a plataforma ficasse ao nível da crista óssea com travamento bicortical quando possível.

No momento trans-cirúrgico foram coletadas duas medidas de estabilidade do implante: o torque final de inserção e a frequência de ressonância inicial (FR). Frente aos valores de ISQ e do torque final de instalação definiu-se o grupo de alocação do indivíduo (Figura 5). Se o torque de instalação era maior que 30 Ncm e o ISQ maior que 60, o indivíduo era alocado ao grupo de carga imediata. Caso qualquer um dos dois parâmetros não fosse atingido, a alocação resultava no grupo de carga convencional. Os subgrupos dos indivíduos alocados para carga imediata ou convencional foram, em relação ao sistema de retenção, definidos de forma alternada (alocação sistemática em 2 subgrupos), onde o primeiro indivíduo alocado recebeu o sistema O-ring Neodent (Neodent, Curitiba, Brasil) e o indivíduo seguinte recebeu o sistema O-ring Conexão (Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, São Paulo, Brasil) continuando nesta sequência alternadamente.

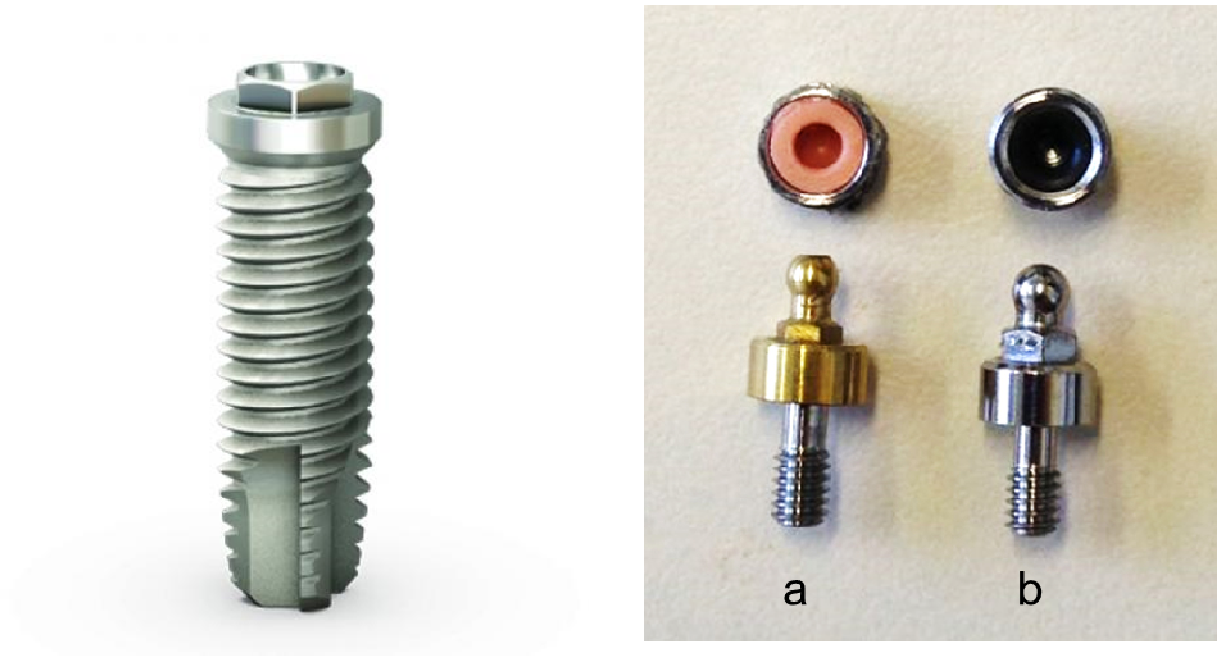



Figura 2. Implante utilizado à esquerda (Titamax TI Cortical) e a direita sistemas de retenção utilizados nas overdentures mandibulares do estudo: Conexão (a) e Neodent (b).

Após o término da cirurgia de instalação do implante, nos indivíduos em que os critérios para adotar carga imediata foram alcançados, utilizou-se um cicatrizador para auxiliar na determinação da altura do pilar O'ring a ser instalado. Os pilares foram instalados 1 mm acima da margem gengival com torque de 30 Ncm. Para a determinação da região de alívio na parte interna da prótese inferior, foi realizada uma moldagem com alginato utilizando-se a prótese inferior, seguida do alívio por meio de desgaste suficiente para que a prótese assentasse completamente em posição sem interferência do conjunto O'ring e cápsula de retenção. A cápsula do O'ring foi então posicionada e após a perfuração da prótese foi realizada a captura por meio de resina acrílica auto-polimerizável (Duralay, Reliance Dental, Estados Unidos), com as próteses superior e inferior ocluídas em posição de oclusão habitual. A sequência de procedimentos clínicos encontra-se ilustrada na Figura 2, a seguir.

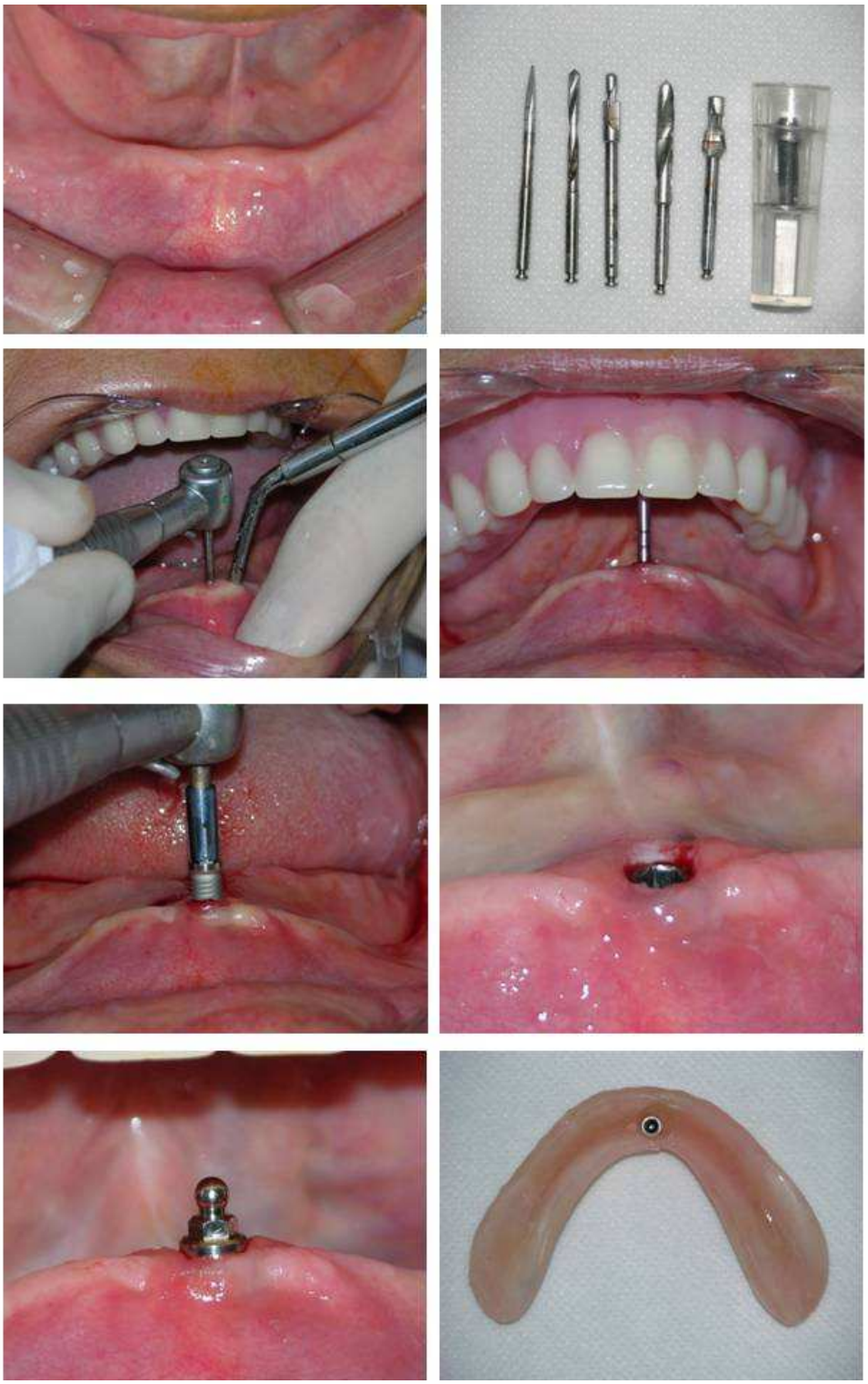


Figura 3. Aspecto clinico inicial com evidências de condição desfavorável em relação à retenção e estabilidade da prótese inferior e dificuldades de adaptação funcional por parte do paciente, sequência de brocas utilizadas, início das perfurações, com ou sem incisão, uso do indicador de direção posicionado na linha média após a fresa de 2 mm, instalação do implante, pilar o´ring instalado com torque de 32N e overdenture capturada.

A análise da satisfação com as próteses acontecerá em 2 momentos distintos, sendo eles: antes da instalação do implante e 3 meses após adaptação do sistema de retenção nas próteses. Até o presente momento foi aplicado apenas os questionário antes da cirurgia. Todos os indivíduos tratados responderam um questionário envolvendo as dimensões: satisfação geral, conforto, estabilidade, capacidade de mastigar, capacidade de conversar e estética. A prótese inferior e superior eram analisadas separadamente e a análise consistia em perguntar aos indivíduos o valor atribuído na avaliação de cada quesito numa escala de 0 a 100 (graduada de 10 em 10), sendo 0 a pior classificação possível e 100 a melhor classificação para o parâmetro observado.

Previamente a instalação do implante e também 3 meses após captura das próteses, todos os pacientes de ambos os grupos responderão ao questionário OHIP-EDENT (ALLEN & LOCKER, 2007; SOUZA *et al.,* 2007), com finalidade de captar o impacto das condições de saúde bucal em sua qualidade de vida. O questionário OHIP-EDENT, foi aplicado na forma de entrevista, com pesquisador realizando a arguição e anotando a resposta no campo correspondente de cada questão. . O OHIP-EDENT é um instrumento psicrométrico utilizado para medir o impacto das condições de saúde bucal na qualidade de vida de indivíduos desdentados totais, traduzido e validado para uso no Brasil (Souza et al., 2007; Souza et al., 2010). A realização de entrevista foi definida necessária para evitar ou minimizar os erros de compreensão por parte dos sujeitos de pesquisa. Por se tratar de uma população de idosos que poderiam apresentar dificuldades visuais ou até mesmo analfabetismo, esta modalidade de abordagem se apresentou como a que possibilitava respostas mais condizentes de cada indivíduo.

Foi realizada análise estatística descritiva para representação das medidas de resumos das variáveis mensuradas. O teste de Wilcoxon foi utilizado para comparação dos grupos em função dos diferentes períodos de avaliação. Os resultados foram considerados estatisticamente significantes quando apresentaram nível de significância de 5%. Para análise dos dados será utilizado o pacote estatístico IBM-SPSS for Windows versão 20.0.

## RESULTADO

Do total de 128 indivíduos encaminhados para tratamento, foram selecionados 98 indivíduos, os quais consentiram em participar do estudo e tiveram suas próteses avaliadas quanto à viabilidade de reutilização para confecção de overdenture ou necessidade de

realização de novas próteses totais convencionais. Destes, 14 tiveram suas próteses consideradas viáveis para reutilização e para 84 foi percebida necessidade de confecção de novas próteses, tendo sido concluídos 73 casos.

Após período de adaptação das próteses, compreendido entre a instalação e a consulta final de retorno para acompanhamento e realização de ajustes, os indivíduos foram contactados para realização da segunda etapa de tratamento (instalação de implante unitário e confecção da overdenture). Dos 87 indivíduos com próteses adaptadas e em condições adequadas, 27 se recusaram a continuar no estudo, pois consideraram que o tratamento com prótese total convencional era suficiente e 60 indivíduos aceitaram receber a overdenture mandibular.

Dos 26 pacientes que receberam o implante, 18 (69,2%) eram do sexo feminino. A idade média foi de 63,8 (DP=8,1) anos, variando entre 48,8 a 78,1 anos na data da cirurgia. Desses 60 indivíduos, 39 encontram-se aguardando agendamento da cirurgia para instalação do implante e 21 já tiveram esta etapa realizada até o final do mês de junho de 2013. O detalhamento das etapas realizadas encontra-se na Figura 4.

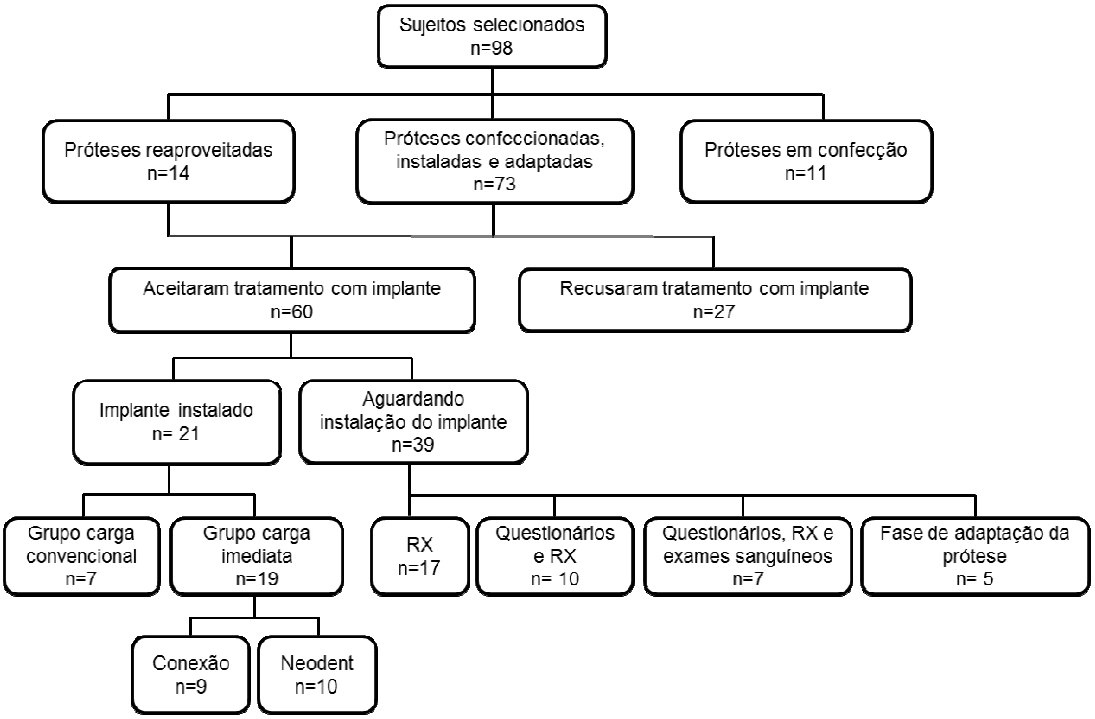



Figura 4. Fluxograma de pacientes incluídos no estudo.

Em relação aos 26 indivíduos que já encontram-se com implantes instalados, 7 foram carregados com protocolo de carga convencional e em 19 carga imediata foi adotada, sendo esta definição feita conforme critérios descritos anteriormente. Dos indivíduos constituintes do grupo carga imediata, 9 tiveram componentes de retenção da marca comercial Conexão instalados e os outros 10 componentes da marca comercial Neodent.

Todas as 21 cirurgias de instalação de implante ocorreram sem intercorrências e não houve complicações pós-operatórias significativas na maioria dos casos. Após 30 dias da instalação do implante a condição do tecido mole já havia retornado a padrões de normalidade. Não houve perda de implantes até o momento e todos os pacientes relatam utilização das próteses normalmente. Na Figura 5 é possível verificar o tempo de acompanhamento individualizado de cada paciente desde a instalação dos implantes até o dia 08.08.2013.

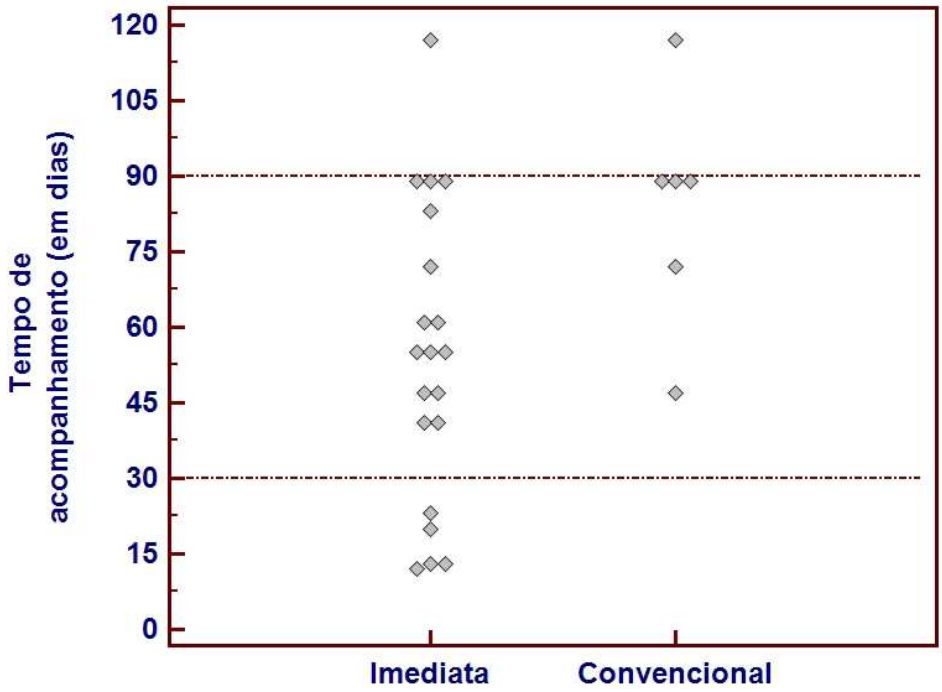



Figura 5. Descrição dos pacientes de acordo com o número de dias decorridos após a instalação do implante segundo o grupo de carga imediata ou convencional (data final: 08.08.2013).

As Tabelas 1 e 2 a seguir mostram os dados iniciais referentes à satisfação com a próteses superior e inferior, bem como os valores dos escores do OHIP-Edent no estágio inicial, antes da colocação do implante (baseline).

Tabela 1. Resultado dos escores de satisfação com as próteses superior e inferior.

| | | Média | Desvio-padrão | Mediana |
|---|---|---|---|---|
| Prótese superior | Satisfação geral | 9,40 | 1,00 | 10,00 |
| | Conforto | 9,76 | 0,52 | 10,00 |
| | Estabilidade | 9,36 | 0,91 | 10,00 |
| | Capacidade de mastigar | 9,44 | 0,87 | 10,00 |
| | Capacidade de conversar | 9,36 | 0,86 | 10,00 |
| | Estética | 9,64 | 0,86 | 10,00 |
| Prótese inferior | Satisfação geral | 6,56 | 2,89 | 7,00 |
| | Conforto | 6,20 | 2,72 | 7,00 |
| | Estabilidade | 5,64 | 2,77 | 6,00 |
| | Capacidade de mastigar | 5,84 | 3,05 | 7,00 |
| | Capacidade de conversar | 7,48 | 2,66 | 8,00 |
| | Estética | 8,64 | 2,23 | 10,00 |

Tabela 2. Resultado dos escores de OHIP-Edent.

| | Média | Desvio-padrão | Mediana |
|---|---|---|---|
| Escala total (19 itens) | 8,96 | 5,45 | 8,00 |
| Queixas relacionadas à mastigação (quatro itens) | 3,08 | 2,02 | 3,00 |
| Desconforto e incapacidade psicológica (cinco itens) | 2,08 | 1,66 | 2,00 |
| Incapacidade social (cinco itens) | 0,64 | 1,22 | 0,00 |
| Dor oral e desconforto (cinco itens) | 3,16 | 2,56 | 3,00 |

## 6 DISCUSSÃO

A perda de dentes geralmente prejudica a capacidade do paciente para mastigar e realizar outras funções orais, resultando em uma vasta gama de impactos na qualidade de vida relacionada à saúde oral, que são minimizados por diferentes tipos de tratamentos protéticos fixos e/ou removíveis (HEYDECKE et al.., 2005; ALLEN & MCMILLAN, 2003). Questões técnicas, clínicas e as preferências do paciente com relação à escolha entre as próteses convencionais e implanto-suportadas tem um papel importante nas decisões de tratamento para o paciente desdentado. No entanto, situação financeira e social e impactos na qualidade de vida relacionado à saúde oral são referidos como sendo fatores importantes que afetam as preferências dos pacientes e decisões protéticas. Outros fatores a serem considerados são o acesso aos serviços de saúde e outros problemas associados com a demanda e a utilização de atendimento odontológico. Custo e atitudes em relação a custo são as barreiras mais importantes para a utilização da assistência odontológica e sistemas de seguros odontológicos que facilitem o acesso ao tratamento, e têm uma influência positiva sobre as atitudes e a motivação para utilização de serviços (LELES et al., 2011).

Uma sobredentadura implanto-retida com dois implantes na região de sínfise da mandíbula tem sido recomendada como o padrão de cuidado para o paciente desdentado (FEINE et al., 2002; THOMASON et al., 2009; DAS et al., 2012), uma vez que é mais satisfatório para a maioria dos pacientes do que as dentaduras convencionais (EMAMI et al., 2009). No entanto, não há nenhuma evidência de confiança para demonstrar que um determinado número de implantes oferece um melhor resultado em comparação com outro. (ROCCUZZO et al., 2012) Assim, há uma única modalidade de tratamento específico é recomendado para a mandíbula desdentada. O padrão de atendimento é uma intervenção julgada pelo paciente bem informado, realizada por um protético treinado e experiente, para melhor atender às necessidades e as circunstâncias do paciente (FITZPATRICK, 2006).

A overdenture mandibular-implante único é uma simplificação do protocolo com dois implantes, colocados na região da sínfise da mandíbula. Esta alternativa foi proposta como um tratamento adequado para grupos de pacientes geriátricos por causa de suas exigências funcionais diminuídas e as condições favoráveis de qualidade óssea local e quantidade para promover a boa estabilidade primária do implante (CORDIOLI et al., 1997). Além disso, estudos clínicos têm demonstrado resultados satisfatórios em termos de satisfação do paciente com a prótese e outros desfechos clínicos como a sobrevivência do implante,

perda óssea marginal, a estabilidade do implante, redução de custos, e da necessidade de ajustamento e reparação (WALTON et al., 2009; ALSABEEHA et al., 2009, 2011; LIDDELOW & HENRY, 2010). Também foram observados resultados satisfatórios para carga imediata e precoce do implante (LIDDELOW & HENRY, 2010; ALSABEEHA et al., 2011).

Um elevado grau de estabilidade primária é essencial para um processo de carga imediata / precoce bem sucedidos (ESPOSITO et al., 2007), e da carga de oclusão e a transferência de carga para o implante pode ter uma influência sobre os resultados da prótese falha, a falha do implante, ou a perda de osso (ESPOSITO et al., 2013) . Cordioli et al. sugeriu que a distribuição de tensões mastigatória em um único implante overdenture usa o suporte da mucosa completa e desenvolve uma distribuição de tensões mais favorável na dimensão horizontal, o que pode limitar os problemas encontrados com a abordagem overdenture mandibular padrão (CORDIOLI et al., 1997).

A melhoria significativa na satisfação do paciente e outros resultados centrados no paciente, e as altas taxas de sobrevivência de implantes notificados em estudos clínicos anteriores corroboram os resultados deste estudo in vitro. No entanto, futuros ensaios clínicos bem controlados são essenciais para fornecer evidências confiáveis a respeito da eficácia de overdentures-implante único, e para apoiar a recomendação deste tipo de tratamento como uma intervenção de intermediário entre as dentaduras convencionais e overdentures dois implantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por se tratar de um estudo com abordagem longitudinal, sendo as variáveis de desfecho coletadas no período prévio a instalação do implante e a primeira coleta após 3 meses, e por não existirem até o presente curso da pesquisa indivíduos com este tempo de acompanhamento, as análises estatísticas planejadas tornam-se inviáveis neste momento.

No entanto, percebe-se por relatos dos indivíduos já tratados com overdenture mandibular com implante unitário uma marcante melhora relacionada a aspectos funcionais e de conforto. A percepção inicial dos pesquisadores é de que todos os parâmetros subjetivos da avaliação apresentarão melhora significativa. Além disso, avaliações radiográficas a curto prazo não revelam perda óssea marginal relevante.

A ocorrência de complicações de tecido mole no pós-operatório imediato dos primeiros pacientes resultaram em modificação da técnica cirúrgica de acesso ao sítio implantar, com menor extensão da incisão cirúrgica e descolamento do periósteo o menos invasivo possível.

Considerando que o primeiro procedimento cirúrgico de instalação do implante ocorreu em 13/04/2013 e o último em 28/06/13, estima-se que um período de aproximadamente 4 meses será suficiente para a instalação dos implantes.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, F.; LOCKER, D. A modified short version of the oral health impact profile for assessing health-related quality of life in edentulous adults. Int J Prosthodont, v. 15, n. 5, p. 446-50, Set-Out 2002.

ALSABEEHA N, PAYNE AG, DE SILVA RK, SWAIN MV. Mandibular single-implant overdentures: a review with surgical and prosthodontic perspectives of a novel approach. Clin Oral Implants Res v.20, p.356-65, 2009.

ALSABEEHA NH, PAYNE AG, DE SILVA RK, THOMSON WM. Mandibular single-implant overdentures: preliminary results of a randomised-control trial on early loading with different implant diameters and attachment systems. Clin Oral Implants Res v.22, p.330-337, 2011.

CHENG, T. et al. Patient satisfaction and masticatory efficiency of single implant-retained mandibular overdentures using the stud and magnetic attachments. J Dent, v. 40, n. 11, p. 1018-23, Nov 2012.

CHENG, T. et al. Use of a single implant to retain mandibular overdenture: A preliminary clinical trial of 13 cases. J Dent Sci, v. 7, n. 3, p. 261-266, Set 2012.

CORDIOLI, G.; MAJZOUB, Z.; CASTAGNA, S. Mandibular overdentures anchored to single implants: A five-year prospective study. J Prosthet Dent, v. 78, n. 2, p. 159-65, Ago 1997.

CRITCHLOW, S. B.; ELLIS, J. S. Prognostic indicators for conventional complete denture therapy: a review of the literature. J Dent, v. 38, n. 1, p. 2-9, Jan 2010.

DAS KP, JAHANGIRI L, KATZ RV. The first-choice standard of care for an edentulous mandible: a Delphi method survey of academic prosthodontists in the United States. J Am Dent Assoc v.143, p.881-889, 2011.

DINIZ, A. F. et al. Changes in the pre-surgical treatment planning using conventional spiral tomography. Clin Oral Implants Res, v. 19, n. 3, p. 249-53, Mar 2008.

EMAMI E. et al. Impact of implant support for mandibular dentures on satisfaction, oral and general health-related quality of life: a meta-analysis of randomized-controlled trials. Clin Oral Implants Res v.20, p.533-544, 2009.

ESPOSITO M. et al. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. Cochrane Database Syst Rev v.28, CD003878, 2013.

ESPOSITO M. et al. The effectiveness of immediate, early, and conventional loading of dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. Int J Oral Maxillofac Implants v.22, p.893-904, 2007.

FEINE JS, et al. The McGill Consensus Statement on Overdentures. Montreal, Quebec, Canada.. Int J Prosthodont 2002; v. 15, p. 413-414, 2002.

FITZPATRICK B. Standard of care for the edentulous mandible: a systematic review. J Prosthet Dent v.95, p.71-78, 2006.

GROVER, M.; VAIDYANATHAN, A. K.; VEERAVALLI, P. T. OHRQoL, masticatory performance and crestal bone loss with single-implant, magnet-retained mandibular overdentures with conventional and shortened dental arch. Clin Oral Implants Res, Jan 2013 doi: 10.1111/clr.12111. (Epub ahead of print)

HARDER, S. et al. Three-year clinical outcome of single implant-retained mandibular overdentures--results of preliminary prospective study. J Dent, v. 39, n. 10, p. 656-61, Out 2011.

KRENNMAIR G, ULM C. The symphyseal single-tooth implant for anchorage of a mandibular complete denture in geriatric patients: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants v.16, p.98-104, 2001.

KRONSTROM, M. et al. A prospective randomized study on the immediate loading of mandibular overdentures supported by one or two implants: a 12 month follow-up report. Int J Oral Maxillofac Implants, v. 25, n. 1, p.181-8, Jan-Fev 2010.

KRONSTROM, M. et al. A Prospective Randomized Study on the Immediate Loading of Mandibular Overdentures Supported by One or Two Implants; A 3 Year Follow-Up Report. Clin Implant Dent Relat Res, Set 2012. doi: 10.1111/cid.12006. (Epub ahead of print)

LIDDELOW, G. J.; HENRY, P. J. A prospective study of immediately loaded single implant retained mandibular overdentures: preliminary one-year results. Journal of Prosthetic Dentistry, v.97, p. 126-37, Jun 2007.

LIDDELOW, G.; HENRY, P. The immediately loaded single implant-retained mandibular overdenture: a 36-month prospective study. Int J Prosthodont, v. 23, n. 1, p. 13-21, Jan-Fev 2010.

RAGHOEBAR, G. M. et al. Effectiveness of three treatment modalities for the edentulous mandible. A fiveyear randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res, v. 11, n. 3, p. 195-201, Jun 2000.

ROCCUZZO M. et al. What is the optimal number of implants for removable reconstructions? A systematic review on implant-supported overdentures. Clin Oral Implants Res v.23, p.229-237, 2012.

SOUZA R.F. et al. Exploratory factor analysis of the Brazilian OHIP for edentulous subjects. J Oral Rehabil. v.37, p.202-208, 2010.

SOUZA, R. F. et al. Reliability and validation of a Brazilian version of the Oral Health Impact Profile for assessing edentulous subjects. J Oral Rehabil, v. 34, n. 11, p. 821-6, Nov 2007.

THOMASON JM, et al. Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients--the York Consensus Statement. Br Dent J, v.207, p.185-186, 2009.

WALTON JN, GLICK N, MACENTEE MI. A randomized clinical trial comparing patient satisfaction and prosthetic outcomes with mandibular overdentures retained by one or two implants. Int J Prosthodont v.22, p.331-339, 2009.

# Estudo de Ambiente Virtual para Simulação Multiagente de Usuários de Aplicativo Web

Douglas Winston Ribeiro Soares[1], Vinícius Sebba Patto[1]

[1]Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Goiânia – GO – Brasil

{douglassoares,viniciussebba}@inf.ufg.br

***Resumo.*** *Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto ADGEPA (Assistente Digital para Gestão Pública Participativa) e prevê uma etapa de simulação baseada em multiagentes. A simulação é necessária para suprir a falta de dados inicias para realização de testes de outros componentes do ADGEPA. O principal foco deste trabalho é o desenvolvimento de um ambiente virtual capaz de representar características de uma cidade. Esse ambiente deve interagir com agentes inteligentes que representam a população de uma cidade. O ambiente é desenvolvido em plataformas que fornecem ferramentas hábeis para a construção e execução de um modelo representativo o suficiente para se conseguir resultados satisfatórios.*

**Palavras-Chave.** Simulação multiagente, suporte à decisão, ambiente urbano virtual, gestão pública participativa.

## 1. Introdução

A rápida expansão dos centros urbanos nem sempre favorece desenvolvimento social e preservação ambiental. A falta de modelos de organização territorial e de gestão urbana adequados colabora para a degradação desses dois aspectos. A partir disso, pode-se esperar consequências negativas no âmbito socioambiental, tais como: colapso dos sistemas de transporte, ineficiência na distribuição de energia, impermeabilização do solo, aumento de violência nos centros urbanos e segregação social [1], [2].

Um aspecto comum que demanda estudo aprofundado acerca da gestão de recursos financeiros e infraestrutura urbana são os sistemas de trânsito. Face às necessidades coletivas variadas, não há como mitigar ou resolver os seus principais problemas sem a compreensão de alguns fatores como (i) número de veículos que circulam diariamente; (ii) número de vias e suas capacidades; e (iii) principais fluxos e horários eles que ocorrem [3], [4].

Revisado pelo orientador.

De maneira geral, a gestão pública participativa é entendida como a inclusão da sociedade civil em processos de tomada de decisão para solucionar problemas públicos. Este processo possibilita a intervenção consciente e criativa dos membros da gestão, sendo que essa participação implica no aumento da qualidade das decisões, bem como a satisfação e a motivação dos colaboradores [5], [6].

Com base nos problemas gerais da gestão pública participativa, compreendida como administração de serviços, programas, projetos que se fundamentam em decisões e tomadas deliberadas de políticas governamentais, pode-se pensar em meios de aumentar a participação e melhorar a gestão, por meio de sistemas computacionais inteligentes capazes de reunir, minerar e tratar grande quantidade de dados recebidos pelas denúncias de problemas socioambientais feitas pela população.

O ADGEPA é composto por um aplicativo web, no qual, usuários fazem denúncias no âmbito social e ambiental, por exemplo, queixas de assaltos, falta de energia elétrica e desmatamento de um bosque. O sistema faz uso de mapa para indicação dos locais precisos. Estas queixas são armazenadas em um banco de dados que, posteriormente, é lido por um agente minerador. Este agente busca padrões e associações nos dados das denúncias. Em seguida, o agente de suporte à decisão analisa os dados e dispõe resultados para ranquear aspectos mais importantes para serem atacados pela gestão pública. O intuito é ouvir a população, analisar os dados com presteza e identificar os problemas mais denunciados e mais associados a outros problemas socioambientais [7].

Entretanto, é preciso ter uma massiva quantidade de dados para que o agente minerador atue sobre o banco de dados. Com isso, observa-se um problema em relação à captação de dados em um pequeno espaço de tempo. Em vista desta observação, foi pensado em um modelo de simulação computacional que pudesse gerar dados condizentes com a realidade para popular o banco de dados com denúncias simuladas. O intuito da simulação é gerar dados para testar os agentes minerador e de suporte à decisão. O trabalho corrente se trata do desenvolvimento de ambiente urbano virtual para simulação multiagentes e tem grande importância no Assistente Digital, haja vista que permitirá testar e aperfeiçoar os agentes do ADGEPA.

Um dos desafios encontrados no desenvolvimento do ADGEPA é superar a dificuldade de obter dados a partir da realidade. Para solucionar o problema inicial, a simulação multiagentes emergiu como uma técnica interessante devida à riqueza do modelo tratado no

projeto e à possibilidade de representar entidades autônomas (usuários do sistema) e inteligentes em um ambiente rico e dinâmico, como uma paisagem urbana.

Este trabalho de iniciação científica tem como objetivo identificar um framework que dê suporte ao desenvolvimento de SMA (Sistemas Multiagentes) de modo que facilite a implementação de modelos ambientais integrados a recursos e ferramentas GIS (*Geographic Information System*). Além disso, espera-se desenvolver um primeiro modelo de ambiente para representar um trecho urbano.

Na Seção 2, é apresentada a metodologia deste trabalho, que envolveu estudo sobre inteligência artificial, sistemas multiagentes, frameworks para desenvolvimento de sistemas multiagentes e a proposição de um modelo para o ambiente virtual urbano. Em seguida, são expostos resultados obtidos, a partir dos estudos e experimentos realizados. Posteriormente, na Seção 4, são discutidos alguns assuntos acerca dos experimentos e resultados deste trabalho. Na Seção 5, são apresentadas algumas conclusões. Por último, são expostas as considerações finais.

## 2. Metodologia

A princípio, foi feito o estudo de IA (Inteligência Artificial) de forma a buscar entendimento sobre conceitos básicos necessários à construção de entidades inteligentes. A corrente de IA adotada considera estas entidades como agentes inteligentes: programas capazes de perceber seu ambiente por meio de sensores e agir sobre esse ambiente por intermédio de atuadores [8].

Após estudo em inteligência artificial, o trabalho foi dividido em linhas de execução referentes à modelagem dos tipos de agentes da simulação. Dessa forma, os agentes usuários seriam um tipo de agente a ser modelado e que possuiria propriedades e comportamentos próprios para interagir com o agente ambiente. O agente ambiente, por sua vez, seria um ambiente dinâmico e complexo com características reativas face às interações com os agentes usuários e o decorrer do tempo.

Posteriormente, foi feito estudo específico sobre SMA com intuito de entender o funcionamento de entidades autônomas em trabalhos conjuntos (daí o nome Sistemas Multiagentes). Dentre as principais arquiteturas para desenvolvimento de agentes, destacam-se arquiteturas reativas, BDI (*Beliefs-Desire-Intentions*) e híbridas. Dentre frameworks para desenvolvimento de agentes BDI, JASON se destacou [9]. Para arquiteturas reativas, não há grande dependência de frameworks, a reatividade é modelada pelo desenvolvedor.

Como forma de aplicar conhecimento adquirido sobre agentes, foi escolhida uma plataforma para desenvolvimento de agentes inteligentes. Idealmente, a plataforma deveria possuir recursos para facilitar o trabalho de implementação dos agentes. Assim, procedeu-se com estudo para identificar um framework mais adequado e com propriedades que facilitam a simulação do ambiente. Dentre algumas plataformas (pesquisadas) para desenvolvimento multiagente, destaca-se JADE.[1] Baseada em JAVA, simplifica a programação de sistemas multiagentes, além disso, implementa padrões FIPA[2] para desenvolvimento de agentes inteligentes [10].

Após a primeira escolha da plataforma para desenvolvimento de agentes inteligentes, foi discutido a representação dos elementos do ambiente. Inicialmente, foi pensado que elementos seriam tratados como polígonos em mapas e o ambiente virtual urbano conteria vetores de polígonos para representar conjuntos específicos de elementos urbanos como: escolas, hospitais, bosques entre outros. Foi proposto que o ambiente teria um sistema para tratar coordenadas e indicar onde cada agente está e o que há na posição de cada agente.

Face a esse cenário de modelagem e desenvolvimento, foi feita uma pesquisa sobre algoritmos para descoberta de pontos internos a figuras geométricas. Esse tipo de procedimento é fundamental para identificar se agentes estariam em um elemento (por exemplo, uma praça) ou não.

Durante a modelagem inicial, com a primeira plataforma, foi feito um trabalho paralelo de avaliação de outras plataformas. Por exemplo, GAMA, JASON, CORMAS e COUGAAR. Ferramentas integradas a recursos de GIS representavam uma alternativa interessante neste trabalho porque poderiam facilitar a representação do ambiente urbano virtual.

## 3. Resultados

Após a realização de estudo inicial de plataformas para desenvolvimento do ambiente urbano virtual, encontrou-se em JADE uma alternativa interessante, devido à integração de JADE à linguagem de programação Java e ao fato de JADE implementar os padrões FIPA para

1 JADE – *Java Agent DEvelopment framework* é uma plataforma utilizada para desenvolvimento de agentes inteligentes. Mais informações em <http://jade.tilab.com>.

2 FIPA – *Foundation for Intelligent Physical Agents* é uma organização sem fins lucrativos para promover padronização e interoperabilidade entre agentes inteligentes e outras tecnologias. Mais informações em <http://www.fipa.org>.

desenvolvimento de agentes inteligentes. Assim, foi feito um primeiro modelo para representação do ambiente urbano, em paralelo ao estudo de frameworks [11].

No primeiro modelo, foi implementada uma classe Java com complexidade relativamente alta, mesmo com uso de algoritmos simples para identificação de pontos internos a polígonos (exemplo, algoritmo de Shamos).

Durante o estudo de outros frameworks, encontrou-se a plataforma GAMA que, além de proporcionar uma completa modelagem e simulação de ambientes multiagente, também possui suporte a recursos GIS por meio de *shapefiles* que armazenam informações geográficas em forma de polígonos, linhas e pontos. Frente as outras plataformas como JASON, CORMAS, COUGAAR e JADE, GAMA se sobressaiu devido ao suporte GIS e à facilidade de importação e exportação de dados referentes à simulação. A partir dessa descoberta, a modelagem inicial foi abandonada.

Começou-se então nova modelagem a partir do framework GAMA e da ferramenta ArcpMap, que facilita a criação de arquivos de representação do ambiente por camadas de arquivos de extensão shp (*shapefiles*). Uma pequena região da cidade de Goiânia foi selecionada. A seleção dispõe de vários elementos distintos, como prédios, componentes naturais (bosques, rios, etc.), estradas, etc. Para cada um desses conjuntos foi criado um arquivo shp com propriedades específicas. Na plataforma GAMA, esses arquivos de extensão shp são utilizados como um conjunto de propriedades para o agente ambiente [12]. A partir daí, é construída a dinâmica do ambiente. Como resultado do uso de GAMA na modelagem, obteve-se um ganho considerável de tempo para a criação do modelo e facilidade de implementação dos recursos necessários em relação ao uso de JADE.

A Figura 1 representa um modelo demonstrativo de simulação do GAMA, em que dispõe de um mapa com prédios (comuns na cor cinza e locais de trabalho na cor azul), estradas, e agentes (pontos amarelos).

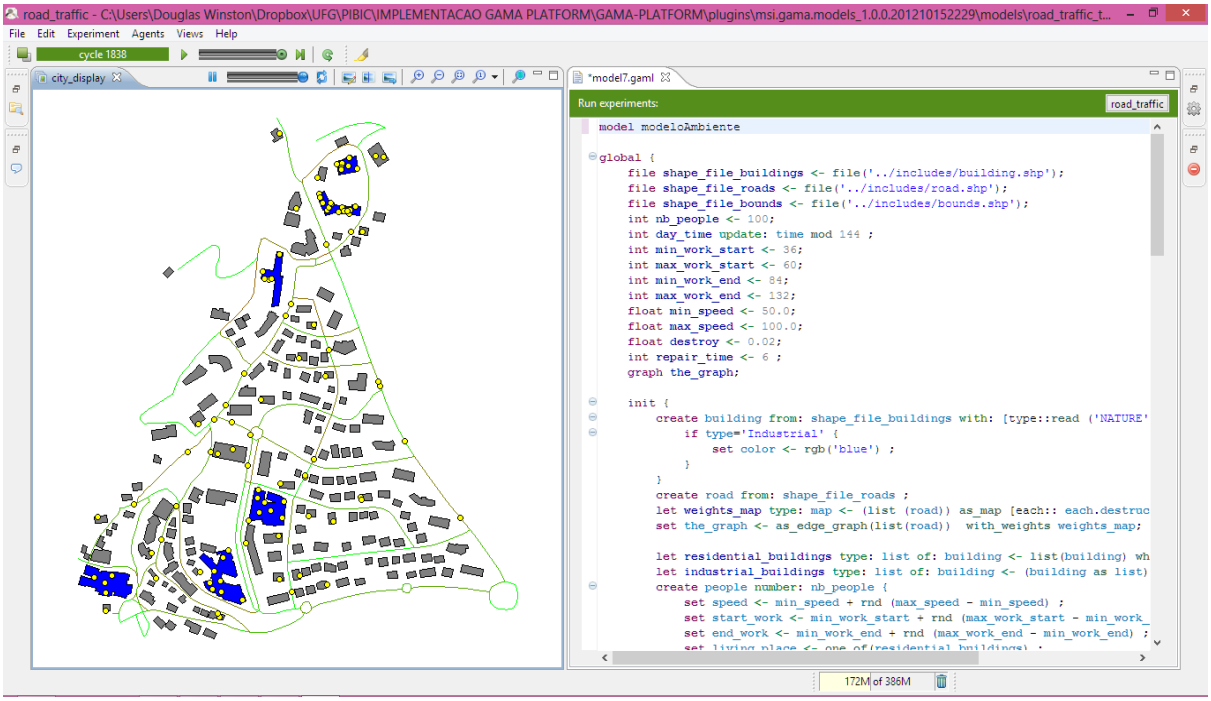



**Figura 1** – Simulação de ambiente urbano em GAMA.

Abaixo, a Figura 2 representa o trecho da cidade de Goiânia escolhido, com a identificação de alguns elementos: bosque (vermelho), córregos (azul), praças (amarelo) e construções (residenciais, hospital, escola, supermercado, shopping e bar - demais cores). Nesta imagem, cada tipo de elemento é separado em camadas que contém itens de características semelhantes (um arquivo shp importado pelo GAMA). A Figura 2 não representa o modelo final deste trabalho (em que todas as construções e praças estão representados por arquivos *shapefile*).

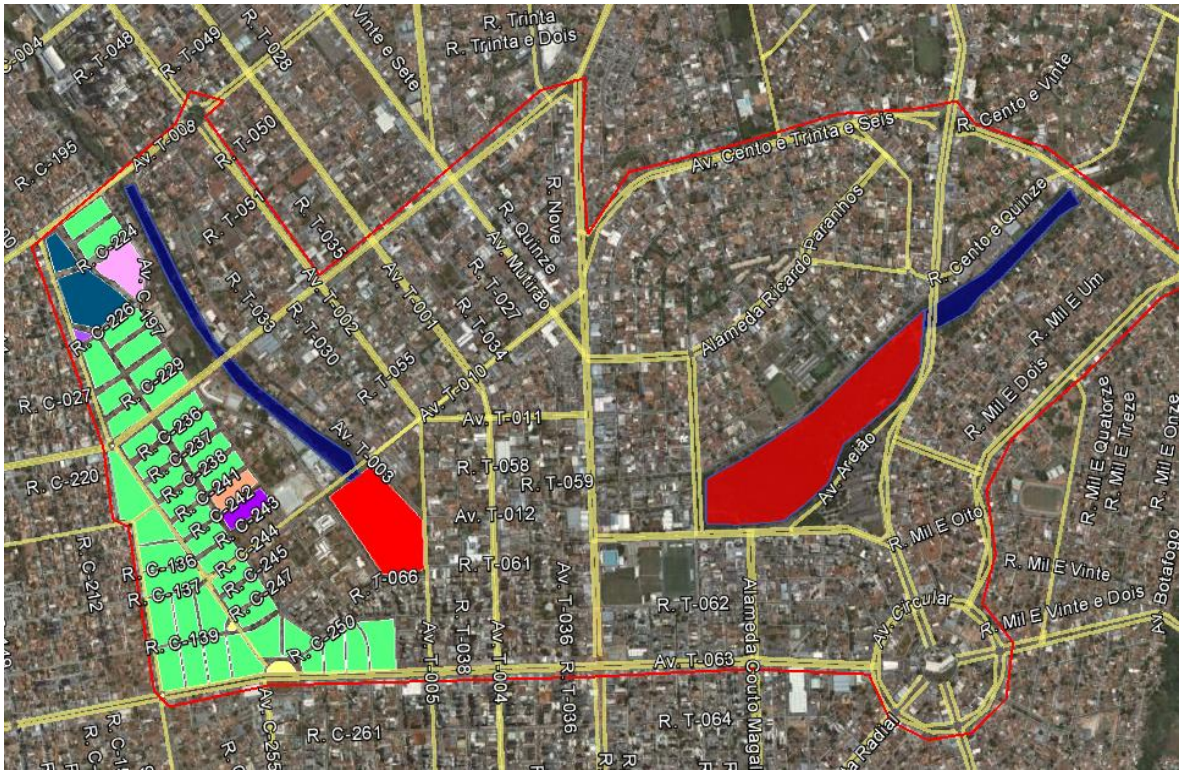



**Figura 2** – Modelo da região escolhida em Goiânia.

## 4. Discussão

Devido a necessidade de grande volume de dados captados pela aplicação, foi necessário desenvolver um modelo para simulação de dados. Por se tratar de um modelo complexo e dinâmico, foi necessário adotar multiagentes para simulação.

A primeira tentativa de modelagem do ambiente urbano virtual com a plataforma JADE se demostrou desafiadora, com dificuldades para localização de agentes usuários, identificação de elementos do mapa, configuração dos elementos no mapa e um alto consumo de recursos computacionais por parte dos algoritmos necessários a implementação das funcionalidades previstas. Durante pesquisa de frameworks multiagentes para sustentação deste problema, foi encontrado diversas plataformas como JASON, CORMAS, COUGAR e GAMA. O último foi adotado por ter um vasto conteúdo explicativo, tutorias, por conter suporte aos recursos GIS e dispor de ferramentas que favorecem visualização da simulação. Embora algumas características estão presentes nas outras plataformas, nenhuma delas apresentou maior facilidade para incorporar arquivos de GIS (shp) à simulação multiagentes.

Até o momento, foi cumprido parte dos objetivos que era encontrar framework que favorecesse o desenvolvimento do ambiente urbano virtual para a simulação. A outra parte, que era o desenvolvimento do ambiente, não foi completada.

Por mais que GAMA tenha facilitado o desenvolvimento do modelo do ambiente urbano virtual, alguns obstáculos ainda precisam ser vencidos. Por exemplo, a representação dos dados de arquivos GIS se dão por pontos e não por áreas. Por isso, é crítico o uso de sistemas de coordenadas distintas na criação das camadas do mapa. Mesmo com esse tipo de dificuldade, o uso do GAMA se mantém promissor, pois a maioria dos desafios são encontrados na criação dos arquivos GIS, que por sua vez devem ser criados de forma a ser compatibilizado com o plataforma GAMA e com o desafio da modelagem deste trabalho [13].

Atualmente existem APIs que fornecem informações acerca de mapas urbanos, exemplo Google Maps e Open Street Map. Porém, essas APIs não são suficientemente completas e não fornecem informações precisas acerca de elementos naturais como bosques, rios, lagos, córregos, etc. Além disso elas generalizam regiões para pontos (coordenadas).

Como trabalho futuro, ainda é necessário terminar os arquivos shp para representar uma região da cidade de Goiânia. Esse trabalho já começou e sua conclusão é questão de tempo. O que precisa de estudo e análise é a questão de dinamismo do ambiente ao longo da simulação. Por razões práticas, esta última parte ainda não começou a ser implementada.

## 5. Conclusão

Neste trabalho foi proposto estudo de frameworks para simulação multiagente para desenvolvimento de ambiente urbano virtual. A necessidade da simulação no projeto se deu devido ao problema de grande lapso temporal para coleta de dados do projeto ADGEPA. A necessidade de simular dados por meio de agentes inteligentes se dá devido a alta complexidade e dinamismo do modelo. Além disso, características de agentes inteligentes são necessárias ao modelo, exemplo: proatividade, reatividade, autonomia e capacidade de operar em ambientes dinâmicos [8]. A ideia da simulação do ambiente urbano virtual já foi tratada em trabalhos anteriores, todavia com uma representação estática do ambiente. Além disso, a implementação do trabalho não chegou a ser concluída [7].

Com base na análise de estudo feito sobre frameworks, o uso de JADE se tornou um problema, haja vista que a implementação do modelo fornece grande dificuldade no caso específico da criação do ambiente urbano virtual dinâmico deste trabalho. Para essa

modelagem, GAMA se sobressaiu em relação a outros frameworks porque fornece ferramentas simples para o desenvolvimento do modelo que representa a carta urbana com dinamismo.

Este trabalho foi realizado em um curto período de tempo (cinco meses) e conseguiu alcançar devidamente os principais objetivos: definição de framework para modelagem, implementação do modelo do ambiente virtual urbano. A pesquisa ainda possui lacunas, que serão complementadas por trabalhos futuros. Entre eles se destacam: inserção de dinamismo ao modelo, criação de agentes usuários que interagem com o ambiente e a realização de experimentos com intuito de calibrar o modelo e, em seguida, gerar os dados necessários ao ADGEPA. Até o momento, os agentes mineradores e de suporte à decisão foram testados com dados completamente aleatórios. Este tipo de teste serviu apenas para avaliar desempenho dos agentes e para teste de execução dos algoritmos.

## 6. Considerações finais

Com o desenvolvimento deste trabalho há a expectativa de que o ambiente urbano virtual se adeque ao projeto ADGEPA e forneça uma boa base para simulação de dados. O projeto ADGEPA conta com a participação e empenho de: Dr. Zach Lewkovicz, SFR-France; Prof. Ivanilton José de Oliveira, IESA-UFG; Leonardo Afonso Amorim, aluno de mestrado do INF-UFG. Atualmente o projeto conta com financiamento da FAPEG e bolsa de iniciação científica CNPq.

## Referências

[1] BRAGA, Roberto (2001) Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias. Laboratório de Planejamento Municipal. 1ª Edição.

[2] OLIVEIRA FILHO, Gerson Romero (2006) Análise dos impactos socio-ambientais da organização do espaço industrial de Cataguases. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal Fluminense .

[3] BATISTA DE SÁ, M. C. (2009) Avaliação dos impactos da modernização da gestão publica no desempenho dos estados brasileiros. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Ciências Contábeis, Universidade de São Paulo.

[4] FARAH, Marta Ferreira Santos (2011) Administração pública e política pública. Revista Administração Pública, v. 45, p. 813-836.

[5] ACCETTA, Lucia Teresa Alexim de Sousa; SILVA, Eliana Napoleão Cozendey, ZOTES, Luis Perez (2006) Gestão participativa, comportamento e motivação na administração pública. II Seminários de Áreas Protegidas e Inclusão Social.

[6] ROCHA, Roberto (2009) A gestão descentralizada e participativa das políticas públicas no Brasil. Revista Pós Ciências Sociais v. 6, n. 11, p. 41-57.

[7] LIMA SILVA, M. C., COELHO, E. M. M., and SEBBA PATTO, V. (2013). Ambiente virtualde cenário urbano para simulação multiagentes - experiência do projeto ADGEPA. In X Encontro Nacional de Computação (ENACOMP-13), pages 97–104, Catalão, GO, Brasil.

[8] WOOLDRIDGE, Michael (2009) An Introduction to MultiAgent Systems, John Wiley & Sons, 2nd Edition.

[9] HÜBNER, Jomi Fred; BORDINI, Rafael Heitor; VIEIRA, Renata. (2004) Introdução ao Desenvolvimento de Sistemas Multiagentes com Jason. XII Escola de Informática da SBC, 2, page 51-89. Guarapuava, UNICENTRO.

[10] BELLIFEMINE, F.; CAIRE, G.; POGGI, A.; RIMASSA, G. (2003) JADE A White Paper, V. 3, Nº 3. Disponível em: http://jade.tilab.com/papers/2003/WhitePaperJADEEXP.pdf Acessado em: 01 de agosto de 2013.

[11] SILVA, Leonardo Ayres de Morais. (2003) "Estudo e Desenvolvimento de Sistemas Multiagentes usando JADE: Java Agent Development framework". Monografia de Conclusão de Curso.

[12] GAMA PLATFORM. Documentação e manual das versões de GAMA on-line. Disponível em: https://code.google.com/p/gama-platform/wiki/Documentation. Acessado em: 01 de agosto de 2013.

[13] AMOUROX, E.; CHU, T. Q.; BOUNCHER, A.; and DROGOUL, A. (2007) GAMA: An Environment for Implementing andRunning Spatially Explicit Multi-agent Simulations. PRIMA07, 359-371.

# $^4$He: UM ESTUDO POR HATREE-FOCK E OUTROS MÉTODOS AB-INITIO.

Douglas Xavier de Andrade[1]/Instituto de Física/Universidade Federal de Goiás

Ladir Cândido da Silva[2]/Instituto de Física/Universidade Federal de Goiás

**Resumo**

*Neste trabalho obtemos as equações de Hartree-Fock e fornecemos uma boa noção acerca dos processos computacionais utilizados para resolvê-las. Para isso reconstruímos um algoritmo que resolve as equações de Hartree-Fock utilizando cálculo numérico para o átomo de $^4$He. Posteriormente estudamos o comportamento da energia total do átomo de $^4$He utilizando o método de Hartree-Fock contido no pacote computacional Gaussian afim de obter familiaridade na utilização este pacote computacional..*

**Palavras- Chave:** Método de Hartree-Fock, $^4$He.

## I – Introdução

O objetivo central da química quântica é a obtenção de soluções da equação de Schrödinger para a determinação precisa de propriedades de sistemas atômicos e moleculares [1]. Como a solução exata em geral não é factível, torna-se necessária a utilização de métodos aproximados. Dentre os diversos métodos usados hoje em dia, o mais popular é o método de Hartree-Fock (HF), pois além de ser capaz de fornecer uma boa solução aproximada para o problema de muitos elétrons tem a vantagem de servir como um ponto de partida para outros métodos: por um lado, os métodos semi-empíricos, onde aproximações adicionais são incluídas com o propósito de reduzir o custo computacional; por outro, métodos onde à solução HF são acrescentadas correções no sentido de se aproximar da solução exata [1]. Desta forma, neste trabalho desenvolvemos as equações que caracterizam o método de Hartree-Fock a fim de obter familiaridade com este e uma noção geral desta teoria, culminando com a solução do átomo de $^4$He .

## II – Metodologia

Revisado pelo Orientador

Nesta seção, descreveremos a metodologia empregada neste trabalho: O método de Hartree-Fock.

**A – Hartree-Fock**

Em geral, encontrar a solução exata da equação de Schrödinger para muitos corpos não é tarefa factível [1]. Neste contexto, o método de Hartree-Fock é muito útil, pois, fornece a solução aproximada para a equação de Schrödinger para sistemas contendo poucos ou muitos corpos sendo de grande utilidade como ponto de partida para outros métodos que vão além dos efeitos de troca. Na teoria de Hartree somente as interações mais fortes a que estão submetidos os elétrons são consideradas na primeira aproximação, e, então, o tratamento é tornado mais exato em aproximações sucessivas que levam em conta as interações mais fracas. Dessa forma o tratamento é dividido em uma série de etapas, nenhuma delas sendo demasiadamente difícil. Os resultados certamente justificarão o esforço despendido porque com a aplicação dessa teoria é possível ter uma compreensão detalhada dos átomos, que são os constituintes de todo o universo. Além disso, os procedimentos usados são importantes por si mesmos porque constituem exemplos típicos dos que são utilizados em problemas reais de ciências e engenharia [3]. Admitindo a aproximação de Born-Oppenheimer e desprezando quaisquer efeitos relativísticos, de forma que o problema consiste em resolver a equação de Schrödinger eletrônica, temos

$$H\psi = E\psi, \tag{1}$$

onde H é dado por

$$H = \sum_i^N t_i + \frac{1}{2}\sum_{i\neq \mathbf{j}=\mathbf{1}}^N V\left(x_i x_j\right), \tag{2}$$

sendo $t_i = -\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_i^2$ o operador energia cinética e $V\left(x_i x_j\right)$ o potencial da força sentida por cada elétron devido ao núcleo do átomo e da força de interação entre cada elétron e um potencial resultante. O Hamiltoniano é escrito dessa forma, pois na primeira aproximação usada ao tratar-se um átomo multieletrônico de número atômico Z, devemos considerar a interação coulombiana entre cada um de seus Z elétrons de carga –e e seu núcleo de carga +Ze. Por causa da importância da carga nuclear, esta é a interação individual mais forte a que está submetido cada elétron. Porém, mesmo na primeira aproximação devemos também considerar as interações coulombianas entre

cada elétron e os outros elétrons no átomo. Uma maneira de simplificar os resultados é supor que cada elétron se move independentemente em um potencial resultante U (x), esfericamente simétrico onde x é a coordenada radial do elétron, relativa ao núcleo (aproximação de Born-Oppenheimer). Outra aproximação de Hartree-Fock assume que a função de onda nuclear pode ser escrita como um determinante de Slater, pelo princípio da indistinguibilidade para sistemas de férmions, no caso, elétrons, a função de onda deve ser antissimétrica quando houver uma troca de coordenadas de dois elétrons e para isso se introduz o determinante de Slater, que irá expandir a função de onda eletrônica num conjunto completo de funções determinantais [1]. O determinante de Slater é escrito como,

$$\Phi(r_1 \cdots r_N) = \begin{vmatrix} \varphi_1(r_1) & \varphi_1(r_2) & \cdots & \varphi_1(r_N) \\ \varphi_2(r_1) & \varphi_2(r_2) & \cdots & \varphi_2(r_N) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \varphi_N(r_1) & \varphi_N(r_2) & \cdots & \varphi_N(r_N) \end{vmatrix}, \quad (3)$$

em que as funções de onda $\varphi_i$'s ainda são desconhecidas; elas serão determinadas resolvendo-se as equações de Hartree-Fock. Elas são funções de coordenadas espaciais de spin de um único elétron, denominadas spin-orbitais moleculares. As funções $\varphi_i$, são funções que podem ser separadas em uma parte espacial e outra parte de spin, do tipo

$$\Phi_1(r_1) = \phi_a(r_1)\alpha(1), \quad (4)$$

$$\Phi_1(r_1) = \phi_a(r_1)\beta(1), \quad (5)$$

sendo $\phi$'s funções somente de coordenadas espaciais de um elétron, e, $\alpha$ e $\beta$ são respectivamente spin "up" e "down".

Dada a aproximação pelo determinante de Slater, o valor esperado do Hamiltoniano (a energia total) é então

$$\langle \Phi | H | \Phi^* \rangle = \sum_{i=1}^{N} \langle i|t|i\rangle + \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^{N} \langle ij|v[|ij\rangle - |ji\rangle$$

$$= \sum_{i=1}^{N} \int dy \varphi_i^*(y) \left( -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla_i^2 \right) \varphi_i(y)$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^{N} \int dy dy' \varphi_i^*(y) \varphi_j^*(y') v(y,y') \varphi_i(y) \varphi_j(y')$$

$$- \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^{N} \int dy dy' \varphi_i^*(y) \varphi_j^*(y') v(y,y') \varphi_j(y) \varphi_i(y'). \quad (6)$$

Aqui utilizaremos o método variacional. Sabemos que para uma função de onda normalizada o valor esperado do operador Hamiltoniano é um limite superior para a energia exata do sistema (eq.7).

$$\langle \Phi | H | \Phi^* \rangle = E_{\text{exata,}} \quad (7)$$

Como ainda não sabemos quais são as funções de onda que descrevem estes elétrons, nós as encontramos demandando que elas sejam o grupo de funções de onda que minimize a energia do sistema, obedecendo assim ao método variacional. Então nós dizemos que a primeira variação do valor esperado do Hamiltoniano, com respeito a todas as funções de ondas das partículas deve ser zero, ou seja,

$$\frac{\delta}{\delta \varphi_i^*(x)} \left[ \langle \varphi | H | \varphi^* \rangle - \sum_{i=1}^{N} \epsilon_i \int dy \varphi^*(y) \varphi(y) \right] = 0. \quad (8)$$

O multiplicador de lagrange, épsilon$_i$, foi adicionado para assegurar que as funções de onda se mantenham apropriadamente normalizadas.

Para realizar esta derivação, nós precisamos saber como obter derivadas com respeito às funções de onda. De um ponto de vista matemático, todas as funções de onda de Hartree-Fock são diferentes vetores de estados ortogonais no espaço de Hilbert. Nós podemos pensar na regra de variação como sendo derivação parcial no cálculo normal; se variamos uma coordenada com respeito à outra, a resposta é zero, de outro lado a resposta é um, assim

$$\frac{\delta \varphi^*(y)}{\delta \varphi_i^*(x)} = \delta_{ib}(x - y), \quad (9)$$

Por conveniência nós variamos apenas as funções de onda com asteriscos (a conjugada das funções de onda). Para realizar a variação de cada termo em 6, nós apenas utilizamos a regra do produto e consideramos os termos em que a conjugada das funções de onda (as com asterisco) estão sendo variadas. Na literatura, diz-se que é preciso se preocupar com o fato de que a força de interação entre dois corpos pode depender da função de onda mas vamos desconsiderar este caso.

Realizando as variações levando em consideração os argumentos supracitados, reagrupando os termos semelhantes e considerando que $v(x,y) = v(y,x)$ para a força entre dois núcleos, temos,

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + \sum_i \int dy \varphi_i^*(y) v(x,y) \varphi_i(y)\right] \varphi_b(x)$$

$$-\sum_i \int dy \varphi_i^*(x) v(x,y) \varphi_i(y) \varphi_b(y) = \epsilon_b \varphi_b(x). \qquad (10)$$

Introduzindo a notação para a matriz densidade de probabilidade $\rho(x,y) = \sum_{i=1}^{N} \varphi_i^*(x)\varphi_i(y)$, então, $\rho(y) = \sum_{i=1}^{N} \varphi_i^*(y)\varphi_i(y)$. Desta forma, temos,

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + \int dy \rho(y) v(x,y)\right] \varphi_b(x) - \int dy \rho(x,y) v(x,y) \varphi_b(y) = \epsilon_b \varphi_b(x). \quad (11)$$

Essa equação é conhecida como equação de Hartree-Fock. O termo que se parece com o potencial na equação de Schrödinger é um pouco estranho, pois ele depende da densidade, que depende de muitas funções de onda que estamos tentando encontrar. Isso a faz uma equação não linear. O primeiro termo, o termo local, é conhecido como potencial de Hartree. A parte não local é chamada de termo de Fock.

**B – A solução das Equações**

A solução das equações de Hartree-Fock é complicada porque o potencial depende de muitas variáveis, as funções de onda, que queremos encontrar. O esquema do procedimento é o seguinte:

1- Escolha um grupo de funções de onda tentativa $\{\varphi_i(x)\}$;
2- Construa a densidade $\rho(x,y) = \sum_{i=1}^{N} \varphi_i^*(x)\varphi_i(x)$ e então o potencial $u(x)$;
3- Resolva a equação de autovalores

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + u(x)\right)\varphi_b(x) = \epsilon_b\varphi_b(x) \qquad (12)$$

Que retornará em princípio infinitos grupos de autovalores e autofunções;

4- Selecione o orbital N mais baixo (de menor energia) para utilizar na nova solução. Se este for igual ao usado no passo 2, as funções de onda autoconsistentes de Hartree-Fock foram encontradas. De outra forma, pegue a nova solução e a utilize novamente no passo 2 e repita os procedimentos 3 e 4.

Como se pode perceber no algoritmo é necessária a criação do potencial a partir da densidade, detalharemos melhor este procedimento utilizando o exemplo em que o potencial depende da densidade, assim como segue,

$$V(r_1, r_2) = a\delta(r_1 - r_2) + b\rho\left(\frac{(r_1+r_2)}{2}\right)\delta(r_1 - r_2). \qquad (13)$$

Aqui $a$ e $b$ são parâmetros que podem ser ajustados com um fit data. Para simplificar consideraremos apenas o termo de Hatree, esta é uma aproximação frequentemente usada, ao fazer isso desconsideramos o último termo em (6). O valor esperado para o potencial é então,

$$\langle V\rangle = a\iint dr_1 dr_2\, \rho(r_1)\rho(r_2)\,\delta(r_1 - r_2)$$

$$+ b\iint dr_1 dr_2\, \rho(r_1)\rho(r_2)\rho\left(\frac{(r_1+r_2)}{2}\right)\delta(r_1 - r_2). \qquad (14)$$

A função delta nos permite realizar a integração destes termos, pois ela só assumirá valores diferentes de zero quando $r_1$ e $r_2$ forem iguais, sendo assim temos,

$$\langle V\rangle = a\int dr\,\rho^2(r) + a\int dr\,\rho^3(r). \qquad (15)$$

Agora realizamos a variação de $\rho(r)$ com respeito aos estados HF das partículas;

$$\frac{\delta}{\delta\varphi_b^*(x)}\rho(r) = \delta(r - x)\varphi_b(r) \qquad (16)$$

logo o valor esperado do potencial é,

$$\langle V\rangle = 2a\int dr\,\rho(r)\varphi_b(r)\delta(r - x) + 3b\int dr\,\rho^2(r)\varphi_b(r)\delta(r - x)$$

$$= (2a\rho(x) + 3b\rho^2(x))\,\varphi_b(x). \qquad (17)$$

E então podemos escrever a equação de HF como

$$\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + [2a\rho(x) + 3b\rho^2(x)]\right)\varphi_b(x) = \epsilon_b\varphi_b(x) \qquad (18)$$

onde substituímos o potencial pelo valor esperado do potencial que depende apenas da densidade e dos parâmetros $a$ e $b$. Agora precisamos resolver a Eq. (18), para isto é necessário fornecer a função de onda e os parâmetros $a$ e $b$ para assim construir o potencial a partir da Eq. (17).

O passo seguinte é resolver a equação de auto valores, mas como se pode imaginar, a frase "Resolva a equação de autovalores" esconde algumas complicações, e o algoritmo sempre precisa ser refinado para se encontrar o valor mínimo. Lembre que estamos utilizando o princípio variacional para encontrar um ponto estacionário de energia.

O problema é que o potencial obviamente depende dos detalhes da distribuição de carga dos elétrons, e esta não é conhecida antes de serem obtidas soluções para a equação de Schrödinger que contém o potencial resultante. Porém, é possível tratar esse problema exigindo-se que o potencial resultante seja autoconsistente. Isto é, ao calcular a distribuição de carga eletrônica a partir do potencial resultante correto e usando essa distribuição de carga, calcula-se o potencial resultante, exige-se que este potencial (final) seja o mesmo que aquele (inicial) usado para determinar a distribuição de carga [3].

Um método prático para se descobrir iterativamente as funções de onda é o seguinte; durante o processo entre a função de onda inicial (tentativa) e o correto HF autoestado final, cada estado de partícula única pode ser expandido em bases, de ainda desconhecidos, HF estados,

$$\psi_i(x) = \sum_a c_{ai}\varphi_a(x) \qquad (19)$$

então, agimos nesta função de onda com o operador Hamiltoniano de Hartree-Fock construído, que nos fornece a energia cinética mais o potencial $u(x)$ de HF,

$$e^{-\delta(\hbar - \varepsilon_i)\psi_i(x)} \qquad (20)$$

onde $\delta$ é um parâmetro, $\varepsilon_i$ é o valor esperado de $\hat{h}$ no estado $\psi_i(x)$. Desde que $\psi_a(x)$ sejam, os autovalores de $\hat{h}$,

$$e^{-\delta(\hat{h}-\varepsilon_i)}\psi_i(x) = \sum_a c_{ai} e^{-\delta(\hat{h}-\varepsilon_i)}\varphi_a(x)$$

$$= \sum_a c_{ai} e^{-\delta(\varepsilon_a-\varepsilon_i)}\varphi_a(x) \qquad (21)$$

Então o estado de mais alta energia (no qual não estamos interessados) será removido da função de onda de prova $\varphi_a(x)$ devido à exponencial. O estado HF de mais baixa energia ,com o mais baixo $\varepsilon_a$ permanecerá e dominará, após algumas interações o valor de $\varepsilon_i$, a energia do estado de prova converge para $\varepsilon_a$.

**III - Resultados**

No intuito de compreender como é o processo computacional envolvido na solução das equações de Hartree-Fock, recriamos um algoritmo desenvolvido em [2] com o qual foi possível resolver as equações de Hartree-Fock para um átomo de $^4$He esfericamente simétrico na ausência da interação Coubombiana, neste caso as quatro partículas que constituem o átomo possuem autoestados idênticos. Foi possível obter resultados para energia cinética, a forma do potencial e a energia total do sistema de $^4$He.

Vimos na seção anterior que no método HF é necessário fornecer a função de onda inicial do sistema, para o nosso problema em particular usamos a seguinte função de onda

$$\varphi = \frac{x}{1.4} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{1.4}\right)^2} \qquad (22)$$

onde x é a distância do elétron ao núcleo. Realizando o cálculo autoconsistente de acordo com algoritmo mencionado acima, calculamos a densidade de probabilidade $\rho(x,y) = \sum_{i=1}^{N} \varphi_i^*(x)\varphi_i(x)$ Fig. 1. De posse da densidade de probabilidade obtemos o potencial $u(x) = 2 * (-409)\rho + 3 * 1093 * \rho^2$. Com $a = -409$ e $b = 1093$, os parâmetros $a$ e $b$ deverão ser ajustados para o obter o acordo com os dados experimentais.

Mesmo sendo o mais simples possível, o algoritmo utilizado demonstra de maneira bem precisa qual é o processo computacional realizado para se resolver as equações de

Hartree-Fock, primeiramente iniciamos o processo com uma função de onda tentativa $\varphi_i$, e com ela construímos a densidade.

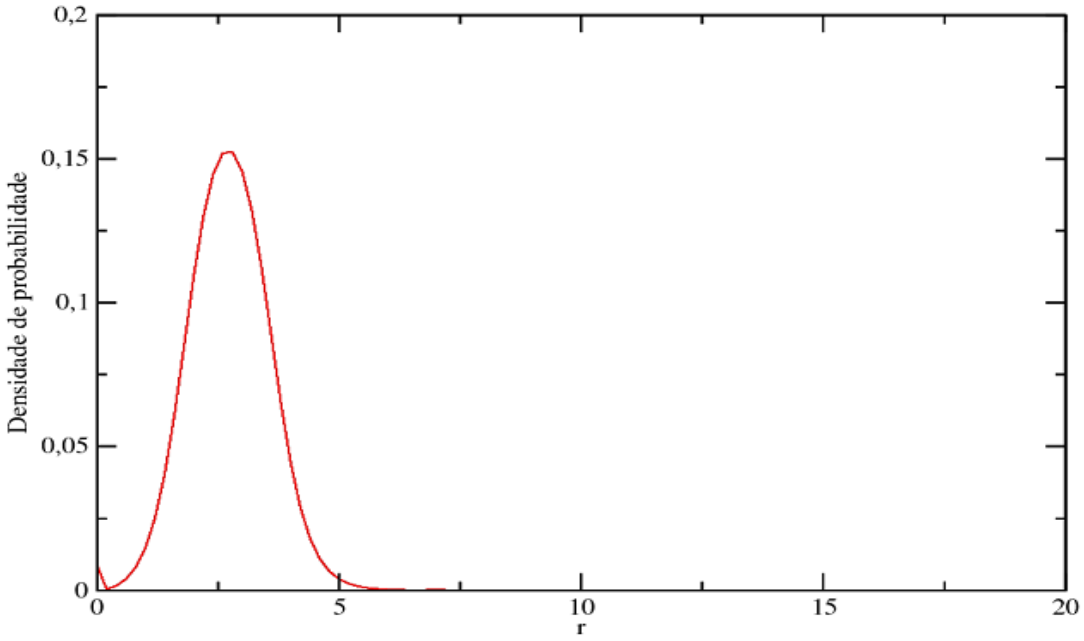



*Fig.I. Densidade de probabilidade* $\rho(x,y) = \sum_{i=1}^{N} \varphi_i^*(x)\varphi_i(x)$ *calculada após se obter as funções de onda autoconsistentes de HF.*

De posse da densidade de probabilidade construímos o potencial $u(x)$ que foi utilizado para calcular o hamiltoniano do sistema, isto é a energia total.

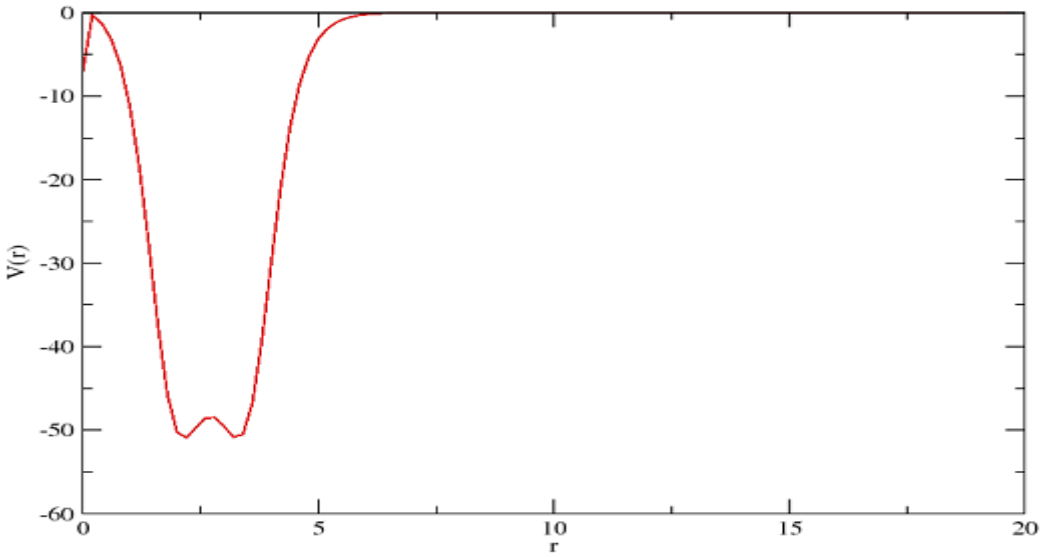



*Fig.II Potencial* $u(x)$ *a que estão submetidos os elétrons, utilizado para se obter a energia total para o átomo de* $^4He$. *A forma final do potencial foi obtida após obter as funções de onda autoconsistentes de HF.*

Para cada interação HF a parte cinética do operador hamiltoniano atua na função de onda tentativa e retorna seu autovalor, ou seja, a energia cinética. Na Fig. III percebemos que o valor da energia cinética diminui de acordo com o aumento do número de interações até atingir um valor aproximadamente constante, cerca de 0,29 unidades atômicas que equivale a aproximadamente 8 eV, este valor foi obtido após cerca de 4300 interações HF. Ou seja, as funções de onda autoconsistentes de Hartree-Fock foram encontradas ao repetir os passos do algoritmo citado acima, cerca de 4300 vezes.

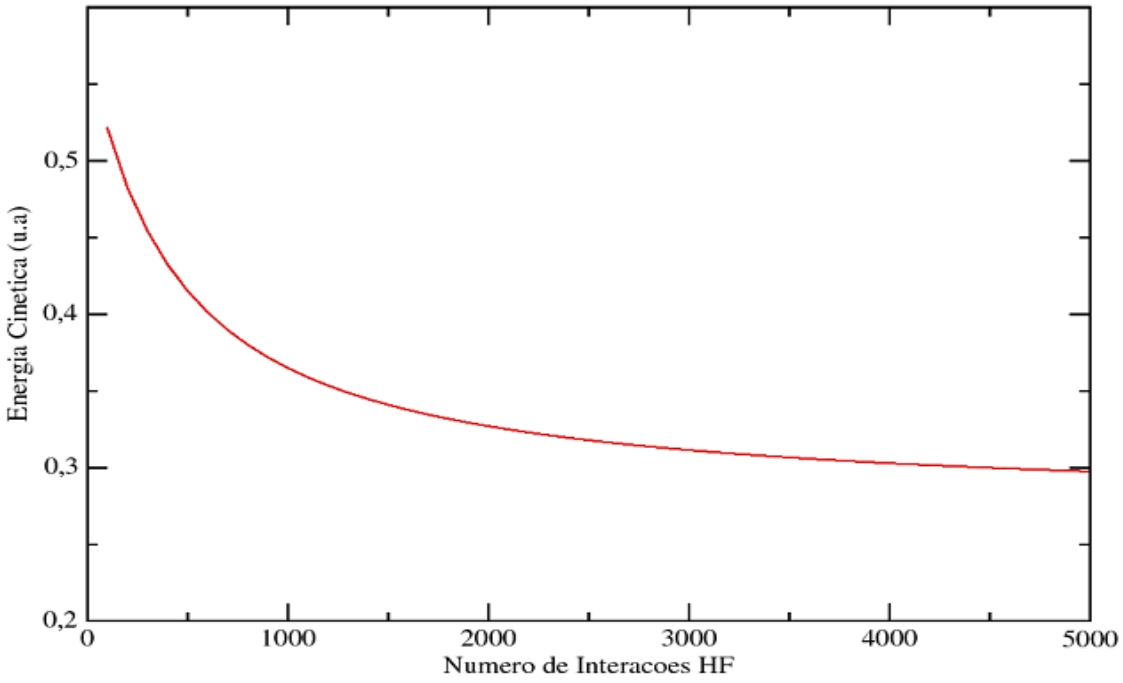



*Fig. III Energia Cinética* $-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_i^2$ *(u.a) em função do número de interações HF.*

Percebemos comportamento semelhante para a energia total do sistema, ou seja, o operador energia total, energia cinética mais energia potencial, atua na função de onda tentativa e retorna seu autovalor, isto é, a energia total. Na figura IV observamos que o valor da energia total diminui de acordo com o número de interações até atingir um valor aproximadamente constante igual a 1,3 hartree que equivale a aproximadamente 35 eV, este valor foi atingido após cerca de 4300 interações.

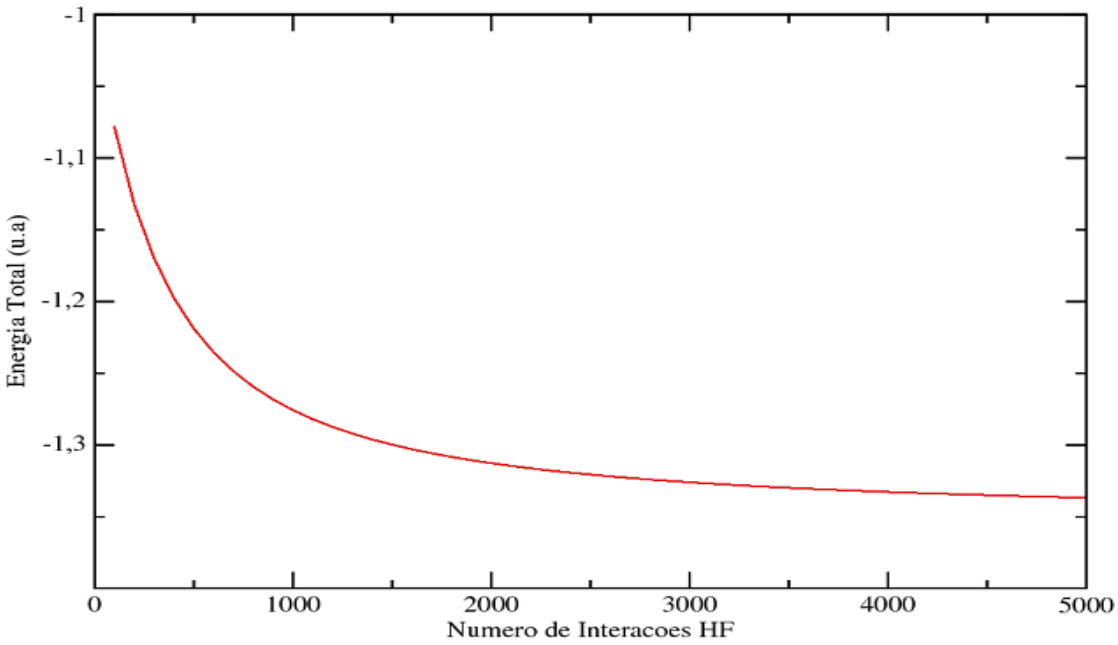



*Fig. IV Energia total (Cinética mais potencial) do átomo de $^4$He em função do número de interações HF.*

Para verificar a convergência da energia total realizamos um processo autoconsistente com base na função de onda do sistema, ou seja, fazemos a diferença de energia obtida usando a função de onda no passo atual com a energia obtida usando a função de onda no passo anterior. Esse processo nos permite simultaneamente convergir para o valor da energia total do sistema bem como para sua função de onda.

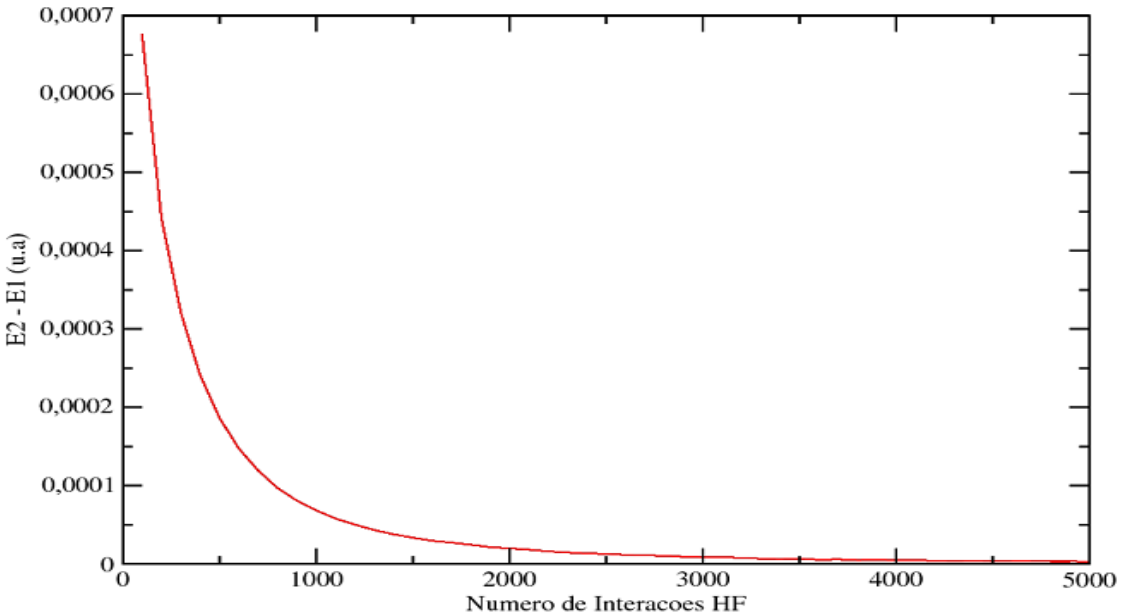



*Fig. V – Convergência da energia do átomo de $^4$He em função do número de interações HF.*

A figura V mostra que a energia total do sistema em função do número de interações HF tende a ficar constante a partir de aproximadamente 4300 interações, significando que as funções de onda autoconsistentes de Hartree-Fock foram atingidas. Ao serem atingidas as funções de onda autoconsistentes, obtidas de acordo com o critério de convergência citado anteriormente, o algoritmo imprime a densidade Fig.I e o potencial Fig. II, que foram utilizados para o cálculo do valor final da energia cinética e energia total do sistema de $^{4}$He. Imprime também os valores das suas energias cinética e total.

Ainda no intuito de compreender o funcionamento da teoria de Hartree-Fock utilizamos o pacote computacional Gaussian para fazer o cálculo de Hartree-Fock da energia total do átomo de Hélio em função do conjunto de funções base (onde a correlação eletrônica não é levada em conta). Para o nível HF utilizamos cinco funções-base, STO-3G, 3-21G, 6-21G, 4-31G e 6-31G.

Abaixo descrevemos um exemplo de "input" para um cálculo simples do átomo isolado, no caso o He, usando o pacote Gaussian:

%mem=4000MB

%chk=he_hf.chk

#p hf/6-31g opt

formcheck=(Basis,Mo)

He

0 1

He 0.000000 0.000000 0.000000

Os dados importantes estão localizados nas linhas 3, 6 e 7, a linha 3 refere-se ao método/função-base, no caso do arquivo "input" este está configurado com o método Hartree-Fock, com a função-base 6-31G e o objetivo do cálculo é de otimizar a estrutura (opt). Na linha 6 informamos a carga e a multiplicidade do sistema, no exemplo tem-se uma estrutura neutra (carga 0) e multiplicidade 1, (spin=0). Na linha 7 informamos o tipo de átomo para o qual os cálculos vão ser realizados e as três coordenadas do mesmo, no caso temos o átomo de Hélio na origem do sistema.

A tabela I apresenta os resultados obtidos para a energia total em unidades atômicas para o átomo em questão para diferentes conjuntos de funções-base.

| Conjunto de funções – base | Energia total (u.a) |
|---|---|
| STO-3G | -2.80778395662 |
| 3-21G | -2.83567987364 |
| 6-21G | -2.83567987364 |
| 4-31G | -2.85516042613 |
| 6-31G | -2.85516042613 |

*Tabela I – Energia total em (u.a) para o átomo de Hélio ($^4$He) em função do conjunto de funções-base utilizados.*

Os dados mostram que há convergência da energia total com aumento do tamanho da base, percebemos que os valores da energia total para os conjuntos de funções-base 4 31G e 6-31G foram iguais, indicando que o conjunto de funções-base 4-31G é capaz de caracterizar o átomo de $^4$He pois é mais simples que o conjunto de funções-base 6-31G, com um custo computacional mais baixo.

**IV – Conclusão**

Neste trabalho estudamos o comportamento da energia total do átomo de $^4$He utilizando o método de Hartree-Fock, primeiramente desenvolvendo o código HF com base na Ref. [2] e posteriormente utilizando o pacote computacional Gaussian. Os resultados obtidos com a utilização do pacote computacional Gaussian concordam com a literatura, já os resultados obtidos com a execução do nosso programa ficou distante. Atribuímos a diferença de resultados ao ajuste dos parâmetros a e b do potencial, pois eles ainda não foram testados o suficiente para que os dados fiquem de acordo com a literatura, mas estamos confiantes que isto é possível.

**V – Referências Bibliográficas**

[1] M. A. Castro e S. Canuto, "O método de Hartree-Fock: Métodos de Química Teórica e Modelagem Molecular" editores: Nelson H. Morgon e Kaline Coutinho, Editora Livraria da Física-São Paulo, pág.1-27, (2007).

[2] P. D. Stevenson, "Hartree-Fock Approximation in Nuclear Structure: A Primer NUSTAR'05 Neutron-Rich Minischool University of Surrey, (2005).

[3] Eisberg e Resnick "Física Quântica: Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos e Partículas". Editora Elsevier – 24ª tiragem.

[4] R. J. Nedds, M. D. Towler, N. D. Drummond and P. Lopez, J. Phys. Condensed Matter **22**, 023201 (2010).

[5] X. –B. Wang, C. –F. Ding , L. –S. Wang, A. I. Boldyrev e J. Simons – "First experimental photoelectron spectra of superhalogens and their theorical interpretations" – J. Chem. Phys., **110**, No. 10. (1999).

# Fatores geradores de (in)satisfação no trabalho de profissionais da enfermagem no Brasil: revisão integrativa

Orientador: Maria Alves Barbosa
Orientando: Dâmaris Sarom Pinheiro
Marcus Antônio de Souza
Márcia Borges de Melo

Faculdade de Enfermagem – www.fen.ufg.br

**RESUMO**

A satisfação no trabalho é conceituada como um estado emocional prazeroso que resulta da avaliação que o individuo faz das atividades de trabalho, podendo influenciar sua atitude em relação à vida, a família, na qualidade do seu trabalho e na produtividade, bem como diretamente na assistência prestada aos pacientes. Torna-se importante, para o desenvolvimento da qualidade dos serviços da saúde e da enfermagem, reflexão aprofundada sobre o tema. Objetivou-se neste estudo analisar as evidências científicas referentes à satisfação no trabalho da equipe de enfermagem brasileira que atuam em ambiente hospitalar. Trata-se de revisão integrativa da literatura nas bases de dados LILACS, MEDLINE e Biblioteca Cochrane, utilizou-se a Prática Baseada em Evidências como referencial teórico-metodológico. Encontrou-se 08 publicações todas com nível IV de evidência, categorizadas em: satisfação no trabalho e insatisfação no trabalho. Alguns fatores de satisfação encontrados foram: o trabalho diurno, escolha da instituição, o relacionamento interpessoal com os colegas, ambiente de trabalho, a autonomia, o salário, a carga horária de trabalho, a flexibilidade na escala. Fatores de insatisfação: salário, as condições de trabalho, a rotina diária, estrutura inadequada, sobrecarga de trabalho, insuficiência de material e equipamentos, precariedade e/ou inadequação de recursos humanos e materiais, desvalorização profissional, a falta de incentivo. Conclui-se que a satisfação no trabalho é determinada por uma complexa rede de fatores, podendo variar conforme o grupo e a instituição estudada. Sugerem-se a realização de mais estudos sobre os fatores de (in)satisfação no trabalho e a implementação de ações coletivas que busquem minimizar e/ou resolver os problemas identificados para promover a satisfação dos trabalhadores da equipe de enfermagem.

PALAVRAS-CHAVE: Satisfação no Trabalho, Atenção Terciária à Saúde, Recursos Humanos de Enfermagem no Hospital, Enfermeiros, Pessoal de Saúde, Equipe de Enfermagem.

## INTRODUÇÃO

O trabalho em saúde é um exercício coletivo cuja finalidade é a promoção da saúde das pessoas, famílias e comunidade. É permeado por ações técnicas e interpessoais que podem repercutir diretamente na saúde mental do trabalhador (GLANZNER; OLSCHOWSKY; KANTORSKI LP, 2011).

Em si, não é fator de adoecimento, mas seu contexto e determinadas condições em que ocorre, podem causar (in) satisfação em quem o realiza, interferindo na qualidade de suas intervenções.

Na maioria dos setores da economia o aumento do capital e da tecnologia contribuiu para reduzir a mão-de obra. No entanto, o setor de saúde tem mostrado sua singularidade: o impulso de capital e de tecnologia tem aumentado a mão-de-obra. A elevação do custo em saúde devido às novas demandas de proporcionar mais saúde à população passou a exigir profissionais de saúde em maior quantidade, melhor qualificado e remunerado (ABEN, 2006).

A Carta de Ottawa, elaborada em 1986, durante a Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde defende que o trabalho, assim como o lazer, deveriam ser fontes de saúde para o homem, embora a realidade tenha se mostrado diferente. Ao longo dos séculos, o trabalho para grande parte da humanidade, tem se tornado fonte de dor, adoecimento e morte, devido à exploração a que as pessoas tem se submetido (BRAGA, et al., 2010).

Na área de saúde, vale pensar no trabalho de quem cuida, em especial o trabalhador da equipe de Enfermagem, à qual somam-se os relacionamentos interpessoais prejudicados, sobrecarga de trabalho, baixa remuneração, falta de valorização, longas jornadas e más condições de trabalho. Tal realidade tem interferido diretamente na saúde psíquica do trabalhador gerando consequente insatisfação no trabalho (LIMA; et al., 2009), podendo trazer consequências pessoais e no cuidado prestado (GLANZNER; OLSCHOWSKY; KANTORSKI, 2011).

Adicionalmente, fatores como as precárias condições de trabalho incluindo a deficiência de recursos materiais e humanos e as instalações físicas inadequadas, contribuem significativamente para a insatisfação no trabalho e maior impacto sobre a saúde do trabalhador (REBOUÇAS, et al. 2007).

A definição de satisfação no trabalho é complexa, entretanto, pode ser considerada como um estado emocional prazeroso que resulta da avaliação que o individuo faz das atividades de trabalho, lhe permitindo obter resultados que contemplem suas necessidades físicas, psicológicas e emocionais. A satisfação no trabalho é somente uma das tantas variáveis na complexidade humana (MARTINS, 2007). Ela produz uma variedade de consequências para os indivíduos, que podem afetar sua atitude em relação à vida, a família, bem como influenciar diretamente na assistência prestada aos pacientes.

As consequências negativas da insatisfação no trabalho, provavelmente estão ligadas ao comprometimento da saúde física e mental dos trabalhadores, stress, absenteísmo, baixa produtividade e desempenho, inércia organizacional e dificuldade de implantação de programas de melhoria de qualidade, trazendo prejuízos ao funcionamento do serviço (CODA, 1997). Trabalhadores insatisfeitos têm maior tendência ao adoecimento, manifestando enxaquecas, problemas vasculares e psicológicos (MARTINS, ROBAZZI E PLATH, 2007).

Pesquisa sobre a qualidade de vida no trabalho de profissionais de enfermagem, atuantes em unidades do bloco cirúrgico, evidenciou que a insatisfação pode apresentar consequências para o desenvolvimento do trabalho tais como absenteísmo, prejuízo para a qualidade das atividades prestadas pela equipe de enfermagem, aumento do numero de acidentes de trabalho, falta de interesse no desenvolvimento profissional e apatia, que refletem na assistência de enfermagem (SCHMIDT E DANTAS 2006).

Por outro lado, a satisfação no trabalho envolve aspectos multifatoriais e influencia a saúde, qualidade de vida e comportamento do trabalhador, conferindo a satisfação do usuário e eficácia no funcionamento dos serviços (MARTINEZ E PARAGUAY, 2004). Além disso, o trabalhador satisfeito apresenta melhor rendimento, baixos percentuais de absenteísmo, exerce suas funções com prazer, produz e articula um ambiente de trabalho harmônico (BACKE, LUNARDI FILHO E LUNARDI, 2006).

Pesquisa realizada entre técnicos de enfermagem de um hospital universitário revelou que os fatores geradores de (in)satisfação estavam ligados ao salário, relacionamento com colegas, carga horária de trabalho, flexibilidade na escala, ambiente de trabalho, facilidade de negociação com a gerência, liderança do gerente, organização do serviço, relacionamento com enfermeiros, estrutura da unidade, presença de acadêmicos e a presença de familiares trabalhando no hospital (ABRAÃO, et al. 2010).

Conhecer os fatores que interferem na (in) satisfação no trabalho da equipe de enfermagem possibilita identificar problemas vivenciados pelos profissionais e incentivá-los a

buscar contínuas melhorias no trabalho, trazendo aos pacientes, familiares, e à instituição onde trabalham. Esta revisão torna-se útil à medida que possibilita reflexões entre profissionais e gestores de instituições de saúde sobre o contexto do trabalho, contribuindo, indiretamente, para a prestação de serviços com qualidade.

Não se conhecem as evidências científicas sobre a satisfação no trabalho da equipe de enfermagem no Brasil, no período de 2007 a 2012. Como estariam descritas ? Para o conhecimento desta realidade, optou-se pela revisão integrativa, método que possibilita a síntese e a analise do conhecimento cientifico produzido sobre determinado tema para sua incorporação na pratica (SILVEIRA; GALVAO, 2005). A eficiência da assistência de enfermagem depende de uma base solida de pesquisa e conexão de seus resultados com a pratica clínica resultando em melhora na qualidade da assistência, tal como proposto pela Pratica Baseada em Evidencias (PBE) (SILVEIRA, 2005; MENDES, SILVEIRA, GALVAO,2008).

## OBJETIVOS

- Descrever a satisfação no trabalho de profissionais de Enfermagem que atuam em ambiente hospitalar no Brasil, a partir da produção científica publicada no período de 2007 a 2012.
- Categorizar por níveis de evidência as publicações analisadas sobre a satisfação no trabalho de profissionais de Enfermagem que atuam em ambiente hospitalar no Brasil, no período de 2007 a 2012.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, fundamentada nos estudos de Ganong (1987), Broome (2000) e Whittemore (2005). Para Knalf (2005) esse método de revisão, devido à sua especificidade, permite a inclusão de diversos delineamentos de pesquisas (experimentais, quase experimentais e não experimentais), abrangendo a literatura teórica e empírica, constituída por seis etapas: identificação do problema ou questionamento, estabelecimento de critérios de inclusão/exclusão de artigos (seleção da amostra), definição das informações a serem extraídas dos artigos selecionados, análise das informações, interpretação dos resultados e apresentação da revisão. A questão delineadora desse trabalho foi: quais são as evidências científicas sobre a satisfação no trabalho da equipe de enfermagem no Brasil, no período de 2007 a 2012?

A busca pelos artigos foi realizada nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem (MEDLINE), na Biblioteca Cochrane, por meio dos seguintes descritores em ciências da saúde: satisfação no trabalho, Atenção Terciária à Saúde, Serviços de Enfermagem, auxiliares de enfermagem, Serviço Hospitalar de Enfermagem, Recursos Humanos de Enfermagem, Recursos Humanos de Enfermagem no Hospital, Enfermeiros, Pessoal de Saúde, Equipe de Enfermagem, Enfermeiras.

O levantamento das publicações nas bases de dados ocorreu, concomitantemente, entre os meses de março e maio de 2013. Os critérios para a inclusão das publicações na presente revisão integrativa foram: artigos disponíveis eletronicamente, na íntegra, que abordaram a satisfação no trabalho de enfermeiros, técnicos em enfermagem e/ou auxiliares de enfermagem brasileiros; artigos publicados em português, espanhol e inglês, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2012, referentes à satisfação no trabalho da equipe de enfermagem no Brasil. A análise e síntese dos dados foram realizadas após tradução e leitura exaustiva dos artigos. Os dados extraídos foram transcritos para o instrumento proposto e validado por Ursi (2005), possibilitando o detalhamento de cada estudo, sendo organizados por planilhas em ordem numérica crescente, no programa Microsoft Excel 2007, de acordo com o ano de publicação e o título da pesquisa.

Os resultados foram apresentados na forma descritiva, em três etapas. A primeira consistiu da descrição dos dados de identificação das publicações (autores, ano), do Estado e instituição sede do estudo e do tipo de revista científica escolhida para divulgação dos resultados. Na segunda, foram avaliadas as características metodológicas dos estudos, classificando-os de acordo com o delineamento de pesquisa e nível de evidências, proposto por Stetler et al.(1998). E, na terceira etapa, foi descrita a satisfação no trabalho da equipe de enfermagem no Brasil. Para tanto, os resultados foram agrupados em duas categorias: Satisfação no trabalho e Insatisfação no trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 7.429 textos, dos quais 29 foram pré-selecionados. Ao aplicar o instrumento de coleta de dados apenas 08 atenderam aos critérios de inclusão do estudo e foram analisados. Todos foram encontrados na Base LILACS. Entre eles, 04 se repetiram na Base MEDLINE e 01 foi encontrado também na COCHRANE, conforme figura 01.

Figura 1 – Distribuição das publicações sobre a satisfação no trabalho da equipe de enfermagem no Brasil, segundo bases de dados, títulos, autores, formação profissional dos autores e ano de publicação.

| Número do estudo | Base de dados | Título | Nível de evidência | Autores | Formação profissional dos autores | Ano |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | LILACS | O Enfermeiro psiquiátrico numa instituição estatal: estudo exploratório descritivo | IV | Saidel, Toledo, Amaral, Duran | Enfermagem | 2007 |
| **2** | LILACS | O impacto do trabalho em saúde mental: transtornos psiquiátricos menores, qualidade de vida e satisfação profissional. | IV | Marco, Cítero, Moraes, Nogueira-Martins | Não mencionado | 2008 |
| **3** | LILACS MEDLINE | O trabalho em saúde mental: um estudo de satisfação e impacto | IV | Rebouças, Abelha, Legay, Lovisi | Não mencionado | 2008 |
| **4** | LILACS MEDLINE COCHRANE | Public psychiatric services: job satisfaction evaluation | IV | Ishara, Bandeira, Zuardi | Não mencionado | 2008 |
| **5** | LILACS | Caracterização, motivação e nível de satisfação dos técnicos de enfermagem de um hospital universitário | IV | Abraão, Bezerra, Branquinho, Paranaguá | Enfermagem | 2010 |
| **6** | LILACS | Fatores de insatisfação no trabalho segundo a percepção de enfermeiros de um hospital universitário | IV | Jeong, Kurcgant | Enfermagem | 2010 |
| **7** | LILACS MEDLINE | Satisfação no trabalho da equipe de enfermagem: revisão integrativa | IV | Melo, Barbosa, Souza | Enfermagem | 2011 |
| **8** | LILACS MEDLINE | Satisfação no trabalho: indicador de qualidade no gerenciamento de recursos humanos em enfermagem. | IV | Siqueira, Kurcgant | Enfermagem | 2012 |

Figura 2. Identificação dos artigos analisados segundo os fatores de satisfação e insatisfação encontrados no trabalho.

| FATORES DE SATISFAÇÃO | | FATORES DE INSATISFAÇÃO | |
|---|---|---|---|
| **Fatores** | **Identificação dos artigos** | **Fatores** | **Identificação dos artigos** |
| Qualidade nos serviços prestados | 2,3,4 | Salario | 6,7,8 |
| Relacionamento nos serviços | 2,3,4 | Maior tempo de trabalho na instituição | 1,2 |
| Participação da equipe no serviço | 2,3 | Carga horária acima de 20 horas semanais | 2 |
| Condições de Trabalho | 4 | Condições de trabalho | 1,2,3,5,6,7 |
| Trabalhar no período diurno | 4 | Rotina diária | 1 |
| Maior tempo de trabalho e idade | 4 | Monotonia no trabalho desenvolvido pelos enfermeiros | 1 |
| O fato de escolher a instituição | 1 | Estrutura da unidade | 5 |
| Relacionamento interpessoal com os colegas | 5,7,8 | Não conseguir realizar tudo o que gostariam ou que deveriam desenvolver | 6 |
| Salário | 5 | Falta de autonomia | 6 |
| Carga horária de trabalho | 5 | Precariedade e/ou inadequação de recursos humanos e materiais | 6 |
| Flexibilidade na escala e o ambiente de trabalho | 5 | Sobrecarga de trabalho | 7 |
| Autonomia | 8 | Insuficiência de material e equipamentos | 7 |
| Status profissional | 8 | Falta e/ou normas e rotinas fora da realidade do serviço | 7 |
| | | Carência de conhecimento da população sobre utilização serviço | 7 |
| | | Falta de interação entre equipes | 06, 07 |
| | | Insegurança | 6 |
| | | Trabalhar nos fins de semana, feriados e nos plantões noturnos. | 6 |
| | | Desvalorização profissional | 7 |
| | | Falta de incentivo, pouco estímulo para o trabalho | 7 |
| | | Falta de interação com outras unidades de saúde | 7 |
| | | Falta de compromisso dos colegas | 7 |
| | | Local de trabalho | 4 |
| | | Maior escolaridade | 3,4 |

Dentre os artigos analisados, 06 (75%) tiveram como cenário de estudo a região Sudeste, 02 (12,5%) a região Centro-Oeste, sendo 01 (12,5%) Revisão Integrativa, realizada em Goiânia. A maioria (07) são artigos descritivos, com abordagem quantitativa, 01 dos estudos trata-se de pesquisa qualitativa realizada apenas com enfermeiros.

Os idiomas de publicação dos artigos foram 07 (87,5%) em português e 01 (12,5%) em inglês. Quanto ao delineamento metodológico, 02 (25%) dos estudos trabalha com a investigação qualitativa e 06 (75%) são estudos descritivos, com abordagem quantitativa. Todos foram encontrados em periódicos nacionais, 02 na Revista Gaúcha de Enfermagem, 01 no Jornal Brasileiro de Psiquiatria, 01 no Caderno de Saúde Pública, 01 na Revista Brasileira de Psiquiatria, 01 na Revista de Enfermagem UERJ, 01 na Revista Latino Americana de Enfermagem e 01 na Revista de Escola de Enfermagem da USP.

Segundo os níveis de Evidência proposto por Estetler, et al., (1998) encontrou-se nível IV em 100% dos textos. Lembrando que a qualidade da evidencia expressa a força de sua recomendação, assim um estudo classificado no nível I possui forte recomendação e no nivel VI possui recomendação restrita.

Quanto aos instrumentos utilizados para mensurar a satisfação no trabalho, 02 utilizaram o ESCALA DE AVALIAÇÃO DA EQUIPE EM SERVIÇOS DE SAÚDE MENTAL (SATIS-BR), 01 utilizou o SATIS-BR abreviada, 01 utilizou um instrumento de Revisão Integrativa (URSI, 2005), 01 utilizou o Index of Work Satisfaction (IWS), e o ÍNDICE DE SATISFAÇÃO PROFISSIONAL (ISP) e 02 utilizaram questionários com questões abertas e fechadas produzidas pelos próprios autores e 01 utilizou questões abertas, também elaboradas pelos autores. Isso indica que não há uniformidade nas pesquisas realizadas o que dificulta a comparação dos resultados.

**Fatores de Satisfação no Trabalho**

Nos textos 2, 3 4 utilizou-se o instrumento SATIS-BR para mensurar a satisfação no trabalho e em todos foi médio o nível de Satisfação Global (entre 3,26 e 3,59). Todos destacaram as subescalas Qualidade dos Serviços Prestados e Relacionamento no Serviço como os maiores escores (3,89; 3,45 e 3,48, respectivamente). Os texto 2 e 3 destacaram ainda as subescalas Participação da Equipe no Serviço com os escores 3,25 e 3,20, respectivamente. O texto 4 destacou a subescala Condições de Trabalho (2,97). Esse texto salientou também os seguintes fatores relacionados à satisfação: a equipe que trabalha no período diurno se apresentou mais satisfeito do que a equipe que trabalha no período noturno e quem tinha mais tempo de trabalho e maior idade apresentou-se mais satisfeito.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Leal, Bandeira, Azevedo (2012), que pesquisaram 15 profissionais de saúde (psicólogos, médico psiquiatra, enfermeiro, farmacêutico, auxiliares de enfermagem, entre outros) que atuavam no Centro de Atenção Psicossocial (Caps). Aplicaram as escalas Impacto-BR e Satis-BR e constataram Satisfação Global média foi de 3,86 e a Satisfação com o Serviço 4,0. Nas subescalas Participação no Serviço foi 3,37. A satisfação dos profissionais foi mais elevada com relação às condições de trabalho (4,43) e relacionamento com as pessoas no serviço (4,11).

Silveira, et al., (2012) destacou em seu estudo com 13 trabalhadores de enfermagem que atuam em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) o trabalho desenvolvido em equipe nesse local e o apoio entre os colegas como fatores de satisfação no trabalho.

Em relação ao turno de trabalho, Girondi, Gelbcke (2011) identificaram junto a enfermeiros de um hospital universitário que a maioria relatou satisfação pela possibilidade de ter outra renda com o trabalho noturno.

O texto 1, em que se investigou enfermeiros que atuam em uma instituição pública psiquiátrica destacou-se a escolha da Instituição como fator de satisfação profissional. 86% dos enfermeiros relataram estar satisfeitos com a escolha da instituição.

Os textos 5, 7 e 8 destacaram o relacionamento interpessoal com os colegas como fator de satisfação. O texto 5 investigou 185 Técnicos de Enfermagem de um Hospital público, o texto 7 trata-se de uma Revisão Integrativa, que analisou 17 artigos que tratam da Satisfação no Trabalho da Enfermagem brasileira e o texto 8 Investigou a satisfação no trabalho de 10 Enfermeiros gerentes e 39 Enfermeiros assistenciais de um hospital público.

O texto 5 destacou também os seguistes fatores de satisfação: salário, a carga horária de trabalho, flexibilidade na escala e o ambiente de trabalho. O texto 8 destacou a autonomia e o status profissional como fatores de satisfação.

Santosa et al., (2011) estudaram 59 profissionais de saúde mental (médicos, psicólogos, assistentes sociais, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, terapeutas ocupacionais e técnicos em reabilitação) que atuam no Serviço de Psiquiatria no estado do Pará. Eles utilizaram os IMPACTO-BR e SATIS-BR. Identificaram maiores níveis de satisfação entre os profissionais com renda superior a 10 salários mínimos (3,75) e a maioria apontou o trabalho em equipe, o companheirismo e a amizade como fatores de satisfação.

Em uma revisão da literatura acerca dos fatores relacionados ao estresse e à satisfação entre os profissionais de enfermagem que trabalham nos serviços de emergência no Brasil, a satisfação profissional da equipe de enfermagem está relacionada também a fatores

emocionais e pessoais. A escolha pela profissão e a escolha adequada do local de trabalho é um fator que influencia de forma positiva na satisfação e produtividade (SILVA et al., 2011).

Para Nunes, et al., (2010) destacaram uma correlação satisfação-flexibilidade entre a flexibilidade na escolha das folgas e a pouca rotatividade no trabalho.

Enfermeiros de um Hospital Universitário do estado do Rio Grande do Sul destacaram a autonomia como o principal componente de satisfação profissional (SILVA, et al., 2009).

Uma jornada de trabalho excessiva pode prejudicar na saúde dos profissionais, em seus serviços prestados e até em sua vida social. (LEAL, TRAPP, LORDANI,2008).

**Fatores de Insatisfação no Trabalho**

Os textos 03 e 04 destacaram a escolaridade e categoria funcional como fator de insatisfação. Os trabalhadores com nível superior e médio (Enfermeiros e técnicos de Enfermagem) apresentaram-se mais insatisfeitos do que os com nível fundamental (Auxiliares de Enfermagem). Para Rebouças, et al.,(2007) esse resultado traduz uma maior expectativa sobre o trabalho por parte dos servidores mais qualificados.

Pode surgir também diferença de satisfação entre Técnicos e Enfermeiros devido ao menor nível de responsabilidade na tomada de decisão no serviço, onde os Enfermeiros se mostraram mais insatisfeitos (ARONSON, 2005).

Os textos 06, 07 e 08 destacaram o salário como fator de insatisfação. O texto 06 investigou seis enfermeiras de um Hospital Universitário. O texto 07 investigou 185 Técnicos de Enfermagem de um Hospital Universitário. E o texto 08 investigou 49 Enfermeiros de um Hospital público. Resultados semelhantes foram encontrados em estudos com enfermeiros que atuam em hospitais públicos no sul e no sudeste do Brasil respectivamente. Ambos os grupos pesquisados demonstraram-se insatisfeitos com seus vencimentos (COIMBRA, et. al., 2005; JEONG, KURCGANT, 2010).

São várias as dificuldades encontradas pela Enfermagem na busca de conquistas salariais (plano de carreira, piso salarial adequado, remuneração por cargo, entre outros), dentre eles os valores morais (LOPES, 1998). O tipo de atividade desenvolvida, a responsabilidade e o esforço não correspondem, muitas vezes, ao salário recebido pelo Enfermeiro (LUNARDI FILHO, 2000; REGIS, PORTO, 2006). Faz-se necessário o reconhecimento e respeito da profissão, o incentivo, planos de carreira, cargos e salários (MELO, BARBOSA, SOUZA, 2011).

Os profissionais de Enfermagem devem buscar as associações e sindicatos para discutirem e lutarem pela revisão do piso salarial (COIMBRA, et. al., 2005).

Os textos 01 e 02 destacaram que quanto maior o tempo de trabalho na instituição mais insatisfeitos os participantes se mostraram. No texto 02 acrescenta-se que a carga horária maior do que 20 horas semanais também é um fator de insatisfação. O texto 01 investigou apenas enfermeiros e o texto 02 investigou médicos, psicólogos, assistentes sociais, enfermeiros, auxiliares de enfermagem, terapeutas ocupacionais, fonoaudiólogo, antropólogo, dentista e educadores.

Glauce, Lopes (2006), investigando enfermeiros em uma unidade de emergência de São Paulo encontraram resultado semelhante, onde apesar da Satisfação Geral ser alta, os profissionais com maior tempo de trabalho se mostraram mais insatisfeitos.

Os textos 01, 02, 03, 05, 06 e 07 destacaram as Condições te trabalho como o principal fator de insatisfação. O texto 01 destaca que a rotina diária, as poucas mudanças no trabalho ou tarefas desenvolvidas pelos enfermeiros gera cansaço emocional, e frustração. O texto 05 detalha essa preocupação como Estrutura da unidade. O texto 06 apresenta não conseguir realizar tudo o que gostariam ou que deveriam desenvolver em um plantão, falta de autonomia, precariedade e/ou inadequação de recursos humanos e materiais. O texto 07 destaca sobrecarga de trabalho, insuficiência de material e equipamentos, falta e/ou, normas e rotinas fora da realidade do serviço, carência de comunicação com a população em relação ao conhecimento e às reais necessidades de utilização do pronto-socorro, desorganização dos serviços.

O tipo de atividade desenvolvida pelos profissionais de enfermagem gera sobrecarga física e mental, uma vez que é realizada em turnos, sob hierarquia e a divisão de atividades (NUNES, et. al., 2010).Ainda segundo os mesmos autores à medida que o trabalhador não tem realizado ou atendidas suas necessidades ou expectativas em relação ao trabalho, surge a insatisfação.

A dinâmica do serviço e a pouca existência de rotinas foi apontado como principais fontes de prazer e satisfação no trabalho em uma emergência de um hospital de ensino do sul do Brasil. Os profissionais deste setor valorizaram o imprevisto e o desconhecido porque quebram a rotina e a monotonia no trabalho possibilitando a expressão da criatividade e da subjetividade dos trabalhadores (ALMEIDA, PIRES, 2007). No entanto esses autores salientaram que o acesso indiscriminado da população à emergência geram cargas elevadas de trabalho para os funcionários, desgaste e sentimento de impotência.

Recursos materiais, estrutura física inadequados quanti e qualitativamente, recursos humanos diminuídos geram sobrecarga de trabalho e insatisfação. Além desses fatoes, a falta de comprometimento e discussões entre equipe, influenciam diretamente no absenteísmo e no prejuízo do ambiente de trabalho (BARBOZA, 2010).

Siqueira, Kurcgant (2012), investigando enfermeiros gerentes e assistenciais destacaram a autonomia como o componente mais importante de satisfação no trabalho.

Melo, Barbosa, Souza, (2011) sugerem uma gestão voltada para as pessoas, valorização da equipe de enfermagem, por meio do diálogo, estímulo, programas de educação continuada com enfoque no desenvolvimento pessoal e profissional, sistema eficaz de comunicação interna, inclusão do trabalhador da enfermagem no processo de tomada de decisões, promoção de melhorias nas condições de trabalho.

Os textos 06 e 07 destacaram a falta de interação entre a equipe de enfermagem e com outras equipes da saúde como fator de insatisfação. O texto 06 ainda destacou os fatores: insegurança, o fato de trabalhar aos fins de semana, feriados e os plantões noturnos. O texto 07 destacou desvalorização profissional, a falta de incentivo a falta de interação com outras unidades de saúde, o pouco estímulo para o trabalho e a falta de compromisso profissional dos colegas.

A satisfação no trabalho envolve a necessidade de segurança relacionado à condição de trabalho oferecida, abrangendo carga horária, ambiente de trabalho, estabilidade e a localização em relação a sua residência (BATISTA, et. al., 2005).

Uma pequena porcentagem (25%) dos profissionais entrevistados por Girondi, Gelbcke (2011) consideram o trabalho noturno como fator de insatisfação, pois ao longo do tempo ele é prejudicial à saúde.

Trabalhar nos feriados, finais de semana e plantões noturnos são fatores de insatisfação e que podem prejudicar o convívio social (RIBEIRO, SHIMIZU, 2007).

Gostar do que faz, relacionamento interpessoal e ambiente de trabalho harmoniosos, possibilidade de crescimento e reconhecimento profissional, chefia justa e um bom relacionamento social e profissional no local de trabalho apresentam significativa relação com a satisfação no trabalho (NUNES, et. al., 2010).

Incentivar o estudo e a aprendizagem são consideradas recompensas não-monetárias e devem estar sempre disponíveis para renovação das ações e da organização no trabalho. As mesmas podem aumentar o comprometimento do grupo (GALLO, 2005).

O descomprometimento/descaso na execução do trabalho por alguns profissionais interferem negativamente na satisfação do trabalho, pois geram situações de ansiedade tensão,

podem levar a relações superficiais e desgastantes. Essa situação causa impacto negativo sobre o cliente que deixou de receber os cuidados de modo integral e nos demais profissionais, que serão sobrecarregados em suas atribuições podendo ser julgados negativamente, devido ao comportamento displicente do colega (GALLO, 2005).

No texto 04 observou-se satisfação inferior na unidade feminina do hospital psiquiátrico investigado. Este fato demonstra a variedade e complexidade de fatores que determinam a satisfação (ISHARA, et al.,2008).

## CONCLUSÃO

Os artigos que utilizaram o instrumento SATIS-BR para mensurar a satisfação no trabalho encontraram nível médio de Satisfação Global (entre 3,26 e 3,59). As subescalas que receberam os maiores escores foram Qualidade dos Serviços Prestados e Relacionamento no Serviço, Participação da Equipe no Serviço e Condições de Trabalho.

Os fatores referentes à satisfação no trabalho encontrados no presente estudo estavam relacionados ao fato de: trabalhar no período diurno; maior tempo de trabalho e idade; poder escolher a Instituição; o relacionamento interpessoal com os colegas; o salário; a carga horária; a flexibilidade na escala; o ambiente de trabalho; a autonomia e o status profissional.

Foram encontrados como fatores de insatisfação neste estudo: o salário; maior tempo de trabalho na instituição; a carga horária maior do que 20 horas semanais; as condições te trabalho; a rotina diária; monotonia nas tarefas desenvolvidas.

Também foram citados como insatisfação, a estrutura inadequada da unidade, não conseguir realizar tudo o que gostariam ou que deveriam desenvolver, falta de autonomia, precariedade e/ou inadequação de recursos humanos e materiais, sobrecarga de trabalho, insuficiência de material e equipamentos, falta e/ou, normas e rotinas fora da realidade do serviço, carência de comunicação com a população em relação ao conhecimento e às reais necessidades de utilização do pronto-socorro, desorganização dos serviços, a falta de interação entre a equipe de enfermagem e com outras equipes e unidades de saúde a insegurança, o fato de trabalhar aos fins de semana, feriados e os plantões noturnos, a desvalorização profissional, a falta de incentivo, o pouco estímulo para o trabalho e a falta de compromisso profissional dos colegas.

Além disto, os trabalhadores com nível superior e médio (Enfermeiros e técnicos de Enfermagem) apresentaram-se mais insatisfeitos do que os com nível fundamental (Auxiliares de Enfermagem); mais insatisfeito os participantes se mostraram,

Os oito artigos analisados apresentaram nível IV de evidencia.

## CONSIDERAÇOES FINAIS

Constatamos que foram citados mais fatores de insatisfação do que de satisfação, e isso tem repercussões tanto na vida pessoal quanto profissional destes profissionais estudados. A satisfação no trabalho é determinada por uma complexa rede de fatores, podendo variar conforme o grupo e a instituição estudada. Sugerem-se a realização de mais estudos sobre os fatores de (in)satisfação no trabalho e a implementação de ações coletivas que busquem minimizar e/ou resolver os problemas identificados para promover a satisfação dos trabalhadores da equipe de enfermagem. Neste estudo encontramos apenas nível IV de evidencia, para as futuras pesquisas sobre o tema sugere-se nível III de evidencia com a realização de Estudos quase-experimentais como ensaio clínico não randomizado, grupo único pré e pós-teste, séries temporais ou caso-controle, já que nível I e II são impraticáveis para este tema. Foram utilizados instrumentos de avalição da satisfação no trabalho variados, dificultando a análise e comparação dos estudos, obstando a percepção global da satisfação no trabalho da equipe de enfermagem e a elaboração de politicas que visem a melhoria das condições de trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. ABRAÃO, Stefany Rezende; BEZERRA, Ana Lúcia Queiroz; BRANQUINHO, Nayla Cecília Silvestre da Silva; PARANAGUÁ, Thatianny Tanferri de Brito. Rev. Enferm. UERJ; 18(2): 253-258, abr.-jun. 2010. **Caracterização, motivação e nível de satisfação dos técnicos de enfermagem de um hospital universitário**. Disponível em: < http://www.facenf.uerj.br/v18n2/v18n2a15.pdf >. Acesso em: 28 mar. 2013.

2. ALMEIDA PJS, PIRES DEP. **O trabalho em emergência: entre o prazer e o sofrimento.** Revista Eletrônica de Enfermagem [2007 Set-Dez; 9(3): 617-629. Disponível em: < http://www.fen.ufg.br/revista/v9/n3/v9n3a05.htm. >. Acesso em: 28 mar. 2013.

3. ARONSON KR. **Job satisfaction of nurses who work in private psychiatric hospitals**. Psychiatr Serv. 2005;56(1):102-4.

4. ABEN: Associação Brasileira de Enfermagem. **Cartilha do trabalhador de enfermagem: saúde, segurança e boas condições de trabalho**. Autor(es): Associação Brasileira de Enfermagem. Brasília, 2006. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartilha_aben.pdf >. Acesso em: 28 mar. 2013.

5. BACKES DS, LUNARDI FILHO WD, LUNARDI WL. **O processo de humanização do ambiente hospitalar centrado no trabalhador** . Rev. esc. enferm. USP, jun. 2006, vol.40, no.2, p.221-227. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v40n2/09.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

6. BARBOZA, Michele Cristiene Nachtigall. **Absenteísmo e sua relação com o ambiente de trabalho e sua interferência no cuidado de Enfermagem**. 2010. 129 folhas. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Rio Grande,2010.

7. BATISTA AAV, Vieira MJ, Cardoso NCS, Carvalho GRP. **Fatores de motivação e insatisfação no trabalho do enfermeiro**. Rev Esc Enferm USP. 2005;39(1):85-91. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0080-62342005000100011&script=sci_arttext >. Acesso em: 28 mar. 2013.

8. BRAGA, Ludmila Candida de; CARVALHO, Lidia Raquel de and BINDER, Maria Cecília Pereira. **Condições de trabalho e transtornos mentais comuns em trabalhadores da rede básica de saúde de Botucatu (SP).** Ciênc. saúde coletiva. 2010, vol.15, suppl.1, pp. 1585-1596. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232010000700070&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 28 mar. 2013.

9. BROOME, ME. **Integrative literature reviews for the development of concepts**. In: Rodgers BL, Knafl KA, editors. Concept development in nursing: foundations, techniques and applications. Philadelphia (USA): WB Saunders; 2000. p. 231-50.

10. BERGAINI, CW, CODA R. **Pesquisa de clima organizacional e gestão estratégica de recursos humanos**. In:Psicodinâmica da vida organizacional: motivação e liderança. São Paulo: Atlas, 1997.

11. COIMBRA VCC, Silva ENF, KANTORSKI LP, Oliveira MM. **A saúde mental e o trabalho do enfermeiro.** Rev Gaúcha Enferm, Porto Alegre (RS) 2005 abr;26(1):42-9. Disponível em: < http://seer.ufrgs.br/RevistaGauchadeEnfermagem/article/view/4539 >. Acesso em: 28 mar. 2013.

12. GALLO, Cláudia Medeiros Centeno. **Desvelando fatores que afetam a satisfação e a insatisfação no trabalho de uma equipe de enfermagem**. 2005. 214f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.2005.

13. GANONG LH. **Integrative reviews of nursing research**. Res Nurs Health. 1987;10(1):1-11.

14. GIRONDI JBR, GELBCKE FL. **Percepção do enfermeiro sobre os efeitos do trabalho noturno em sua vida**. Enfermagem em Foco 2011; 2(3):191-194.

Disponível em: < http://revista.portalcofen.gov.br/index.php/enfermagem/article/view/133 >. Acesso em: 28 mar. 2013.

15. GLANZNER, Cecília Helena; OLSCHOWSKY, Agnesand KANTORSKI, Luciane Prado. **O trabalho como fonte de prazer: avaliação da equipe de um Centro de Atenção Psicossocial**. Rev. esc. enferm. USP .2011, vol.45, n.3, pp. 716-721. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0080-62342011000300024&script=sci_arttext >. Acesso em: 28 mar. 2013.

16. CARVALHO Glauce, LOPES Sarita . **Satisfação profissional do enfermeiro em uma unidade de emergência de hospital geral** .Arq Ciênc Saúde 2006 out/dez;13(4):215-219. Disponível em:<http://www.cienciasdasaude.famerp.br/racs_ol/vol-13-4/Famerp%2013(4)%20ID%20210%20-%2017.pdf >. Acesso em: 28 mar. 2013.

17. ISHARA, Sergio; BANDEIRA, Marina; ZUARDI, Antonio Waldo. **Public psychiatric services: job satisfaction evaluation**. Rev Bras Psiquiatr. 2008;30(1):38-41. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151644462008000100007 >. Acesso em: 28 mar. 2013.

18. JEONG DJY, KURCGANT P. **Fatores de insatisfação no trabalho segundoa percepção de enfermeiros de um hospital universitário**. Rev Gaúcha Enferm., Porto Alegre (RS) 2010 dez;31(4):655-61). Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-14472010000400007&script=sci_arttext >. Acesso em: 28 mar. 2013.

19. LEAL, Rosângela Maria de Almeida Camarano; BANDEIRA, Marina Bittencout e AZEVEDO, Kennya Rodrigues Nézio. **Avaliação da qualidade de um serviço de saúde mental na perspectiva do trabalhador: satisfação, sobrecarga e condições de trabalho dos profissionais.** Psicol. teor. prat. 2012, vol.14, n.1, pp. 15-25. Disponível em: < http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ptp/v14n1/v14n1a02.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

20. LIMA Junior, Joel; ALCHIERI, João Carlosand MAIA, Eulália Maria Chaves. **Avaliação das condições de trabalho em Hospitais de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil**. Rev. esc. enferm. USP .2009, vol.43, n.3, pp. 670-676. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342009000300024 >. Acesso em: 28 mar. 2013.

21. LOPES MJM. **Imagem e singularidade: reinventando o saber de enfermagem**. In: Meyer DE, Waldow VR, Lopes MJ. Marcas da diversidade: saberes e fazeres da enfermagem contemporânea. Porto Alegre (RS): ARTMED; 1998. 241 p. p. 43-52.Lunardi Filho WD. O mito da subalternidade do trabalho do enfermeiro à medicina. Pelotas (RS): Ed. Universitária/UFPel; 2000. 206 p.2.

22. SILVA, Rosângela Marion da et al. **Análise quantitativa da satisfação profissional dos enfermeiros que atuam no período noturno**. Texto contexto - enferm. 2009, vol.18, n.2, pp. 298-305. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/tce/v18n2/13.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2013.

23. MARTINEZ MC, Paraguay AIBB, Latorre MRDO. **Relação entre satisfação com aspectos psicossociais e saúde dos trabalhadores.** Rev Saúde Pública 2004;38 (1):55-61.

24. MARTINS JT, ROBAZZI MLCC, PLATH GA. **Satisfação e insatisfação entre auxiliares e técnicos de enfermagem de uma unidade de internação feminina de um hospital escola.** Cienc. enferm. [online]. 2007, v. 13, n. 1, pp. 25-33.

25. NUNES CM, Tronchin DMR, Melleiro MM, Kurcgant P. **Satisfação e insatisfação no trabalho na percepção de enfermeiros de um hospital universitário**. Rev. Eletr. Enf.. 2010;12(2):252-7. Available from: http://www.fen.ufg.br/revista/v12/n2/v12n2a04.htm.doi: 10.5216/ree.v12i2.7006.

26. REBOUÇAS D et al. **O trabalho em saúde mental: um estudo de satisfação e impacto**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(3):624-632, mar, 2008.

27. REBOUÇAS, Denise; LEGAY, Letícia Fortesand ABELHA, Lúcia. **Satisfação com o trabalho e impacto causado nos profissionais de serviço de saúde mental**. Rev. Saúde Pública [online]. 2007, vol.41, n.2, pp. 244-250.

28. REGIS LFLV, PORTO IS. **A equipe de enfermagem e Maslow: (in)satisfações no trabalho.** Rev Bras Enferm. [Internet]. 2006 [cited 2010 jun 24];59(4):565-8. Available from: http://www.scielo.br/pdf/reben/v59n4/a18v59n4.pdf.

29. RIBEIRO EJG, SHIMIZU HE. **Acidentes de trabalho com trabalhadores de enfermagem.** Rev Bras Enferm .2007 [citado 2009 set 28];60(5):535. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/reben/v60n5/v60n5a10.pdf.>. Acesso em: 28 mar. 2013.

30. SANTOSA, André Maciel . Cardoso Diego Augusto Jorge. Vieira Domitila Pereira Blanco. Araújo Fernando Costa. Farias Hugo Silva de. Mota Salyanne Pelaes da. Monteiro Julius Caesar Mendes Soares. Bahia Silvia Helena Arias. **Análise dos níveis de satisfação de trabalhadores de saúde mental de um hospital público de referência psiquiátrica em belém (pa)** Revista Baiana de Saúde Pública.v.35, n.4, p.813-825out./dez. 2011.Disponivel em :< http://files.bvs.br/upload/S/0100-0233/2011/v35n4/a2810.pdf>. Acesso em : 28 maio. 2013.

31. SCHMIDT DRC, DANTAS RAS. **Qualidade de vida no trabalho de profissionais de enfermagem, atuantes em unidades do bloco cirúrgico, sob a ótica da satisfação**. Rev Latino-am Enfermagem. 2006. janeiro-fevereiro; 14(1):54-60.).

32. SILVA, Aline Teixeira; Laiane Alves Queiroz; Larissa Franciele Machado Freitas; Heloísa Turcatto Gimenes Faria. **O trabalho da enfermagem no serviço de emergência: o estresse e a satisfação.** Ciência et Praxis v. 4, n. 8, (2011)

33. SILVEIRA RS, Funck CR, Lunardi VL, Silveira JT, Avila LI, Filho WDL, Vidal DAS. **Percepção dos trabalhadores de enfermagem acerca da satisfação no contexto do trabalho na UTI**. Enfermagem em Foco 2012; 3(2):93-96.

34. SIQUEIRA VTA, KURCGANT P. **Satisfação no trabalho: indicador de qualidade no gerenciamento de recursos humanos em enfermagem**. Rev Esc Enferm USP, 2012; 46(1):151-7. Disponível em: < ‘www.ee.usp.br/reeusp/>. Acesso em: 28 mar. 2013.

35. STETLER CB, Morsi D, Rucki S, Broughton S, Corrigan B, Fitzgerald J, et al. **Utilization-Focused Integrative Reviews in a Nursing Service**. Applied Nurs Res. 1998;11(4):195- 206.

36. URSI ES. **Prevenção de lesão de pele no perioperatório: uma revisão integrativa da literatura** [dissertação]. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/ Universidade de São Paulo; 2005. 128 p.

37. WHITTEMORE R, Knafl K. **The integrative review: update methodology**. J Adv Nurs. 2005;52(5):546-53.

38. SILVEIRA RCCP, GALVAO CMO. **O cuidado de Enfermagem e o cateter de Hickman: a busca de evidencias.** Acta paul. enferm.2005; 18(3):276-84.

39. MENDES KDS, SILVEIRA RCCP, GALVÃO CM. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidencias na saúde e na enfermagem**. Texto Contexto Enferm. 2008; 17(4): 758-64.

40. LEAL Andréia, TRAPP Francielle Maria, LORDANI Tarcisio Vitor Augusto. **A carga horária de trabalho dos profissionais de enfermagem e a relação com a insatisfação e o desempenho.** [monografia]. Cascavel: faculdade Assis Gurgacz-FAG. 2008. 30 p.

41. Melo MB, Barbosa MA, Souza PR. **Satisfação no trabalho da equipe de enfermagem: revisão integrativa.** Rev. Latino- Am. Enfermagem. jul.-ago. 2011. 19(4). Disponível em: < www.eerp.usp.br/rlae >. Acesso em: 28 mar. 2013.

42. NUNES CM, TRONCHIN DMR, MELLEIRO MM, KURCGANT P. **Satisfação e insatisfação no trabalho na percepção de enfermeiros de um hospital universitário**. Rev. Eletr. Enf. 2010;12(2):252-7. Disponível em: < http://www.fen.ufg.br/revista/v12/n2/v12n2a04.htm.>. Acesso em: 28 mar. 2013.

43. Saidel MGB, Toledo VP, Amaral GR, Duran ECM**. O enfermeiro psiquiátrico numa instituição estatal: estudo exploratório descritivo**. Revista Gaúcha de Enfermagem 2007;28(2):200-6. Disponível em: < http://seer.ufrgs.br/RevistaGauchadeEnfermagem/article/view/3164 >. Acesso em: 28 mar. 2013.

44. DE MARCO Patrícia Furuta, CÍTERO Vanessa de Albuquerque, MORAES Edilaine, MARTINS Luiz Antonio Nogueira. **O impacto do trabalho em saúde mental:transtornos psiquiátricos menores, qualidade de vida e satisfação profissional**. J Bras Psiquiatr. 2008;57(3):178-183. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0047-20852008000300004&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 28 mar. 2013.

45. Jeong DJY, Kurcgant P. **Fatores de insatisfação no trabalho segundo a percepção de enfermeiros de um hospital universitário.**Rev Gaúcha Enferm., Porto Alegre (RS) 2010 dez;31(4):655-61. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-14472010000400007&script=sci_arttext >. Acesso em: 28 mar. 2013.

# AVALIAÇÃO DOS DADOS ALTIMÉTRICOS PARA O MUNÍCIPIO DE GOIÂNIA.

Déborah Lídya Alves Sales[1] , Noely Vicente Ribeiro[2], Nilson Clementino Ferreira[3]

Instituto de Estudos Sócio-Ambientais IESA/UFG[1,2]

Escola de Engenharia Civil EEC/UFG

Universidade Federal de Goiás-UFG 74001-970, Brasil.

deborahsales12@hotmail.com[1], noely.ribeiro@uol.com.br[2], nclferreira@gmail.com[3]

[1] Aluna PIBIC; Acadêmica do curso de Ciências Ambientais, UFG/IESA/LAPIG.

[2] Orientadora; Professora no Instituto de Estudos Sócio-Ambientais IESA/UFG/LAPIG.

[3] Professor na Escola de Engenharia Civil, UFG/EEC.

**Resumo:** As representações do relevo são provenientes dos dados altimétricos obtidos convencionalmente através de sensores orbitais, *Shuttele Radar TopographicMission* (SRTM), TOPODATA ou diretamente por aerofotogrametria. Especificamente neste trabalho avaliamos, as extração das áreas criticas dos dados altimétricos obtidos por sensores orbitais como a alta concentração de edifícios altos e vegetação densa no município de Goiânia. Foram realizadas varias interpolações com diferentes interpoladores e posteriormente foi feito uma validação com os dados altimétricos oriundos da aerofotogrametria do município de Goiânia. Para esta avaliação foi utilizado vários algoritmos de interpolação: TIN, IDW, *Krigagem* e *Topo to Raster* implementados em softwares de geoprocessamento.

**Palavra-Chave:** Dados Altimétricos, *Shuttele Radar TopographicMission* (SRTM), TOPODATA, Aerofotogrametria, Interpolação.

Revisado pelo orientador

## 1- INTRODUÇÃO

O relevo é um elemento indispensável para as análises da paisagem. Os dados de altimetria são muito úteis para a delimitação de bacias hidrográficas, mapas de declividade, orientação de vertentes, entre outros produtos que podem ser derivados do relevo.

Atualmente encontram-se disponíveis gratuitamente produtos com informações de relevo oriundos de dados de sensoriamento remoto, tais como SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission)*. Este dado geográfico digital encontra-se especificamente disponível no site do Centro de Pesquisa de Monitoramento por Satélite EMBRAPA, no âmbito da Coleção "Brasil em Relevo" (www.relevo.br.cnpm.embrapa.br), sua resolução espacial é de 90 metros.

Está disponível em formato *geotiff*, com unidade de altitude em metros e Sistema de Coordenadas Geográficas (articulação á escala de 1:250.000), Datum Horizontal WGS-84 (World Geodetic System 1984) e Datum Vertical EGM 96 (Earth Gravitacional Model 1996). Foram realizados trabalhos de correção e padronização, eliminando depressões espúrias, picos e pontos anômalos e áreas com ausência de dados (MIRANDA, 2007; MEDEIROS et al.,2009).

Outros dados de relevo que encontram-se disponível gratuitamente também na internet são os referentes ao projeto TOPODATA/INPE e do mapeamento ASTER/GDEM (*Advanced Spacebone Thermal Emission and Reflection Radiometer/ Global Digital Elevation Model*). O TOPODATA foi gerado através do processamento digital do MDE do SRTM. Os dados disponíveis do TOPODATA sofreram correções, incluindo informações em pontos/áreas anteriormente com ausência de dados. Estes passaram por um processamento computacional para o refinamento do tamanho da célula (pixel) para aproximadamente 30 m.

O refinamento foi realizado a partir do método de interpolação de todo o universo de dados pelo método *Krigagem*, esse processo foi embasado na análise geoestatística da variabilidade dos dados, onde se definem coeficientes que respondem melhor ao modelo de superfície real (VALERIANO, 2009; LANDAU, 2011).

Outro dado de relevo bastante utilizado são os produtos de aerofotogrametria, disponíveis muitas vezes em prefeituras ou instituições de ensino e pesquisas. As

aerofotogrametrias são imagens digitais (tais como fotografias digitalizadas) com características cartográficas definidas, empregando a retificação diferencial com o auxilio do modelo digital de terreno. A resolução espacial destes dados é muito melhor que dos dados SRTM e TOPODATA (BOSIO, 2007).

Um problema existente nos dados altimétricos obtidos por sensores orbitais, são áreas onde não é possível obter informação da superfície, ou seja, áreas com vegetação densa e áreas urbanas com densidades de prédios, as informações neste caso são da copa das árvores ou topo dos prédios, como são dados produzidos para toda a superfície terrestre, não é feita a correção destas áreas. No caso dos dados altimétricos gerados por aerofotogrametria, o mesmo problema existe, mas por se tratar de uma área relativamente bem menor, o operador tem condições de fazer correção no momento da produção do dado.

A correção é feita da seguinte forma, não se restitui a área critica e interpolam-se os pontos cotados da vizinhança. Assim, este trabalho tem como principal objetivo extrair as áreas critica dos dados altimétricos obtidos por sensores orbitais (áreas de reflorestamento ou vegetação densa, alta concentração de edifícios altos etc.) e fazer interpolações com diferentes interpoladores e posteriormente fazer uma validação com os dados altimétricos oriundos de aerofotogrametria do município de Goiânia. Para esta avaliação utilizou-se como algoritmos de interpolação: TIN (*Triangular Irregular Network*), IDW (*Inverse Distance weighted*), *Krigagem* e *Topo to Raster.*

## 2 - ÁREA DE ESTUDO

O município de Goiânia situa-se na região central de Goiás, na microrregião de Goiânia conforme (Figura 1).




Figura 1: Localização Município de Goiânia.

Na figura 2 pode ser observado o relevo município de Goiânia, a altitude varia de 665 a 1043 metros, a região central do município é mais plana e percebemos uma maior movimentação do relevo nas regiões sudoeste e nordeste, onde se concentram as áreas mais altas do município.

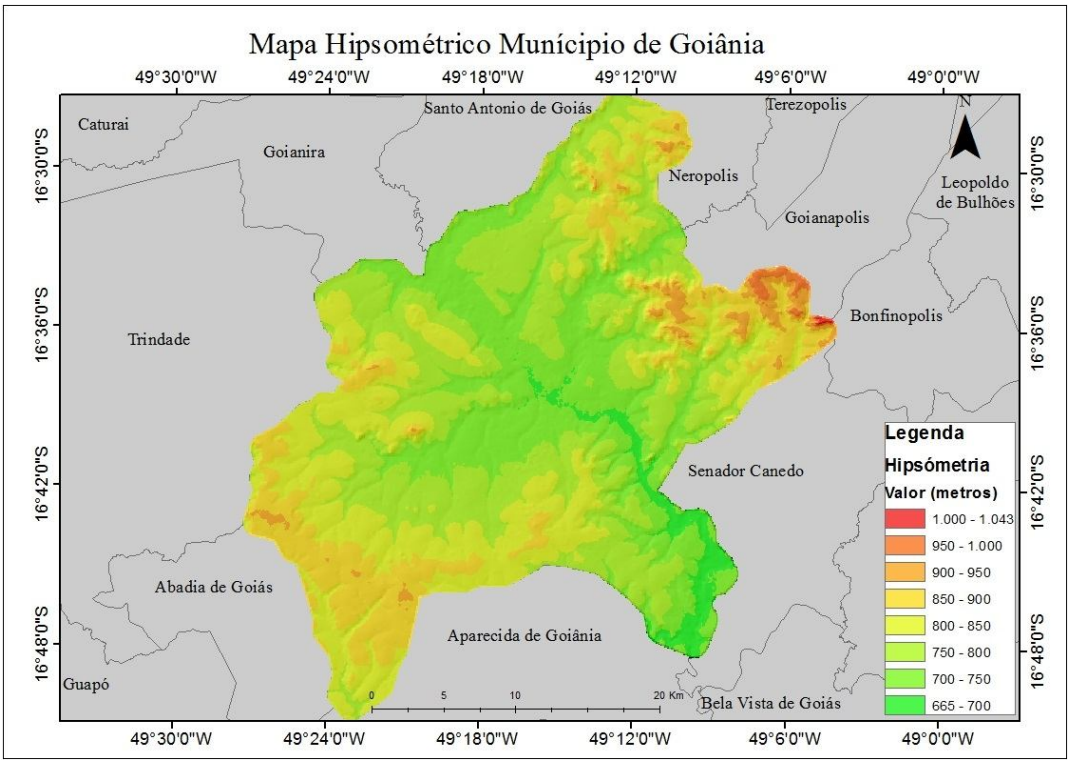



Figura 2: Mapa hipsométrico para o município de Goiânia.

O mapa de uso e ocupação do solo de Goiânia mostra que a área urbana se concentra na região mais plana e as áreas de vegetação mais densa são coincidentes com as áreas de maior altitude e maior movimentação do relevo, figura 3.

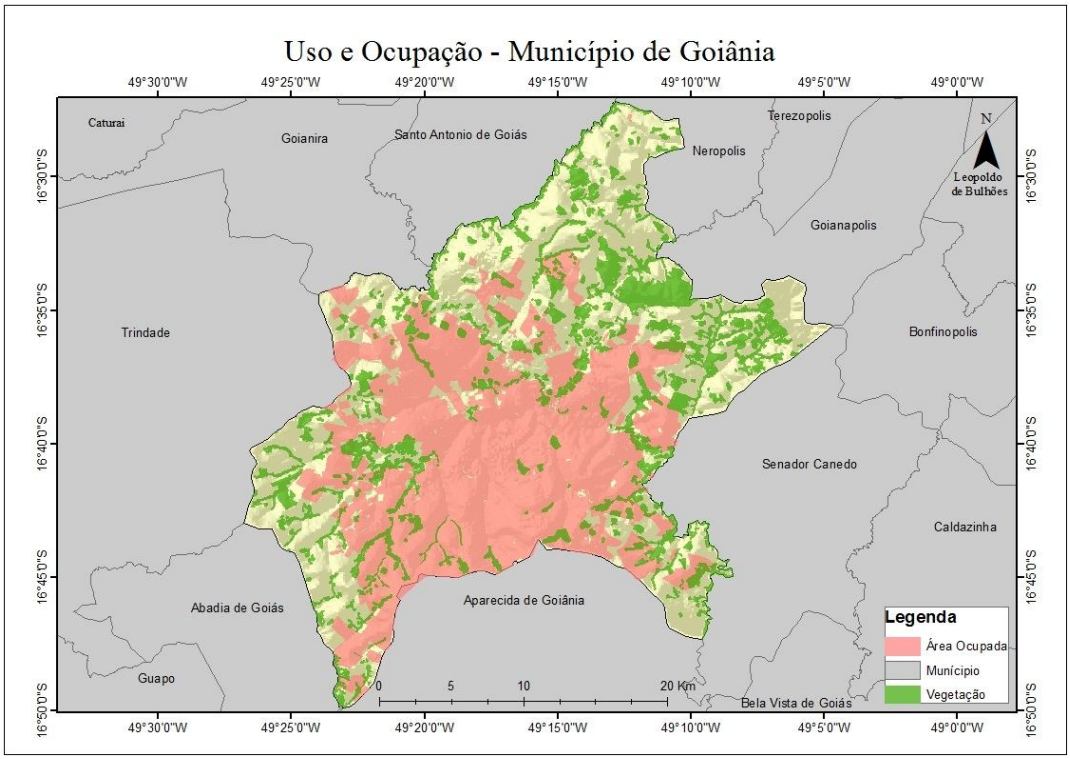



Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo do município de Goiânia.

## 3 – METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa se divide em quatro etapas, onde primeiramente organizou-se a base de dados geográficos da área de estudos, onde esta foi composta pelo Modelo Digital de Terreno de Goiânia, o qual é oriundo de levantamento aerofotogramétrico em uma escala 1:5000, elaborado no ano de 2006, com resolução espacial de 5 metros (Nazareno, *et al.* 2009); outro dado utilizado foi o dado de relevo do TOPODATA.

Na segunda etapa foi produzida uma camada com os polígonos correspondentes às áreas críticas dos dados altimétricos (vegetação mais densa e áreas com densidade de prédios), levou-se em conta uma vizinhança de 90 metros devido o TOPODATA ser oriundo do SRTM que tem uma resolução de 90 metros. O dado do modelo digital de elevação do TOPODATA foi transformado em pontos e em seguida foram subtraídos os pontos equivalentes às áreas críticas.

Na terceira etapa para interpolação dos pontos restantes na área de estudo foram escolhidos quatro algoritmos de interpolação *Krigagem*, IDW, TIN e *Topo to Raster*. Na quarta e última etapa foi realizada uma avaliação dos resultados das interpolações

tomando sempre como referência o MDT de Goiânia que tem qualidade superior comparado com o TOPODATA.

### 3.2- ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS

A base de dados geográficos utilizada nesta pesquisa foi composta pelo limite municipal (IBGE), modelo digital de terreno de Goiânia original de levantamentos aerofotogramétricos e o TOPODATA. O Quadro 1 sintetiza as características e fontes dos temas utilizados a pesquisa.

| | Tema | Tipo | Fonte |
|---|---|---|---|
| Base Cartográfica | Limite Municipal | Vetorial | SIEG-Goiás |
| | Uso e Ocupação do Solo | Vetorial | Prefeitura Municipal de Goiânia |
| | Áreas com Densidade de Prédios | Vetorial | Elaborado durante a pesquisa com base na Ortofoto digital de Goiânia |
| Sensoriamento | Modelo Digital de Terreno | Raster /Vetorial | TOPODATA |
| | Modelo Digital de Terreno de Goiânia (Aerofotogrametria) | Raster | Prefeitura Municipal de GOIÂNIA |

O limite municipal de Goiânia foi utilizado para fazer o recorte da área de estudo, os temas de uso e ocupação do solo e o tema de áreas com densidade de prédios, foram utilizados para selecionar e eliminar os pontos correspondentes às áreas consideradas críticas do modelo digital de terreno do TOPODATA, conforme mostra a figura 4. O modelo digital de terreno de Goiânia (aerofotogrametria) foi utilizado para validar os resultados das interpolações.

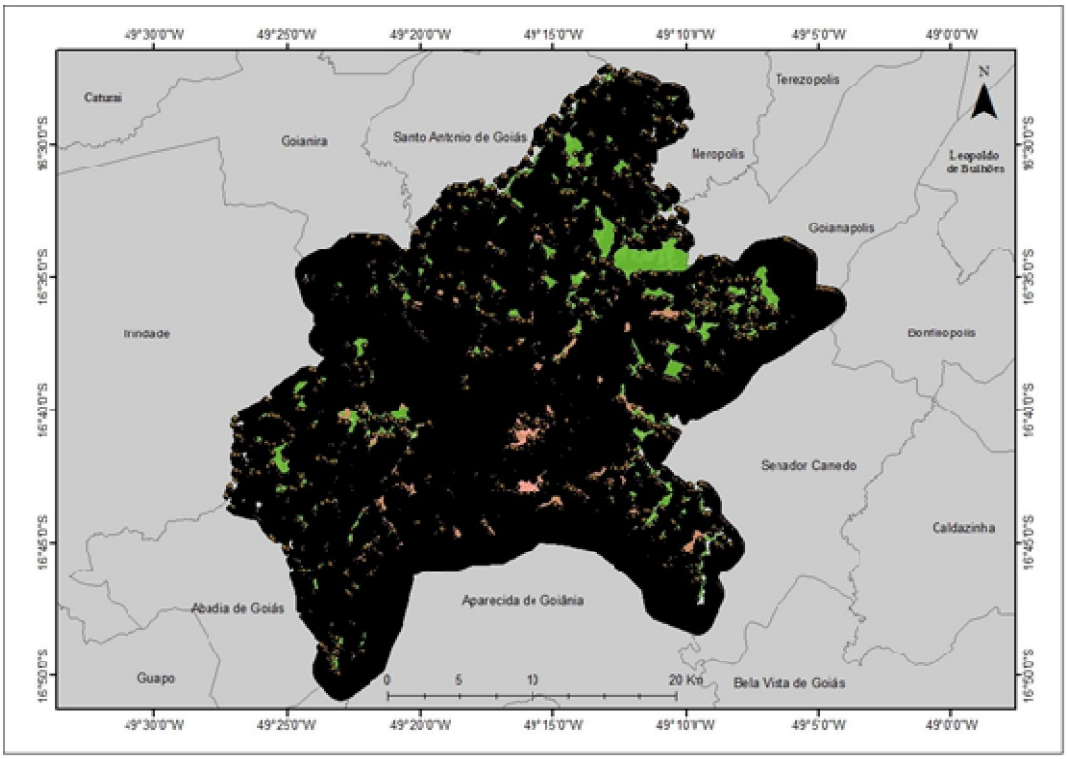



Figura 4: TOPODATA transformado em pontos com áreas extraídas pronto para início das interpolações.

### 3.3- DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS DE INTERPOLAÇÃO UTILIZADOS

Nesta pesquisa escolheram-se quatro métodos de interpolação para testar a hipótese da pesquisa, foram eles, Krigagem, IDW, TIN e *Topo to Raster*, seguem abaixo uma breve descrição de cada método.

O método de interpolação Krigagem é um processo embasado na análise geoestatística, onde se definem coeficientes que respondem melhor o modelo de superfície real (LANDAU, 2011).

Em relação ao IDW, o valor do ponto ou célula que se deseja interpolar é calculado através da média ponderada entre os valores dos pontos vizinhos, onde os pontos vizinhos amostrados mais próximos do ponto interpolado recebem um peso maior do que os pontos mais distantes (MEDEIROS, 2009).

TIN é uma rede de triângulos irregulares que serve para modelagem de elevação digital usando pontos de elevação irregularmente espaçados para formar uma rede de facetas irregulares (MEDEIROS, 2009).

*Topo to Raster* é um método de interpolação que foi feito especificamente para a criação de Modelos de Elevação Digitais (DEM). O método interpola os dados de elevação em uma grade regular, de modo iterativo, gerando grades sucessivamente menores, minimizando a soma de uma penalização de rugosidade e a soma dos quadrados dos resíduos que a diferença das elevações medidas e calculadas pela função (MARCUZZO, 2011).

Tomou-se o cuidado na geração dos modelos de manter o tamanho de 30 metros para cada célula em todas as interpolações, seguindo o padrão do TOPODATA.

### 3.4 – AVALIAÇÃO DAS INTERPOLAÇÕES

Após todo o processamento foi feito a validação dos resultados por meio da diferença entre cada modelo digital de terreno resultante das interpolações dos algoritmos descritos acima, com o modelo digital de terreno de Goiânia (produto de aerofotogrametria), para avaliar o quanto o produto TOPODATA teria de melhora após a eliminação das áreas críticas.

Considerando um produto cartográfico com resolução espacial de 30 metros, a equidistância das curvas de nível para ser classificado como classe A no PEC deve ser de 20 metros, assim, avaliou-se as áreas com diferença menores ou iguais a 10 metros do MDT Goiânia, o que equivale meia equidistância entre as curvas de nível.

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos processamentos referentes a cada algoritmo utilizados encontram-se expressos na figura 5. Mudanças significativas nas imagens resultantes.

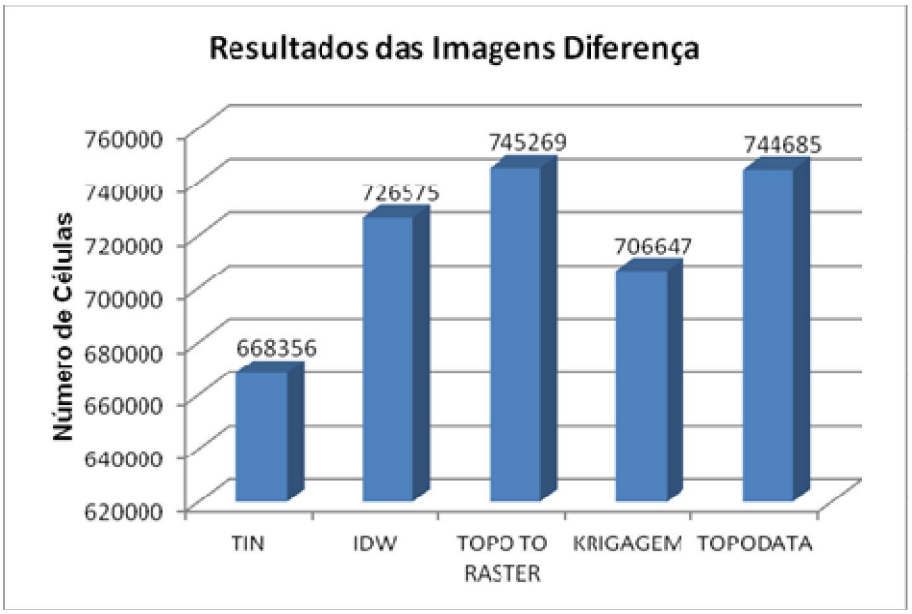



Figura 5: Gráfico que expressa o número de células da diferença de cada interpolação com o Modelo Digital de Terreno de Goiânia.

O esperado era que o número de células aumentasse significativamente em relação ao TOPODATA bruto, mas os resultados foram todos muito próximos, a imagem resultante do *Topo to Raster* foi o resultado mais positivo, mas o aumento no número de células foi de 0,1% apenas, os demais algoritmos todos proporcionaram uma resposta negativa, sendo que o IDW respondeu com -2,4%, seguido da *Krigagem* com -5,1%, o TIN foi o algoritmo que demonstrou o resultado mais negativo com -10,2%.

Acredita-se que os resultados não foram satisfatórios devido à coincidência das áreas extraídas localizarem nas áreas de relevo mais movimentado.

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, onde apenas o modelo do *Topo to Raster* apresentou resultados positivos, mas não significativo, aumentando apenas 0,1% do número das células, os demais interpoladores apresentaram resultados inferiores, sendo que o TIN apresentou o resultado mais insatisfatório. Pretende-se aplicar o mesmo método em áreas com características diferentes de relevo, ou seja, onde as áreas extraídas se localizem em áreas mais planas, para ver se os resultados tem comportamento diferente. Se ainda assim, os resultados não forem satisfatórios, esse método não é compensatório, sugerindo então estudar outro método.

## 6- REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. E. (2006). Aplicação de Dados SRTM á Modelagem da Erosão em Microbacias por Geoprocessamento. Dissertação (Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto)-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE-SP,pp.23. Disponível em: <mtc-m17.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/MTC-m13%4080/2006/08.25.13.19/doc/publicação.pdf>. Acessado em: 26 de Julho de 2013.

BOSIO, V.; ZUIM, C. L. (2007). Utilização de dados altimétricos na cartografia do IBGE e avaliação de metodologias de comparações entre modelos digitais de terreno. In Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de Florianópolis, Abr. 2007, pp. 1257-1264.

EMBRAPA, Monitoramento por Satélite. Disponível em: <www.relevo.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 20 de Maio de 2013.

LANDAU, C. E.; GUIMARAES, P. D.; (2011). Análise Comparativa entre os modelos digitais de elevação ASTER, SRTM, TOPODATA. In Anais XV XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de Curitiba, Paraná, Abr.2011, pp. 4003-4010.

MIRANDA, E. E. (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acessado em: 26 de Julho de 2013.

MEDEIROS, L. C.; FERREIRA, N. C. & FERREIRA, L. G. Avaliação da Qualidade altimétrica dos Modelos Digitais de elevação obtidos a partir da missão SRTM e de curvas de nível do mapeamento sistemático nacional na escala 1:100.000 para o Estado de Goiás e Distrito Federal. In: Anais do IX Simpósio Nacional Cerrado / II Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2008, Brasília: EMBRAPA, 2008.

MEDEIROS, C. L.; FERREIRA, C. N.; FERREIRA, G. L.(2009). Avaliação de Modelos Digitais Automática de Bacias Hidrográficas. Revista Brasileira de Cartografia N°61/2, Agosto de 2009. Disponível em: <http://www.rbc.lsie.unb.br/index.php/rbc/article/view/347/337>. Acesso: 26 de Julho de 2013.

MARCUZZO, N. F. F.; ANDRADE, R. L.; MELO, R. C.D. (2011). Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Geografia Física; Pernambuco, v. 4 n. 4. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewArticle/197>. Acesso em: 15 de Junho de 2013.

NAZARENO, N. R., FERREIRA, N. C., & MACEDO, F. C. (2009). Avaliação da Exatidão
Cartográfica da Ortoimagem Quickbird e da Ortofoto Digital do Município de Goiânia. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (pp. 1771-1778). Natal-RN: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.12.01.18/doc/1771-1778.pdf.>.Acesso em: 10 de Maio de 2013.

SIEG, Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/index.htm>. Acesso em: 19 de Junho 2013.

TOPODATA, Banco de Dados Geomorofemétricos do Brasil. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 15 de Abril de 2013.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, F. D.; ALBUQUEURQUE, G. C. P. (2009). TOPODATA: Desenvolvimento da primeira versão do banco de dados geomorfométricos locais em cobertura nacional. In Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de Natal, Pernambuco, Abr.2009, pp.5499-5506. Disponível em: <marte.dpi.inpe.br/col/dpi/inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.21.06/doc/5499-5506.pdf>.Acesso em: 10 de Abril de 2013.

# FENOLOGIA REPRODUTIVA E VEGETATIVA DAS ESPÉCIES DE *Campomanesia* RUIZ ET PAV. (FAMÍLIA MYRTACEAE JUSS.)

Eduarda Cristhina Andrade Sousa – Universidade Federal de Goiás, Unidade Jataí, Campus Jatobá. (eduardaufg@gmail.com)

Luzia Francisca de Souza - Universidade Federal de Goiás, Unidade Jataí, Campus Jatobá

RESUMO

A família Myrtaceae engloba diversos gêneros de importância econômica expressiva porém que vem se degradando ao passar do tempo. Entre eles o gênero *Campomanesia* ganha destaque. Este trabalho objetivou observar a fenologia reprodutiva e vegetativa das espécies bem como a intensidade desses eventos das espécies de *Campomanesia.* Os dados foram coletados em cinco dos 18 municípios, e as fenofase observadas foram Folhação (brotamento, adultas e queda), floração (botão, antese e flores senescentes) e frutificação (fruto imaturo e maduro). Os indivíduos apresentaram folhação durante todo o período de estudo com 100% de intensidade entre os meses de janeiro a junho, a maior intensidade de floração ocorreu durante o mês de setembro e no mês de outubro ocorreu a maior intensidade de frutificação. Concluiu-se que os indivíduos do gênero Campomanesia florescem no final da estação seca e frutifica no início da estação chuvosa, assim como muitos outros da família Myrtaceae.

## INTRODUÇÃO

O cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e possui grande fonte natural de recursos biológicos que deveria ser mais explorado pela comunidade cientifica. Entre outras, a família Myrtaceae é de grande ocorrência neste bioma; Esta família está dividida em duas subfamílias, Myrtoideae (49 gêneros) e Psiloxyloideae (dois gêneros africanos). O número total de espécies, de acordo com Forza (2013) no Brasil, ocorrem 24 gêneros e 975 espécies, das quais 775 são endêmicas. A família é bem distribuída no Brasil, sendo a mais, ou entre as mais, importantes em número de espécies em diversos tipos vegetacionais (Soares-Silva, 2000; Cardoso & Lomônaco, 2003; Vieira, 2010). As espécies da família Myrtaceae assemelham-se em muitos caracteres, tornando-se difícil sua identificação (Aragão *et al*., 2008; Barroso *et al*., 1991; Kawasaki, 1997; De-Carvalho, 2008), existindo um grande

Revisado pela orientadora.

número de sinomização (Forza, 2013). Um dos motivos que contribuem para esta situação é o fato de que a maioria das descrições datam de mais de um século (De-Carvalho, 2008).

A família Myrtaceae teve suas primeiras espécies classificadas em meados do século XVIII feita por Linnaeus (1753) que as distribuiu em quatro gêneros, *Eugenia, Myrtus, Pliniae Psidium*. Posteriormente Swartz (1788) descreveu o gênero *Calyptranthes*, e Ruiz &Pavon (1794) descreveram o gênero *Campomanesia*, revisto por De Candolle (1828) e aceito por Berg (1857-1859), monografista da obra de Martius, Flora Brasiliensis (Soares-Silva, 2000).

Após Berg, as espécies brasileiras de Myrtaceae têm sido estudadas apenas regionalmente por alguns autores como Graziela Barroso, Marcos Sobral, Maria Lúcia Kawasaki, Carolyn Proença e Leslie Landrum (Soares-Silva, 2000). Diversas regiões do país são ainda escassamente investigadas e, são encontradas espécies ainda não descritas ou imperfeitamente conhecidas (Sobral, 2008).

É uma família rica em espécies de uso comestível, como *Psidium guajava* (goiaba), *Myrciaria cauliflora* (jabuticaba) (Souza & Lorenzi 2008). Diversas espécies nativas têm grande importância econômica, onde se destaca a gabirobeira (*Campomanesia*), da família Myrtaceae de valor apícola, ornamental e madeireiro, além da produção de frutos comestíveis, muito apreciados por aves dispersoras e peixes, o que a torna indispensável para recuperação de áreas degradadas (Pott e Pott, 1994; Lorenzi, 2002).Seus frutos são apreciados pelos habitantes do Cerrado, consumidos ao natural, na forma de sucos, sorvetes, picolés, doces, geléias e licores (Landrum 1986; Lorenzi *et al*. 2006). O pequeno porte de suas plantas possibilita amplas possibilidades de introdução ao cultivo em associação com outras fruteiras arbóreas, otimizando a produção de alimentos por área. A seleção de genótipos superiores que possibilitem a produção de material propagativo e o desenvolvimento de tecnologias de produção poderá viabilizar a introdução dessas espécies, exploradas quase que exclusivamente pelo extrativismo, ao cultivo, tornando-se alternativas de renda em um modelo sustentável de produção agropecuária (Kawasaki & Landrum 1997).

A fenologia estuda a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no meio biótico e abiótico (Lieth 1974; Morellato *et al.* 1990), sendo fundamental para entender a dinâmica da comunidade, uma vez que época, duração e grau do sincronismo de varias fases fenológicas tem fortes implicações para a estrutura, funcionamento e regeneração da comunidade, bem como a qualidade e quantidade dos recursos disponíveis para os organismos consumidores (Souza, 2009), enfatizando o conjunto da história sazonal dos ambientes após esta ter ocorrido e/ou durante sua ocorrência (Lieth 1970). De acordo com

Revisado pela orientadora.

Lieth (1974), a fenologia representa uma ferramenta importantíssima para a agricultura e a economia desde tempos remotos. Os estudos de fenologia mais elucidativos foram aqueles de duração mínima de dois anos, devido às mudanças internas dos organismos. A fenologia permite entender a diversidade dos eventos fenológicos como alternativas de aperfeiçoar a reprodução e a sobrevivência das espécies (Souza, 2009).

O estudo da biologia floral é importante na elucidação da forma de polinização das espécies. Foi verificado um estudo de revisão sobre polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil (Gressler *et al*, 2006); neste estudo os autores, compilando diversas pesquisas afirmam que as flores das mirtáceas brasileiras são hermafroditas, geralmente de cor branca, com estames numerosos, corola e cálice 4-5- mero e ovário ínfero. De acordo ainda com Gressler (2006), a estrutura geral das flores varia pouco entre as espécies quando comparada com outras grandes famílias sendo que flores menores são mais comuns, embora o tamanho varie de pequeno como em *Calyptranthes* e *Myrcia* a relativamente grande como em *Acca* e *Campomanesia.* As espécies do gênero Campomanesia são de difícil diferenciação; Segundo Amaral (2012), *C. adamantium* e *C. pubescens* são diferenciadas devido à ausência de tricomas em estruturas como limbo foliar, pecíolos e sépalas, à grande quantidade de glândulas no hipanto e nas sépalas, ao pedúnculo duas vezes maior que a flor, as bractéolas alternas e caducas no fruto em *C. adamantium.* Enquanto que a espécie *C. pubescens* parece apresentar três variedades que pode causar uma identificação equivocada como a variação do porte dos indivíduos, padrões de pubescência variados, tamanhos diferentes de bractéolas e formatos distintos para sépalas e brácteas.

De acordo com Borém (2009) a *C. pubescens* possui forma arbustiva com florescimento na estação seca do ano, de agosto a novembro, e com frutificação de setembro a dezembro. É evidente uma assincronia entre os indivíduos dentro das populações desta espécie.

Não foram encontrados estudos de fenologia das espécies *C. adamantium* e *C. pubescens* na literatura, e a elucidação destes aspectos da autoecologia destas espécies é uma ferramenta importante para o cultivo em níveis comerciais. Além disso, pouco se conhece sobre o comportamento fenológico das espécies do Cerrado ou comunidades mais representativas, inclusive daquelas ameaçadas de extinção. É necessária uma maior preocupação com o desenvolvimento de estudos desta natureza e assim, fornecer subsídios para uma compreensão mais abrangente do entendimento da dinâmica de ecossistemas.

OBJETIVO

Revisado pela orientadora.

Este trabalho faz parte do projeto Biologia de *Campomanesia* Ruiz et Pav. (Myrtaceae Juss.) nativas do Cerrado do Sudoeste goiano e objetiva descrever a fenologia reprodutiva e vegetativa das espécies bem como a intensidade desses eventos. As metas a serem alcançadas serão as análises de: i. folhação; ii. floração; iii. frutificação iv) sincronia intra e inter especifica;

METODOLOGIA

Descrição da área:

O trabalho foi desenvolvido na microrregião sudoeste de Goiás (Fig. 1) a qual apresenta 18 municípios. O clima da região segundo a classificação de Koepen e do tipo Cw, mesotérmico, com estação seca e chuvosa definidas. A temperatura media anual varia de 18 a 32ºC, com maior frequência ao redor de 24ºC. O período chuvoso estende-se de novembro a maio, em que são registrados mais de 80% do total das chuvas do ano. O auge ocorrendo em dezembro e janeiro (media superior a 300 mm), declínio maior a partir de marco e menor índice pluvial em julho e agosto. A precipitação media anual varia entre 1600 e 1700 mm (com variação espacial gradual, sem presença de núcleos chuvosos muito diferenciados na área de estudo). O fenômeno ”veranico” ocorre em plena estação chuvosa, geralmente nos meses de janeiro a marco e costuma durar cerca de 10 a 15 dias.




Revisado pela orientadora.

Coleta de dados: Os dados foram coletados em cinco dos 18 municípios. Os locais foram previamente escolhidos considerando uma distância de 50km entre eles, para alcançar o máximo de diversidade possível. Nos locais previamente escolhidos, foram marcadas parcelas de 50x20m, coletados os dados de coordenadas com GPS e contados os indivíduos de *Campomaesia;* Pelo menos dez indivíduos do gênero *Campomanesia* foram etiquetados, numerados, e tiveram suas fenofases observadas mensalmente no período de Setembro de 2012 à junho de 2013. Para a coleta dos dados sobre as fenofases, seguiu-se Founier & Charpantier (1975), com um mínimo de 5 indivíduos em cada uma das áreas. O número de indivíduos variou dependendo da abundância do gênero. As fenofases observadas foram : Folhação (brotamento, adultas e queda), floração (botão, antese e flores senescentes) e frutificação (fruto imaturo e maduro). E a análise da intensidade dos eventos seguiu Fournier (1974).

Foram coletadas amostras reprodutivas e vegetativas de cada indivíduo para a correta identificação das espécies e o material botânico encontra-se depositado no Herbário Jataiense Prof. Germano Guarim Neto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de folhação, floração e frutificação estão dispostos na Tab.1.

Tab. 1. Freqüência (%) das fenofases (folhação, floração e frutificação) do gênero *Campomanesia* nativo da microrregião Sudoeste de Goiás.

| Fenofases | | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Folhação | Brotamento | 25 | 2,5 | 11,7 | 11,7 | 1,7 | 1,7 | 5,7 | 5,7 | 14,3 | 14,3 |
| | Adultas | 5 | 50 | 25,6 | 25,6 | 98,3 | 98,3 | 70 | 70 | 80 | 71,8 |
| | Queda | 12,5 | 0 | 16,7 | 16,7 | 0 | 0 | 24,3 | 24,3 | 17,1 | 13,9 |
| Floração | Botão | 7,5 | 0 | 2,5 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Antese | 10 | 0 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Senescentes | 6,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Frutificação | Imaturo | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Maduro | 0 | 47,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Folhação

Os indivíduos do gênero Campomanesia apresentaram folhação durante todo o período de estudo com 100% de intensidade entre os meses de janeiro a junho.

Floração: a maior intensidade desta fenofase ocorreu durante o mês de setembro

Revisado pela orientadora.

Frutificação: No mês de outubro ocorreu a maior intensidade de frutificação.

Sincronia intra específica: Este resultado não pode ser obtido porque só foi possível identificar corretamente as espécies no mês de maio.

Na Tab. 1,observa-se a frequência de cada fenofase no momento em que o fenômeno se manifestou. Durante o mês de setembro ocorreram brotamento, flores em botões, antese e senescentes; em Outubro ocorreram os frutos imaturos e maduros. , e de Janeiro à Junho maior quantidade de folhas adultas.

Quando se considera a intensidade de cada fenofase, observa-se que a folhação embora tenha ocorrido durante todo o período de estudo, apresentou 100% de intensidade entre os meses de janeiro a junho. Enquanto que a floração apresentou maior intensidade durante o mês de setembro, a frutificação foi mais intensa durante o mês de outubro. Estes dados estão sendo mostrados na Fig. 2.

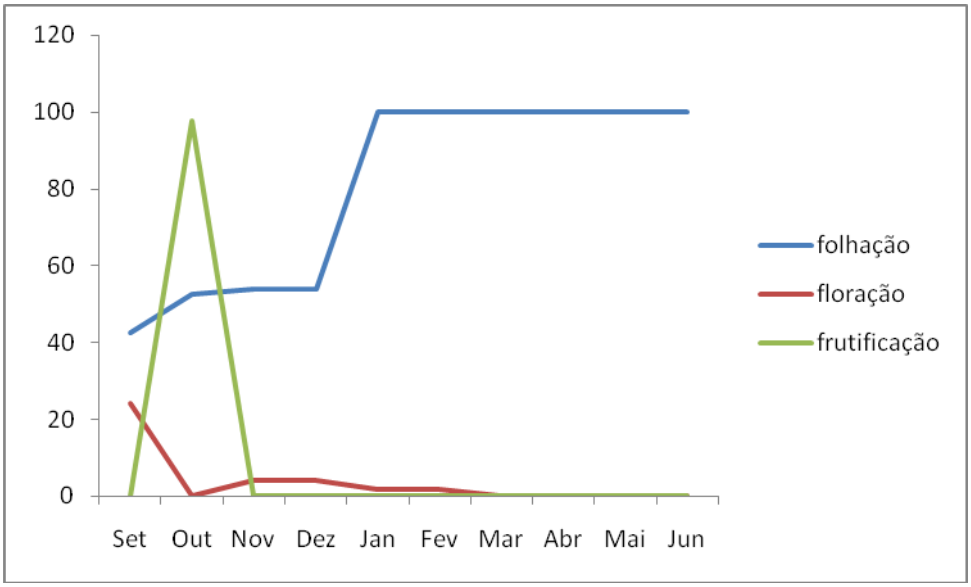



Fig. 2. Intensidades de folhação, floração e frutificação do gênero Campomanesia durante o período de estudo.

De acordo com Nadolny e Mazza (Fenologia Reprodutiva da Guabiroba (*Campomanesia Xanthocarpa* Berg.) Na Floresta Nacional de Irati), os indivíduos acompanhados não mostraram botões florais, flores ou frutos no período de maio a agosto. Em setembro, de doze indivíduos avaliados, um (8,3 %) apresentou somente botões florais, na categoria 4, três (25 %) mostraram botões florais, nas categorias 1, 2 e 4, e flores em antese, nas categorias 4, 3 e 1, respectivamente, e os oito restantes (66,7 %) não se enquadraram nas fenofases.

Revisado pela orientadora.

Amorim e Amorim (2010) com Fenologia das espécies *Campomanesia xanthocarpa* O.Berg e Eugenia *uniflora* L. (Myrtaceae) no bosque municipal de Paranavaí, Paraná. , observou-se a presença de indivíduos com maiores atividades reprodutivas nos meses de outubro a dezembro para as espécies E. *uniflora* L. e de Março à Junho para *Campomanesia xanthocarpa* O Berg., período com temperatura mais elevada.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o gênero Campomanesia floresce no final da estação seca e frutifica no início da estação chuvosa. E como muitas plantas do Cerrado, desenvolvem suas folhas e outros órgãos vegetativos durante a estação chuvosa e parte da estação seca. Mas estes estudos são preliminares, sendo necessário mais observação para a complementação dos mesmos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, É. V. E. J. 2012. Caracterização Morfológica e Identificação Taxonômica de Espécies de *Campomanesia* Ruiz & Pavon (Myrtaceae). Dissertação De Mestrado. Ufg

Amorim E Amorim. (2010). Fenologia das Espécies *Campomanesia Xanthocarpa* O.Berg e Eugenia *Uniflora* L. (Myrtaceae) No Bosque Municipal de Paranavaí, Paraná.

Aragão, L. E. O. C., Y. Malhi, N. Barbier, A. Lima, Y. E. Shimabukuro, L. O. Anderson, And S. Saatchi. 2008. Interactions Between Rainfall, Deforestation and Fires During Recent Years in the Brazilian Amazonia. Phil. Trans. R. Soc. **363**:1779-1785.

Barroso, G.M., Guimarães, E.F. & Ichaso, C.L.F. 1991. Sistemática de Angiospermas do Brasil. V. 2. Universidade de São Paulo, São Paulo.;

Cardoso, Gl & Lomonaco, C. 2003. Variações Fenotípicas e Potencial Plástico de *Eugenia Calycina* Camb. . (Myrtaceae) em uma área de Transição Cerrado-Vereda **Revista Brasileira de Botânica 26** : 131-140.

Candolle, A. P. De., (1828). Considerations sur la phytologie: ou Botanique Generale. Editora Kessinger Publishing.

Fournier, L. A. & Charpantier, C. 1975. El Tamaño de la muestra y la frequencia de las observaciones en el estudio de las caracteristicas fenológicas de los arbores tropicales. **Turrialba 25**(1): 45-48.

Revisado pela orientadora.

Gressler, E., Pizo, M.A. & Morellato, P.C. 2006. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. Rev. Bras. Bot. 29(4):509-530.

Kawasaki, M.L. & Landrum, L.R. 1997. A rare and potencially economic fruit of Brazil: Cambuci, *Campomanesia Phaea* (Myrtaceae). Econ. Bot. 51(4): 403-407.

Landrum, L.R. & Kawasaki, M.L. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. Brittonia 49(4): 508-536.

Landrum, L.R. 1986. *Campomanesia*, Pimenta, *Blepharocalyx*, *Legrandia, Acca, Myrrhinium* and *Luma* (Myrtaceae). Fl. Neotrop. Monogr. 45: 7-72.

Linnaeus, C. 1753. Species plantarum, exhibentes plantas rite cognitas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. holmiae, impensis laurentii salvii.

Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil. 2ª Ed. São Paulo: Nova Odessa. 2002.

Lorenzi, H.; Sartori, S.F.; Bacher, L.B. & Lacerda, M. 2006. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). Nova Odessa: Instituto Plantarum de estudos da flora. Pp. 178-190.

Morellato, L.P.C., Leitão Filho, H.F., Rodrigues, R.R. & Joly, C.A. 1990. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiaí São Paulo. Revista Brasileira de Biologia 50:149-162.

Pedroni, F.; Sanchez, M. & Santos, F.A.M. 2002. Fenologia da Copaíba (*Copaifera Langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. Revista Brasil. Bot. 25 (2):183-194.

Pott, A.; Pott, V.J. Plantas Dopantanal. Brasília: Embrapa,1994. 320 P. Il.

Silva, Fc & Soares-Silva, Lh 2000. Flora arbórea do Parque Estadual Mata Godoy, Londrina, Pr, Brasil. **Edinburgh Journal Of Botany 57**(1): 107-120.

Souza, L.F. Tipos de vegetação, diversidade florística e estratégias de vida em comunidades do bioma Cerrado (Goiás, Planalto Central do Brasil). Tese de doutoramento, Universidade Estadual Paulistas. 2009.

Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. Botânica Sistemática: Guia Ilustrado Para Identificação De Famílias De Angiospermas Da Flora Brasileira, Baseado Em Apg Ii. Nova Odessa: Instituto Plantarum. Pp. 297-303.

Revisado pela orientadora.

# Efeito anti-oxidante do laser de baixa potência sobre a mucosite oral em pacientes submetidos ao transplante de medula óssea

Eduardo Fernandes de Castro (aluno iniciação científica), Geisa Badauy Lauria Silva (doutoranda PPGCS), Aline Carvalho Batista (co-orientadora), Marize Campos Valadares Bozinis (colaboradora), Nancy Tomoko Sacono (orientadora)

Universidade Federal de Goiás- Faculdade de Odontologia- Departamento de Estomatologia

*eduardofdecastro@hotmail.com, geisabadauy@hotmail.com, ali.caba@uol.com.br, mcvbozinis@gmail.com, nancysacono@hotmail.com*

## RESUMO

No transplante de medula óssea (TMO), o paciente é submetido a tratamento de quimioterapia (QT) associado ou não a radioterapia (RT). A citotoxicidade destes tratamentos acarreta transtornos como a mucosite oral (MO) levando a um aumento da morbidade e mortalidade dos pacientes. Estudos recentes demonstraram que o laser de baixa potência (LBP) é eficiente na prevenção e tratamento da MO. Sugere-se também que o laser desempenha um papel antioxidante, diminuindo os efeitos nocivos da liberação de espécies reativas de oxigênio no tecido. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a possível ação anti-oxidante do laser de baixa potência na prevenção/tratamento da mucosite oral em pacientes submetidos a TMO através de exames laboratoriais em saliva. Vinte e cinco pacientes com indicação para TMO foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: O grupo I foi composto por 14 pacientes submetidos a TMO sem receber aplicação do LBP e o grupo II foi composto por 11 pacientes submetidos à laserterapia durante o TMO no Hospital Araújo Jorge da Associação de Combate ao Câncer de Goiás (HAJ/ACCG). Os pacientes receberam aplicações do LBP a partir do 1° dia do regime de condicionamento (QT e/ou RT) até D+7. Foram coletadas amostras de saliva dos pacientes em dois momentos antes do transplante (1 dia antes de iniciar o regime de condicionamento e 2 dias antes da infusão de medula óssea - D-2) e em três momentos após o transplante (D+3, D+7 e D+14). As amostras foram utilizadas em reações bioquímicas para avaliação de estresse oxidativo pela dosagem dos níveis de malondialdeído (MDA) e de mieloperoxidase (MPO) salivares. A avaliação da MO foi realizada diariamente a partir do D0 (dia da infusão da medula) até a "pega da medula", de acordo com a escala de gradação da Organização Mundial da Saúde (OMS).

**Palavras-chave:** Terapia a laser de baixa intensidade; Mucosite; Transplante de medula óssea.

*Revisado pelo orientador*

## INTRODUÇÃO

O estado de saúde bucal do paciente submetido ao transplante de medula óssea (TMO) tem sido considerado nos últimos anos como um fator que interfere diretamente no grau de morbidade durante o tratamento contra o câncer[1,6]. Os principais efeitos colaterais do transplante são: a mucosite oral, a xerostomia (boca seca), a cárie de radiação e as infecções oportunistas

A mucosite oral (MO) é uma das complicações mais freqüentes relacionadas tanto à quimioterapia (QT) quanto à radioterapia (RT) e apresenta uma incidência variando de 80% a 100% nos pacientes submetidos à TMO[2]. É uma alteração de caráter inflamatório que torna a mucosa mais delgada e, portanto, mais vulnerável a ocorrência de ulcerações[10]. Quando presente, a MO provoca dor e desconforto, dificuldade na alimentação e na ingestão de medicamentos, modificação do esquema terapêutico com alteração da dose ou até interrupção da quimioterapia, comprometendo assim o tratamento antineoplásico[11].

De acordo com Sonis et al. (2004)[9] a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) pelos agentes quimioterápicos e/ou radioterápicos parece desencadear o surgimento da MO. As EROs estimulam diversos fatores de transcrição, caracterizando uma resposta tecidual aguda do tecido além de causar danos ao DNA e subseqüente morte das células epiteliais. Dentre os fatores de transcrição envolvidos na MO está o fator nuclear kappa-B (NF-κB) o qual, uma vez ativado, promove a sobre regulação de diversos genes relacionados à expressão de citocinas pró-inflamatórias tais como TNF- α, IL-1β e IL-6, contribuindo para a apoptose e injúria tecidual.

Estudos consistentes sobre a geração de EROs no tecido após exposição à agentes estomatotóxicos, como a QT e a RT[5], e resultados de estudos que demonstraram sucesso na atenuação de injúrias na mucosa por agentes que efetivamente bloquearam as EROs[3] sugerem um papel significante das EROs na indução da injúria tecidual.

Diversos trabalhos observaram que o laser de baixa potência (LBP) apresenta efeitos benéficos com relação à prevenção e tratamento da MO em pacientes submetidos a QT e/ou RT[2,8], destacando-se como uma técnica não invasiva e de baixo custo. Além

das propriedades antiinflamatórias, biomoduladoras, anagésicas e cicatriciais, sugere-se também que o laser desempenha um papel importante no estresse oxidativo[4], bloqueando os efeitos das EROs liberadas no tecido e inativando o NF-κB[7], agindo, dessa maneira, como um potente agente anti-oxidante. Dessa forma, um dos mecanismos de acão do LBP sobre a MO pode estar relacionada a redução ou inativação de EROs liberadas pelo tecido frente ao tratamento antineoplásico.

## OBJETIVO

Avaliar a possível ação anti-oxidante do laser de baixa potência na prevenção/tratamento da mucosite oral em pacientes submetidos a TMO.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa do HAJ e da UFG (nº: 382/2011).

*Desenho do Estudo*

O estudo foi realizado em vinte e cinco pacientes portadores de doenças malignas ou outras doenças com indicação para TMO autólogo ou alogênico, submetidos a altas doses de QT e/ou RT, atendidos na Unidade de Transplante de Medula Óssea do Hospital Araújo Jorge/Associação de Combate ao Câncer em Goiás (HAJ/ACCG). Os pacientes foram divididos em dois grupos. O Grupo I foi composto por pacientes que foram submetidos a TMO, sem receber a aplicação do LBP (Controle). O Grupo II foi formado por pacientes submetidos à laserterapia durante o TMO. Todos os pacientes receberam regime de condicionamento com altas doses de QT e/ou RT corporal total. Os pacientes de ambos os grupos receberam orientações de higiene oral da cirurgiã-dentista responsável pelo Serviço de Odontologia do TMO do HAJ.

*Critérios de Inclusão e Exclusão*

Os critérios de inclusão foram: pacientes com indicação para TMO, com condicionamento mieloablativo, mucosa bucal intacta no primeiro dia de condicionamento, capacidade de cooperar com o tratamento e com disponibilidade para

colaborar voluntariamente com a pesquisa. Os critérios de exclusão foram: pacientes com indicação para TMO sem terapia mieloablativa, com mucosa oral apresentando lesão ulcerada associada ou não com infecção, pacientes portadores de transtornos psiquiátricos e doenças mentais e pacientes que se recusaram a participar.

*Aplicação da laserterapia*

Os pacientes selecionados receberam aplicações do LBP (InGaAIP) a partir do 1° dia do regime de condicionamento (QT e/ou RT) até o sétimo dia pós transplante (D+7). Neste estudo foi utilizado o LBP (InGaAlP) com comprimento de onda de 660 nm, 40 mW de potência, modo contínuo, aplicação pontual e perpendicular ao tecido. A energia depositada foi de 4J/cm$^2$ em cada ponto de aplicação. As áreas irradiadas foram: mucosa jugal direita e esquerda, mucosa labial superior e inferior, soalho bucal, borda lateral da língua, palato mole e duro e comissura labial.

*Avaliação Clínica do Grau de Mucosite Oral*

A avaliação clínica da MO foi feita por integrantes da equipe (médico e enfermeira) da Unidade de TMO, previamente calibrados, diariamente a partir do D0 (dia da infusão da medula) até a "pega da medula" (neutrófilos = 500/mm3), de acordo com a escala de gradação de mucosite da Organização Mundial da Saúde (OMS) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Escala de gradação de mucosite da Organização Mundial de Saúde

| **Mucosite** | **Manifestações clínicas** |
|---|---|
| **Grau 0** | Sem mucosite |
| **Grau 1** | Eritema sem dor, sem ulceração, alimentação normal |
| **Grau 2** | Presença de pequenas úlceras, porém ainda se alimenta de sólidos |
| **Grau 3** | Úlceras extensas, alimentação líquida |
| **Grau 4** | Ulcerações severas com necessidade de nutricão parenteral |

*Avaliação do estresse oxidativo*

Foram coletadas amostras de saliva de todos os pacientes em dois momentos antes do transplante: 1 dia antes de iniciar o regime de condicionamento e 1 dia antes da infusão de medula óssea (D-1), e em três momentos após o TMO: D+3, D+7 e D+14. Tais amostras foram utilizadas em reações bioquímicas para avaliação de estresse oxidativo pela dosagem dos níveis de mieloperoxidase (MPO) e de malondialdeído (MDA) salivares.

1- DOSAGEM DE MIELOPEROXIDASE (MPO)

A MPO é encontrada principalmente em grânulos azurófilos dos neutrófilos e tem sido bastante utilizada como um marcador bioquímico de infiltração inflamatória por neutrófilos em vário tipos de tecidos, incluindo o trato gastrointestinal[12].

Para a realização do ensaio da atividade da enzima MPO 10µl das amostras de saliva foram adicionados em placas de 96 poços (TPP, Trasadingin, Suíça), contendo 100µl de tampão fosfato com 0,1% de $H_2O_2$ e 1,3% de Orto-dianisidina (Sigma-Aldrich, St. Louis, Missouri, EUA). Decorridos 10 minutos, a reação foi paralisada por meio da adição de 50µL de solução de azida sódica a 1,3% (Labsynth, São Paulo, Brasil). A leitura da densidade óptica foi realizada no espectrofotômetro Thermo Scientific Multiskan® (Thermo Electron Corporation, Bervely, USA) no comprimento de onda de 450nm (10 leituras em intevalo de 20 segundos).

2- DOSAGEM DOS NÍVEIS DE MALONDIALDEÍDO (Método de Bradford, 1976[14])

A dosagem de MDA é uma reação que envolve o uso do ácido tiobarbitúrico (TBARS) para medir a concentração de malondialdeído (MDA), um produto da peroxidação lipídica, sendo um importante indicador de estresse oxidativo nos tecidos[13]. Neste processo, duas moléculas de ácido tiobarbitúrico reagem com uma molécula de MDA, a um pH baixo e temperatura elevada, formando um composto cromógeno rosa.

Para o ensaio foram transferidos 250µL da amostras de saliva para um tubo plástico contendo 25µL de Butilhidroxitolueno (BHT) a 4% (Mapric, São Paulo, Brasil) em metanol e, em seguida foram homogenizados no vórtex (Phoenix, São Paulo, Brasil).

Logo após, foram adicionados 1 mL de ácido tricloroacético a 12% (Vetec Química Fina, Rio de Janeiro, Brasil), 1mL de ácido tiobarbitúrico à 0,73% (Merck KGaA, Darmstadt, Alemanha) e 750µL de tampão tris (Vetec Química Fina, Rio de Janeiro, Brasil) /HCl (Vetec Química Fina, Rio de Janeiro, Brasil). Posteriormente, as amostras foram incubadas em banho-maria, à 100°C, por 60 minutos. Terminada esta etapa as amostras foram colocadas em recipiente contendo gelo para bloquear a reação. Em seguida foram acrescentados 1,5mL de n-butanol nas amostras que foram novamente homogenizadas no vórtex, por mais 30 segundos, para depois serem centrifugadas (Thermo Electron Corporation, Bervely, EUA) por 10 minutos à 5000 rpm e à 25°C. Após este processo, os sobrenadantes foram removidos e as leituras dos cromógenos originados foram feitas em espectrofotômetro Thermo Scientific Multiskan® (Thermo Electron Corporation, Bervely, EUA) nos comprimentos de onda de 532 e 453 nm. As concentrações de MDA foram obtidas subtraindo-se 20% da absorbância à 453nm da concentração à 532nm, usando um coeficiente de extinção molar de $1,56x10^5$ $M^{-1}cm^{-1}$.

## RESULTADOS

*Avaliação Clínica da Mucosite Oral*

Os resultados da avaliação clínica da mucosite oral, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), demonstraram que o os pacientes submetidos à laserterapia apresentaram mucosite oral com menor grau de severidade durante todo o período de acompanhamento clínico (do dia da infusão da medula até a alta do paciente) quando comparados com os pacientes do grupo controle (Figura 1).

Além disso, a quantidade de avaliação clínica classificada como grau 0 (sem mucosite) foi maior para o Grupo tratado com laser (71%). Quando houve surgimento de úlceras a ocorrência da lesão foi sempre maior para o grupo controle, e no grupo submetido à laserterapia o maior grau de mucosite foi 2, diferente do grupo controle no qual foram observados casos de mucosite mais severas, dificultando a alimentação dos pacientes (Figura 2).

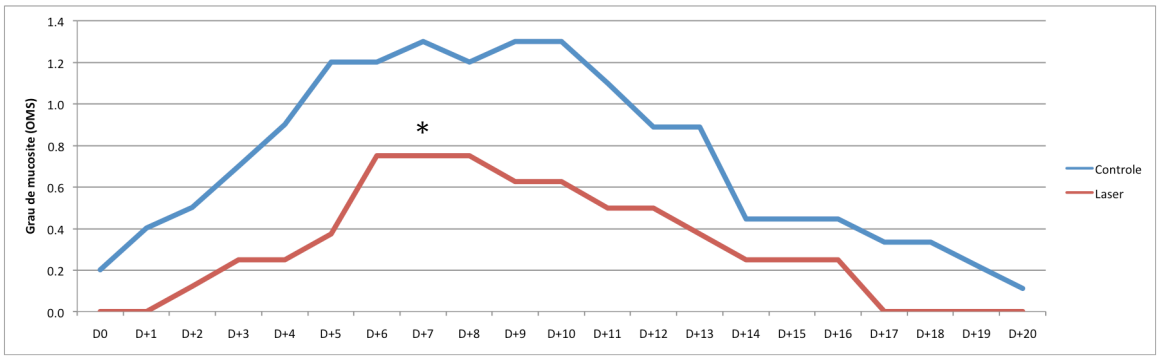



**Figura 1-** Evolução dos escores de severidade em função dos dias para cada grupo. *Chi-square, p=0,041 no dia D+7 quando comparados os grupos laser e controle.

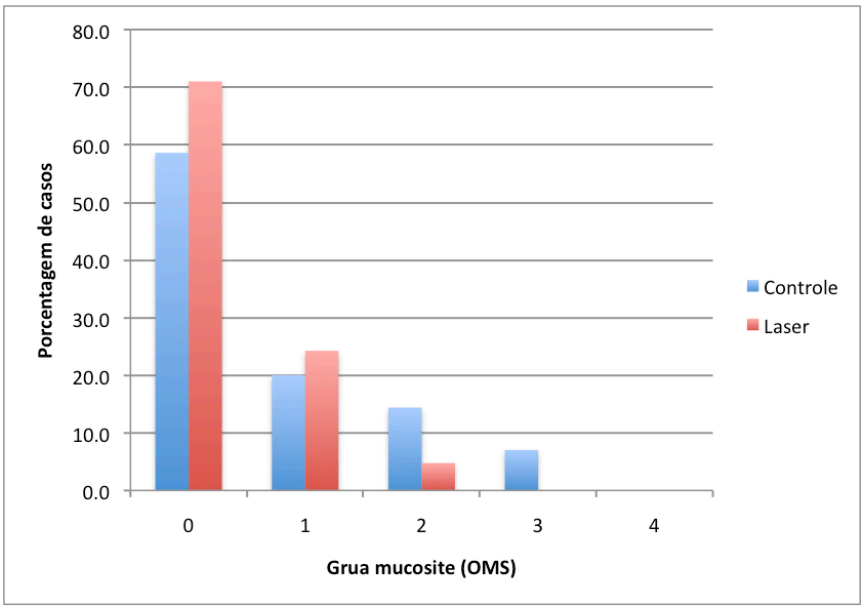



**Figura 2-** Contagem dos escores em função dos grupos.

*Avaliação do estresse oxidativo*

Os níveis de MPO dos pacientes no momento da admissão são semelhantes em ambos os grupos. Entretanto, no período de avaliação D+7 observa-se aumento significativo dessa enzima em ambos os grupos, sendo essa elevação menor para o grupo laser. No momento da alta dos pacientes observa-se redução significativa de MPO em comparação à admissão e à D+7 somente no grupo controle (Figura 3).

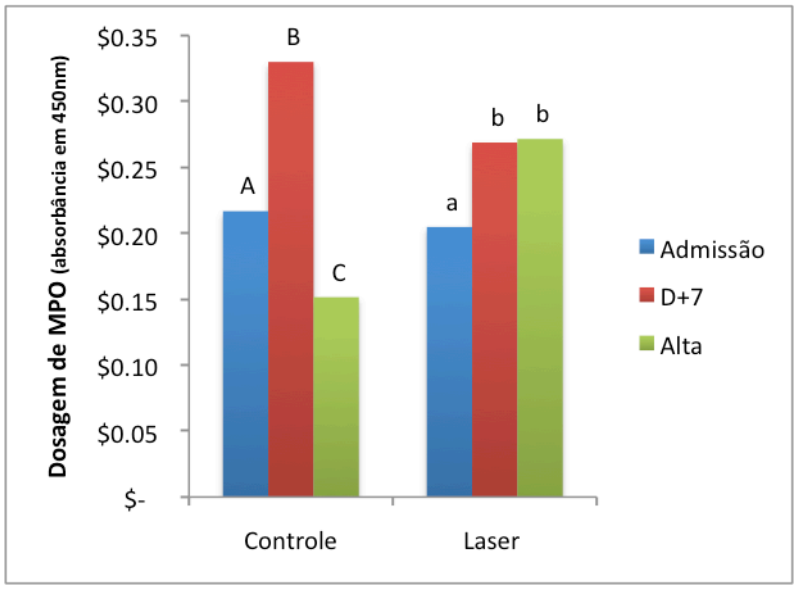



**Figura 3-** Dosagem do nível de MPO em função dos grupos e dos dias de avaliação. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significante entre os grupos (Mann-Whitney, p>0,05). Letras maiúsculas: comparação entre os dias de avaliação do grupo controle. Letras minúsculas: comparação entre os dias de avaliação do grupo laser.

A dosagem dos níveis de MDA foi realizada de acordo com Bradford (1976)[14]. Entretanto, não foram detectados, por este teste, a presença de MDA em nenhuma amostra.

## DISCUSSÃO

A maioria dos agentes antineoplásicos utilizados durante o TMO são tóxicos aos tecidos de alta proliferação, caracterizados por uma alta atividade mitótica e ciclos celulares curtos[15]. O alto indíce de renovação das células epiteliais da mucosa bucal leva à sua alta vulnerabilidade à toxicidade direta da quimioterapia ou da radioterapia[16,17], e como consequência, a lesão ou ruptura da barreira mucosa[18].

A mucosite oral é caracterizada clinicamente por um eritema, edema, sangramento, ulceração e formação de pseudomembrana. As ulcerações resultam em dor intensa, que quase sempre necessitam de suporte nutricional e de analgésicos via parenteral[19,20]. Além disso, a ruptura da barreira mucosa favorece a invasão de vários patógenos, predispondo o paciente à infecções graves[16,17]. Portanto, o tratamento da

mucosite oral é de suma importância para o sucesso da recuperação do paciente em tratamento oncológico.

Diversos estudos demonstram que as alterações clínicas da mucosa bucal nos pacientes submetidos ao TMO, geralmente aparecem nos primeiros dias após o regime de condicionamento, atingindo seu pico entre o sétimo e décimo primeiro dia pós-transplante (D+7 a D+11), com duração média de duas a três semanas, coincidindo quase sempre com a recuperação dos leucócitos ou a "pega" da medula[22,23,24]. No presente trabalho o curso da mucosite oral seguiu os mesmos padrões observados na literatura, atingindo um pico de maior severidade no D+7.

A maioria das pesquisas para o tratamento de mucosite oral estuda medidas paliativas e, tendo em vista a importância clínica dessa complicação no tratamento antineoplásico, a busca por terapias que tragam não só o alívio dos sintomas, mas também atuem de forma preventiva e curativa, tornou-se imprescindível.

O laser terapêutico tem sido pesquisado como alternativa de tratamento da mucosite[21,23] uma vez que já está comprovada a sua eficácia no tratamento de úlceras e feridas de diversas etiologias[25]. Os resultados das pesquisas demonstraram que a laserterapia reduz a severidade das lesões[3,21], previne o desenvolvimento das alterações, acelera o processo de cicatrização[3,26] e diminui a sintomatologia dolorosa causada pela mucosite oral[27]. No presente estudo foi observada uma clara redução da severidade da mucosite oral em todos os dias de acompanhamento dos pacientes que receberam a laserterapia em comparação aos que não receberam, principalmente no dia do pico da mucosite (D+7), confirmando seu efeito clínico benéfico demonstrado na literatura. Os pacientes tratados com laser não apresentaram mucosite severa que interferisse no processo de alimentação (grau 3), diferente dos pacientes do grupo controle. O grau máximo observado no grupo laser foi o grau 2 caracterizado por pequenas úlceras, que cicatrizaram em pouco tempo.

Já está comprovado na literatura que o laser atua na melhora clínica do quadro de mucosite oral. Entretanto, os mecanismos pelos quais tais eventos ocorrem ainda não estão esclarecidos. De acordo com Sonis et al. (2004)[28] a quimioterapia e/ou radioterapia produzem espécies reativas de oxigênio (EROs) no tecido, o que diminui a renovação

celular, agredindo tanto as células epiteliais quanto o tecido conjuntivo afetado, em especial, epitélio e vasos sanguíneos. Portanto, objetivou-se, neste estudo, avaliar o estresse oxidativo local da mucosa oral por meio da dosagem de MPO e MDA em amostras de saliva nos pacientes submetidos à TMO.

De acordo com o presente estudo, no momento da admissão, onde não se observa mucosite oral, os níveis de MPO são baixos. Entretanto, no dia D+7, quando o maior pico de ocorrência e severidade da mucosite oral é observado, os níveis de MPO se elevam. Portanto, pode-se especular uma relação direta da ocorrência da mucosite oral e dos níveis salivares de MPO. Foi observado também uma diminuição significativa nos níveis de MPO, no dia D+7, quando os pacientes foram tratados com laser, coincidindo com a diminuição da severidade da mucosite nesse período. Assim sendo, com base no presente estudo, pode-se ainda se especular que o laser atuou diminuindo os níveis de inflamação do tecido, auxiliando na diminuição da severidade da mucosite, comprovando seu efeito anti-inflamatório já que a enzima MPO é um marcador bioquímico de infiltração inflamatória[12].

A avaliação dos níveis de MDA foi realizada com o intuito de se correlacionar a presença/severidade da mucosite oral com o processo inflamatório tecidual e com a liberação de EROs, tendo em vista que o MDA é um produto da peroxidação lipídica, sendo um importante indicador de estresse oxidativo nos tecidos[13] e que as EROs são comumente liberadas em processos inflamatórios[29]. Diante da diminuição da inflamação tecidual e da severidade da mucosite no grupo tratado com laser, é importante avaliar se o laser atua diminuindo a liberação de EROs tecidual durante a QT e/ou RT e, por esse motivo, ocorre uma diminuição do processo inflamatório e, consequentemente, da severidades das lesões. Entretanto, não foram detectados níveis de MDA em nenhuma das amostras coletadas. Isso não significa que não ocorreu a liberação de EROs durante a mucosite pois todas as amostras de saliva foram previamente diluídas (1:1) em solução de extração de citocina, contendo soluções tampão e inibidores de proteases. Este procedimento foi realizado como parte integrante de um projeto de pesquisa maior (FAPEG AUX PESQ 003/2010), no qual se propôs avaliar a expressão de diversas citocinas e enzimas relacionadas ao processo inflamatório em pacientes submetidos ao TMO e que apresentaram MO e foram tratados com laserterapia. Portanto, talvez a

diluição das amostras de saliva tenha diminuído os níveis de MDA à níveis não detectáveis pela metodologia empregada pelo estudo. Talvez o teste não possua sensibilidade suficiente para detectar níveis baixos de MDA como o ensaio de MPO. Deste modo, mais estudos são necessários para se correlacionar a severidade da mucosite oral com o estresse oxidativo tecidual.

## CONCLUSÃO

A laserterapia atuou diminuindo os níveis da enzima mieloperoxidase no período de avaliação D+7, o que coincidiu com a diminuição da severidade da mucosite neste grupo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barker GJ. Current practices in the oral management of the patient undergoing chemotherapy or bone marrow transplantation. Support Care Cancer. 1999; 7: 17-20.
2. Keefe DM, Schubert MM, Elting LS, Sonis ST, Epstein JB, Raber- Durlacher JE *et al*. Mucositis Study Section of the Multinational Association of Supportive Care in Cancer and the International Society for Oral Oncology. Updated clinical practice guidelines for the prevention and treatment of mucositis. Cancer. 2007; 109: 820-31.
3. Bensadoun RJ, Franquin JC, Ciais G, Darcourt V, Schubert MM, Viot M, *et al*. Low-energy He/Ne laser in the prevention of radiation-induced mucositis. A multicenter phase III randomized study in patients with head and neck cancer. Support Care Cancer. 1999; 7: 244-52.
4. Spijkervet FKL, Sonis ST. New frontiers in the management of chemotherapy-induced mucositis. Curr Opin Oncol. 1998; 10: S23-7.
5. Worthington HV, Clarkson JE. Prevention of oral mucositis and oral candidiasis for patients with cancer treated with chemotherapy: cochrane systematic review. J Dent Educ. 2002; 66: 903-11.
6. Sonis ST, Elting LS, Keefe D, Peterson DE, Schubert M, Hauer-Jensen M, *et al*. Perspectives on cancer therapy-induced mucosal injury: pathogenesis,

measurement, epidemiology, and consequences for patients. Cancer. 2004; 100: 1995-2025.

7. Gate L, Paul J, Ba GN, Tew KD, Tapiero H. Oxidative stress induced in pathologies: the role of antioxidants. Biomed Pharmacother. 1999; 53: 169-80.
8. Culy C, Spencer C. Amifostine: an update on its clinical status as a cytoprotectant in patients with cancer receiving chemotherapy or radiotherapyand its potential therapeutic application in myelodysplastic syndrome. Drugs. 2001; 61: 641-84.
9. Silva GBL, Mendonça EF, Bariani C, Antunes HS, Silva MAG. The prevention of induced oral mucositis with low-level laser therapy in bone marrow transplantation patients: a randomized clinical trial. Photomed Laser Surg. 2011; 29: 27-31.
10. da Fonseca Ade S, Presta GA, Geller M, de Paoli F, Valença SS. Low-intensity infrared laser increases plasma proteins and induces oxidative stress in vitro. Lasers Med Sci. 2012; 27: 211-7.
11. Rizzi CF, Mauriz JL, Freitas Corrêa DS, Moreira AJ, Zettler CG, Filippin LI *et al*. Effects of low-level laser therapy (LLLT) on the nuclear factor (NF)-kappaB signaling pathway in traumatized muscle. Lasers Surg Med. 2006; 38:704-13.
12. Bradley PP, Christensens RD, Rothstein G. Cellular and extracellular myeloperoxidase in pyogenic inflammation. Blood. 1982; 60: 618-22.
13. Dominguez-Rebolledo AE, Fernandez-Santos A, Bisbal JL, Ramon M, et al. Improving the effect of incubation and oxidative stress on thawed spermatozoa from red deer by using different antioxidant treatments. Reprod. Fertil. Dev. 2010; 22: 856-70.
14. Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 1976; 72: 248-54.
15. Barasch A, Peterson DE. Risk factors for ulcerative oral mucositis in cancer patients: unanswered questions. Oral Oncol. 2003; 39: 91-100.
16. Filicko J, Lazarus HM, Flomenberg N. Mucosal injury in patients undergoing hematopoietic progenitor cell transplantation: new approaches to prophylaxis and treatment. Bone Marrow Transplantation. 2003; 31: 1-10.

17. Gabriel DA, Shea T, Olajida O., et al. The effect of oral mucositis on morbidity and mortality in bone marrow transplantation. Semin Oncol. 2003; 30: 76-83.

18. Papas AS, Clark RE, Martuscelli G., et al. Post-transplant complications: A prospective, randomized trial for the prevention of mucositis in patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation. Bone Marrow Transplantation. 2003; 31: 705-12.

19. Cella D, Pullian J, Fuchs H., et al. Evaluation of pain associated with oral mucositis during the acute period after administration of high-dose chemotherapy. Cancer. 2003; 98: 403-12.

20. Donnelly JP, Bellm LA, Epstein, JB, et al. Antimicrobial therapy to prevent or treat oral mucositis. Lancet Infect Dis. 2003; 3: 405-12.

21. Cowen D, Tardieu C, Schubert M, et al. Low energy helium-neon laser in the prevention of oral mucositis in patients undergoing bona marrow transplant: results of a double blind randomized trial. Int J Radiat Oncology Biol Phys. 1997; 38: 697-703.

22. Epstein JB, Schubert MM. Oral mucositis in myelosuppresive cancer therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1999; 88: 273-6.

23. Migliorati C, Massumoto C, Eduardo, FP, et al. Low-energy laser therapy in oral mucositis. J Oral Laser Applicat. 2001; 1:1-5.

24. Rogers BB. Mucositis in the oncology patient. Nurs Clin North Am. 2001; 36: 745-60.

25. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. Health Phys. 1989; 56: 691-704.

26. Wong SF, Wilder-Smith P. Pilot study of laser effects on oral mucositis in patients receiving chemotherapy. Cancer J. 2002; 8: 247-54.

27. Nes AG, Posso MBS. Patients with moderate chemotherapy-induced mucositis: pain therapy using low intensity lasers. Int Nurs Rev. 2005; 52: 68-72.

28. Sonis ST. The pathobiology of mucositis. Nat Rev Cancer. 2004; 4: 277-84.

29. Deminice R, Sicchieri T, Payão PO, Jordão AA. Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans. Int J Sports Med. 2010; 31:599-603.

# CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS DERIVADOS DO ARENITO BAURU E DO ARENITO BOTUCATU NO MUNICÍPIO DE JATAÍ EM GOIÁS.

Eduardo Oliveira de Queiroz[1]

Iraci Scopel[2]

Alécio Perini[3]

Dayane Maria Ferreira[4]

[1]Estudante PIBIC, Graduando em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Goiás/Câmpus Jataí - dudu-queiroz1@hotmail.com

[2]Professor Orientador da Universidade Federal de Goiás/Câmpus Jataí. iraciscopel@gmail.com

[3]M. Sc. Geógrafo da Universidade Federal de Goiás/Câmpus Jataí. alecioperini@yahoo.com.br

[4]Graduando em Geografia na Universidade Federal de Goiás/Câmpus Jataí dayane22.ferreira@gmail.com

**PALAVRAS-CHAVE:** Neossolos Quartzarênicos (RQo); uso de solos arenosos; arenização; Comparação entre RQo.

**RESUMO**

No século XVI e XIX a migração de pecuaristas, que partiram de São Paulo e Minas Gerais, para ocupação da região sudoeste (SW) do estado de Goiás, em busca de mais e melhores terras para criação de gado, causou amplas mudanças no ambiente natural. A abertura de novas áreas para implantação de pastagem e, já no século XX, a agricultura mecanizada e de alta tecnologia intensificou a utilização de solos com baixo potencial agrícola, como os Neossolos Quartzarênicos (RQ), empurrando a pecuária extensiva e de baixos insumos para estes solos.

Revisado pelo orientador.

Os Neossolos Quartzarênicos, expressão de 15 a 20% dos solos do sudoeste (SW) de Goiás (SCOPEL; PEIXINHO; SOUSA, 2005), na sua maior parte derivados de arenitos da Formação Botucatu ou do Grupo Bauru, são solos que apresentam grande suscetibilidade à arenização e à erosão e, portanto, são inaptos ou de baixa aptidão agrícola. Entretanto, foi observado que os RQo derivados dos arenitos do Grupo Bauru, regra geral, apresentam um potencial de produtividade maior do que os derivados do Botucatu. Partindo deste pressuposto, buscou-se neste trabalho explicações para este fato, analisando-se características físicas e químicas, dos RQo no campo e no laboratório. As metodologias utilizadas nessas análises seguiram, basicamente, as descrições contidas no manual de análise de solos da EMBRAPA (1997).

Os resultados mostraram que os RQo, derivados do Bauru, apresentam teores maiores de silte+argila e de matéria orgânica (MOS) do que os solos derivados dos arenitos da Formação Botucatu. Também a capacidade de retenção de água aparenta ser maior nos RQo derivados do Bauru, o que seria uma condição suficiente para explicar um maior potencial produtivo destes, tendo em vista os veranicos que ocorrem na região durante a estação chuvosa.

Embora este maior potencial dos RQo, derivados do Bauru, recomenda-se, sempre que possível, a preservação da vegetação nativa nesses solos ou quando isto não for viável, a ocupação com pastagem e reflorestamento poderá oferecer um risco menor de frustração da produção nesses RQo.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola constitui um dos alicerces da economia do estado de Goiás. Privilegiado com solos profundos e facilmente mecanizáveis, água ainda suficiente, clima favorável e um amplo domínio da tecnologia de produção, o Estado é um dos grandes exportadores de grãos do Brasil. Atualmente, dada uma maior consciência em relação aos impactos ambientais, o desafio consiste em: conciliar a expansão da agroindústria e da pecuária com a preservação do Cerrado e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes dessas atividades.

A migração de pecuaristas, que partiram de São Paulo no século XVI e, no século XIX, de Minas Gerais, para ocupar a região sudoeste do estado em busca de mais e melhores terras para criação de gado, causou graves danos ao agroecossistema, como um todo e ao solo

e à vegetação nativa, em particular. Com a derrubada do Cerrado e a abertura de novas áreas para criação de gado, alguns solos, desconhecidos em seu potencial, foram sendo usados, como os Neossolos Quartzarênicos (RQ), com expressão de 15-20% em área, no sudoeste (SW) de Goiás (SCOPEL; PEIXINHO; SOUSA, 2005). No SW goiano, estima-se, conforme esses autores, haver mais de 1.000.000 de hectares dessa classe de solos. A remoção da vegetação nativa nesses solos desencadeou a ocorrência em alguns locais do processo, chamado por alguns pesquisadores, de arenização (SUERTEGARAY, 1998; SCOPEL; PEIXINHO; SOUSA, 2005).

Entende-se tal processo, *lato sensu*, como manchas de areia, áreas de Neossolos Quartzarênicos com alterações das propriedades naturais (Figura 1), que denotam sua degradação como consequência da ausência de cobertura vegetal e da pouca fertilidade.



**Figura 1**: **Imagens de Neossolos Quartzarênicos Órticos degradados no sudoeste de Goiás.**

Por outro lado, em algumas áreas de RQo – Neossolos Quartzarênicos Órticos – o processo de uso não aparece como causador de tantos impactos, parecendo ter relação com o material de origem desses solos. Neste sentido, os solos arenosos, na maior parte do SW de Goiás, são derivados de arenitos da Formação Botucatu ou do Grupo Bauru, o qual aparenta formar solos com menor suscetibilidade à arenização do que os derivados do Botucatu, mesmo tendo históricos de ocupação semelhantes. Esta pesquisa objetiva definir e analisar as características desses solos, principalmente as características físicas, para esclarecer os fatos

observados em relação à esta classe de solos. Foram planejados trabalhos de campo, consistindo na coleta de amostras para análises de laboratório, descrições de características morfológicas e testes de condutividade hidráulica saturada. O trabalho de revisão das informações existentes sobre esses solos e a região, também, é uma etapa muito importante dessa pesquisa.

Espera-se que o levantamento das características dos RQo viabilize algum tipo de processo produtivo menos impactante e um maior cuidado na ocupação dessa classe de solos, considerada muito importante para o SW de Goiás.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O solo, quase sempre, é composto por camadas inter-relacionadas na sua gênese e, por isso, denominadas de horizontes. O horizonte superior, normalmente, apresenta coloração mais escurecida, devido a maior quantidade de matéria orgânica (MOS). Esta pode até definir o tipo de solo, quando for dominante em seus horizontes, denominando-se solos orgânicos. Entretanto, a maioria dos solos apresenta teores menores do que 5% no horizonte (h) superior e quase nada nos outros h, e são denominados de solos minerais.

Os solos arenosos, como regra geral, possuem baixos a muito baixos teores de MOS. Possuem, basicamente, na sua composição mineral, areia, com dimensões entre 2 e 0.05 mm, segundo a classificação americana, a qual determina a "fisiologia" do solo nos seus fenômenos físicos, químicos e até certo ponto, biológicos. (SCOPEL, 2011).

Nos solos minerais, a composição e gênese dos constituintes minerais explicam muitas características que decidem sua fertilidade, assim como, o material de origem ou rocha. Os Neossolos Quartizarênicos (RQ) possuem muita areia na sua composição textural e muito pouco silte e argila - frações entre 0,05 e 0,002mm e menor do que 0,002 mm, respectivamente Na composição das areias dos solos estudados, o quartzo é o mineral predominante, o qual é muito estável e de muito baixa atividade.

Klamt (1994) caracteriza os solos arenosos, da Formação Botucatu, no sudoeste do Rio Grande do Sul (RS), como possuindo por volta de 90% de areia, sendo 50% de areia fina, de muito fácil transporte pelo vento na ausência de vegetação.

Goedert (1986) lembra que os RQ são pouco desenvolvidos, profundos, gerados de arenitos ou de sedimentos areno-quartzosos não consolidados. Como regra geral, possuem sempre a sequência de horizontes A - C, de espessura maior que 2 metros e alta

permeabilidade. Na sua composição, pelo menos 80 % é areia e o teor de argila é menor do que 15%.

Conforme Scopel (2011), os RQ da Formação Botucatu, no sudoeste de Goiás (SW) e no SW do RS apresentam, sob o ponto de vista químico e físico, baixa capacidade de troca de cátions (CTC), alto teor de alumínio, baixos teores de N, P, K, Ca, Mg e S e de micronutrientes como Zn, Mo, Mn, B e Fe. A densidade do solo (Ds) varia entre 1,55 e 1,65 g/cm³; a porosidade total (Pt) entre 35 e 40%; a densidade de partícula s(Dp) entre 2,60 e 2,75 g/cm³. As taxas de infiltração de água no solo e a permeabilidade são muito rápidas e maiores que 254 mm/h. Ainda, os solos arenosos são classificados como solos altamente suscetíveis à erosão (Bertoni; Lonbard Neto, 1995; SCOPEL, SOUZA, PEIXINHO, 2011).

Outra características comum desses solos arenosos é apresentarem, quando secos, coloração clara, devido ao baixo teor de matéria orgânica e aos altos teores de areia. Lepsch (1972) ressalta que os solos de h A mais claros, geralmente, possuem baixa aptidão agrícola, tanto pelas condições ecológicas como pela impossibilidade de acumular matéria orgânica.

A ação antrópica, com uso e manejo inadequados, induz esses solos a um processo de arenização e consequente formação de areais.

Da Silva (2006), destaca que os areais possuem as mesmas características dos RQ, ou seja, são arenosos, finos a muito finos, brancos, ácidos , desagregados e existentes sob vegetação rala ou inexistente.

Suertegaray (1996, p. 269) descreve a formação dos areais que, também, são denominados por ela de arenização, como devidos à dinâmica hídrica e eólica. Assim:

> Os processos iniciais de formação de areais ocorreriam sob áreas de reduzida biomassa (gramíneas), evoluindo para manchas arenosas ou areais propriamente ditos, passando por feições de degradação como áreas de ravinas e de formação de voçorocas. São áreas, portanto, que apresentam aptidão natural para a ocorrência de processos erosivos e cuja gênese estaria associada à formação de ravinas que evoluem para voçorocas e depositam à jusante, leques arenosos que, associados à evolução das próprias voçorocas (erosão remontante), dão origem aos areais, já, nesta fase impulsionados, também, pela dinâmica eólica.

No SW de Goiás, os areais ocorrem principalmente sobre os arenitos da Formação Botucatu, na depressão inter-planáltica desenvolvida pelo Rio Verde e seus tributários, nos municípios de Serranópolis e, secundariamente, Mineiros. A depressão do Rio Verde é caracterizada por altitudes mais baixas, relativamente àquelas do entorno, sendo delimitada

por linhas de escarpas areníticas e meta-areníticas, de cerca de 150 metros, da Serra Azul, à leste, da Serra do Caiapó, ao norte, e pelas chapadas do Parque Nacional das Emas e do município de Chapadão do Céu, a oeste. A presença do arenito da Era Mesozoica, mais antigo que o basalto, e as formações Cenozóicas que aparecem na área em estudo, segundo Scopel, Souza, e Peixinho, (2011) evidenciam o intenso processo erosivo a que a área foi submetida, expondo a litologia arenítica e dando origem aos RQ, solos predominantes desta área. Os areais ocorrem tanto em áreas que foram submetidas a um intenso processo de mecanização agrícola com a cultura de cana-de-açúcar - sub-bacias do Ribeirão Sujo e das Pedras - quanto em áreas utilizadas com pastagem - sub-bacia do Ribeirão Douradinho.

Os solos arenosos compreendem, ao redor de, 15% das áreas do Cerrado, aproximadamente, trinta milhões de hectares (Novaes et al., 1983). Ocupam mais de 20% da área do SW de Goiás, cerca de 1,6 milhões de hectares (SCOPEL, SOUZA, e PEIXINHO, 2011). Neste sentido, o uso dos solos arenosos tornou-se contingência da ocupação que vem ocorrendo, uma vez que as fronteiras agrícolas avançaram sobre o Cerrado e, de acordo com Pagotto e Souza (2006), nas últimas quatro décadas, a agricultura comercial nos cerrados vêm sofrendo um acentuado processo de degradação, embora sua alta diversidade biológica ainda possua algumas áreas de preservação, como o Parque Nacional das Emas.

Como o foco principal deste trabalho são os solos arenosos, derivados da formação Botucatu e os das formações do grupo Bauru, a seguir apresenta-se uma breve revisão sobre esses materiais geológicos. Informações mais completas podem ser obtidas da fonte utilizada, ou seja, em Randambrasil (1983).

## 2.1 Formação Botucatu

Campos (1889), denominou de ’’Grés do Botucatu’’ os arenitos que constituem a serra do mesmo nome no Estado de São Paulo.

White (1908) reconheceu sedimentos, atualmente característicos da Formação de Botucatu ,sob a denominação de ‘’Grés de São Bento’’. Segundo este autor, estes grés maciços formam longas linhas de paredões na face leste da serra geral através de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, mergulhando gradualmente para sudoeste até que ficam abaixo do nível da água no rio Uruguai. Ao desenvolver estudos geológicos no Estado de São Paulo, Rego (1930) definiu o ‘’Andar Botucatu’’ como sendo um conjunto de camadas arenosas intercaladas nos derrames eruptivos.

Almeida (1946) reportou que aqueles sedimentos denominados de ‘’Arenito Botucatu’’ resumem-se em níveis de arenito intercalados nos derrames basálticos, formando camadas arenosas intercaladas nos derrames eruptivos.

Segundo Almeida (1954a), limitou-se o ‘’Arenito Botucatu’’ à fácies eólica da mesma sequência e caracterizou-o como camadas que se alternam com as da fácies alúvio-lacustre Santana na parte baixa da ‘’Série São Bento’’ e superiormente com os derrames. Almeida (1954b) afirmou que o ‘’Arenito Botucatu’’ no centro-leste do Mato Grosso e alta bacia hidrográfica do rio Araguaia limita-se ao coroamento do divisor de águas, com provável extensão para o sul, ligando ‘’às seções já conhecidas da serra do Maracaju’’.

Oliveira & Muhlmann (1965), em trabalho de progresso para sequenciar um programa de levantamento geológico sistemático no noroeste da Bacia Sedimentar do Paraná, observaram diversas características típicas á Formação Botucatu; referiram a não existência de evidências conclusivas de que a ocorrência de arenitos mesozóicos ao norte da chapada dos Guimarães-MT pertença á mesma. Evidências, segundo Campos & Farjallat (1966), como: Litologias, estruturas sedimentares primárias, características sedimentológicas, relações estratigráficas e ainda ocorrências fossilíferas, na região setentrional do Estado do Mato Grosso do Sul, explicaram como sendo ‘’Arenito Botucatu infrabasáltico’’, onde anteriormente havia sido mapeado como ‘’Grupo Aquidauana’’.

Em suas reavaliações Northfleet, Medeiros e Muhlmann (1969) mencionaram que a Fácies Botucatu é arenosa, de origem eólica com estratificação cruzada característica. Abaixo dos sedimentos eólicos, aparece uma fáceis fluviolacustre representada por camadas características das unidades litoestratigráficas Santa Maria, Pirambóia e Santana.

A Formação Botucatu, segundo Gonçalves & Schneider (1970), seria constituída por arenitos eólicos típicos; entretanto, registraram na porção sudeste da região dessa Formação, maior espessamento presente de arenitos com características de deposição subaquosa. Contudo, mapearam duas fáceis distintas, uma eólica e uma subaquosa numa única unidade.

Muhlmann et alii (1974) caracterizaram a Formação Botucatu como de ocorrência generalizada na Bacia Sedimentar do Paraná, compreendendo uma sequência de arenitos avermelhados, finos e médios, friáveis, grãos foscos e geralmente bem arredondados, com abundante estratificação cruzada, situada imediatamente abaixo dos primeiros derrames basálticos da Formação Serra Geral.

A Formação Botucatu, pertence ao Grupo São Bento, exibindo uma ampla distribuição na porção centro-oeste da área em questão. Imagens de radar evidenciaram, sobre litótipos,

contrastes que refletem, regionalmente, relevos de chapadões extensos, suavemente ondulados ou planos; serras cujas encostas exibem escarpas abruptas e morros testemunhos de aspectos tabuliformes.(RADAMBRASIL, 1983).

Ainda, Campos & Farjallat (1908) registraram uma espessura de 200 m para a Formação Botucatu, na rodovia Campo Grande - Camapuã. Soares (1973), durante o desenvolvimentos dos seus trabalhos, analisou que a espessura máxima na "seção-tipo" Formação Botucatu não ultrapassa a 150 m.

Segundo RADAMBRASIL (1983), as primeiras serras dos litótipos da Formação Botucatu desenvolvem escarpas, como é o caso da serra das Araras, serra Preta e serra Azul ou do rio Verde, em Goiás. Aspectos tabuliformes são constantes no topo dessa serras, graças ao alto grau de silificação que normalmente se verifica nos sedimentos superiores da unidade. Estes sedimentos possuem um caráter friável, causa essencial do desenvolvimento de um espesso e extenso solo arenoso, resultante da desintegração dos litótipos característicos da sequência em foco. Em áreas, onde exibe considerável espessuras, notificam-se fortes dissecações no relevo, bem ressaltadas nas imagens de radar, o que proporciona o aparecimento acentuado de configurações de quebras positivas e negativas, delineadas por longas distâncias (RADAMBRASIL, 1983).

O ''Arenito Botucatu'', segundo Maack (1947), foi formado pelos depósitos desérticos em forma de dunas, escudos arenosos e sedimentos fluviais de depressões em escoamento.

Almeida (1946) considerou que o ''arenito Botucatu'' representa o restante de um deserto triássico, coberto de dunas de areia fina, vermelha, em área muito grande, e sujeito periodicamente às inundações extensas de lavas basálticas, extremamente fluidas, produzidas por injeções abissais a partir do substrato basáltico, através de fissuras abertas na crosta e mais abundantes a oriente que a ocidente da bacia sedimentar.

## 2.2 Grupo Bauru

Posicionada no Período Cretáceo da Bacia Sedimentar do Paraná, o Grupo Bauru é uma unidade litoestratigráfica que tem gerado discussões entre os pesquisadores (RADAMBRASIL, 1983).

A polêmica começou a tomar forma a partir dos trabalhos pioneiros de Campos (1905, *apud* Rego, 1941), quando no Estado de São Paulo, arredores da cidade de Bauru, reconheceu um depósito de arenito, pouco estratificado, depositado diretamente acima das eruptivas

básicas, batizado de ‘’Grés de Bauru’’. A partir de então, o ‘’Grés de Bauru’’ foi subdividido em fácies, litofácies, unidade, formação e membro.

Segundo Radambrasil (1983), a superposição de levantamentos geológicos complicavam mais ainda o esclarecimento sobre a caracterização estratigráfica desta unidade cretácea. A partir de 1970, a maioria dos autores preferiu adotar para esta unidade a terminologia de Formação.

A definição anteriormente do ‘’Grés de bauru’’ por Campos (1905, *apud* Rego, 1941), Hussak (1891) e Campos (1891), através de estudos específicos sobre a mina de diamante da Água Suja no Triângulo Mineiro, consideraram rochas cretáceas em sítios geológicos, hoje sabidamente pertencentes ás formações Uberaba e Marília do Grupo Bauru.

Lisboa (1909) foi o primeiro a mencionar a ocorrência de arenitos pós-basálticos no norte do Mato Grosso do Sul, correlacionando-os ao Arenito Botucatu ocorrendo no Estado de São Paulo.

A primeira tentativa de se subdividir o atual Grupo Bauru deve-se a Setzer (1948 *apud* Mezzalira, 1974), quando no noroeste do Estado de São Paulo propôs a criação do Bauru inferior e Bauru Superior, baseado somente na abundância de cimento calcário na parte superior e menor quantidade na parte inferior; o autor mostrou que essa subdivisão seria mais de caráter topográfico que estratigráfico.

Segundo Suguio et alii (1977), após detalhadas investigações baseadas em análises sedimentológicas, sugeriram para a Formação Bauru uma subdivisão em fácies Araçatuba, São José do Rio Preto e Marília. Brandt Neto, Petri e Coimbra (1978) propuseram, após uma pesquisa bibliográfica, a subdivisão da Formação Bauru em Membros Inferior, Médio e Superior, re-divididos ainda em litofácies distintas.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental do projeto maior estende-se entre as coordenadas de 17º e 19º de latitude sul e 51º e 53º de longitude oeste, no sudoeste (SW) de Goiás. Estima-se, através de levantamento de solos e geoprocessamento que existem mais de 1.000.000 ha de solos arenosos (Neossolos Quartzarênicos-RQ) nessa região com área de mais de 5.500.000 ha. São solos derivados das formações geológicas do Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná, constituídas, principalmente, por arenitos e basaltos. Como área de estudo, este

trabalho é um recorte amostral e restringe-se ao município de Jataí/GO, com cerca de 720.000 ha e que está inserido na área maior, localizada inicialmente.

O clima comporta duas estações características: a seca, de maio a setembro, e a chuvosa, nos outros meses, as quais somam, aproximadamente, 1700 mm de chuva (SCOPEL et al., 1995). Veranicos - períodos secos - de mais de dez dias são fenômenos comuns durante o período chuvoso.

Nos procedimentos iniciais buscou-se a recuperação de materiais bibliográficos e cartográficos gerais e os que dizem respeito aos arenitos Bauru e Botucatu, principais fornecedores do material de origem da classe de solos de interesse neste trabalho. A consulta bibliográfica, aliada ao levantamento de dados secundários e primários e análises, constituíram todo o processo da pesquisa.

A segunda etapa consistiu na coleta de amostras de solos para análises de laboratório e observações e determinações feitas diretamente no campo. Foram aproveitados dados de trabalhos executados em outras campanhas de campo para melhorar e confirmar os resultados obtidos.

Assim, foram feitas amostragens, em locais distintos, e determinações de laboratório e a campo para medirem-se teores de matéria orgânica, espessura de serrapilheira e armazenamento de água no solo.

Para determinação da granulometria, densidade do solo ou aparente (Ds), densidade de partícula ou real (Dp), da macro (Map) e Microporosidade (Mip), da porosidade total (Pt), da umidade gravimétrica (Ug) e da umidade volumétrica (Uv) utilizou-se metodologias descritas no manual de métodos de análise de solo (EMBRAPA, 1997). As amostras indeformadas para determinar a Ds foram coletadas à campo, através de cilindros com capacidade de 206,33 $cm^3$.

Para determinação da granulometria das frações da areia, na terra fina seca ao ar (TFSA), definiu-se as seguintes classes: de 2,00-1,00 mm; de 1,00-0,50 mm; de 0,50-0,25 mm; 0,25-0,10 mm e de 0,10-0,05 mm, conforme classes do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) (KONHKE, 1968). Todo material do solo passou pela peneira de 2,00 mm, exceto alguns restos orgânicos e raízes que ficaram retidos. Foram utilizadas quatro amostras obtidas na área de estudo para determinação da densidade do solo e das umidades, com quatro repetições por área de estudo. Os cilindros, para obtenção das amostras, possuíam capacidade de 22,73 $cm^3$, para uso na mesa de tensão e de 206.33 $cm^3$ para determinação da Ds. Para Dp, também se utilizou quatro repetições por área de estudo.

A porosidade total (Pt) foi determina através da fórmula [1-(Ds/Dp)].100. A Map e a Mip foram determinadas utilizando-se dados obtidos através da mesa de tensão para extrair a água do solo a 6 KPa, com cilindros de 1 cm de altura e solo saturado com água, conforme descrito em EMBRAPA (1997).

A condutividade hidráulica (Kfs) foi determinada adotando-se metodologias e cálculos contidos no manual de instruções do permeâmetro de Guelph, modelo 2800K1, editado pelo Soil Moisture Equipament Corporation (1985). Através do mesmo manual calculou-se a sortividade (S), o potencial matricial de fluxo ($\phi m$) e o parâmetro alfa ($\alpha$), o qual expressa o relacionamento entre condutividade hidráulica (k) e a umidade do solo ($\theta$). Realizou-se 2 determinações por local, com duas cargas hidráulicas (5 cm e 10 cm).

Os resultados das análises químicas foram fornecidos pelo Laboratório Exata Ltda de Jataí (GO), empresa credenciada pela EMBRAPA. Os extratores utilizados foram: Mehlich para fósforo (P) e Mehlich1 para o potássio (K), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn); acetato de amônio para o enxofre (S) e água quente para boro (B). A matéria orgânica foi obtida através de análise padrão dos laboratórios de análise de rotina.

Foram determinadas as médias e desvios padrão da média – usando-se planilha Excel para detectar possíveis diferenças entre os tipos de solos e os tipos de arenito. As análises químicas de rotina, bem como o teor de matéria orgânica do solo (MOS) foram feitas no laboratório da Exata/Jataí, credenciado pela EMBRAPA e que usa metodologias descritas no manual já citado (EMBRAPA, 1997). Os resultados obtidos foram apresentados na forma de gráficos, tabelas e fotografias. A elaboração do relatório preliminar e final são parte das etapas do projeto. Prevê-se, no caso dos resultados aplicáveis a curto e médio prazos, a divulgação e o envolvimento de órgãos de extensão do Estado, como a Agência Rural, escolas e sindicatos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos do SW do Estado de Goiás foram ocupados, intensivamente, a partir da década de 1970, com culturas anuais, principalmente, com arroz, soja e milho, embora a tradição, desde o século XVIII, fosse a atividade da pecuária extensiva, a qual foi responsável pela retirada da maior parte da vegetação nativa. Fatores associados às políticas creditícias e fiscais do governo federal e estadual induziram uma migração dos criadores de gado de corte para as áreas conhecidas como “menos nobres ou de “terras mistas” e o arrendamento dos melhores solos foram para a agricultura.

Os solos, vulgarmente, conhecidos como terras mistas são originados das Formações Botucatu (Bt) e das Formações do Grupo Bauru (Ba), com aptidão restrita ou inapta para agricultura. Entretanto, constata-se, que os solos derivados do Grupo Bauru, quando usados para atividades agrícolas, apresentam um rendimento maior e um grau de degradação menor. (SCOPEL; SOUSA; PEIXINHO, 2011). A verificação das causas disso constou da observação e coleta desses solos in situ – em geral, RQo – e de análises físicas e químicas, chegando-se a alguns resultados como os observados na Tabela 1.

O que nos chama atenção, de imediato, é a diferença na percentagem de argila+silte dos perfis que representam os solos derivados das Formações Ba – P1 a P5 – em relação ao P6, da Formação Bt. Nas demais frações, os resultados são menos evidentes, percebendo-se no P6 um percentual maior de areia muito fina em relação aos demais perfis. Entretanto, o que deve comandar a resposta desses solos às atividades agrícolas devem ser as reações, sejam físicas ou químicas, nas superfície das partículas (ASE – a área superficial específica), como a CTC, a água disponível, a capilaridade, e, neste caso, a fração mais fina da textura deve ser a causa principal, ou seja, a argila e, em grau muito menor o silte.

**Tabela 1: Percentagem de Argila+Silte e distribuição percentual da granulometria de areia em seis mini perfis e duas profundidades de Neossolos Quartzarênicos Órticos do Sudoeste de Goiás, do Grupo Bauru e da Formação Botucatu, (GO) e respectivas médias.**

| Fração granulométrica (mm) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [1]Ident | 2 Gr/For | Prof. (Cm) | <2,00 >1,00 | <1,00 >0,50 | <0,50 >0,25 | <0,25 >0,10 | <0,10 >0,05 | Areia 2,00>0,05 | Silte + Argila <0,05 |
| % | | | | | | | | | |
| P1C/ RV | Ba | 0-20 | 0,04 | 0,47 | 38,90 | 40,71 | 4,43 | 84,55 | 15,45 |
| | | 30-40 | 0,01 | 0,64 | 43,86 | 37,24 | 2,60 | 84,35 | 15,65 |
| P2Eu/RV | Ba | 0-20 | 0,10 | 1,12 | 38,65 | 38,67 | 5,95 | 84,50 | 15,50 |
| | | 30-40 | 0,03 | 1,13 | 39,19 | 38,46 | 5,69 | 84,50 | 15,50 |
| P3Ce/ Jt | Ba | 0-20 | 0,36 | 1,45 | 42,29 | 32,76 | 8,14 | 85,00 | 15,00 |
| P4S/Jt | Ba | 0-20 | 0,05 | 0,25 | 42,04 | 34,42 | 7,74 | 84,50 | 15,50 |
| P5Cd/RV | Ba | 0-20 | 0,33 | 1,17 | 41,60 | 35,50 | 5,90 | 84,50 | 15,50 |
| | | 30-40 | 0,15 | 1,14 | 44,50 | 32,49 | 6,22 | 84,50 | 15,50 |
| P6Ar/ Se | Bt | 0-20 | 0,09 | 4,82 | 31,56 | 53,33 | 7,88 | 97,68 | 2,32 |
| | | 30-40 | 0,03 | 4,49 | 30,59 | 55,69 | 6,83 | 97,63 | 2,37 |

[1]Identificação: P1C/RV:Perfil1/Cana-de-açúcar/Rio Verde; P2Eu/RV: Perfil2/Eucalipto/Rio Verde; P3Ce/Jt: Perfil3/.Cerrado/Jataí; P4S/Jt: Perfil4/Soja/Jataí; P5Cd/RV: Perfil5/Cerradão/Rio Verde; P6Ar/Se: Perfil6/Areais/ Serranópolis; Grupo/Formação: Ba=Bauru e Bt=Botucatu.

Nesta Tabela 2, em outros perfis de RQo, derivados do Bt, as diferenças se confirmam, porém observa-se um aumento nos teores de argila+silte desses perfis em relação ao P6 da Tabela 1, porém em nenhuma determinação analítica atingiu os percentuais dos RQo do Ba.

Confirma-se, portanto, a hipótese de que os teores das frações argila+silte desses solos, com diferentes origens, podem ser a explicação para os rendimentos das atividades agrícolas.

**Tabela 2: Percentagem de Argila, Silte e distribuição percentual da granulometria de areia em três mini perfis e duas profundidades de Neossolos QuartzarênicosÓrticos do Sudoeste de Goiás (GO) e respectivas médias.**

| Fração granulométrica (mm) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [1]Ident | [2]Gr/Fo | Prof. (Cm) | <2,00 >1,00 | <1,00 >0,50 | <0,50 >0,25 | <0,25 >0,10 | <0,10 >0,05 | Areia 2,0>0,005 | Silte + Argila <0,05 |
| % | | | | | | | | | |
| P1GO | Bt | 0-20 | 2,92 | 5,14 | 8,18 | 75,76 | 0 | 92 | 8 |
| | | 40-60 | 3,2 | 6,67 | 8,11 | 71,53 | 0 | 89,5 | 10,5 |
| P2GO | Bt | 0-20 | 2,79 | 5,68 | 12,06 | 68,97 | 0 | 89,5 | 10,5 |
| | | 40-60 | 2,58 | 6,75 | 11,5 | 66,17 | 0 | 87 | 13 |
| P3GO | Bt | 0-20 | 0,23 | 5,98 | 34,3 | 51,5 | 0 | 92 | 8 |
| | | 40-60 | 0,04 | 5,29 | 34,55 | 54,62 | 0 | 94,5 | 5,5 |

[1]Identificação: P1GO=Santa Rita do Araguaia; P2GO=Mineiros; P3GO=Serranópolis; [2]Grupo/Formação: Bt=Botucatu.
Fonte: Scopel (2011).

Nas Tabelas 3 e 4, observa-se que a Ds, Dp, a Map e a Mip são muito semelhantes nos RQo derivados das duas Formações geológicas. A dúvida está na precisão das metodologias para avaliar, principalmente, a macro e micro porosidades uma vez que a mesa de tensão não permite detectar pequenas diferenças, o que pode ser constatado nos desvios padrões dos resultados encontrados. As diferenças entre as determinações dos perfis de uma Formação geológica, algumas vezes, são maiores do que as diferenças entre os perfis derivados da outra Formação. Entretanto, na Tabela 4 observa-se que a Map dos RQo derivados do Bt são maiores do que as do as do Ba. Não foi feita análise estatística para determinar se estas diferenças são significativas, o que será feito futuramente e com maior número de análises.

**Tabela 3: Médias e desvio padrão da densidade do solo, densidade de partículas, da macro e microporosidade e da porosidade total dos mini perfis de RQo no SW de Goiás.**

| [1]Ident/Prof. | [2]Gr/Fo | Ds* / DP** ($Mg.cm^{-3}$) | Dp*DP** ($Mg.cm^{-3}$) | Map* / DP** (%) | Mip*/ DP** (%) | Pt* / DP* (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1C/RV: 05-15 | Ba | 1,50 / 0,02 | 2,64/0,04 | 17,72 / 0,86 | 25,53 / 0,35 | 43,26 / 0,78 |
| P1C/RV: 30-40 | Ba | 1,70 / 0,4 | 2,71/0,08 | 9,24 / 2,41 | 27,80 / 1,87 | 37,04 / 0,25 |
| P2Eu/RV: 05-15 | Ba | 1,44 / 0,06 | 2,58/0,02 | 15,51 / 3,38 | 28,92 / 1,52 | 44,44 / 1,85 |
| P2Eu/RV: 30-40 | Ba | 1,52 / 0,07 | 2,58/0,0 | 13,11 / 3,57 | 27,90 / 0,88 | 41,05 / 2,80 |
| P3Ce/Jt: 0-20 | Ba | 1,25 / 0,02 | 2,45/0,0 | 16,30 / 0,87 | 32,95 / 0,18 | 49,25 / 1,05 |
| P4S/Jt: 0-20 | Ba | 1,47 / 0,07 | 2,69/0,22 | 19,85 / 3,47 | 26,19 / 1,10 | 44,34 / 3,49 |
| P5Cd/RV: 0-20 | Ba | 1,43 / 0,03 | 2,59/0,04 | 19,75 / 2,75 | 24,99 / 0,87 | 44,74 / 1,87 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P5Cd/RV: 20-40 | Ba | 1,37 / 0,02 | 2,59/0,04 | 18,28 / 0,68 | 28,93 / 0,78 | 47,21 / 1,45 |
| P6-ArS: 0-20 | Bt | 1,52 / 0,04 | 2,60/0,01 | 17,72 / 1,07 | 23,76 / 0,24 | 41,48 / 1,31 |
| P6Ar/Se: 30-40 | Bt | 1,50 / 0,0 | 2,58/0,01 | 17,95 / 1,09 | 23,69 / 0,78 | 41,64 / 0,26 |

[1]Identificação: P1C/RV:Perfil1/Cana-de-açúcar/Rio Verde; P2Eu/RV: Perfil2/Eucalipto/Rio Verde; P3Ce/Jt: Perfil3/.Cerrado/Jataí; P4S/Jt: Perfil4/Soja/Jataí; P5Cd/RV: Perfil5/Cerradão/Rio Verde; P6Ar/Se:Perfil6/Areais/ Serranópolis; [2] Grupo/Formação: Ba=Bauru e Bt=Botucatu. *Densidade do solo (Ds-4 Repetições-R) e Densidade de partículas (Dp-4 R); Map e Microporosidade (4 R); Pt-Porosidade total (4 R); **Desvio padrão da média.

**Tabela 4: Médias e desvio padrão da densidade do solo, densidade de partículas, da macro e microporosidade e da porosidade total dos mini perfis de RQo no SW de Goiás.**

| Ident/Prof. | [2]Gr/Fo | Ds* / DP** ($Mg.cm^{-3}$) | Dp*DP** ($Mg.cm^{-3}$) | Map* / DP** (%) | Mip*/ DP** (%) | Pt* / DP* (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| P1GO: 0-20 | Bt | 1,37 / 0,02 | 2,57 / 0,04 | 27,71 / 2,47 | 19,35 / 1,82 | 47,06 / 0,89 |
| P1GO: 40-60 | Bt | 1,42 / 0,01 | 2,56 / 0,01 | 28,18 / 2,74 | 14,08 / 1,97 | 42,26 / 1,78 |
| P2GO: 0-20 | Bt | 1,44 / 0,01 | 2,57 / 0,00 | 29,02 / 3,76 | 14,41 / 2,77 | 43,5 / 1,88 |
| P2GO: 40-60 | Bt | 1,45 / 0,04 | 2,61 / 0,01 | 27,72 / 2,31 | 15,14 / 2,06 | 43,19 / 2,04 |
| P3GO: 0-20 | Bt | 1,46 / 0,04 | 2,54 / 0,04 | 24,59 / 3,96 | 14,55 / 3,71 | 38,78 / 2,06 |
| P3GO: 40-60 | Bt | 1,50 / 0,03 | 2,58 / 0,03 | 26,31 / 2,75 | 9,85 / 1,78 | 36,51 / 2,45 |

*Densidade do solo (Ds-12 Repetições-R) e Densidade de partículas (Dp-2 R); Map e Microporosidade (10 R); Pt-Porosidade total (10 R); P1GO a P2GO=Perfis de Goiás; [2]Grupo/Formação: Ba=Bauru e Bt=Botucatu. **Desvio padrão da média.
Fonte: Scopel (2011).

Ainda, nas Tabelas 3 e 4, a Pt apresenta um comportamento semelhante nos RQo derivados dos dois tipos de materiais geológicos, o que era esperado uma vez que este parâmetro depende da determinação da Map e Mip e/ou da Ds e da Dp, dependendo da forma como foi calculada.

Nas Tabelas 5 e 6 estão resultados de médias de condutividade saturada dos RQo das Formações geológicas estudadas. De modo geral, a Kfs e os demais parâmetros estudados como Sortividade, Potencial Matricial de Fluxo e parâmetro alfa não são muito diferentes nos perfis estudados. Observa-se, em todos os perfis, altos valores de Kfs e baixos valores do potencial de fluxo. Isto significa perda de água muito rápida no solo, dada a alta condutividade hidráulica saturada, porém, baixa condutividade do solo em condições de não saturação, o que dificulta o fornecimento de água às plantas; verifica-se baixa capacidade de armazenamento de água disponível uma vez que a maior parte da água da chuva é perdida por gravidade, tornando o solo seco em cinco a sete dias.

**Tabela 5: Síntese da condutividade hidráulica saturada dos RQo nos perfis estudados da**

**Formação Bauru no SW de Goiás**

| [1]Localização | -Kfs** (cm/s) | Φm** (cm²/s) | α ( $cm^{-1}$) | S ($CM/s^{1/2}$) | Δθ $cm^3/cm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| P1C/RV | 0,5280623 | 5,5312254 | 0,0954693 | 10,5 | 10,776363 |
| P2Eu/RV -1 | 0,47707447 | 2,19155613 | 0,21768754 | | |
| P2Eu/RV -2 | 0,85800616 | 5,76962032 | 0,148711026 | | |
| P2Eu/RV -3 | 0,6168431 | 4,7602192 | 0,1295829 | | |

Obs.: Permeâmetro de Guelph; Kfs-Condutividade hidráulica saturada; Φm-Potencial matricial do fluxo; α-parâmetro alfa; S-Sortividade; Δθ-Diferença entre umidade do momento e a saturada; **Two-Head analysis – Análise com duas cargas hidráulicas.
[1]Localização: P1C/RV:Perfil1/Cana-de-açúcar/Rio Verde; P2Eu/RV: Perfil2/Eucalipto/Rio Verde e as 3 repetições (-1; -2; -3).

**Tabela 6: Síntese da condutividade hidráulica saturada dos RQo nos perfiss estudados da Formação Botucatu no SW de Goiás**

| Localização | Md/DP-Kfs** (cm/h) | Md/DP - Φm** ($cm^2/s$) | Md/DP – α ($cm^{-1}$) | Md/DP - S ($cm/s^{1/2}$) | Δθ $cm^3/cm^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Areal/GO | 71,86 / 11,88 | 0,027 / 0,007 | 0,70 / 0,30 | 0,08 / 0,01 | 0,19 |
| Cana/Em/GO | 84,70 / 104,16 | 0,034 / 0,012 | 0,12 / 0,06 | 0,09 / 0,02 | 0,19 |
| Sobrado/GO | 28,21 / 13,22 | 0,050 / 0,023 | 0,19 / 0,13 | 0,11 / 0,01 | 0,12 |
| P asto/S/GO | 25,39 / 15,25 | 0,052 / 0,028 | 0,17 / 0,15 | 0,10 / 0,02 | 0,13 |

Obs.: Permeâmetro de Guelph; Kfs-Condutividade hidráulica saturada; Φm-Potencial matricial do fluxo; α-parâmetro alfa; S-Sortividade; Δθ-Diferença entre umidade do momento e a saturada; *One Head analysis – Análise comuma carga hidráulica – 5 Repetições; **Two-Head analysis – Análise com duas cargas hidráulicas – 5 Repetições; Md/DP-Média dos perfis do Sudoeste de Goiás (GO) – 10 Repetições
Fonte: Scopel (2011)

Nas Tabelas 7 e 8, verifica-se que a percentagem de água retida a 6 Kpa é baixa tanto nos RQo do Bt quanto nos do Ba. Isto é próprio de solos arenosos (KONHKE, 1968) pois tanto a porosidade quanto a atividade elétrica superficial das partículas ensejam este comportamento. Verifica-se que nos RQo, derivados do Ba, a retenção de água tende a ser maior, fenômeno coerente com o maior percentual de argila+silte desses solos. Isto também é um aspecto favorável aos RQo, derivados do Ba, para oferecerem maiores rendimentos agrícolas em relação aos solos concorrentes do BT.

**Tabela 7: Volume de água retido pelos Neossolos Quartzarênicos Órticos do Sudoeste de Goiás, após aplicaçãode sucções selecionadas na mesa de tensão em solos derivados do Ba e Bt.**

| Ident/Prof. | [2]Gr/Fo | Tensão (KPa) | Md/DP - Uv (%) | Local/Prof. (cm) | [2]Gr/Fo | Tensão (kPa) | Md/DP - Uv (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1C/RV: 05-15 | Ba | 6 | 25,53 / 0,35 | P4S/Jt: 0-20 | Ba | 6 | 26,19 / 1,10 |
| P1C/RV: 30-40 | Ba | 6 | 27,80 / 1,82 | P5Cd/RV: 0-20 | Ba | 6 | 34,99 / 0,87 |
| P2Eu/RV: 05-15 | Ba | 6 | 28,73 / 1,52 | P5Cd/RV: 20-40 | Ba | 6 | 28,93 / 0,78 |
| P2Eu/RV: 30-40 | Ba | 6 | 27,84 / 0,88 | P6Ar/Se: 0-20 | Bt | 6 | 23,76 / 0,24 |
| P3Ce/Jt: 0-20 | Ba | 6 | 32,95 / 0,18 | P6Ar/Se: 30-40 | Bt | 6 | 23,69 / 0,78 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |

[1]Identificação: P1C/RV:Perfil1/Cana-de-açúcar/Rio Verde; P2Eu/RV: Perfil2/Eucalipto/Rio Verde; P3Ce/Jt: Perfil3/.Cerrado/Jataí; P4S/Jt: Perfil4/Soja/Jataí; P5Cd/RV: Perfil5/Cerradão/Rio Verde; P6Ar/Se: Perfil6/Areais/ [2] Serranópolis; Grupo/Formação.
Uv=Umidade com base em volume.

**Tabela 8: Volume de água retido pelos Neossolos Quartzarênicos Órticos do Sudoeste de Goiás, após aplicação de sucções selecionadas na mesa de tensão (Formação Botucatu).**

| Local/Prof. | Tensão (KPa) | Md/DP - Uv (%) | Local/Prof. (cm) | Tensão (kPa) | Md/DP - Uv (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| P1GO: 0-20 | 6 | 18,72 / 2,17 | P1GO: 40-60 | 6 | 14,44 / 1,35 |
| P2GO: 0-20 | 6 | 17,12 / 2,76 | P2GO: 40-60 | 6 | 17,92 / 1,98 |
| P3GO: 0-20 | 6 | 14,44 / 3,44 | P3GO: 40-60 | 6 | 10,11 / 1,53 |
| P1GO: 0-20 | 10 | 16,61 / 0,49 | P1GO: 40-60 | 10 | 13,77 / 1,25 |
| P2GO: 0-20 | 10 | 9,72 / 1,97 | P2GO: 40-60 | 10 | 9,41 / 0,38 |
| P3GO: 0-20 | 10 | 8,5 / 1,35 | P3GO: 40-60 | 10 | 4,08 / 0,35 |

P1GO a P3GO: Perfis de Goiás. Dados da mesa de tensão; Media (Md) e desvio padrão (DP) de 5 repetições; Uv=Umidade com base em volume.
Fonte: Scopel (2011).

Nas Tabelas 9, 10 e 11, pode-se verificar a condição de fornecimento de nutrientes às culturas, tanto macro quanto micronutrientes. Verifica-se, pelas análises, os baixos valores de pH, de macronutrientes e de micronutrientes, tanto dos RQo derivados do Bauru quanto dos derivados do Botucatu. A matéria orgânica do solo (MOS) tende a ser maior nos solos derivados do Ba, embora os valores sejam baixos. Entretanto, trata-se de um componente que faz muita diferença para as culturas tanto em relação ao armazenamento hídrico quanto em relação ao fornecimento de nutrientes. Este também pode ser um aspecto diferencial em relação aos RQo com materiais geológicos distintos. Com relação aos micronutrientes, tanto um quanto outro tipo de solo possui muito baixo teor de micronutrientes com eventual exceção para o Fe.

**Tabela 9: Resultado da análise de solos com registro do pH, matéria orgânica do solo (MOS), CTC, nutrientes, argila, silte e areia,em quatro locais de Goiás (Grupo Bauru).**

| [1]Ident. | Prof. | pH CaCl2 | P (Mel) | K (Mel) | MOS g.dm$^{-3}$ | Ca | Mg | Al | CTC | Argila | Silte | Areia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg.dm$^{-3}$ | | | cmloc.dm$^{-3}$ (KCl 1N) | | | | g.dm$^{-3}$ | | |
| P1Ce/Jt | 0-20 | 4,10 | 7,60 | 27,00 | 15,50 | 0,71 | 0,54 | 0,29 | 4,92 | 105,00 | 50,00 | 845,00 |
| P2Ce/Jt | 0-20 | 4,80 | 9,80 | 69,00 | 19,00 | 1,66 | 0,53 | 0,17 | 6,67 | 130,00 | 25,00 | 845,00 |
| P3S/Jt | 0-20 | 5,10 | 84,50 | 49,00 | 12,00 | 1,76 | 0,41 | 0,07 | 4,69 | 130,00 | 25,00 | 845,00 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P4Cd/R | 0-20 | 3,70 | 3,50 | 20,00 | 14,20 | 0,17 | 0,08 | 0,97 | 7,80 | 130,00 | 25,00 | 845,00 |

[1]Identificação: P1Ce/Jt: Perfil2/.Cerrado/Jataí; P2S/Jt: Perfil2/Soja/Jataí; P3Cd/RV: Perfil3/Cerradão/Rio Verde.
Fonte: Exata Ltda, lab. de análises de solos de Jataí, certificado pela Embrapa.

**Tabela 10: Resultado da análise de solos com registro do pH, matéria orgânica do solo (MOS), CTC, nutrientes, argila, silte e areia, no Sudoeste de Goiás (Formação Botucatu).**

| [1]Ident. | Prof. | pH CaCl2 | P (Mel) | K (Mel) | MOS | Ca | Mg | Al | CTC | Argila | Silte | Areia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg.dm$^{-3}$ | | g.dm$^{-3}$ | cmol.dm$^{-3}$ (KCL 1N) | | | | g.dm$^{-3}$ | | |
| P1 – GO | 0-20 | 4 | 2,1 | 31 | 23,8 | 0,75 | 0,22 | 0,66 | 6,15 | 55 | 25 | 920 |
| | 40-60 | 4,2 | 0,5 | 6 | 8,3 | 0,15 | 0,01 | 0,47 | 2,68 | 80 | 25 | 895 |
| P2- GO | 0-20 | 4,2 | 1,4 | 12 | 5,8 | 0,14 | 0,01 | 0,44 | 2,08 | 55 | 50 | 895 |
| | 40-60 | 4,2 | 0,5 | 3 | 3,3 | 0,14 | 0,01 | 0,49 | 2,06 | 105 | 25 | 870 |
| P3 – GO | 0-20 | 3,9 | 17,5 | 14 | 22,4 | 0,2 | 0,02 | 0,74 | 5,96 | 55 | 25 | 92 |
| | 40-60 | 4,3 | 0,9 | 3 | 8,3 | 0,13 | 0,01 | 0,4 | 3,25 | 30 | 25 | 94,5 |

P1-GO a P3-GO: Três perfis de Goiás
Fonte: Exata Ltda, lab. de análises de solos de Jataí, certificado pela Embrapa. In: Scopel (2011).

**Tabela 11: Resultado da análise de solos relativa aos micronutrientes, matéria orgânica do solo (MOS), silte e areia, em quatro locais de Goiás (Grupo Bauru).**

| Ident | Prof | pH $CaCl_2$ | Cu | Fe | Mn | Zn | Na | Sat. Al(%) | Sat. Bases (%) | MOS | Argila | Silte | Areia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg.dm$^{-3}$ | | | | | | | g.dm$^{-3}$ | | | |
| P1Ce/Jt | 0-20 | 4,10 | 0,70 | 89,0 | 21,60 | 1,30 | 1,00 | 18,00 | 26,80 | 15,50 | 105,00 | 50,0 | 845,0 |
| P2Ce/Jt | 0-20 | 4,80 | 0,30 | 80,0 | 50,10 | 4,50 | 1,40 | 6,70 | 35,50 | 19,00 | 130,00 | 25,0 | 845,0 |
| P3S/Jt | 0-20 | 5,10 | 0,60 | 61,0 | 22,80 | 2,90 | 1,00 | 3,00 | 48,80 | 12,00 | 130,00 | 25,0 | 845,0 |
| P4Cd/RV | 0-20 | 3,70 | 0,70 | 189,0 | 3,70 | 0,50 | 2,20 | 76,40 | 3,80 | 14,20 | 130,00 | 25,0 | 845,0 |

[1]Identificação: P1Ce/Jt: Perfil2/.Cerrado/Jataí; P2S/Jt: Perfil2/Soja/Jataí; P3Cd/RV: Perfil3/Cerradão/Rio Verde.
Fonte: Exata Ltda, lab. de análises de solos de Jataí, certificado pela Embrapa.

**Tabela 12: Resultado da análise de solos relativa aos micronutrientes, matéria orgânica do solo (MOS), silte e areia, em três locais de Goiás (Formação Botucatu).**

| Ident. | Prof. | pH CaCl2 | Cu | Fe | Mn | Zn | Na | Sat.Al (%) | Sat. Bases (%) | MOS | Silte | Areia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | mg.dm$^{-3}$ | | | | | | | g.dm$^{-3}$ | | |
| P1-GO* | 0-20 | 4 | 1,8 | 74 | 19,5 | 0,5 | 0,3 | 38,6 | 17,1 | 23,8 | 25 | 920 |
| | 40-60 | 4,2 | 1,4 | 115 | 1,9 | 0,7 | 0,1 | 72,3 | 6,7 | 8,3 | 25 | 895 |
| P2 -GO | 0-20 | 4,2 | 0,7 | 60 | 14,7 | 0,3 | 0,1 | 71 | 8,7 | 5,8 | 50 | 895 |
| | 40-60 | 4,2 | 0,5 | 40 | 7,5 | 0,3 | 0,1 | 75,4 | 7,8 | 3,3 | 25 | 870 |
| P3 - GO | 0-20 | 3,9 | 0,7 | 69 | 8,5 | 1,6 | | 74 | 4,4 | 22,4 | 25 | 92 |
| | 40-60 | 4,3 | 0,8 | 62 | 1,3 | 0,7 | 0,1 | 72,7 | 4,6 | 83 | 25 | 94,5 |

P1-GO a P3-GO: Três perfis de Goiás.
Fonte: : Exata Ltda, lab. de análises de solos de Jataí, certificado pela Embrapa. In: Scopel (2011).

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como conclusões preliminares, de análises ainda em andamento, as explicações, até o momento, para as diferenças de potencial produtivo maior dos RQo, derivados do arenito Bauru, em relação aos RQo derivados do Botucatu, são as seguintes, em relação aos RQo do Bauru:

- maiores teores de argila+silte;
- maiores teores de MOS;
- maior potencial de retenção de água disponível;
- menores microporosidades.

A origem desses materiais geológicos, e que se transformaram em solos, compreende épocas e ambientes de formação dos arenitos muitos diversas, sendo, portanto, compreensível esta diferença de potencial produtivo entre os RQo derivados do arenito Bauru e os do Botucatu.

## 5 REFERÊNCIAS

EXATA. **Laboratório de análise de solos de Jataí/GO**. Responsável técnico: Eng.Agr. Marny A Hoff Brait, 2011. exata@labexata.com.br. www.labexata.com.br/.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

DA SILVA, R. A. **Arenização/desertificação no setor sul da alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT): distribuição e fatores condicionantes de formação dos areais**. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-ambientais. Universidade Federal de Goiás, 2006.

GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: Tecnologias e estratégia de manejo**. São Paulo; Nobel; Brasília: EMBRAPA, Centro de pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 19985.

KLAMT, E. Solos arenosos da companhia no Rio grande do Sul. In: PEREIRA, V. P., FERREIRA, M.E; CRUZ, M. C. P. da.(Eds). **Solos Altamente Suscetíveis à erosão**. Jabotical: FCAV_UNESP/SBCS, 1994. 253 p. Ilust.

KOHNKE, H. **Soil physics**. New York: MacGraw-Hill, 1968. 224p

NOVAES, A. S. S. et al. Pedologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SE.22 Goiânia. Rio de Janeiro: 1983. P413-576. (Levantamento de Recursos Naturais; 31).

SCOPEL, I. **Comparação entre Solos Sob Arenização no Sudoeste de Goiás e no Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Jataí-Go, 2011.

SCOPEL, S; SOUZA, M. S; PEIXINHO, D. M. (Coords.). **Avaliação e Controle das Áreas Degradadas com Areais no Sudoeste Goiano**. Relatório apresentado à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Goiás-FAPEG, 2011. 23p.

SCOPEL, I.; PEIXINHO, D.M.; SOUSA, M.S. **A formação de areais e seu controle na região de Jataí e Serranópolis** (GO). Jataí-GO: Departamento de geografia/Campus Jataí/UFG, 2005. (Relatório de pesquisa encaminhado à fundação de amparo a pesquisa no Estado de Goiás-FAPEG, 165p.

SCOPEL, I. Análise das Chuvas no Centro-Sul de Goiás. In.: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2., Anais... Campina Grande/PB, 1995.p.14-21.

SOIL MOISTURE EQUIPAMENT CORPORATION. **Ghelph permeameter: model 2800**. Santa Bárbara/CA: soil moisture equipamento, 1985. 56p. Ilust.
SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B (org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996,p. 249-289.

SUERTEGARAY, D. M. A. Deserto Grande do Sul: controvérsia. 2º edição. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1998. 109p.

LEPSCH, I, F. Perfil do solo. In: MONIZ, A. C. (Ed) **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Ed. Polígono/USP. 1972. p.341-350.

PAGOTTO, T. C.; SOUZA, P. R. **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú – Subsídio à Conservação e ao Manejo do Cerrado**. Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2006.

PROJETO RADAMBRASIL. Programa de Integração Nacional. Levantamentos dos recursos potencial naturais da terra, v.31, Folha SE.22, Goiânia: **Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso**. Rio de Janeiro: MA, 1983.

# AS EXPERIÊNCIAS MUSICAIS NO CONTEXTO GRUPAL[1]

Elisângela Araújo Pinto (orientanda)
Claudia Regina de Oliveira Zanini (orientadora)
Escola de Música e Artes Cênicas – EMAC/UFG
eliapinto84@hotmail.com ; mtclaudiazanini@gmail.com

## RESUMO

As quatro principais experiências musicais descritas por Bruscia (2000) têm sido estudadas, tendo sua aplicabilidade em diversos contextos de atuação do musicoterapeuta. O presente estudo, como parte do Programa de Iniciação Científica, está vinculado ao projeto de pesquisa "A Movimentação de Grupos em Musicoterapia: Vivenciando Musicalmente Papéis Grupais". O objetivo geral é investigar as experiências musicais utilizadas por um musicoterapeuta em um processo grupal em Musicoterapia. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, tendo como metodologia uma pesquisa bibliográfica seguida da observação de sessões em grupo de Musicoterapia, formado por maiores de dezoito anos. O Protocolo de Observação de Grupos em Musicoterapia (ZANINI, MUNARI E COSTA, 2009) foi utilizado para auxiliar na observação do envolvimento dos participantes do grupo nas experiências musicais propostas pela musicoterapeuta, além das observações dos vídeos e relatórios descritivos das sessões. Pôde-se perceber não só o engajamento, mas a livre expressão de conteúdos e sentimentos dos participantes do grupo nas sessões de Musicoterapia, proporcionada pela utilização das experiências musicais, principalmente as de audição e re-criação musicais.

**Palavras-chave:** musicoterapia, experiências musicais, grupo.

## INTRODUÇÃO

A palavra "experiência" é carregada de vários sentidos enumerados pelo dicionário Aurélio (FERREIRA, 2004) e que são claramente perceptíveis nos conteúdos de autores que tratam deste assunto. Mora (1965) sinaliza a dificuldade de análise conceitual do termo devido a esta multiplicidade. Segue abaixo os sentidos enunciados pelo dicionário Aurélio (FERREIRA, *Op. Cit*., p. 856) e que em sua maioria, foram abordados pelos autores que serão citados no presente estudo:

> 1. Ato ou efeito de experimentar (-se); experimento, experimentação.
> 2. Prática da vida: homem vivido
> 3. Habilidade, perícia, prática, adquiridas com o exercício constante duma profissão, duma arte ou ofício: professor com experiência.

[1] Revisado pela orientadora.

4. Prova, demonstração, tentativa, ensaio: experiência química.
5. Experimentação.
6. Conhecimento que nos é transmitido pelos sentidos.
7. Conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade.

Toda experiência seja ela qual for, constitui-se um legado à formação contínua do ser humano e da humanidade. Somos constituídos por elas e para elas. "A experiência é então compreendida como uma atividade humana permanente, um agir e reagir que conduz à reflexão, ao conhecimento e à reconstituição da própria experiência. Assim, vida, experiência e aprendizagem não podem estar separadas" (CAMBI apud ZANATTA &SOUZA, s/d, p. 5).

Para Magalhães (2005, p. 3) "o verdadeiro sentido de experiência se fundamenta no diálogo, que permite que haja transformação dos sujeitos envolvidos nesse processo. É saber escutar, refletir". O autor acrescenta que, pelo fato de sermos "sujeitos inconclusos" (termo do autor), estamos sempre não só aptos à aprendizagem, finalidade esta da experiência, mas também em uma busca constante pelo saber.

Gardner (1994) percebe a subjetividade da experiência. Segundo ele, os fatores de diferenciação, ou identidade pessoal, (termo utilizado pelo autor) baseiam-se não só na hereditariedade como também nos padrões históricos cultivados pelas gerações anteriores. Isto acontece "pelo fato de que cada cultura possui sua própria historia, seu senso do eu e dos outros será necessariamente singular." (p. 212)

O mesmo autor aborda a temática da subjetividade humana e aponta que "suas origens podem ser discernidas nos sentimentos diretamente experimentados do indivíduo, no caso da forma intrapessoal, e na percepção direta de outros indivíduos significativos, no caso da variedade interpessoal" (p. 212). Em sintonia com a ideia de Gardner, Franco (2003) discorre que:

> São as próprias experiências cotidianas, às quais se procura atribuir sentido, que entrelaçam substrato físico e representação. O sentido pode se fixar em padrões de significado ou pode afetar tais padrões pelo caráter inusitado de uma dada experiência que busca enquadrar. (p.1)

Neste sentido, Damasceno (2008) argumenta que a música não é apenas um arranjo de sons e silêncios, mas tem um sentido mais amplo e particular para cada indivíduo. Para o autor, a música "absorve dos campos humanos sua 'textura' e dentro deles re-elabora a própria experiência humana, tornando-a mais bela, e, por isto mesmo, mais humana ainda, e assim, redimensiona a própria vida se constituindo ela própria em um vasto território de subjetividades e sentidos" (p. 2).

Então, se "o conteúdo de uma experiência é aquilo que ela representa" (PENDLEBURY, 2005), o que representa uma experiência musical? Para autores como Costa (1989) e Bruscia (2000), pode-se dizer que o seu conteúdo é dado pela pessoa que vivencia cada experiência musical, pois ela é única. Duas pessoas ouvindo a mesma música, no mesmo ambiente, por exemplo, tem experiências musicais diferentes partindo-se do simples pressuposto que são duas pessoas diferentes e que, portanto, tem percepções diferentes e próprias para cada situação específica.

O termo experiência musical é próprio da área da música, mas, com um olhar diferenciado em musicoterapia, é adaptado ao conhecimento musical do paciente. Entre os teóricos em Educação Musical é "muito difícil estabelecer [...] uma definição que abranja a complexidade da natureza da experiência com música" (LAZZARIN, 2004, p. 10). Em sua tese, o autor considera *experiência com música* e *experiência musical* como termos sinônimos e postula que, tanto para quem aprecia quanto para quem produz música, a experiência musical envolve três aspectos: movimento, linguagem e múltiplas dimensões.

Para Damasceno (2008), experiência musical conceitua-se como um "complexo quadro de fusão entre experiências de vida, eletividades afetivas, estéticas e práticas sócio-musicais" (p.5). Assim, a experiência musical, para o autor, constitui-se aos poucos em:

> encontros furtivos nos campos ou nas cidades, em suas praças, nos diversos bairros periféricos das metrópoles, em encontros nas próprias casas para a audição das novidades, do que se acabou de revelar, do que "vem de fora", em bailes, festas, festividades, salas de concerto, celebrações para a prática pública da escuta, dos ecos de tradições antigas, do absolutamente outro, da dança, das muitas formas de dança entranhadas na vontade de cada ritmo, e também, claro, na reflexão realizada aliadas à escuta sensível, no exercício, enfim, da manifestação da forma específica como se resolve constituí-la. (DAMASCENO, 2008, p.3)

O autor acredita que a música é responsável por aglutinar, articular e potencializar juntamente com demais expressões artísticas e por consequência dar configuração social de mundo. "Assim, o que inicialmente é apenas escuta, sedução pela sonoridade, aos poucos se faz mais e mais forte, mais substancioso, engendra articulações no campo social e no campo político" (DAMASCENO, 2008, p.8).

No contexto musicoterapêutico, segundo Bruscia, a "música é definida como a instituição humana na qual indivíduos criam significado e beleza através do som utilizando as artes de composição, improvisação, execução e audição" (2000, p.24). Segundo o autor, a Musicoterapia não é apenas a utilização da música como terapia, mas a utilização de *experiências musicais* "ou a experiência do cliente com a música (isto é, a interação entre pessoa, processo, produto e contexto)" (2000, p. 113). Cabe ao musicoterapeuta promover

esta experiência como processo e como resultado baseado "no que o cliente precisa experimentar através da musica" (p.114), ou seja, da sua necessidade. É ela o agente terapêutico e, ao mesmo tempo, o resultado. O musicoterapeuta não irá moldar a experiência musical. Este pensamento de Bruscia é utilizado também por Pendlebury (2005), que acredita que o indivíduo é passivo ao ato de experimentar, ou seja, a experiência é vivenciada por ele e não por ele criada.

Bruscia comenta a aplicabilidade da música particularmente à Musicoterapia sendo possível compreender as experiências musicais que são vivenciadas nas sessões de Musicoterapia.

> A significação e a beleza derivam-se das relações intrínsecas criadas entre os próprios sons e das relações extrínsecas entre os sons e outras formas de experiência humana. Como tal, a significação e a beleza podem ser encontradas na música propriamente dita (isto é, no objeto ou produto), no ato de criar ou experimentar a música (isto é, no processo), no músico (isto é, na pessoa) e no universo. (BRUSCIA, 2000, p. 111)

Segundo Bruscia (2000) o termo por ele utilizado como experiências musicais equivale ao termo métodos (2000, p. 120-124). Uma vez que *método* é "um tipo particular de experiência musical utilizada para a avaliação diagnóstica, o tratamento e /ou avaliação" (p. 122). (Como já evidenciado, esta pesquisa considerará o termo "experiências musicais"). Sendo assim as quatro experiências musicais e suas respectivas variações são os métodos de engajar o paciente no "fazer-música". O autor ainda salienta que há somente quatro métodos em Musicoterapia, que serão comentados a seguir: improvisação, re-criação, composição e ou audição musical (método receptivo).

Experiências de Improvisação Musical: "o cliente faz música tocando ou cantando, criando uma melodia, um ritmo, uma canção ou uma peça musical de improviso [...] (Este) pode utilizar qualquer meio musical dentro de sua capacidade" tendo o auxílio do musicoterapeuta. (BRUSCIA, 2000, p. 124)

As variações dessa experiência musical são: Instrumental Não-referencial; Instrumental Referencial; Improvisação de Canções; Improvisação Vocal Não-referencial; Improvisações Corporais; Improvisações com Múltiplos Meios; Improvisações Conduzidas.

Experiências Re-Criativas: "o cliente aprende ou executa músicas instrumentais ou vocais ou reproduções de qualquer tipo musical apresentado como modelo [...] inclui executar, reproduzir, transformar e interpretar qualquer parte ou o todo de um modelo musical existente, com ou sem uma audiência" (BRUSCIA, 2000, p. 126).

As variações dessa experiência musical são: Re-criação Instrumental; Re-criação Vocal; Produções Musicais; Atividades e Jogos Musicais; Condução (Regência).

Experiências de Composição: "o terapeuta ajuda o cliente a escrever canções, letras ou peças instrumentais, ou a criar qualquer tipo de produto musical como vídeos com músicas ou fitas de áudio [...] "O terapeuta assume [...] os aspectos mais técnicos e tenta adequar a participação do cliente de acordo com sua capacidade musical" (BRUSCIA, 2000, p. 127).

As variações dessa experiência musical são: Paródias de Canções; Escrever Canções; Composição Instrumental; Atividades de Notação; Colagens Musicais.

Experiências Receptivas: "o cliente ouve música e responde à experiência de forma silenciosa, verbalmente ou através de outra modalidade". (BRUSCIA, *Op. Cit.,* p. 129)

As variações dessa experiência musical são: Escuta Somática; Anestesia Musical; Relaxamento Musical; Escuta Meditativa; Escuta Subliminar; Escuta para Estimulação; Escuta Eurrítmica; Escuta Perceptiva; Escuta para a Ação; Escuta Contingente; Escuta Mediativa; Atividades de Apreciação Musical; Reminiscência (Musical) com Canções; Regressões (Musical) com canções; Lembranças (Musicais) com Canções.

De acordo com a Federação Mundial de Musicoterapia "a musicoterapia é o uso profissional de música e seus elementos como uma intervenção em ambientes médicos e diários com indivíduos, com os grupos, com as famílias ou com as comunidades" (WFMT, 2011). Craveiro de Sá (2010) acrescenta que o grupo é um campo propício ao "processo contínuo de autoconhecimento, de conhecimento do outro e de conhecimento do mundo que compartilhamos".

As diferentes formas pelas quais a música pode ser vivenciada pelos pacientes com propósitos terapêuticos descritos por Bruscia (2000), são cabíveis, conforme o mesmo, tanto no contexto individual quanto grupal.

Dreikurs, citado por Alvin (1997), menciona uma mistura das vivências de cada pessoa em um grupo, quando ele cita eventos ocasionais ou eventos programados, nos quais se pode perceber um agrupamento para apreciar ou fazer musica. Também considera fundamental a experiência musical em grupo, porque ela geralmente não é solitária, podendo acontecer em contextos grupais, sociais e/ou familiares. Para Baranow (1999), música e grupo matem relação constante pois, da mesma forma que a musica cria um sentimento de grupo ligando as pessoas, as pessoas buscam expressão através dela porque atua como facilitadora da expressão humana dos movimentos e sentimentos). Ainda para Dreikurs, citado por Alvin (1997): "Quanto mais fortemente se integra o grupo, mais tende-se à música, como nas atividades religiosas e políticas"[2] (p. 156-157).

[2] Tradução da acadêmica vinculada ao PIBIC.

Leinig (2009) também prioriza o atendimento grupal, pois

> o homem é por natureza um animal gregário, e como tal necessita da presença de outros para satisfazer suas necessidades físicas e psíquicas. E a música, que é das artes a que maior força biológica e sociológica exerce sobre o homem, pode satisfazer de imediato essa necessidade de agregação e bem-estar. Daí, porque, formam-se facilmente os grupos musicais, onde se processam a inter-relação pessoal e a harmonização da vida com mais facilidade. (p.467)

Entretanto, o atendimento individual deve anteceder nos casos de pacientes neuróticos, psicóticos ou agressivos, com fins de estabelecer uma ponte para um futuro trabalho em grupo (LEINIG, 2009). Segundo a autora, o atendimento em grupo torna-se efetivamente mais eficaz dentre outros na "melhora da auto-estima; estabilização das normas de conduta; aumento das possibilidades do paciente sentir-se mais seguro ao sair do hospital, caso esteja internado" (p. 467)

O presente estudo tem como principal objetivo o de investigar as experiências musicais utilizadas por um musicoterapeuta em um processo grupal em Musicoterapia. Como objetivos específicos foram traçados: Realizar uma revisão bibliográfica sobre a aplicação das experiências musicais descritas por Bruscia no contexto grupal em Musicoterapia; Identificar quais foram as variações das experiências musicais utilizadas pelo musicoterapeuta; Observar qual das experiências musicais utilizadas nas sessões de musicoterapia obteve maior envolvimento dos participantes do grupo; Analisar possíveis papéis desempenhados pelos participantes do grupo e sua relação com as experiências musicais utilizadas; e, Utilizar o Protocolo de Observação de Grupos (ZANINI, MUNARI & COSTA, 2009), elaborado na primeira fase da pesquisa "A movimentação de grupos em musicoterapia - vivenciando musicalmente papéis grupais" (ZANINI, 2003, n/p).

## METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa e tem como fundamentação a pesquisa bibliográfica acerca do termo *experiências musicais* e de sua utilização no *setting* musicoterápico. No segundo momento buscou-se identificar como o profissional de musicoterapia proporciona o ambiente propício para que elas sejam vivenciadas pelo grupo, de que forma acontece o engajamento pelos seus integrantes e quais as consequências disto.

Foram observadas três sessões de um processo de Musicoterapia Grupal coordenado por uma musicoterapeuta pesquisadora/mestre em música pela EMAC- UFG, por meio de filmagens de diferentes momentos do processo terapêutico (terceira, sétima e décima sessões),

tendo como instrumento para análise os relatórios descritivos elaborados durante a referida observação.

As filmagens tiveram a devida autorização individual dos participantes do grupo, que eram jovens acadêmicos de diferentes cursos universitários, maiores de dezoito anos e concordaram em participar da pesquisa a partir da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os vídeos foram analisados tendo como auxilio para a observação o Protocolo de Observação de Grupos em Musicoterapia (ZANINI, MUNARI & COSTA, 2009), elaborado na primeira fase da pesquisa - A Movimentação de Grupos em Musicoterapia - Vivenciando Musicalmente Papéis Grupais (ZANINI, 2003, n/p). Como consta no TCLE, a identidade dos participantes do grupo será preservada. Para isto eles foram identificados por número no corpo deste relatório final, de P1 a P10.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se a seguir os resultados e a discussão a partir da observação dos vídeos, após a revisão bibliográfica realizada, o que proporcionou o confrontar entre a teoria da Musicoterapia acerca das experiências musicais e os aspectos da dinâmica grupal.

Nas três sessões observadas a musicoterapeuta utiliza repertório musical instrumental durante o relaxamento, no primeiro momento da sessão, como pano de fundo, sendo definido como nível de experiência paramusical, conforme Bruscia (2000). Assim, não é considerado como método de experiência musical, mas também não se pode descartar a possibilidade de ter exercido algum tipo de influência nas respostas não musicais.

Na primeira sessão observada a musicoterapeuta propõe que cada participante pense e registre no papel uma música (ou letra) que os remeta a um momento feliz de suas vidas. Ao final desta etapa, ela propõe que cada um, ao seu tempo, divida com o grupo a sua escolha e logo em seguida convida todos a cantarem juntos. Com esta consigna, a musicoterapeuta proporciona um ambiente propício para que o paciente vivencie a experiência de re-criação musical em suas variações vocal e instrumental (BRUSCIA, 2000; CHAGAS & PEDRO, 2008). No *setting* musicoterápico utilizado durante as sessões ficaram disponíveis alguns instrumentos de percussão e os participantes escolheram o atabaque, o ganzá, a meia lua e a guizeira, adequados ao processo devido à facilidade no manejo, e, um violão, instrumento harmônico e melódico, que provoca efeito estimulante (LEINIG, 2009). Como os

participantes do grupo podiam utilizar instrumentos no momento da re-criação, quem não os utilizou foi convidado a acompanhar com palmas, em uma consigna corporal.

Descrevendo a experiência musical vivenciada pelo grupo, o primeiro participante a apresentar a música escolhida foi P5. A escolha foi "Oh chuva" (Luiz Carlinhos), do[3] Grupo Falamansa, que foi cantada por P5, se acompanhando com um atabaque. Além das palmas do grupo foi acompanhado pelo triângulo executado por P7. P5 relata que a música inspira alegria. "Oh chuva" trata-se de um xote, um tipo de forró (ritmo musical dançante brasileiro). O segundo participante, P6 trouxe a música "A Montanha" (Roberto Carlos e Erasmo Carlos), interpretada por Roberto Carlos. Ele cantou sozinho porque o restante do grupo não conhecia. P7 tentou ajudar com o metalofone, tocando notas aleatórias. P6 disse: "esta é uma musica que sustenta".

Na sequencia, P4 escolhe a música "Casa no Campo" (Zé Rodrix e Tavito), gravada por Elis Regina. O canto de P4 apresenta pouca intensidade, o que se pode relacionar com sua forma de expressão verbal. P1 lembrou-se da música "Linger" (Noel Hogan e Dolores O'Riordan), da banda The Cranberries. Como é pouco conhecida pelo grupo, a musicoterapeuta apenas cantarolou sua melodia. P1 justificou a escolha da música, falando que a mesma representava uma boa fase de sua adolescência. Ainda trouxe a música "Pescador de Ilusões" (Marcelo Yuka, Marcelo Falcão, Lauro Farias, Marcelo Lobato e Xandão), do grupo O Rappa, que a remeteu ao momento de sua formatura, antes de ingressar à universidade.

P2 cantou "No dia em que eu saí de casa" (Joel Marques), da dupla sertaneja Zezé de Camargo e Luciano. O grupo cantou junto com ele e P5, P6 e P7 acompanharam, utilizando o violão de forma não convencional, a meia lua e o violão, respectivamente. P3 tentou cantar partes da letra da música "Não é proibido" (Marisa Monte, Dadi e Seu Jorge), de Marisa Monte. P7 fez sons pré-verbais para lembrar a melodia e de posse das anotações de P3, disponibilizou-se a tentar cantar a música de forma mais fiel à original, mas não obteve êxito. P6 acompanhou com metalofone. P8 escolheu "Roda viva", de Chico Buarque (composição e gravação). Cantou e não explicou o porquê de se lembrar da música. P7 tentou acompanhar ao violão. P7 fez referência ao gosto por músicas da cantora Paula Fernanda, lembrando especialmente de duas, ambas regravações: "Quando a chuva passar" (Ramon Cruz) e "Tocando em frente" (Almir Sater e Renato Teixeira).

Segue abaixo trechos das canções escolhidas pelos participantes do grupo.

[3] As preposições "da", "de" ou "do" foram utilizadas para indicar o artista ou grupo responsável pela gravação da música citada.

**No dia em que eu saí de casa**
(Joel Marques)

No dia em que eu saí de casa
Minha mãe me disse:
Filho, vem cá!
Passou a mão em meus cabelos
Olhou em meus olhos
Começou falar
Por onde você for eu sigo
Com meu pensamento
Sempre onde estiver
Em minhas orações
Eu vou pedir a Deus
Que ilumine os passos seus

**Oh chuva** (Luiz Carlinhos)

Você que tem medo de chuva
Você não é nem de papel
Muito menos feito de açúcar
Ou algo parecido com mel
Experimente tomar banho de chuva
E conhecer a energia do céu
A energia dessa água sagrada
Que nos abençoa da cabeça aos pés

**Casa no campo** (Zé Rodrix)

Eu quero uma casa no campo
Onde eu possa compor muitos rocks rurais
E tenha somente a certeza
Dos amigos do peito e nada mais
Eu quero uma casa no campo
Onde eu possa ficar no tamanho da paz
E tenha somente a certeza
Dos limites do corpo e nada mais

**Quando a chuva passar (**Ramon Cruz)

Pra que falar?
Se você não quer me ouvir
Fugir agora não resolve nada...
Mas não vou chorar
Se você quiser partir
Às vezes a distância ajuda
E essa tempestade
Um dia vai acabar...

**Não é proibido** (Dadi)

Traz toda gente
Tá liberado,
É pra dançar
Toda tristeza,
Deixa lá fora,
Chega pra cá

**A montanha** (Roberto Carlos e Erasmo Carlos)

Eu vou seguir uma luz lá no alto eu vou ouvir
Uma voz que me chama eu vou subir
A montanha e ficar bem mais perto de Deus e rezar
Eu vou gritar para o mundo me ouvir e acompanhar
Toda minha escalada e ajudar
A mostrar como é o meu grito de amor e de fé

**Linger** (Tradução "Prolongar")
**(**Noel Hogan e Dolores O'Riordan**)**

Se você
Se você pudesse voltar
Não deixar isso queimar
Não deixar isso desaparecer
Tenho certeza de que não estou sendo rude
Mas é apenas sua atitude
Está acabando comigo
Está arruinando tudo

**Roda Viva** (Chico Buarque)

Tem dias que a gente se sente
Como quem partiu ou morreu
A gente estancou de repente
Ou foi o mundo então que cresceu...
A gente quer ter voz ativa
No nosso destino mandar
Mas eis que chega a roda viva
E carrega o destino prá lá ...

**Tocando em frente**
(Almir Sater e Renato Teixeira)

Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte,
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei,
Ou nada sei

Observa-se que a musicoterapeuta utilizou a experiência musical de Re-criação, na qual se cria um ambiente propício ao engajamento do paciente ou grupo através de atividades

como: vocalizar com marcação, cantar lendo música, cantar canções, cantar em coro, imitar vocalmente, cantar junto com músicas gravadas (Bruscia, 2000). "A essência dessas atividades é a reprodução vocal de materiais musicais estruturados ou canções pré-compostas." (BRUSCIA, 2000, p. 127).

Cantar, em Musicoterapia, não é simplesmente a reprodução de determinada canção, mas a apropriação desta pelo cliente que canta, pois ela é a projeção de si ou do grupo e, por este motivo, torna-se única (CHAGAS, 2001, apud CHAGAS & PEDRO, 2008). Segundo Bruscia re-criar em nosso contexto tem maior abrangência e "inclui executar, reproduzir, transformar e interpretar qualquer parte ou o todo de um modelo musical existente" (p. 126).

Percebe-se a adequação da utilização à indicação proposta pelos autores musicoterapeutas. Conforme Bruscia, a re-criação musical é indicada a clientes que:

> "precisam de estrutura para desenvolverem comportamentos e habilidades específicas (...) indicadas para clientes que precisam entender e se adaptar às ideias e sentimentos dos outros preservando suas próprias identidades, assim como clientes que precisam trabalhar juntamente com outras pessoas visando a objetivos comum." (p.126-127)

"A canção popular torna-se viva, recriada, improvisada tanto pelo cliente como pela musicalidade clínica do musicoterapeuta, que irá perceber novos sentidos e novas possibilidades de encaminhamentos musicais na conhecida canção popular." (CHAGAS, 2001, p. 122, apud CHAGAS & PEDRO, 2008, p. 50).

Após a re-criação musical a musicoterapeuta abre um momento de livre expressão para que os participantes falem sobre o motivo da escolha e sobre as sensações e sentimentos ao trazer algum momento passado, em um resgate das reminiscências. P7 recordou-se dos problemas e correrias que começam a fazer parte da vida a partir da aquisição da responsabilidade, transformando-se em uma rotina. P1 disse que "a musica é um artifício para mudar nosso dia-a-dia", referindo-se ao contexto estudantil estressante. P2 citou o dito popular: "quem canta seus males espanta". Para finalizar a sessão, o grupo escolheu uma das músicas trazidas na sessão, "Tocando em frente", e cantaram juntos e em pé. Alguns deles acompanharam com instrumentos. Tendo o conteúdo desta música em mente e o contexto de estresse vivenciado pelo grupo, a musicoterapeuta atua da mesma forma que Chagas & Pedro em sua prática clínica, onde utilizam:

> o canto com uma função clarificadora do mundo psíquico: 'Na voz do outro, o cantor, sob a proteção de uma composição popular ou folclórica, o cliente consegue expor (...) suas feridas' (Chagas, 1990, p. 591). Ele tem uma função integradora, onde o cliente encontra uma nova organização para sentidos percebidos na sessão. (2008, p. 51)

Percebe-se, em todas as músicas trazidas pelos participantes do grupo observado, o desejo de mudança e o processo de constante transformação por experimentações ao longo da vida, movimento natural, conforme o que afirma Magalhães (2005), ao enxergar o homem como "sujeito inconcluso".

A música, intitulada como a "linguagem das emoções" por Leinig (2009), sutilmente acessa o material inconsciente. Millecco, Brandão e Millecco Filho (2001), citados por Chagas & Pedro (2008), classificam como "canto desejante" a canções que remetem o indivíduo ao futuro ou a algo que almeja viver. Já o "canto corporal" comunica sentidos e sentimentos ao terapeuta ou grupo terapêutico, segundo os mesmos autores. Eles ocorrem concomitantemente se observarmos o conteúdo das canções acima mencionadas.

O cantar em conjunto desenvolve, dentre outros, a inter-relação pessoal e a sociabilidade entre os membros do grupo que, aparentemente, são necessidades dos participantes P3, P4 e P6. Além disto, o cantar sintetiza em uma única atividade todos os elementos da música: melodia, harmonia, ritmo e funções tonais, que pode elevar consideravelmente a efetividade do processo musicoterapêutico.

Mursell (apud LEINIG, 2009) ressalta que "todo canto de composição neutra e em linguagem estrangeira, porém entoado por uma voz potente, vibrante, poderá provocar no ouvinte uma emoção mais profunda do que o canto mais perfeito no próprio idioma, quando este seja interpretado por uma voz de qualidade inferior." No caso do processo analisado, a participante P1 traz a música "Linger" composta em inglês. (LEINIG, 2009, p. 440)

A segunda sessão observada na presente pesquisa foi a sétima do processo musicoterapêutico com o grupo. Novamente iniciou-se a sessão com relaxamento e, em seguida, a musicoterapeuta pediu que todos se deitassem nos colchonetes de barriga para cima e com o corpo relaxado, com braços e pernas estendidos. Iniciou-se uma audição musical, utilizando-se um aparelho de som. Para Bruscia (1991), citado por Chagas & Pedro (2008), o repertorio musical da audição pode ser gravado (produto de sessões anteriores ou comerciais) ou executado ao vivo, pelo musicoterapeuta ou pelo grupo.

A audição durou trinta e três minutos corridos. Durante este período todos permaneceram deitados, porém alguns deles realizaram movimentações corporais. P4 movimentou os pés, cruzou as pernas e se ajeitou no colchonete; P2 mexeu os pés quando a música "Não é proibido" foi reproduzida; P4 também mexeu os pés. P9 movimentou-se mais e, durante toda a audição, não parou. Permaneceu com a perna dobrada por muito tempo, moveu a cabeça para os lados, apoiou a cabeça sobre as mãos, cruzou uma perna sobre a outra

e moveu o pé que estava liberado. O restante do grupo permaneceu deitado e com as pernas estendidas até o fim. De acordo com Bunt (1994), citado Chagas & Pedro (2008), as reações rítmicas aos estímulos musicais são muito diversificadas.

A audição trata-se de uma experiência musical receptiva. Nela "o cliente ouve música e responde à experiência de forma silenciosa, verbalmente ou através de outra modalidade. (...) A experiência de ouvir pode enfocar os aspectos físicos, emocionais (...) da música e as respostas do cliente são moduladas de acordo com o objetivo terapêutico", que pode ser "evocar estados e experiências afetivas, explorar ideias e pensamentos". São indicadas àqueles "que se beneficiarão terapeuticamente em responder à música de uma forma específica", por exemplo, emocional ou projetiva (BRUSCIA, 2000, p.129).

A variação da experiência receptiva vivenciada pelo grupo na sétima sessão foi a intitulada *reminiscências (musical) com canções* (Bruscia, 2000), que se trata da utilização de uma escuta musical para evocar a lembrança de experiências e eventos passados da vida do cliente. A música pode ser vocal ou instrumental, gravada ou apresentada ao vivo, escolhida tanto pelo cliente quanto pelo terapeuta, de acordo com suas associações ou relação temporal com o período do passado em questão. Após escutar (ou apresentar) a música, o cliente e o terapeuta conversam sobre o passado do cliente (p. 132).

Ao final da experiência receptiva, a musicoterapeuta perguntou se todos tinham percebido que as músicas selecionadas para a audição musical faziam parte de suas histórias musicais. A partir do questionamento, a musicoterapeuta abriu espaço para que o grupo se expressasse com relação à experiencia vivida, a partir da seguinte consigna: "Como foi ouvir a própria música?" Foram levantados os seguintes conteúdos por P6 - anseio, desejo de superação, retomar coisas do passado. Novamente a musicoterapeuta interveio: "Perceba quantas coisas boas você está trazendo". P6 então relatou que tem como prioridade melhorar a relação com o outro. Ela disse: "Melhorar-se melhora sua relação com o outro. (...) Perceba sua força e sua mudança, você está caminhando". P10 reviveu a infância com seus pais, onde todos iam juntos à igreja: "Me trouxe pra perto dos meus pais. Dá saudade". Emocionou-se. Diante do choro disse: "faz tempo que não choro". "Choro de saudade é bom (...) aproveite e entre em contato", disse a musicoterapeuta, que finalizou dizendo: "É bom que dividimos os mesmos sentimentos que o grupo". Observa-se que, de forma geral, todos fizeram resgate de sua história e de suas identidades diante de tantas mudanças.

P3 relembrou o primeiro ano de faculdade ao ouvir "Não é proibido", de Marisa Monte. Relatou ter guardado mágoa de uma amiga neste período, mas não se aprofundou no assunto. P2 teve a sensação de uma energia indo e voltando por todo o corpo, principalmente

durante as músicas que gostou. Em geral, as sensações, estão relacionadas à excitação dos órgãos dos sentidos, mas não se restringem a eles. Elas constituem "o primeiro acontecimento da consciência. As sensações são determinadas pelos estímulos, e à medida que a experiência individual vai se desenvolvendo e se enriquecendo, as **sensações** tornam-se **percepções** em que há, então, processos de elaboração e reconstrução." (LEINIG, 2009, p. 269)

P4 lembrou-se das falas e paródias das sessões anteriores e sentiu vontade de desistir, voltar para casa. Ficou visível a congruência entre suas expressões verbal e não-verbal. Na sessão, anteriormente analisada, P4 escolheu a música "Casa no campo" para representar o sentimento de felicidade e relatou desejo de retorno à casa (outra cidade). Em sua fala, ficou claro que houve recordação de sua infância, surgiu uma vontade de desistir e de voltar para casa. Perceberam-se as reminiscências do passado proporcionadas pela experiência musical trouxeram à consciência o desejo de retorno às origens, uma situação difícil de transpor naquele momento de vida.

P6 teve despertado o sentimento de superação com a audição da música "No dia em que saí de casa". Afirmou: "deixei muita coisa para traz por causa da faculdade". Questionado pela musicoterapeuta se visualizou alguma imagem respondeu que teve a "sensação de ver uma janela" ao ouvir a música "Quando a chuva passar". A participação de P6 pode ser relacionada ao anseio e decisão de iniciar uma nova etapa em sua vida. Concorda-se com Bruscia (2000), quando afirma que a música não se limita ao não-verbal mas pode também incluir o verbal, movimentos e imagens. Como afirmam Hanslick & Dauriac, citados por Leinig (2009), a música "não cria, mas sim intensifica, como um ressoador, o que já existe em cada um de nós" (p.351).

Pode-se observar que, com relação ao repertório da audição musical realizada, a musicoterapeuta utilizou músicas trazidas pelos integrantes do grupo na sessão anteriormente observada e as demais músicas constituintes de suas ISos (Identidades Sonoras) trazidas nas demais sessões do processo e na ficha musicoterápica (conforme informação da musicoterapeuta).

A musicoterapeuta concluiu dizendo que os conteúdos trazidos por todos eram semelhantes. Entretanto, além da referência à difícil rotina de estudos e mudança de contexto sociocultural, com mudança de cidade, afastamento da segurança e conforto da casa dos pais, saudades da família e da cidade natal, surgiram sentimentos de superação, saudades e rememoramento de fases de desenvolvimento anteriores, além da sensação corporal de energia percorrendo o corpo. Concorda-se com as colocações de Leinig (2009):

> A música é, às vezes, chamada 'linguagem das emoções', devido à capacidade que tem de evocar respostar não-verbais e emocionais, as quais podem ser de alegria, tristeza, energia, calma, sensualidade, inspiração, moral, devoção, etc., (...) devido à facilidade com que ela pode adentrar na área de conflitos, sendo considerada como um elemento catalisador dos processos mentais, uma vez que ativa material 'inconsciente', provindos de diversos níveis profundos da personalidade, também, é vista como uma representação da consciência do homem, atuando sobre a sua mente através de sugestões, ensejando fenômenos como a sublimação, a introspecção, a harmonização, a comunicação, a interação social e, consequentemente, a agregação de pessoas. (p.350)

Para finalizar a sessão, a musicoterapeuta pediu que todos atribuíssem uma qualidade a cada integrante incluindo os ausentes, escrevendo em uma folha de papel fornecida. Esta sessão foi encerrada com a música "O que é, o que é?" de Gonzaguinha, eleita pelo grupo, sendo reproduzida pelo aparelho de som e acompanhada por todos cantando, dançando e tocando (P2 - ganzá,P9 - guizo e P6 - pandeiro). Percebeu-se que a audição inspirou esperança, coragem e a reafirmação da beleza da vida, o que foi concretizado quando, no final da sessão, o grupo fez a escolha dessa música, que traz todos estes conteúdos. Isto corrobora com a afirmação de Bruscia (1991, apud CHAGAS & PEDRO, 2008): "Tais experiências instilam esperança e coragem, enquanto reafirmam a beleza da vida - e suas lutas" (p.54). A seguir um trecho da música, utilizada em uma experiência de re-criação musical, conforme descreve Bruscia (2000):

**O que é, o que é?** (Gonzaguinha)

Viver!
E não ter a vergonha
De ser feliz
Cantar e cantar e cantar
A beleza de ser
Um eterno aprendiz...

Novamente percebeu-se que as expressões musical e verbal apresentaram conteúdos semelhantes. Leinig (2009) lista como efeitos psicológicos a partir de um estímulo sonoro:

> a mobilização da dinâmica da afetividade (emoção, sentimentos etc.); a catarse de emoções; o aumento ou diminuição dos estados de tensão, depressão, exaltação, alegria, etc., segundo as características da música; o de levar o indivíduo à comunicação, à identificação, à associação, à imaginação, à fantasia, à expressão pessoal, ao conhecimento de si mesmo, a interação social e, consequentemente, à agregação em grupo. (p. 351-352)

A terceira sessão observada, décima do processo musicoterapêutico do grupo, iniciou-se com a seguinte música, cantada em conjunto, para cada um dos participantes, utilizada como um acolhimento para a sessão.

(Nome do paciente) que bom que você veio
Participar deste grupo e soltar a sua voz
Que bom, que bom, que bom...

Foi realizado um amigo secreto musical para encerrar o processo. Tratou-se de uma experiência de re-criação musical (BRUSCIA, 2000), onde se utilizou as variações vocal e instrumental na interpretação das canções. Foram sorteados os nomes para posterior revelação e por fim o presentear das musicas. Houve grande participação de todos, com exceção de P5, que ficou sentado com a fisionomia séria num primeiro momento. Provavelmente este comportamento deu-se em função da expressão inconsciente da vivencia de luto antecipada pelo fim do grupo. Depois que revelou seu amigo secreto P5 demonstrou participação mais efetiva, o que possivelmente possibilitou a reelaboração do sentimento de perda como conclusão de mais uma etapa. Concorda-se com Leinig (2009), quando ressalta que "a emissão e a exploração de sons vocais pode, possivelmente, abrir caminho para o desbloqueio de emoções reprimidas de longo tempo, e com isso facilitar a compreensão da defensiva em que o paciente se coloca" (p.439).

Costa (1989), citado por Chagas & Pedro (2008) salienta que a atividade psicomotora de tocar um instrumento musical veicula pulsões que tendem à organização espontânea dos ritmos da música popular. Por este motivo também não há a necessidade de conhecimento musical prévio para se submeter a um atendimento musicoterápico (BRUSCIA, 2000). Durante a revelação de amigos secretos e o presentear das músicas houve troca de instrumentos entre os participantes P6 e P7. Deste modo, "o paciente vai experimentando diversos ritmos e movimentos com o instrumento até descobrir o canal de comunicação com o musicoterapeuta, coisa que faz de maneira inconsciente" (LEINIG, Op. Cit., p. 426).

A prevalência da re-criação vocal em detrimento da instrumental, foi evidente.

> Apesar de grande variedade de recursos de que dispõem os instrumentos musicais, eles nunca chegarão a suplantar a voz humana que, além de ser um agente natural de excitação auditiva, é o elemento preferido do homem, pela expressividade afetiva que o cantor pode dar à interpretação. (...) Diz *Sommer* que a voz deve ser compreendida entre os "*motores concomitantes dos estados psíquicos*" (...) A intensidade da voz varia de acordo com o estado psicológico do indivíduo. (LEING, Op. Cit., p. 109)

Bruscia (2000) assinala que a re-criação musical é indicada àqueles que precisam desenvolver habilidades sensório-motoras, aprender comportamentos adaptados, manter a orientação de realidade, dominar deferentes papéis comportamentais, identificar-se com diferentes ideias de outros, trabalhar cooperativamente em tarefas comuns.

Em alguns momentos os participantes observados responderam às experiências com risos, o que no contexto diário dos mesmos torna-se benéfico, pois, conforme Leinig (2009), o sorriso é capaz de aliviar as tensões provocadas pelo estresse. Assim, a melodia presente nas canções "é a expressão do pensamento humano, desenrolando-se na consciência afetiva (...) elemento afetivo, psicológico (...) tem acesso direto ao nosso eu, mexendo como nosso corpo, nossa mente, nossas emoções." (SEKEFF, 1996, p. 67, apud CHAGAS & PEDRO, 2008, p. 43)

Acredita-se que, conforme explicita Bruscia (2000), uma vez instalado um ambiente para que as experiências musicais possam ser vivenciadas pelo paciente, cabe ao musicoterapeuta apresentar estratégias, por meio de técnicas e/ou procedimentos, para favorecer a interação de cada integrante e sua consequente estruturação interna.

Trazendo para a Musicoterapia no contexto grupal, Leinig (2009) afirma que é necessário privilegiar, antes de mais nada, a dinâmica grupal, pois significa que é importante dar lugar ao processo vivencial que foi gerado e que pode levar a outro tipo de tipo de elaboração, a partir da experiência. A autora enfatiza "o grupo não deve ser forçado a ações ou emoções com as quais ele **não esteja conectado**" (p.468).

A terceira sessão foi finalizada com palavras de síntese de cada participante acerca de todo o processo musicoterapêutico vivenciado. As palavras foram: P2 – saudade, P3 – leveza, P4 – satisfação, P6 – alegria e P10 – descoberta. Para Leinig (Op. Cit., p.426), "a inter-relação entre os participantes traz, como resultado, uma sensação gratificante".

Quanto aos papéis grupais, a observação de apenas três sessões do processo musicoterapêutico mostrou-se insuficiente para a precisa identificação de todos os participantes. No entanto, pode-se inferir que a participante P7, nestas sessões, oscilou entre os papéis: porta-voz e líder de mudança (FREIRE, 1992). Ora movimentou-se com o grupo, com comentários que ajudou a clarificar e/ou exemplificar o que outros participantes tentavam expressar com certa dificuldade, ora mostrou mais claramente aquilo que o restante do grupo podia estar, "latentemente, pensando ou sentindo" (ZIMERMAN, 2000, p. 138). Um exemplo deste movimento ocorreu quando P7, na terceira sessão, pediu a letra da música escrita por P3 para tentar cantá-la.

O movimento acima referenciado, de P7, deu indícios de que o grupo evoluiu bem, com mudanças positivas. Isto confirma uma situação de desenvolvimento grupal, como explica Zimerman (*Op. Cit.*): "quando os papéis deixam de ser fixos e estereotipados e adquirem uma plasticidade intercambiável" (p. 137).

Pode-se atestar que as experiências musicais vivenciadas pelo grupo possibilitou este intercambiar de papéis, pois a fixação dos papéis grupais entre os integrantes de um grupo poderia caracterizar uma situação patológica (ZIMERMAN, *Op. Cit*.). Percebe-se, portanto, que os processos grupais "produzem as identidades pessoais e ao mesmo tempo produzem um sentido 'nós', através da cooperação e da compreensão de determinantes histórico-sociais" (LANE, apud MARTINS, 2007, p. 80).

Ficou evidente que a boa relação interpessoal de todos os membros do grupo observado foi resultado da "aceitação mutua, tolerância social e respeito pelas leis musicais (...) Pertencer a um grupo é, ao mesmo tempo, uma situação emocionante e gratificante para os pacientes" (LEINIG, 2009, p.467).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa proporcionou investigar as experiências musicais utilizadas por um musicoterapeuta em um processo grupal em Musicoterapia. A leitura musicoterápica da dinâmica grupal das sessões observadas pôde identificar e analisar as experiências musicais utilizadas. Observou-se o envolvimento dos participantes, que implicaram reações físicas, psicológicas e emocionais. Além disto, pôde-se perceber que estas experiências obtiveram, através da condução da musicoterapeuta, resultados fidedignos aos objetivos apresentados por Bruscia (2000), quando descreve as experiências musicais na literatura específica da Musicoterapia. Concomitantemente, as intra e inter-relações se desenvolveram ao longo das sessões, contribuindo para o processo terapêutico se realizar.

Apesar de o processo obervado ter contado com apenas dez sessões podemos concluir que as experiências musicais proporcionadas pela musicoterapeuta e efetivamente vivenciadas pelos participantes alcançaram seus objetivos. Bruscia (2000) salienta que o fator tempo tem menor importância no processo musicoterapêutico do que o comprometimento do paciente com a relação: paciente - musicoterapeuta - música (p 36). Em se tratando do contexto grupal, acrescenta-se a esta relação, o grupo.

Apesar de o grupo buscar os mesmos objetivos, ficou explícita a variabilidade de sentimentos e sensações. Barcellos (1996) afirma que isto ocorre em função da natureza polissêmica da música que possibilita a abertura de caminhos e a ampliação da expressão do paciente. O resultado deste processo é a "integridade, integração e inteireza, isto é, de saúde" (p.5).

A utilização do Protocolo para Observação de Grupos em Musicoterapia auxilia na amplificação do olhar musicoterápico e desenvolvimento da escuta terapêutica. Dá condições para que o observador analise todos os integrantes a partir do mesmo foco, não desvalorizando a expressão de nenhum deles.

Espera-se que este trabalho contribua para a construção de conhecimento relativo à aplicação das experiências musicais nos Processos Grupais em Musicoterapia. A atual realidade do profissional musicoterapeuta exige maior compreensão de suas ações terapêuticas através da utilização das experiências musicais neste contexto. Assim, acredita-se ser possível, a cada processo ou intervenção musicoterapêutica, desenvolver uma escuta diferenciada dos fenômenos grupais, visando auxiliá-lo a "desempenhar o papel de condutor de um grupo terapêutico" (ZANINI, 2006).

## REFERÊNCIAS

ALVIN, Juliette. **Musicoterapia.** Tradução por Enrique Molina de Vedia. 4 ed. Barcelona: Paidós, 1997.

BARANOW, Ana Lea Von. **Musicoterapia:** uma visão geral. Rio de Janeiro: Enelivros, 1999.

BARCELLOS, Lia Rejane Mendes. A Natureza Polissêmica da Música e da Musicoterapia. In: **Revista Brasileira de Musicoterapia**. Ano I – Número 1, 1996. p. 5-18.

BRUSCIA, Kenneth E. **Definindo Musicoterapia**. Tradução Mariza Velloso Fernandez Conde. 2. Ed. Rio de Janeiro: Enelivros, 2000.

CHAGAS, Marly; PEDRO, Rosa. **Musicoterapia:** desafios entre a modernidade e a contemporaneidade - como sofrem os híbridos e como se divertem. Rio de Janeiro: Mauad, 2008.

COSTA, Clarice Moura. **O despertar para o outro:** musicoterapia. São Paulo: Summus, 1989.

CRAVEIRO DE SÁ, L. **Tecendo memórias:** linha da vida, música e consciência. Disponível em: <http://www.conscienciologia.pro.br/artigos_congressos/50.pdf.> Acessado: em: 3/04/12

DAMASCENO, Francisco J. G. Experiências Musicais: em busca de uma aproximação conceitual. In: DAMASCENO, Francisco José Gomes; MENDONÇA, Amaudson X. Veras; MORAES, José Geraldo V. de. **Experiências Musicais**. Ceará: Editora Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2008.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**/Aurélio Buarque de Holanda Ferreira. 3. ed. Curitiba: Positivo, 2004.

FREIRE, Madalena. O que é grupo? In: Grossi, Esther Pillar e, Bordin, Jussara. **Paixão de aprender.** Rio de Janeiro, Editora Vozes, 1992.

GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente:** a teoria das inteligências múltiplas. Tradução por Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1994.

LEINIG, Clotilde Espíndola. **A música e a ciência se encontram:** um estudo integrado entre a música, a ciência e a musicoterapia. Curitiba: Juruá, 2009. p. 466-468

LAZARINN, Luiz Fernando. **Uma compreensão da experiência com música através da crítica de duas 'filosofias' da educação musical**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Porto Alegre.

MAGALHÃES, Abigail Guedes et al. A formação de professores para a diversidade na perspectiva de Paulo Freire. **V Colóquio Internacional Paulo Freire**. 2005. Recife

MARTINS, Sueli Terezinha Ferreira. Psicologia Social E Processo Grupal: A Coerência Entre *Fazer, Pensar* E *Sentir* Em Sílvia Lane. In: **Psicologia & Sociedade**. 19, Edição Especial 2: 76-80, 2007.

MORA, José Ferrater. **Diccionario de Filosofía**. 5ª ed. Buenos Aires: Editorial Sudamericana, 1965. 2 volumes. Disponível em: <http://ocanto.esenviseu.net/lexicon/experien.htm> Acesso em: 11/01/13

PENDLEBURY, Michael. "Experience, Theories Of." In: DANCY, Jonathan e SOSA, Ernest. **A Companion to Epistemology.** MA, EUA: Malden e Oxford: Blackwell, 2005.

ZANATTA, Beatriz Aparecida; SOUZA, Vanilton Camilo. A percepção sensorial, a experiência e o ensino por problema como legados da pedagogia moderna para o ensino do lugar. In: **Anais do Encuentro de Geógrafos de América Latina**, Montivideo, UR 2009. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/144122669/3031-Beatriz-Aparecida-Zanatta> Acesso em: 01/08/13

ZANINI, Claudia Regina de O. **A movimentação de grupos em musicoterapia** - vivenciando musicalmente papéis grupais**.** Projeto de Pesquisa**,** 2003 (n/p).

ZANINI, Claudia Regina de O.; MUNARI, Denise Boutellet; COSTA, C.O. Proposta de protocolo para observação de grupos em musicoterapia. XIII Simpósio Brasileiro de Musicoterapia, XI Fórum Paranaense de Musicoterapia e IX Encontro Nacional de Pesquisa em Musicoterapia, 2009. Anais. Curitiba: Griffin, 2009. Anais. Curitiba: Griffin, 2009. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B7-3Xng5XEkFNWExYTM2ZDktZDk5MS00NTdkLThmNjktMzhmNTc5ZTg2MTFj/edit?hl=pt_BR# > Acesso em: 07/06/2013

ZIMERMAN, David E. **Fundamentos Básicos das Grupoterapias**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

WORLD FEDERATION OF MUSIC THERAPY. **Definição de Musicoterapia**. Disponível em:<http://wfmt.info/WFMT/President_ presents..._files/President%20presents...5-2011.pdf>. Acesso em: 16/07/13.

## REFERÊNCIAS MUSICAIS

BUARQUE, Chico. **Roda viva**. 1967.

CRUZ, Ramon. **Quando a chuva passar.** 2005.

CARLINHOS, Luiz. **Oh chuva.** 1997.

CARLOS, Erasmo e CARLOS, Roberto. **A montanha.** 1972.

DADI (Eduardo Magalhães de Carvalho). **Não é proibido.** 2008.

FALCÃO, Marcelo; FARIAS, Lauro; LOBATO, Marcelo; XANDÃO e YUKA, Marcelo. **Pescador de ilusões.** 1996.

GONZAGUINHA. **O que é, o que é?** 1982.

HOGAN, Noel; O'RIORDAN, Dolores. **Linger**. 1993.

MARQUES, Joel. **No dia em que eu saí de casa.** 2003.

RODRIX, Zé. **Casa no campo.** 1971.

SATER, Almir; TEIXEIRA, Renato. **Tocando em frente.** 1990.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE FILOSOFIA

# Intuição, pensamento e conhecimento reflexivo: uma investigação lógica acerca da fundamentação do conhecimento na Crítica da Razão Pura

Aluno: Elliot S. Scaramal (santovichscaramal@gmail.com)
Orientador: Thiago S. Santoro (thsantoro@gmail.com)

Revisado pelo orientador

Goiânia, Agosto de 2013

## 1. Resumo

Neste artigo pretende-se analisar uma forma de argumentação recorrentemente usada na filosofia, de um ponto de vista lógico e, mais especificamente, do ponto de vista da sua validade inferencial. Este tipo de argumentação é historicamente atribuído a Kant pelo seu projeto de determinação ou crítica das condições de possibilidade do conhecimento. Esse projeto consistiria então em um exame reflexivo a regras e princípios das capacidades transcendentais do conhecimento, que devem ser simplesmente pressupostos, através de seus itens subordinados. Se, ao argumentarmos, pretendemos mostrar que as sentenças que são concluídas são verdadeiras, resta saber se a argumentação que empregamos é valida. Corriqueiramente, acusa-se a argumentação transcendental de ser trivialmente circular. Pretende-se avaliar estas críticas, utilizando a noção de demonstração *to hoti* nos Segundos Analíticos de Aristóteles e uma extensão dessa à lógica proposicional. Será examinada também a possibilidade de uma interpretação alternativa ao argumento transcendental, a de que ele seja uma *reductio ad absurdum*.

Palavras-chave: Kant, argumento transcendental; conhecimento reflexivo; forma lógica;

## 2. Introdução

A toda filosofia que se pretende uma investigação de condições de possibilidade é corriqueira certa forma de objeção. Por condição de possibilidade entendemos, por exemplo, dadas duas ocorrências possíveis exclusivas e exaustivas “a” e “não-a”, aquilo que deve ser satisfeito, tanto para que uma quanto para que outra ocorra. Toda e qualquer condição de possibilidade deve ser pressuposta para que aquilo de que ela é uma condição aconteça. Pois, doutro modo, de todo, esta não seria uma condição imprescindível nem para a sua ocorrência, tampouco para sua mera possibilidade.

Portanto, se uma tal filosofia se pretende a uma demonstração rigorosa de um candidato ao *status* de condição de possibilidade através de operações que já requerem

esta condição, de pronto, poder-se-ia dizer que a pretensa conclusão da demonstração requer sua mera pressuposição, o que leva todo o esforço demonstrativo a uma circularidade trivial além da arbitrariedade ou bem ao caráter hipotético do assentimento à pretensa condição de possibilidade.

O objetivo deste trabalho é o de sondar esse problema, a saber, o da validade da prova transcendental, de modo a tentar salvaguardar principalmente o sistema filosófico de Kant e seu método, através de uma investigação acerca da forma lógica da prova. Assim, pretende-se fazer patente se há alguma mínima base lógica neste tipo de prova ou se esta é reduzida a um estatuto meramente dialético ou psicológico (o que acabaria por destituí-la peremptoriamente da condição de prova).

## 3. Metodologia

O projeto em questão tem, como abordagem metodológica, o método de leitura estrutural, cuja orientação para interpretação é o reconhecimento de uma "estrutura demonstrativa" (Guéroult, 1953, *Avant-propos*) ou um sistema válido e coerente de teses em relação umas com as outras e com seus devidos argumentos, os quais têm a função de garantir ou expor a verdade destas teses, em conjunção simultânea. Desse conjunto Γ de proposições é "subtraído o tempo" (Goldschmidt, 1963). O método de leitura estrutural então "subordina o compreender pelo explicar" (Guéroult, 1953, *Avant-propos*) ao passo que interpreta um dado texto orientado pelo princípio caritativo, na primazia de reconhecer, mediante uma análise rigorosa do texto, um sistema válido e exegeticamente compatível a sentidos atribuíveis ao texto interpretado.

Em detrimento de interpretações que, malgrado terem pretensão de verdade, são arbitrárias e não elegidas mediante critérios rigorosos de coerência e de caritatividade em vez de psicológicos, este método intende à "significação exata" (idem) ou "à verdade" do texto em vez de sua "origem" (Goldschmidt, 1963). Portanto, o método de leitura estrutural, dada a aceitação do princípio caritativo e a irrelevância dos seguintes para o sistema inferencial do texto filosófico, também suspende juízo a respeito de possíveis condicionamentos históricos, sociais ou psicológicos, distinguindo-se, desta forma, do método genético de interpretação.

## 4. Resultados da pesquisa

Este trabalho procederá de modo a privilegiar não tanto propriamente o modo pelo qual se efetiva textualmente, na Crítica da Razão Pura, (doravante, KrV) a Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento ou a tentativa kantiana de provar a validade objetiva dos conceitos puros ou a necessidade da anterioridade em relação a toda e qualquer experiência possível (GUYER 2010, p. 121) em qualquer das versões das duas edições da Crítica.

Primar-se-á, antes, por enfatizar o seu projeto, articulado à Lógica Transcendental e à Analítica Transcendental de Conceitos, de reconhecimento dos conceitos usados *a priori* para a descrição em juízos de objetos do conhecimento (A 57/B 81). Tal projeto é transcendental porque se ocupa de certas condições de possibilidade do pensamento puro para o conhecimento (A 56/B 80), ainda que não concerna às regras ou leis necessárias para o pensamento puro de um ponto de vista meramente formal (A 52/B 76), que é o escopo da lógica geral pura, já que concerne a certos conteúdos conceituais gerais, como será posteriormente detalhado.

### 4.1. Conceitos refletidos: anterioridade lógica da tábua das categorias e forma lógica

Como mencionamos, o projeto da lógica transcendental consiste em uma investigação acerca de uma descrição a priori dos objetos do conhecimento e não de objetos considerados simplesmente do ponto de vista da lógica geral. Essa investigação, portanto, mesmo que a priori, trata de conteúdos, ainda que não empíricos, pelo qual ela se distingue da investigação lógica geral. O juízo do ponto de vista da lógica geral faz abstração de todo o conteúdo cognitivo, puro ou empírico, dos juízos (A 54; B 78), resultando na forma de enunciados “S é P” ou em uma mera conexão entre conceitos, um dos quais cumpre o papel lógico de sujeito e o outro que cumpre o papel de predicado.

Em “Sobre o conceito e o objeto”, Frege apresenta alguns argumentos a favor da tese de que as noções de objeto (*Gegenstand*) e conceito são não apenas irredutíveis uma à outra, como se excluem necessária e mutuamente. Portanto, segundo essa tese, nenhum objeto seria um conceito, e, por isso, na forma geral de uma predicação “S é P”, os termos “S” e “P” não são necessariamente ambos expressões conceituais. O termo sujeito pode ser simplesmente um nome próprio, que seria o caso na predicação de um

conceito de primeira ordem. Haveria uma tensão com a concepção de juízo como uma combinação entre dois conceitos (talvez devedora do uso por parte de Aristóteles de uma expressão conceitual, quantificada singularmente, para referir-se a um indivíduo p.ex. "Este homem é branco")?

Entretanto, foi já perfeitamente mostrado na literatura especializada que, embora objetos não sejam diretamente mencionados na definição de juízo do ponto de vista da lógica geral, existe uma consideração lógica do objeto nesses juízos. O conceito-sujeito não desempenha o papel de sujeito lógico no juízo último, mas do sujeito da relação de subordinação. A relação de subordinação consiste na atribuição de relações entre as extensões dos conceitos tratados, onde poderíamos ver um apelo claro à noção de objeto. Quantificações em juízos expressam como as extensões dos conceitos se relacionam, por exemplo, juízos da forma "Todo S é P" se comprometem com a afirmação de que todo objeto que cai sob o primeiro conceito mencionado, cai também sob o segundo, ou seja, que a extensão do primeiro está contida na extensão do segundo.

Percebe-se que a tese da irredutibilidade do objeto ao conceito se mostra incompatível à declaração de que um juízo é uma conexão de conceitos se entendermos esta conexão como uma conexão predicativa. Se a entendermos como uma conexão subordinativa, que relaciona a extensão dos dois conceitos em um juízo simples mediante quantificações, como Landim (2005, p. 187), não há tensão alguma quanto às quantificações universal "Todo S é P" e particular "Algum S é P", que subordinam, respectivamente, totalmente ou parcialmente o conceito-sujeito ao predicado, pois o conceito-sujeito não é propriamente o sujeito lógico do juízo.

O conceito é definido como essencialmente predicativo, ou um predicado de um juízo possível asserido acerca de objetos ainda indeterminados (B 94)[1]. O sujeito lógico do juízo, em Kant, não pode ser, ele mesmo, um conceito. Portanto, não se trata do referente de "S" na forma "S é P", se, em "S", instanciarmos termos como "Homem", "Cadeira" ou "Elefante". Mas trata-se do referente de um termo implícito na forma "S é P". Por exemplo, poderíamos escrever a predicação "Um corpo é divisível" da seguinte forma "Algum x que cai sob os predicados que formam o conceito complexo de corpo cai também sob o predicado da divisibilidade"; ou bem da seguinte maneira mais enxuta: "Algum x corpo é divisível". Como Longuenesse esclarece:

[1] *Begriffe aber beziehen sich, als Prädikate möglicher Urteile, auf irgendeine Vorstellung von einem noch unbestimmten Gegenstande.*

> Portanto, se deveria ver além da forma gramatical do juízo para a forma própria à atividade do pensamento mesmo, uma forma na qual todos os conceitos se relacionam, como predicados, ao que é exclusivamente, em última instância, sujeito de qualquer juízo: o objeto = x. (1998, p. 108).

O objeto, entretanto, pertence essencialmente à intuição sensível, o modo de representação imediato das representações singulares que nos são dadas (A 320/ B 377, A 20/ B 33). Longuenesse caracteriza o objeto como o "lugar da intuição sensível na forma lógica do juízo, por meio do termo 'x' – uma intuição sensível que provê o cimento que junta conceitos uns aos outros (*holding concepts together*)" (1998, p. 107). Poderíamos supor, portanto, que uma descrição a priori do objeto trataria da forma do fenômeno, sua figura ou extensão enquanto determinações do espaço. Porém, o que justificaria que tal investigação se inscrevesse à Lógica Transcendental e não à Estética?

O que significa, então, investigar por uma descrição a priori, ou seja, necessária e universalmente rigorosa de um objeto no contexto das investigações dos princípios do pensamento (representação mediada por conceitos no entendimento) puro? Prezaremos por uma leitura levantada por Guyer (1987), que lê este projeto como uma tentativa de apresentação dos conteúdos semânticos necessários para a descrição de qualquer experiência possível, ou seja, a apresentação dos conteúdos gerais judicativos de juízos empíricos e dos respectivos conteúdos conceituais que exercem funções lógicas nestes juízos, as categorias ou conceitos puros do entendimento (1987, p. 76):

> O argumento requer tanto a análise das formas lógicas do juízo e uma correlação daquelas formas lógicas com categorias mais orientadas pelos objetos e é *de rigueur* criticar tanto a lógica limitada e pré-quantificacional e suas correlações arbitrárias entre as características sintáticas das proposições e categorias mais semânticas necessárias para aplicar tais formas lógicas às representações.

Acrescemos a ressalva de que mesmo as formas lógicas dos juízos são conteúdos judicativos gerais e não formas meramente sintáticas, e encontramos fortes argumentos para tal visão na leitura intensionalista de Altmann (2004), segundo a qual as formas dos juízos de relação, como juízos hipotéticos e disjuntivos, não podem ser traduzidas extensionalmente em qualquer tipo de operações verofuncionais como condicionais materiais ou disjunções, pois a admissão de tal interpretação nos levaria à indistinguibilidade destes últimos que podem ser interdefinidos. A partir dessa assunção, Altmann pretende também propor uma leitura coerente da distinção entre

juízos negativos e infinitos, a despeito da irrestrição do Princípio de Terceiro Excluído a proposições empíricas, já apontada como uma fraude por autores como Ryle (2009, *Categories*, p. 185). Entretanto, não convém aqui uma discussão muito detalhada acerca de tais questões.

O projeto em questão corresponderia à tentativa de reconhecer os conteúdos indispensáveis e logicamente anteriores a qualquer descrição empírica de objeto ou qualquer pensamento acerca de um objeto. Como vemos no capítulo "Do Uso Lógico do Entendimento em Geral" (B 94), Kant reduz o entendimento à capacidade de julgar. Pois, segundo o autor, "pensar é o conhecimento por conceitos", esta atividade de mediar representações, relacionando-as, nada é senão julgar, constituir um juízo da forma "S é P". Kant assere que "podemos reduzir todas as operações do entendimento a juízos"[2]. Ora, isto implica dizer que todo pensamento é um juízo.

Podemos dizer, portanto, que Kant empreende pelo reconhecimento dos conteúdos gerais necessários a toda descrição judicativa empírica, sejam conteúdos judicativos (expostos na tábua dos juízos), sejam os seus respectivos conteúdos conceituais internos a esses juízos (expostos na tábua das categorias). Esses conceitos são os conceitos indispensáveis para a estruturação básica de qualquer objeto do conhecimento, acrescentados à noção de um objeto meramente formal "x", o sujeito lógico de qualquer juízo, sem que isso lhe destitua da sua universalidade de aplicação. Isso quer dizer que não há diferença extensional entre o domínio de fenômenos e o domínio de objetos do conhecimento.

Como Kant arremata na Dedução Transcendental das Categorias, o objeto de conhecimento é constituído por conceitos que lhe servem como regra de formação. Esse processo de constituição do objeto de conhecimento é chamado a síntese que reúne o múltiplo das representações sensíveis sob um conceito (B137[3]). Entendemos, portanto, a constituição da tábua das categorias como a apresentação de conceitos necessários para a formação básica de qualquer objeto de conhecimento ou a identificação das notas características primitivas de qualquer formação conceitual de um objeto do conhecimento.

Tornemos notório, todavia, que, embora necessárias, essas condições não são suficientes para a formação de nenhum objeto, qualquer objeto do conhecimento demanda também o emprego das formas puras da sensibilidade (A 567-8; B 595-6).

---

[2] *Wir können aber alle Handlungen des Verstandes auf Urteile zurückführen.*

[3] "O objeto, porém, é aquilo em cujo conceito está *reunido* o diverso da intuição dada."

4.2. Alternativas de estruturas de prova

Em seu artigo "*The Deduction of the Categories: The Metaphysical and Transcendental Deductions*" (2010), Guyer aborda a meta da Dedução Transcendental como um condicional estrito que pode ser descrito da seguinte maneira: "Todo conhecimento empírico de objetos emprega conceitos -> Todo o conhecimento empírico de objetos empíricos emprega categorias" (p. 121). Já que as categorias do entendimento podem ser entendidas como "formas" (forma não pode ser aqui entendido como uma mera forma predicativa, a forma da universalidade (Cf. KANT 2002, § 2), mas como certo conteúdo geral) ou mesmo como notas primitivas dos conceitos empíricos, todo juízo que julga conceitualmente sobre qualquer experiência deve pressupor esses conteúdos conceituais puros.

Podemos prová-lo através da lei formal de que para quaisquer dois conceitos, se um é uma nota característica (*Merkmal*) do outro, então o segundo é subordinado ao primeiro (KANT 2002, §14, regra 1). A validade objetiva das categorias – a necessidade da sua anterioridade em relação a toda e qualquer experiência possível (GUYER 2010, p. 121) – poderia então ser provada facilmente através do recurso a essa lei formal. A filosofia transcendental se ocuparia restritamente da investigação de *quais* são esses conteúdos, mas, uma vez que há tais conteúdos, que são notas conceituais primitivas de todo conceito empírico é absolutamente necessário que eles se apliquem a toda a experiência.

O condicional ao qual Kant se reporta visa demonstrar a necessidade de uma proposição mediante outra, mas que é antes a sua condição. Existe aqui um descompasso entre a anterioridade lógica da premissa e outra anterioridade, epistemológica, presente na conclusão, que é a razão pela qual a premissa empregada no contexto é necessária. Kant pretende demonstrar que todo juízo e suas experiências correspondentes empregam categorias e, para isso, emprega a premissa de que todos os juízos e suas experiências correspondentes empregam conceitos empíricos. Entretanto, o emprego de conceitos empíricos em nossas experiências e juízos não é a razão do emprego das categorias nos mesmos. Antes, empregamos conceitos empíricos porque empregamos categorias.

Esse descompasso, ou melhor, inversão entre a ordem da demonstração e a ordem da razão, só se torna possível porque há uma estrita bi-implicação entre a necessidade de ambas. Tal possibilidade demonstrativa é antecipada por Aristóteles nos Analíticos Posteriores, através da distinção entre a demonstração do quê (*to hoti* ou, em latim, *quia*) e a demonstração do porquê (*to dioti* ou, em latim, *propter quid*). O exemplo utilizado por Aristóteles é acerca dos enunciados "Todo planeta está próximo da terra" e "Todo planeta não cintila". Podemos demonstrar ambas segundo as seguintes inferências de forma silogística:

Todo planeta não cintila
Tudo o que não cintila está próximo da terra
Todo planeta está próximo da terra

Todo planeta está próximo à terra
Tudo o que está próximo à terra não cintila
Todo planeta não cintila

Percebamos que ambos os silogismos envolvem os mesmos conceitos e tem a mesma forma (AAA, primeira figura) pela alteração dos papéis dos termos na demonstração, pois podemos demonstrar qualquer um dos dois enunciados pelo outro; Esta inversão é possível devido à contra-predicabilidade de ambos os conceitos (Estar próximo da terra e não cintilar), ou seja, sua co-extensividade, a relação de que qualquer objeto que vir a cair sob o primeiro, cairá também sob o segundo e vice-versa ($\forall x\ P(x) <-> Q(x)$). Embora qualquer um dos dois enunciados possa ser tomado como logicamente anterior (como uma premissa) no interior dos silogismos, apenas um se conforma com a ordem epistemológica. Os planetas não estão próximos da terra por não cintilarem, antes eles não cintilam porque estão próximos da terra.

A argumentação de Kant segue essa inversão da ordem da razão elucidatória da necessidade de uma proposição. Entretanto, a mesma é absolutamente necessária para que haja argumentação no âmbito das condições de possibilidade, já que toda condição de possibilidade é estritamente anterior àquilo de que ela é condição. Não obstante, pode-se tomar uma condição deste tipo como uma conclusão em uma demonstração, ainda que aquilo pelo que inferimos a conclusão já a pressuponha, sem que haja circularidade no interior da demonstração. Analogamente, para que os planetas não

cintilem, eles sempre haverão, de antemão, de estar próximos da terra. Porém, podemos inferir *que* eles estão próximos da terra, *já que* eles não cintilam.

Rigorosamente a demonstração do *quê* não é propriamente uma demonstração no sentido científico, como aquela que conhece acerca do que se pretende conhecer que ela é sua causa e que não pode ser de outra maneira (Capítulo 2, 71b 9-16, "E por "demonstração" entendo silogismo científico; e por "científico" entendo aquele segundo o qual conhecemos cientificamente por possuí-lo."). Entretanto, Aristóteles reconhece que, ainda que não haja silogismo científico acerca do que não se pode demonstrar (como os primeiros princípios ou premissas imediatas), há inferência (*syllogismós,* 71b 19).

Sem recorrência aos conteúdos ou mesmo à forma predicativa das proposições, podemos descrever em uma linguagem proposicional a co-extensividade de dois conceitos como a bi-implicação de suas respectivas proposições (de ∀x P(x) <-> Q(x) para p <-> q), de modo que podemos provar p por meio de q, assim como podemos fazer o inverso, ainda que apenas uma das proposições descreva a razão pela qual a outra é necessária. Portanto, se todo método transcendental de argumentação ou prova é, em última instância, circular, porque a necessidade da condição já está implícita na pressuposição do condicionado como premissa, de modo que a conclusão já seria pressuposta nas premissas, ao menos se mantém uma *forma* inferencial no debate dialético contra um objetor, que não admite o princípio como evidente.

Neste contexto argumentativo podemos introduzir dois sentidos de anterioridade, como feito por Aristóteles em 71b33: a anterioridade por natureza (*tei physei*) e a anterioridade para nós (*prós hemas*). Se invertemos a ordem da razão, não fazemos senão tomar um enunciado assentido para inferir, necessariamente, como condição prévia, outra proposição, pela qual se alimenta dúvida. Mediante essa apresentação podemos dar um passo adiante acerca da vacuidade deste método de prova ou argumentação contra o cético. De todo, essa inferência é inócua se não parte do assentimento comum de juízos empíricos acerca de objetos e do emprego de conceitos empíricos nestes e da validade objetiva da experiência.

Categorias são conceitos obtidos por abstração dos conteúdos empíricos (ainda que não de todo o seu conteúdo, pois que nem todo conteúdo semântico é empírico) ou conceitos refletidos (*reflektierte Begriffe*, A 310/ B 366), como pode ser também constatado nos escritos de lógica geral: "Essa origem (*Ursprung*) lógica dos conceitos – a origem segundo, tão-somente, a sua mera forma – consiste na reflexão (*Reflexion*)

pela qual uma representação comum a muitos objetos (*conceptus communis*) surge como a forma exigida à faculdade do juízo" (KANT 2002, §5; Observação um). Para obter esses conceitos puros implícitos em nossos juízos empíricos é preciso, portanto, ter conceitos empíricos, e a figura do cético acerca do mundo externo poderia alegar dúvida da legitimidade de tais conceitos.

Outra hipótese acerca do método de argumentação transcendental, empregado por Kant em seu projeto geral de determinação dos elementos transcendentais ou condições de possibilidade do conhecimento, valoriza o viés apofático ou negativo da noção de Crítica, em detrimento do que o autor denomina uma doutrina da razão pura, que "alargaria (*erweiteren*) a razão" (B 25) e não simplesmente apresentaria as condições necessárias para mantê-la "isenta de erro" (*idem*). Uma crítica da razão pura, ou a crítica das condições de conhecer *a priori*, não deve envolver nenhuma consideração positiva acerca dessas condições, mas apenas o assentimento do que seria necessário para que não incorrêssemos em absurdos.

Um método apofático de reconhecimento das condições do conhecimento *a priori* deve meramente apontar o que de todo essas condições não podem ser em detrimento de propor uma teoria positiva e exaustiva da razão pura, que descambaria em uma profunda arbitrariedade. Em sua estrutura lógica, esse método de procedimento teórico mantém implícita uma estrutura de prova, a *reductio ad absurdum*. A meta de mostrar que certas teses acerca da estrutura dos nossos juízos e conhecimentos empíricos envolvem absurdos não consiste apenas em apresentar erros de coerência interna entre teorias ou hipóteses filosóficas, mas também de mostrar a incompatibilidade de certas teses com a experiência mesma. Em uma sentença que julgamos correta, Kitcher (1994, p. 15) assere: "o conhecimento transcendental é estabelecido por provas transcendentais, que mostram que a experiência seria impossível se não fosse pelas origens *a priori* de certas características de nossa cognição." Como Kant mesmo atesta sobre seu método de demonstração:

> No conhecimento transcendental, na medida em que se trata apenas de conceitos do entendimento, esta regra é a experiência possível. Na verdade, a prova não mostra que o conceito dado [...] conduza diretamente a um outro conceito [...]; Mas mostra que a própria experiência, portanto, o objeto da experiência, seria impossível sem uma tal ligação (A 783/ B 811).

De pronto, vê-se que a experiência e sua validade objetiva interpretam um papel imprescindível no contexto da argumentação de Kant. Kant, ao se pretender a uma determinação das condições gerais de possibilidade do conhecimento, toma nossos juízos e conhecimentos empíricos, assim como o acesso à experiência mesma, como primitivos em sua argumentação, pois estes têm um papel de critério de assentimento de nossas teorias acerca da forma desses. Não há circularidade na argumentação de Kant, porque Kant não pretende provar a validade objetiva da experiência (ao menos não no que toca diretamente à determinação das condições de possibilidade do conhecimento).

Alguns comentadores, como Allison, apontam que na Dedução Transcendental das Categorias há lugar para uma argumentação contra o cético (1996, p. 27). No entanto, a mesma inclui-se entre argumentos à favor de outra tese, a saber, a de que as categorias se aplicam a toda experiência possível, ou seja, uma tese acerca da validade objetiva das categorias e não da validade objetiva da experiência mesma. Aqui seguimos Guyer (2010), defendendo que toda a argumentação de Kant acerca da validade objetiva das categorias pressupõe, de antemão, que façamos juízos, tenhamos conhecimentos e acedamos à experiência.

Em conformidade com a leitura aqui apresentada, Almeida (2012), por sua vez, apresenta como objeção à interpretação de Allison, precisamente que esta suposta reposta ao cético acerca do mundo exterior teria já como premissa um ponto crucial de dúvida do cético, implícito na assunção da validade objetiva da experiência, como explica o autor:

> Com efeito, mesmo tomando "experiência" em sentido "fraco", a pressuposição de que temos experiência no sentido do conhecimento de objetos que não precisam ser distintos de estados subjetivos não pode ser premissa da Dedução, porque, mesmo com essa restrição, a experiência continua a pressupor aquilo que pode ser problematizado e precisa ser estabelecido, a saber, a conformidade a conceitos do que é dado na intuição (no caso, estados subjetivos). (p. 132).

Como essa questão foi aqui posta, tentamos tornar claro que o método transcendental prima mostrar a impossibilidade da negação do que se pretende provar, admitindo, portanto, uma forma de *reductio ad absurdum*. Aplicar esta forma de demonstração em argumentação acerca da validade de princípios não é, por assim dizer, qualquer tipo de novidade filosófica. Como podemos constatar no livro IV da Metafísica, Aristóteles emprega a noção de demonstração negativa ou refutativa (elenchtikós apodeiksai, livro IV, §4) em um debate contra um possível objetor acerca da validade indispensável do princípio de não-contradição. Embora alguém pudesse

acusar Aristóteles de circularidade ao tomar como critério de absurdidade da negação do princípio de não-contradição o próprio princípio de não-contradição, o mesmo não se aplicaria ao método transcendental de demonstração.

O método transcendental de demonstração não se pretenderia a empregar em contexto demonstrativo nenhum princípio lógico geral. Os princípios da lógica geral seriam antes meras regras que se assemelhariam a uma gramática geral (*allgemeine Grammatik*), que serve apenas de propedêutica à ciência, de modo a corrigir (*berichten*) conhecimentos para adequá-los quanto à sua forma e nunca são provindos de qualquer uso demonstrativo (KANT 2002, pp. 28-9), o conjunto de regras da lógica geral é simplesmente pressuposto. O método transcendental de demonstração ou argumentação seria antes aplicado a princípios relativos a certos conteúdos transcendentais, como esperamos ter tornado evidente.

## 5. Conclusão

Tentamos defender aqui que há algum valor no método que Kant usa para demonstrar a legitimidade de princípios, que são, no caso, as condições de possibilidade do conhecimento. Este método recorre, sim, a formas inferenciais válidas. Contra a acusação de circularidade, podemos redarguir que a circularidade não se aplica ao objetor, pois este, obviamente, não aceita a premissa como pressuposta, mas aceita algo que a pressupõe e, desta maneira, podemos inferir a partir da dupla implicação entre as duas proposições (a empregada como premissa e a empregada como conclusão) que a proposição não aceita pelo objetor deve ser necessária, para que ele assinta o que assentiu. Embora o *inferrendum* seja uma premissa imediata e indemonstrável, pode ser tomada como passível de conclusão em algum contexto argumentativo dialético, preservando, no entanto, a validade formal do contexto inferencial. Não obstante, recorremos ainda a uma linha interpretativa alternativa do método, lendo-o como uma *reductio ad absurdum* da contraditória, que toma a experiência como critério de correção. Notamos que em qualquer uma das duas alternativas, a validade objetiva da experiência já deve ser tomada como pressuposta, o que torna a argumentação inócua para uma resposta ao cético acerca do mundo exterior. Não conseguimos encontrar bases textuais para a interpretação de que há um acesso imediato a esses princípios, como se tinha como objetivo no plano de trabalho.

## 6. Referências bibliográficas

ALLISON, H. Kant's Transcendental Idealism. Yale University Press, 2004.
_____. *Idealism and Freedom – Essays on Kant's theoretical and practical Philosophy*; Cambridge University Press, 1996.
ALMEIDA, G.A. de. A Dedução Transcendental segundo H. Allison. In: Metafísica, Lógica e outras Coisas Mais. Editora, Nau, 2012, Pág. 125-133.
ALTMANN, S. *Algumas observações sobre forma lógica e constituição do conteúdo de juízo em Kant. Lógica e ontologia - ensaios em homenagem a Balthazar Barbosa Filho.* São Paulo: Discurso Editorial, 27-50, 2004.
_____. Predicação, Verdade e Existência em Kant. *Analytica*, UFRJ, volume 9, número 2, 2005. 137-159, 2005.
ANGIONI, L.. *Introdução à Teoria da Predicação em Aristóteles.* Campinas: Editora Unicamp, 2006.
ARISTOTLE. *Posterior Analytics*. Trad. Jonathan Barnes In: BARNES, J. *The*
_____. Metaphysics. In: The Complete Works. Princeton University Press. Translation: David Ross.
GOLDSCHMIDT, V. Tempo Lógico e Tempo Histórico na Interpretação dos Sistemas Filosóficos. In: A religião de Platão. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1963; p. 139-147.
GUÉROULT, M. Descartes Selon l'Ordre Des Raisons. Paris: Aubier, 1953.
GUYER, P. *The Claims of Knowledge.* Cambridge University Press, 1987.

_____. *The Deduction of the Categories: The Metaphysical and Transcendental Deductions.* In: GUYER, P. *The Cambridge Companion to Kant's Critique of Pure Reason*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. Pág. 118-150

KANT, I. *Kritik der Reinen Vernunft.* Reclam,1956.
_____. *Manual dos cursos de Lógica Geral*. 2º Edição. Campinas: Editora Unicamp, 2002. Tradução: Fausto Castilho
_____. Crítica da Razão Pura. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1993.
KITCHER, P. *Kant's Transcendental Psychology.* Nova York: Oxford University Press, 1990.
LANDIM, R. *Kant: Predicação e Existência*. *Analytica*, UFRJ, volume 9, número 1, 2005. 185-198, 2005.
LONGUENESSE, B. *Kant and the Capacity to Judge: Sensibility and Discursivity in the Transcendental Analytic of the Critique of Pure Reason*. Woodstock, Oxfordshire: Princeton University Press, 1998.
MCDOWELL, J. *Mind and World.* 5º Edição. Massachusetts, Harvard University Press, 2000.
RYLE, G. *Collected Papers, vol. II*; Hutchinson, 2009

# AS OFICINAS ESCOLARES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINGEM PARA O ENSINO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Emmanuele Rodrigues Antonio[1]
Instituto de Estudos Sócio Ambientais-IESA
e.rodriguesantonio@gmail.com

Adriana Olivia Alves[2]
Instituto de Estudos Sócio Ambientais-IESA
dricasposito@yahoo.com.br

**Resumo:** Esta pesquisa de iniciação científica desenvolveu a elaboração de novas metodologias para o ensino de Geografia e mais especificamente Climatologia Geográfica. As estratégias de ensino tendo como foco as oficinas de climatologia geográfica tiveram como intuito exercer uma interligação do professor com a universidade numa formação continuada. Esperando que através destas os professores possam construir uma aprendizagem significativa com seus alunos, com exemplos presentes em seu cotidiano. A aplicação de dois módulos de oficinas com os professores resultaram em apontamentos de dificuldades para ensinar o conteúdo aos discentes e também discutiu alternativas para saná-las. As oficinas buscaram propor aos professores ir além dos modelos já formulados, podendo criar e recriar novas estratégias para ensinar Geografia e Climatologia Geográfica.

Palavra-chave: Ensino; Climatologia Geográfica; Oficinas; Estratégia; Formação continuada.

## INTRODUÇÃO

A escola por excelência é o *locus* da aprendizagem científica, no entanto devemos nos alertar que a mesma, a cada dia que passa é permeada do universo das relações sócio-históricas. Ao iniciar um conteúdo a ser apreendido pelos alunos o professor deve antes de mais nada ater-se as essas relações, para que assim o conteúdo seja de importância e significado para quem aprende e para quem ensina.

Neste sentido, esse projeto irá abordar as oficinas escolares como estratégia de ensino, na perspectiva de elencar e dar significados aos conteúdos climatológicos, aproveitando da ludicidade para promover um ensino diferenciado.

Este projeto de iniciação científica está incluso, em um projeto maior que faz parte da Rede de Pesquisa em Educação e Cidade (REPEC), intitulado "Elementos e fenômenos do

[1] Aluna Iniciação Cientifica PIBIC-CNPq.
[2] Professora Orientadora.
Revisado pelo orientador.

Clima Urbano na Região Metropolitana de Goiânia – GO", tendo como proposta, a elaboração de um fascículo e um manual didático de oficinas de Climatologia Geográfica.

A importância da análise, se reflete no âmbito de pensar a prática docente através de estratégias de ensino para Geografia (Física). Abordando proposições para o ensino de Climatologia Geográfica, a fim de auxiliar na formação continuada de professores, pois estes relatam várias dificuldades de aprender e ensinar este conteúdo específico da Geografia. Isso devido muita das vezes ser negligenciado em sua formação.

Os resultados dessa pesquisa permitirá averiguar a pertinência da aplicação das oficinas de Climatologia Geográfica, para o processo de formação continuada de professores de Geografia. Demonstraremos assim, que as oficinas de demonstração das estratégias desempenham papel fundamental na ação docente, pois possibilitam a (re)aproximação dos professores a universidade, a reflexão frente a aprendizagem significativa, a prática mediadora perante as alternativas diferenciadas de metodologias de ensino e repensar no papel crítico e formativo dos materiais didáticos.

No intuito de "sanar", dificuldades conceituais e didáticas deste conteúdo na disciplina de Geografia na Educação Básica, este projeto foi desenvolvido e pensado na formação continuada dos professores, a fim de tornar próximo as peculiaridades deste conteúdo. Para tanto definiu-se como objetivos específicos desse projeto:

- Analisar o que as oficinas acrescentariam na reflexão docente;
- Investigar por meio dos relatos docentes, questionários e argumentos;
- Analisar as potencialidades do uso do material didático;
- Refletir sobre a contribuição das estratégias no ensinar e aprender Climatologia Geográfica.

Para desenvolver está prática reflexiva através da aplicação de oficinas, a pesquisa embasou-se em alguns procedimentos metodológicos: levantamento bibliográfico acerca das temáticas de estratégias de ensinagem, demonstração didática, técnicas de oficinas em laboratórios, ensino de Geografia e Climatologia; pesquisa de experiências didático-pedagógica em livros de ensino de Climatologia e paradidáticos; elaboração de materiais didático-pedagógicos de Climatologia; divulgação e aplicação junto aos professores das Oficinas de Climatologia Geográfica; avaliação para verificar a eficácia e contribuição das oficinas no processo de formação continuada dos professores.

Assim com o curso de formação de professores, foi possível aprofundar nas reflexões sobre o temática e poder levar o material e apresenta-lo na Escola Básica, objetivo de um projeto de pesquisa e intervenção pedagógica futura.

## METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido a partir de dois métodos, sendo que um consiste no método de pesquisa e o outro no método de ensino. Em relação ao primeiro, utiliza-se a abordagem qualitativa em educação, que "envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes." (BOGDAN e BIKLEN *apud* LUDKE e ANDRÉ, 1986 p.13).

A escolha do método de ensino se estabeleceu a partir de atividades em grupo, sendo estas voltadas à formação continuada de professores, trabalhamos com um grupo focal. Para a execução do curso de formação docente intitulado "Oficinas de Climatologia Geográfica", foi planejado um roteiro construído a partir de pesquisas de referenciais teóricos, materiais didáticos e paradidáticos, testes e aplicação das oficinas. A aplicação das oficinas ocorreu em dois módulos um realizado em fevereiro e outro em julho, em que contamos entre 6 e 10 professores em cada encontro. A avaliação se estabeleceu pela analise das reflexões dos professores, as quais foram obtidas através de questionários e falas durante a realização do curso.

O momento da execução da pesquisa foi caracterizado pela reflexão dos posicionamentos dos professores, que foram obtidas por meio de questionários e falas durante a realização do curso, posteriormente avaliamos a aplicação das oficinas. Abaixo o quadro1, as etapas realizadas para a efetuação do curso.

| Planejamento | Aplicação | Avaliação escrita | Avaliação oral | Reflexões pós-aplicação |
|---|---|---|---|---|

**Quadro 1**: Síntese das etapas do curso de Oficinas de Climatologia Geográfica.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pesquisas de materiais didáticos e paradidáticos em Climatologia; escolha das experiências a serem utilizadas; testes e escolha das oficinas; organização do manual; elaboração dos questionário; definição da sequência das oficinas; pesquisas sobre o conteúdo a ser aplicado e divulgação. | Apresentação conceitual do conteúdo; avaliação do manual das oficinas; realização dos experimentos; reflexões sobre os experimentos com os professores; aplicação e reflexão dos questionários. | Sugestões dos professores; discussão do papel das oficinas na formação e ação docente e contribuições destas no processo de ensino aprendizagem dos alunos. | Impressões dos professores em relação às oficinas; sugestões ao material didático apresentado; viabilidade de utilização das oficinas em sala e suas contribuições. | Papel das oficinas para a formação continuada dos professores; reflexões motivadas pelas oficinas; percepção dos professores perante a proposta. |

Elaboração: Antonio, Emmanuele Rodrigues, 2013.

## RESULTADOS

Para facilitar a compreensão e a espacialização dos principais resultados iremos dividir em grupos as fases da nossa pesquisa. Os primeiros resultados desta foram a confecção do manual de oficinas, este constitui um material de apoio para o professor. Durante as oficinas utilizamos o manual para a avaliação no âmbito de sua estrutura, conteúdo, e disposição do passo a passo.

A elaboração do material ocorreu através de etapas, a primeira situa-se em caráter de cunho bibliográfico na busca de experiências em materiais didáticos e paradidáticos de Climatologia, em sites e revistas. A segunda na seleção de experimentos; terceira realização de testes para confirmar a veracidade das experiências; quarta averiguação das temáticas propostas que é atender os elementos e fenômenos presentes no cotidiano do aluno; quinta fase retirada de fotos dos materiais e da execução do passo a passo das oficinas; sexta fase montagem do manual (figura 1 e 2). E sétimo as oficinas de climatologias, que visavam a análise das dinâmicas climatológicas (figura 3).

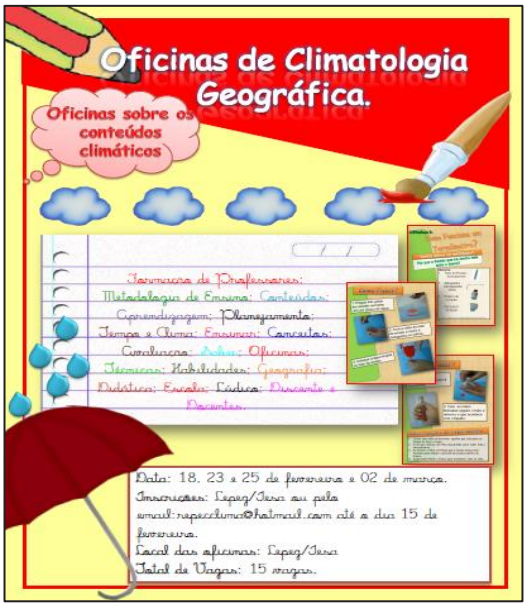
**Figura 1:** Manual de oficinas.

**Figura 2:** Unidades internas.




Elaboração: Souza, Malu Ítala Araújo; Antonio, Emmanuele Rodrigues, Galvão; Izabelle de Cassia Chaves; Alves, Adriana Olivia. 2013.

**Figura 3:** Cartaz de divulgação das oficinas.




Elaboração: Souza, Malu Ítala Araújo 2013.

Com a aplicação de dois módulos do curso de formação de professores sobre o ensino de Climatologia Geográfica, este teve sua primeira etapa realizada no mês de fevereiro e o segundo momento em julho como já ressaltado anteriormente. Nestas ocasiões tivemos discussões, sugestões, apontamentos acerca do curso, onde foram aplicadas aproximadamente sete oficinas e duas atividades. Estas oficinas são: pressão atmosférica, umidade, radiação,

temperatura, ciclo hidrológico, efeito estufa, núcleos de condensação e as novas proposições painel das nuvens e trabalho de campo de observação das nuvens, como observado no quadro 2 e nas figuras 4 e 5.

**Figura 4:** Alunas Emmanuele R. Antonio e Malu Ítala A. Souza. Aplicação das oficinas: ciclo hidrológico.

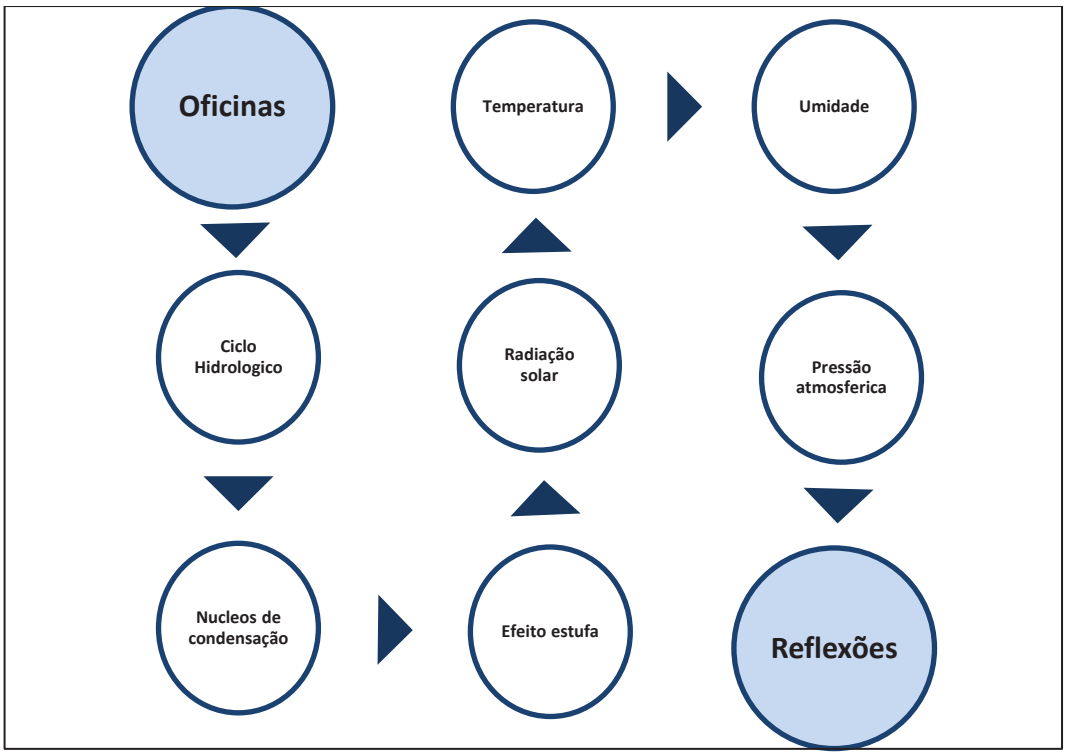


**Figura 5:** Momento de reflexões das oficinas.



Fonte: Alves, Adriano, 2013.

**Quadro 2:** Organograma das oficinas




Elaboração: Antonio, Emmanuele Rodrigues, 2013.

Constatamos também dificuldades dos professores sobre o conteúdo de Climatologia Geográfica. Levando em consideração que esses professores já tiveram algum contato com a disciplina de Climatologia em sua formação inicial, mesmo assim percebemos dificuldades na conceituação de alguns termos, isso pode ser explicado na fala da STEINKE (2012 p.13). "costumamos atribuir a esse "porque" ao fato de a disciplina ser uma obrigação acadêmica". Assim, percebemos como é negligenciado o ensinar e aprender Climatologia, devido muitas vezes em ambos os níveis de ensino o aluno achar que nunca ira precisar do conhecimento trabalhado.

Apesar da formação acadêmica notamos que o conhecimento ainda mantem-se superficial. O curso de formação continuada permitiu despertar o interessante, a reflexão, as trocas de experiências na busca de algo novo, no intuito de sanar dúvidas e poder ensinar com mais clareza. O curso não buscou trabalhar somente as oficinas, mas também estreitar a relação entre teoria e prática, consolidando um raciocínio geográfico crítico e participativo.

## DISCUSSÃO

**Em que sentido as estratégias de ensino aprendizagem, podem contribuir na formação docente?** Esta problemática embasou as reflexões e discussões, durante o desenvolvimento deste projeto. Pensando na definição de estratégias de ensino e aprendizagem, como propõe Anastasiou (2006), podemos refletir que as mesmas são de extrema importância na ação docente. Assim as estratégias condizem no ato "[...] de estudar, selecionar, organizar e propor as melhores ferramentas facilitadoras para que os estudantes se apropriem do conhecimento" (p. 69). Notamos que as estratégias devem compor o conhecimento teórico metodológico do professor, no sentido de enriquecer e dinamizar o processo de ensino e aprendizagem.

Tentando aproximar e melhorar a ação docente, este projeto visou mostrar a importância das estratégias, tendo como referência as oficinas de Climatologia Geográfica. Assim, buscou-se mostrar a esses professores que além de ferramentas, as oficinas podem estabelecer um elo entre a prática/teoria. E através disso aprimorar seus conhecimentos, onde está em contínuo processo de formação sempre terá novas ideias, podendo ir além do proposto.

As oficinas favoreceram ambientes propícios para discutir sobre práticas diferenciadas na sala de aula. Tendo-se como referência a ação docente além das aulas tradicionais, propôs

assim, relações com seus alunos, de cooperação no ato de ensinar e aprender. Sobre este pensamento Farias (*et al*, 2009), dizem que as estratégias são "[...] como andaimes didáticos que, vinculados aos fins educativos, possibilitam maior interação entre professor e alunos e destes com o conhecimento." (p.129)

Esta interação entre professor e aluno no sentido de buscar, melhores condições na construção de conceitos, só é potencializada quando o professor se motiva, para poder motivar seu aluno à aprendizagem. As oficinas assim podem ser consideradas como andaime didático e motivadoras na ação docente, mesmo que não sejam salvadoras das aulas da disciplina de Geografia, mas uma estratégia a mais para o professor na sua ação mediadora, proporcione um pensamento geográfico, partindo das relações sócio-histórico e cultural dos discentes.

Levar o cotidiano para a sala de aula se torna preponderante para trazer significado aos conhecimentos prévios do aluno, pois esse sujeito é permeado de relações vivenciadas em sociedade. Esta ação de considerar os conhecimentos prévios é de fundamental importância para o aluno perceber significado no ato de aprender, e que o mesmo tem relevância no seu dia a dia. Sobre este aspecto Cavalcanti, (2002) salienta que é necessário que:

> [...] o professor considere o que os alunos pensam, desejam e conhecem. É preciso considerar os conhecimentos e a experiência que esses alunos trazem do seu cotidiano para serem confrontados com o saber geográfico mais sistematizado. (p.78).

Assim durante, a aplicação dos módulos das oficinas de Climatologia Geográfica, notou-se que os professores, são conscientes, mesmo sentindo muita dificuldade, da importância de aproximar o cotidiano dos alunos para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Como observado na fala do professor P1 no questionário aplicado após as discussões das oficinas. A pergunta condizia à importância das estratégias para a aprendizagem dos alunos. A resposta permite a reflexão, que o professor observa que sua ação mediadora pode propiciar a aplicação de estratégias de ensino, a fim de tornar a aprendizagem significativa "novas possibilidades de reinventar outras formas de ensinar, a fim de aproximar a realidade do conteúdo apresentado com a vivência dos alunos." (P1, 2013).

Durante essas discussões notamos a pertinência da ação mediadora que os professores possuem, frente à aplicação dos conteúdos climáticos. A mediação condiz a uma categoria importante na ação docente e na construção dos conceitos. Durante o desenvolvimento das oficinas, felizmente foi ressaltado, como ponto primordial das estratégias de ensino e aprendizagem a mediação didática, no que tange o ensino de conteúdos de forma significativa

e crítica. Para tanto entendemos como mediação didática a ação do professor de orientar os conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos, sobre esta categoria do ensino D'ávila (2011), observa:

> A mediação *didática,* por assim dizer, consiste em estabelecer as condições ideais à ativação do processo de aprendizagem. Depende, pois, de uma relação de caráter psicopedagógico, estabelecida entre o professor e seus alunos; e de uma relação didática, estabelecida de modo disciplinar ou interdisciplinar entre o professor e os objetos de conhecimento. (p.63)

Observamos na fala da D'ávila (2011), a necessidade do professor ser ativo no processo de ensino e aprendizagem, mediando ativamente nas capacidades cognitivas dos alunos, ou seja, possibilitando aos discentes o elo sobre os conceitos adquiridos previamente e os conceitos científicos. Assim o professor tem papel de tornar a apreensão do conhecimento vivo, ao invés de esquemas sem sentidos e vazios, diferentemente de uma mediação mecânica que configura somente a reprodução e a memorização do saber, tornando-se um método de ensino, fracassado e improdutivo, como demonstra Vygotsky (2009):

> [...] a experiência pedagógica nos ensina que o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. [...] no fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino que substitui a apreensão de conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios. (p.247)

Observou- se durante a aplicação das oficinas uma reflexão muito próxima destacada, por Vygotsky, pois o conteúdo de Climatologia é dito pela maior parte dos professores como sendo difícil de ensinar e de aprender, implicando muita das vezes em uma aprendizagem enciclopédica e mnemônica, sem reflexões e relações com o espaço de vivência. Assim o intuito das oficinas foi de desmistificar essa visão demostrando que o conhecimento tem que ser vivenciado e participativo. Observamos também que durante a aplicação dos módulos a visão dos professores foram de encontro a esse pensamento, de uma ação mediadora que possibilite ir além das dificuldades e despertar curiosidade e aplicabilidade aos conteúdos climáticos. Como observados nas seguintes falas do professor P3 e P6 respectivamente, que permitem o entendimento entre a relação do ensinar e aprender climatologia através da mediação didática:

> É importante pensar que devemos trazer os alunos para as aulas a fim de que os mesmos passam a ver maior fundamento nas aulas para a sua vida/fomação. (P3, 2013).

> A nossa mediação em forma de oficinas sobre tudo quando se trata em ensinar as temáticas físico-naturais podem ajudar na aproximação e no entendimento dos mesmos. (P6, 2013).

Portanto notamos assim, que os professores consideram pertinente a mediação para a formação cidadã dos discentes. Evidenciando a importância de o professor atuar sobre as operações mentais dos alunos, o que Vygotsky chama de Zona de Desenvolvimento Proximal:

> [...] para Vygotsky, o aluno é capaz de fazer mais com auxilio de outra pessoa (professores, colegas) do que faria sozinho; assim, o trabalho escolar deve se voltar especialmente para esta "zona" em que se encontram a vivencia dos alunos as suas capacidades e habilidades em amadurecimento. O trabalho docente voltado para a exploração da ZDP e para a construção de conhecimentos deve estar atento ao processo de construção pelo aluno e a complexidade do contexto, que envolve as múltiplas influências sócias presentes nas relações do aluno na escola. (CAVALCANTI, 2012, p.172).

As oficinas de climatologia geográfica foi um meio, para o professor perceber através da formação continuada o seu papel de mediador na formação de conceitos climáticos, tendo como referência o cotidiano do aluno. Foi observado também durante o desenvolvimento das oficinas, que os professores consideram que as mesmas propiciam uma **formação de conceitos e aprendizagem significativa.** Isso ocorreu devido as oficinas estarem também desenvolvendo conceitos, pois o conteúdo antes sem significado e sentido " no processo do experimento é assimilada, adquire significação e se torna portadora de conceito" (Vygotsky , 2009 p. 153-154). Este aspecto foi ressaltado pelo professor P2, quando o mesmo explicita *"*as oficinas sendo relevantes para a formação de conceitos e de um teor funcional para o trabalho docente" (P2, 2013).

Nota-se nesta fala, que o professor considera que as oficinas são relevantes na formação de conceitos, uma vez que o seu aspecto funcional, possibilita a ação mediadora para a significação do conteúdo climático. A necessidade que o conteúdo seja significativo aos alunos é outro aspecto, que foi considerado no decorrer das oficinas, os professores relatam, através das suas reflexões que a oficina deve ser lúdica, mas deve propiciar aspectos relevantes à formação cidadã e ao pensamento geográfico, como observado na fala do professor P1:

> A importância de se ter estratégias diferenciadas é pertinente na prática de ensinar lá na sala de aula, pois aproximaremos o conhecimento e o sentido de entender os elementos, fenômenos a fim de que o aluno veja a utilidade e a importância desse estudo para garantir uma melhor qualidade de vida no seu meio. (P1, 2013).

Ressaltando a estes o papel de uma aprendizagem significativa, para que seus alunos possam aprender o conteúdo de forma diferenciada, não os limitando a memorização da temática. O professor propicia temas que os alunos conheçam, possibilitando a interligação do científico com o empírico, no qual o mesmo veja o significado de aprender. Para isso Moreira (1985) contribui ao definir que a aprendizagem significativa "[...] ocorre quando a nova informação ancora-se em *conceitos ou proposições relevantes* preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz [...]" (p. 62). Esse aspecto das habilidades cognitivas pode ser observado na fala do professor P1, que além de fazer referência a varias temáticas abordada anteriormente, também demonstra que o curso de formação continuada de professores, busca despertar para uma prática diferenciada em prol de um ensino crítico.

> Tenho muita dificuldade de ensinar e compreender os processos de vários fenômenos climáticos então, a busca de estar aprendendo, compreendendo e experimentando os elementos climáticos é de suma importância para que "eu" possa ensinar com mais clareza e significado. Portanto, cada vez que explicamos um elemento ou um fenômeno climático e relacionamos como o ensino de climatologia em geografia, fica mais tranquilo aprender para ensinar. O aluno percebera diferença na exposição dos temas porque partimos da curiosidade é isso desperta a aprendizagem. (P1, 2013).

Portanto, notamos como o pensamento dos professores, mesmo que faltando um domínio do conteúdo de Climatologia, observam a relevância e pertinência do conteúdo das oficinas. Os docentes vão de encontro a nossa perspectiva de uma aprendizagem em conjunto, onde professor e aluno tenham cooperação para ensinar e aprender. Sempre considerando o que o aluno sabe, os seus conhecimentos adquiridos no cotidiano, o professor deve fazer novas proposições para mediar o conteúdo climático e propiciar aos discentes a formação de conceitos científicos e a aprendizagem significativa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As oficinas possibilitaram auxiliar o conteúdo do mesmo modo que o conteúdo foi perceptível nas oficinas. Analisou-se como as práticas alternativas para o ensino são de fundamental importância, devido incentivarem o interesse por algo novo e concomitantemente desperta um raciocínio geográfico coerente.

O curso de formação de professores permitiu perceber que as oficinas estão para além de brincadeiras recreativas, podendo desempenhar papel de "despertar" as reflexões da ação do professor, da utilização do material didático e a motivação do aluno para querer aprender.

Oficinas não se constituem como momentos de descanso e recreação, mas possibilitam a reflexão acerca dos conteúdos climáticos. De forma sintética e pontual chegamos a alguns apontamentos pertinentes a discussão ressaltadas nos encontros do grupo focal das oficinas de Climatologia:

- As oficinas foram um apoio para o professor, pois estas auxiliam na mediação do conteúdo climático com o aluno;
- A oficina pela oficina tem uma mínima contribuição no processo de ensino aprendizagem, pois as estas sozinhas não explicam o conteúdo. O professor tem que ter domínio do conteúdo climático para mediá-lo, para que no momento da aplicação das oficinas, os discentes já tenham conhecimento do conteúdo climático e possam fazer um reconhecimento com seu cotidiano;
- As oficinas desempenham papel de "potencializadora" no processo de ensino aprendizagem, onde estas vão auxiliar na apreensão do conteúdo pelos alunos;
- As oficinas necessitam estar no planejamento escolar, para que possam ocorrer dentro do cronograma da escola tendo apoio do grupo gestor e dos demais docentes;
- O professor deve fazer a aplicação e a revisão do conteúdo anteriormente e a reflexão com os alunos posteriormente a aplicação das oficinas;
- O professor deve estabelecer relações com o cotidiano, no qual o discente através dos eventos que ocorrem em seu dia a dia, poderá apreender o conteúdo de forma significativa;
- O professor precisa se atentar quanto a realidade da sala de aula, da escola e da sociedade no qual os escolares estão inseridos;
- O desenvolvimento da habilidade cognitiva é importante para a mediação dos conteúdos climáticos;

Perante todos os apontamentos feitos anteriormente a pesquisa foi de grande importância por possibilitar ensinar para os professores e aprender com estes, estabelecendo trocas de experiências, as quais possibilitaram refletir sobre o papel do material didático, a formação docente e do aluno pesquisador, a interdisciplinaridade do conteúdo, e a contribuição das oficinas para o ensino de Geografia, em especial o de Climatologia. Além de desenvolver nos professores o pensamento crítico reflexivo, não ficando estagnado em um ensino tradicional.

Outro aspecto relevante foi a (re)aproximação do professor do Ensino Básico para a universidade. Este reencontro possibilitou a troca de experiências o enfrentamento dos dilemas da profissão docente. Assim, se estabeleceu uma parceria entre universidade e professores, ambos se completaram, trocaram experiências e conhecimentos, o que permitiu uma formação contínua, tais benefícios foram expressados durante as avaliações dos encontros.

A avaliação dos professores sobre o curso de formação foi muito positiva, onde consideraram de suma importância as oficinas, pois como um dos integrantes expôs em nossa avaliação final sobre as oficinas "[...] muitos falam o que ensinar, mas poucos falam como ensinar". (P7, 2013).

As oficinas de Climatologia Geográfica se propuseram a ensinar novas práticas para os professores desempenharem sua ação docente de forma diferenciada. Através das oficinas, os professores estão aptos a despertar em seus alunos o querer aprender, instiga-los a ir atrás do conhecimento e perceber que o clima se encontra em seu cotidiano, não somente na sala de aula. Desde a folha que cai no jardim, a chuva no telhado, a nuvem no céu a Climatologia Geografia se faz todos os dias e esses a vivenciam mesmo sem saber.

## REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, L. das G. C.. ALVES, L. P.. *Estratégias de Ensinagem.* In: ANASTASIOU, Lea das Graças Camargos. ALVES, Leonir Pessati. **Processos de ensinagem na universidade.** Joinville: UNIVILLE, p. 67-100 (2006).

CALLAI, H. C.. **A formação do profissional de geografia**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2.ed.—(2003).

CALLAI, H. C.. Educação geográfica: ensinar e aprender Geografia. In: CASTELLAR, Sonia M. Vanzella; MUNHOZ, Gislaine Batista (Org.). **Conhecimentos escolares e caminhos metodológicos**. São Paulo: Xamã, p.73-87(2012).

CAVALCANTI, L. de S.. **Geografia e práticas de ensino: Geografia escolar e procedimentos de ensino numa perspectiva sócio construtivista**. Goiânia, Alternativa. p.71-100(2002).

CAVALCANTI, L. de S. **O ensino de Geografia na escola**. Campinas, São Paulo, Papirus, (2012).

D'AVILA, C.. **Interdisciplinaridade e mediação: desafios no planejamento e na prática pedagógica da educação superior**. In: Revista Conhecimento e Diversidade. 6 edição, Niterói, Rio de janeiro. P.58-70 (2011).

FARIAS, I. M. S. de; SALES, J. de O. C. B.; BRAGA, M. M. S. de C.; FRANÇA, M. do S. L. M.. As estratégias de ensino na ação didática. In: **Didática e Docência aprendendo a profissão**. Brasília: Liber livro. p. 129- 151 (2009).

KIMURA, S.. **Geografia no ensino básico: questões e propostas**. São Paulo: Contexto, (2008).

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A.. **Pesquisa em educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, (1986).

MASSETO, M. T.. Técnicas para o desenvolvimento da aprendizagem em aula. In: **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. São Paulo: Summus Editorial, p. 85-139 (2003).

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, (2007).

MOREIRA, M. A.. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, (1999).

MOREIRA, M. A.. **Ensino e Aprendizagem enfoques teoricos**. São Paulo, Editora: Moraes LTDA, (1985).

MONTEIRO, C. A. de F.. Calamidades pluviais e inundações nas Metrópoles Brasileiras (Escala Local). In: **O estudo Geográfico do Clima. Cadernos Geográficos,** Publicação do Departamento de Geociência CFH/UFSC: Florianópolis, nº 1, maio, pag. 27-36 (1999).

PERRENOUD, P.. **A Prática Reflexiva no Ofício de Professor: Profissionalização e Razão Pedagógica**. Tradução: Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, (2002).

STEINKE, E.T.. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficinas de Textos, (2012).

VYGOTSKY, L. S.. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes (2009).

# Preparação de precursores de polímeros de coordenação contendo blocos construtores com ligantes do tipo oxamato.

Orientando: Eric Johnn Mascarenhas

Orientador: Danielle Cangussu de Castro Gomes

Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, 74001-970, Brasil

mascarenhas.ericj@gmail.com, danielle@quimica.ufg.br

## RESUMO

Neste trabalho será apresentado a síntese e caracterização de três ligantes do tipo oxamato, HEtpcpa (L1), HEtpbo (L2) e $H_3Et_3$topb sendo pcpa = ácido p-oxamato-benzóico, pbo = fenilbenziloxamato e topb = 1,3,5-tris-(4-oxamatofenil)-benzeno. Destes, L2 e L3 ainda não foram descritos na literatura. Os ligantes L1 e L2 foram utilizados para a obtenção de dois novos polímeros de coordenação: $[Cu(Etpcpa)]\cdot 0{,}5H_2O$ (1) e $[Cu(Hpbo)]\cdot 5{,}5H_2O$ (2).

Os ligantes L1, L2 e L3 foram caracterizados mediante espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN). L1 e L2 foram também caracterizados mediante espectroscopia de absorção na região de infravermelho. Os polímeros de coordenação **1** e **2** foram caracterizados mediante espectroscopia de absorção no infravermelho e análise elementar.

**PALAVRAS CHAVE:** Oxamato, Cu(II), Magnetismo Molecular, Química Supramolecular

## INTRODUÇÃO

Ao longo da história do desenvolvimento da química, pesquisadores se preocuparam na investigação dos constituintes e transformação da matéria. Sendo a molécula o constituinte dessa matéria, as propriedades destas podem ser relacionadas com a estrutura daquela e a maior parte do esforço do químico foi demandado para o

entendimento da natureza e propriedade dos átomos e suas interações através de ligações covalentes para a formação da molécula e sua correlação com a matéria. No entanto, esse cenário é alterado no início do século XIX[1] com o advento de uma nova investigação cujo objeto de estudo vai além da ligação covalente. Esta abordagem foi tomando espaço em meio aos pesquisadores até culminar na disciplina da química supramolecular definida por um de seus idealizadores, Jean-Marie Lehn como a 'química além da molécula[1, 2] (figura 1). O resultado do estudo dessa química além da molécula é uma nova classe de materiais com propriedades ligadas não só à estrutura molecular do material, mas também dependente de suas interações intermoleculares. Dependente de sua estrutura supramolecular. A crescente área do magnetismo molecular fornece um ótimo exemplo. As propriedades dos chamados magnetos moleculares são um resultado de interações intermoleculares do composto. O magnetismo então nesses materiais é dito como uma função supramolecular.

Após a descoberta do comportamento magnético do conhecido cluster $Mn_{12}O_{12}(O_2CR)_{16}(H_2O)_4$ ($Mn_{12}$) houve uma movimentação da comunidade científica para a busca destes materiais de baixa dimensionalidade 0D e 1D, os chamados SMM e SCM (em inglês, *Single-Molecule Magnet*[3, 5] e *Single-Chain Magnet*[4], respectivamente)[5].

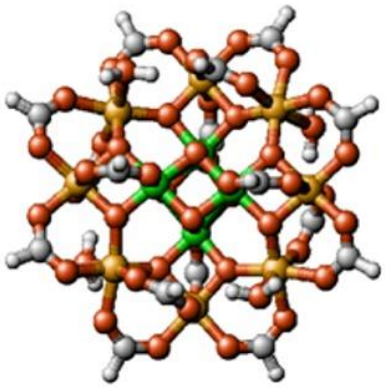


**Figura 1.** Estrutura do *cluster* de $Mn_{12}$ de fórmula $Mn_{12}O_{12}(O_2CR)_{16}(H_2O)_4$.

Até então a atenção era voltada para materiais de mais alta dimensionalidade 2D e 3D, por apresentarem mais semelhança com as interações dos magnetos clássicos, as quais são puramente tridimensionais. Ordenamento magnético de longo alcance não é encontrado para compostos 1D. Apenas para alguns casos restritos é observada para os materiais 2D. Mas a mudança de foco se deu pela descoberta de que esses compostos

apresentam relaxação lenta da magnetização acompanhada de um efeito de histerese magnética[5]. A capacidade de obter-se o alinhamento dos spins em um estado "up", ou "down" aliado à natureza quântica dos SMM e SCM traz grandes perspectivas de aplicação no ramo dos computadores quânticos[6] que há muito tempo são almejados pela indústria tecnológica. Para o fim de se obter estruturas tanto de baixa dimensionalidade quanto de alta dimensionalidade a classe de ligantes do tipo oxamato com substituintes aromáticos merece destaque[7].

O grupo oxamato nos ligantes da série possui caráter bis-bidentado podendo ligar-se a um metal através dos átomos de nitrogênio e oxigênio deixando livre mais dois átomos de oxigênio para subsequente adição de metais totalmente solvatados ou em complexos insaturados, trazendo a possibilidade de uma série de estruturas. Esta estratégia de "complexo como ligante" já é bem conhecida e vem se mostrado uma poderosa ferramenta para obtenção dos magnetos moleculares[8]. Estes materiais podem ser obtidos a partir de procedimentos sintéticos já bem conhecidos pela área de síntese orgânica, que são mais simples que os utilizados para obtenção de magnetos clássicos, além de apresentar vantagens estruturais características de materiais moleculares e propriedades sem análogos nos magnetos clássicos, podendo obter-se estruturas de alta nuclearidade (0D) até os polímeros de coordenação (1-3D)[7].

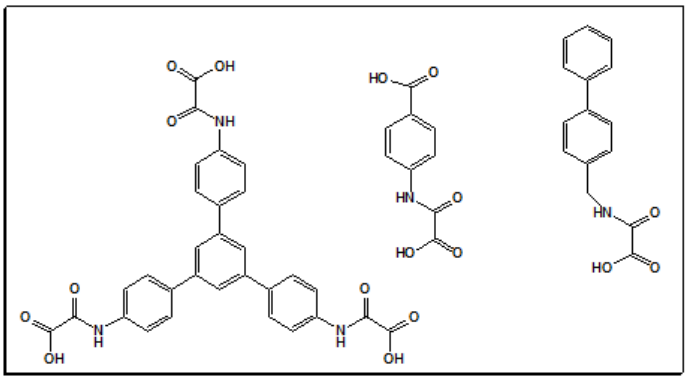


**Figura 2.** Exemplos de ligantes do tipo oxamato.

O objetivo deste trabalho é reportar a síntese e caracterização de três ligantes do tipo oxamato: HEtpcpa, HEtpbo e $H_3Et_3topb$, onde pcpa = ácido p-oxamato-benzóico, pbo = fenil-benzil-oxamato e topb = 1,3,5-tris-(4-oxamatofenil)-benzeno. E mais dois novos polímeros de coordenação contendo ligantes do tipo oxamato: $\{[Cu(Etpcpa)]\cdot 0,5H2O\}_n$ e $\{[Cu(Hpbo)]\cdot Cl\cdot 5,5(H_2O)\}_n$.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### Síntese dos ligantes

Ligantes do tipo Oxamato são, em geral sintetizados mediante a condensação direta de uma amina primária (figura 3.3) com cloreto de etiloxalila. Neste trabalho foram sintetizados três ligantes do tipo oxamato: ácido p-oxamatobenzoico (HEtpcpa)**L1**, 4-fenilbenziloxamato (HEtpbo)**L2** e 1,3,5-tris-(4-oxamatofenil)-benzeno ($H_3Et_3$topb)**L3**·THF e etanol seco é obtido segundo procedimento descrito por Armarego[9]

#### HEtpcpa (L1)

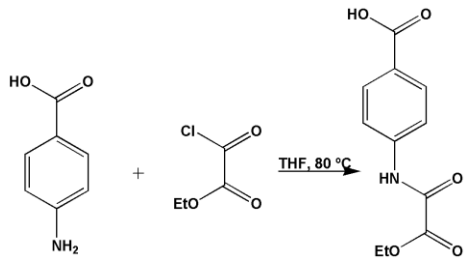



**Figura 3.** Esquema de síntese do composto **L1.**

Na síntese de **L1**, 4,12 g (30,0 mmol) de ácido p-aminobenzóico foram solubilizados em 100 mL de THF. O sistema foi resfriado em banho de gelo e então50mL de uma solução em THF contendo 3,35 mL (30,0 mmol) de cloreto de etiloxalila foi adicionado gota à gota sob agitação. É formado um precipitado branco imediatamente. A solução é posta sob refluxo por 3 horas. Após resfriamento à temperatura ambiente a solução foi filtrada a vácuo. Após recristalização em acetonitrila cristais brancos do ligante foram obtidos. Obtido: 6,4 g (93%)

#### HEtpbo (L2)

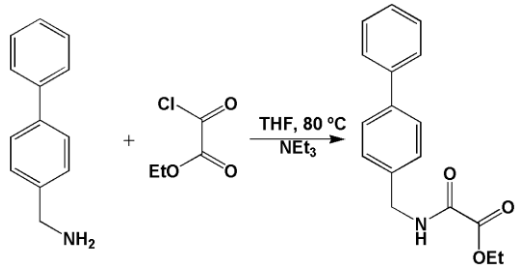



**Figura 4.** Esquema de síntese do composto **L2**.

Na síntese de HEtpbo 0,82 g (4,50mmol) de fenilbenzilamina foram solubilizados em 50 mL de THF seco e mantido sob agitação. Logo após o sistema é resfriado em banho de gelo e 25 mL de uma solução contendo 0,6 mL (4,45mmol) de trietilamina foram adicionados lentamente. Logo após, mais 25 mL de uma solução em THF contendo 0,5 mL (4,45 mmol) de cloreto de etiloxalila foi adicionado gota a gota. A solução foi então aquecida e mantida sob refluxo por 3 horas. Após resfriamento do sistema um precipitado branco foi obtido, filtrado e seco sob vácuo. Obtido: 0,89 g (70%)

**$H_3Et_3topb$(L3)**

A síntese de **L3** foi realizada utilizando-se uma metodologia em tres etapas descrita por Bao *et al*[10].

A primeira etapa é a síntese do 1,3,5-tris(4-nitrrofenil)benzeno. Para sua obtenção, uma suspensão contendo 5 g (0,03 mol) de p-nitro-acetofenona em 30 mL de etanol seco foi resfriada em banho de gelo e, lentamente, foi adicionado 10 mL (0,09 mol) de $SiCl_4$. O sistema toma uma coloração amarelo forte e então é posto sob refluxo por 10 horas. Passado esse tempo, o sistema é resfriado à temperatura ambiente e 50 mL de uma solução de $NH_4Cl$ saturado é adicionado ao sistema e agitado por 10 minutos. O precipitado foi filtrado e seco. Este precipitado é uma mistura de $SiO_2$ e 1,3,5-tris(4-nitrrofenil)benzeno.

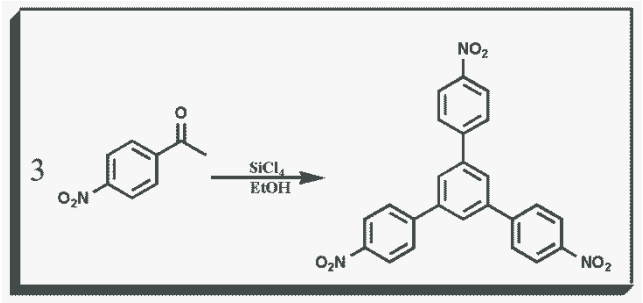



**Figura 5.** 1º etapa da síntese de **L3**

A segunda etapa consiste na redução do grupo nitro do composto para obtenção da 1,3,5-tris(4-aminofenil)benzeno. O precipitado obtido na primeira etapa é colocado diretamente em outro balão contendo 50 mL de etanol seco e 0,4 g de paládio sob carvão. O sistema é aquecido e ao atingir temperatura de refluxo, 10 mL de hidrato de hidrazina 80% é adicionado lentamente. O sistema é aquecido por mais 10 horas.

Passado esse tempo o meio é filtrado ainda quente e o filtrado é resfriado até temperatura ambiente revelando um precipitado amarelo claro. O mesmo foi coletado e recristalizado em EtOH. Obtido: 0,7 g. Rendimento em relação à p-nitroacetofenona: 10%

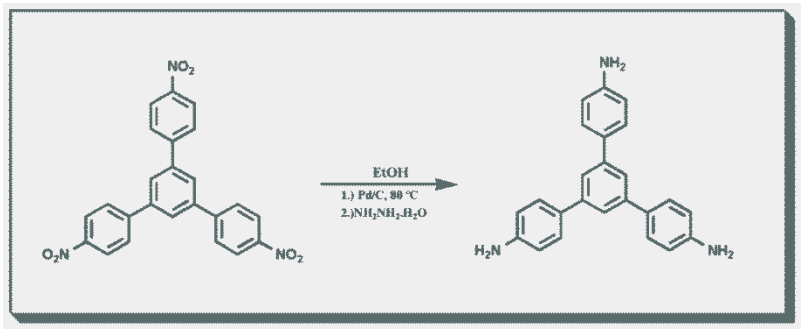



**Figura 6.** 2º etapa da síntese de **L3**

A terceira etapa consiste na conversão do grupo amino em oxamato obtendo então **L3**. 0,7 g (2mmol) do precipitado obtido na segunda etapa foi solubilizado em 50 mL de THF e resfriado em banho de gelo. Logo após 08 mL (6mmol) de trietilamina solubilizado em 25 mL de THF foi adicionado lentamente e então mais 25 mL de uma solução contendo 0,7 mL (6 mmol) de cloreto de etiloxalila em THF foi adicionado lentamente. Após a adição o sistema é aquecido até temperatura de refluxo e mantido assim por 3 horas. Passado esse tempo o sistema houve a formando um sólido marrom. O sistema foi filtrado e a solução amarelada obtida foi rotaevaporada revelando um sólido amarelo que foi recristalizado em acetonitrila revelando um sólido branco. Obtido: 0,4 g (32%).

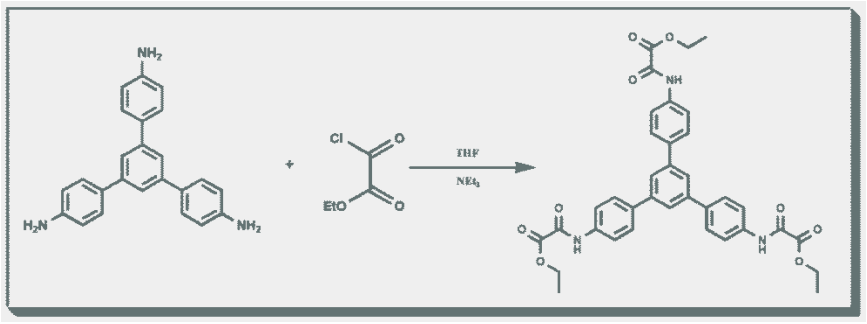



**Figura 7.** 3º etapa da síntese de **L3**

**Síntese dos complexos**

As rotas sintéticas para obtenção de complexos são bastante diversificadas. Neste trabalho, em geral, os ligantes são solubilizados em meio básico e uma solução de um sal de cobre é adicionado lentamente ao sistema sob agitação. Um precipitado é formado e separado para caracterização. Todos os sais foram utilizados como comprados sem demais purificação.

**{[Cu(Etpcpa)]·0,5H2O}$_n$ (1)**

A uma suspensão contendo 0,12 g (0,5 mmol) de HEtpcpa em 5 mL de $H_2O$:MeO 4:1 foi adicionado 1,25 mL(1,25 mmol) de Hidróxido de tetrabutilamônio (TBAH) 1M em MeOH. O sistema é mantido sob agitação por alguns minutos até total solubilização do ligante. Logo após, 2,5 mL de uma solução contendo 0,0426 g (0,25 mmol) de $CuCl_2.6H_2O$ é adicionado gota a gota. A solução transparente torna-se verde escuro e ao término da adição um precipitado verde é obtido. O sistema foi então centrifugado, e após descarte do sobrenadante, o precipitado foi lavado três vezes com água destilada e logo após seco em bomba de alto vácuo. Obtido: 20 mg (26%)

**{[Cu(Hpbo)]·Cl.5,5($H_2O$)}$_n$(2)**

A uma solução de 0,1 g (0,35 mmol) de HEtpbo em acetona foi adicionado 0,0168 g (0,7 mmol) de LiOH solubilizado em 3 mL de $H_2O$. Uma solução leitosa foi obtida e logo após, 5mL de uma solução contendo 0,0298 g (0,175 mmol) de $CuCl_2.6H_2O$ foi adicionado gota a gota. Um precipitado azul claro foi obtido. O mesmo foi separado e seco em alto vácuo. Obtido: 55 mg (70%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

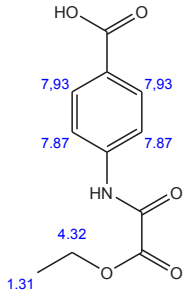
**Caracterização dos ligantes**

**HEtpcpa**

O ligante L1 foi caracterizado mediante espectroscopia de ressonância magnética nuclear e espectroscopia de absorção na região do infravermelho. Os picos observados na análise de RMN estão apresentados na tabela a seguir e estão de acordo com o esperado.

**Tabela 1.** Picos de RMN para L1

| δ (ppm) | J(Hz) |
|---|---|
| 1,318 (t, 3H) | 7,11 |
| 4,32 (q, 2H) | 7,11 |
| 7,87 (m, 2H) | - |
| 7,93 (m, 2H) | - |




O espectro de absorção na região do infravermelho é mostrado a seguir e logo abaixo é apresentada uma tabela com os principais picos de absorção.

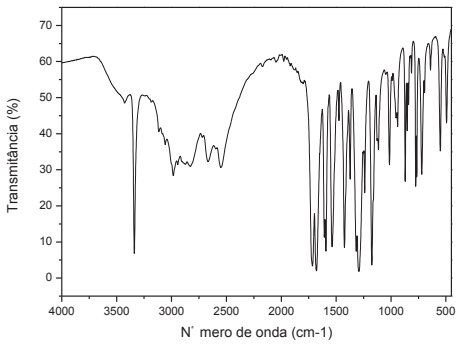



**Figura 8.** Espectro de absorção na região do infravermelho para o composto L1

**Tabela 2.** Principais bandas de absorção no infravermelho e suas respectivas tentativas de atribuição para L1

| Bandas ($cm^{-1}$) | Atribuição |
|---|---|
| 3338 | ν (N-H) |
| 3117 | ν ($C_{sp2}$-H) |
| 2984 | ν ($C_{sp3}$-H) |
| 1717 | ν (C=O Éster) |
| 1679 | ν (C=O ácido carboxílico) |
| 871 | δ (=C-H) |

As principais bandas de absorção no infravermelho são as bandas em 3338, 1717 e 1679. A banda intensa em 3338 é característica de estiramento N-H para amidas

secundárias. Há três carbonilas no composto sendo uma de ácido carboxílico ligada ao anel aromático, uma carbonila de amida e outra de éster. As bandas de estiramento C=O típicas de ácidos carboxílicos conjugados e amidas estão na mesma faixa (1650-1690 $cm^{-1}$)[11], enquanto que a carbonila de éster apresenta bandas de estiramento na região de 1730 à 1710 $cm^{-1}$. O valor em 1717 $cm^{-1}$observado está em bom acordo com o fato de que o composto em questão possui alta deslocalização eletrônica deslocando a frequência de absorção para números de onda ligeiramente mais baixos. Em 871 $cm^{-1}$ ainda é possível verificar uma banda de média intensidade atribuída à deformação axial fora do plano das ligações C-H do anel aromático. A banda única centrada neste valor é característica de anéis aromáticos com padrão para de substituição. Esta mesma banda em geral possui um harmônico em aproximadamente 1900 $cm^{-1}$. No espectro ela é observada em 1970 $cm^{-1}$, no entanto é, em grande parte, encoberta pela banda de estiramento das carbonilas.

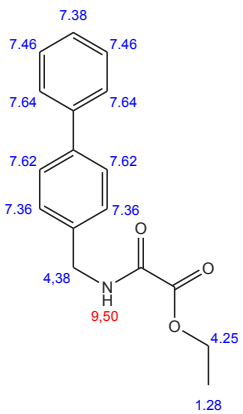
**HEtpbo**

Assim como o L1, o ligante L2 foi caracterizado mediante espectroscopia de ressonância magnética nuclear e espectroscopia de absorção na região do infravermelho.

Os picos observados na análise de RMN são apresentados na tabela a seguir. Os picos apresentados estão de acordo com o esperado para o composto.

**Tabela 3.** Picos de RMN para L2

| δ (ppm) | J(Hz) |
|---|---|
| 1,28 (t,4H) | 7,17 |
| 4,25 (q, 2H) | 7,17 |
| 4,38 (d,2H) | 6,10 |
| 7,36 (m, 2H) | - |
| 7,38 (m, 1H) | - |
| 7,46 (m, 2H) | - |
| 7,62 (m, 2H) | - |
| 7,64 (m, 2H) | - |
| 9,50 (t, 1H) | 6,10 |



Abaixo é apresentado o espectro de absorção na região do infravermelho e os principais picos com suas respectivas tentativas de atribuição na tabela abaixo.

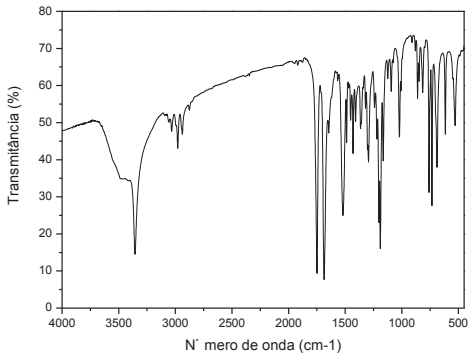



**Figura 4.2.** Espectro de absorção no infravermelho do ligante L2

**Tabela 9.** Principais bandas de absorção e respectivas atribuições para o ligante L2

| **Bandas ($cm^{-1}$)** | **Atribuição** |
|---|---|
| 3357 | ν (N-H) |
| 3033 | ν ($C_{sp2}$-H) |
| 2979 | ν ($C_{sp3}$-H) |
| 1750 | ν (C=O Éster) |
| 1687 | ν (C=O amida) |
| 1190 | ν (C-O) |
| 760 | δ (=C-H Anel para-substituído) |
| 733 | δ (=C-H Anel mono-substituído) |
| 691 | δ (C=C Anel mono-substituído) |

Neste espectro a banda de estiramento N-H é bem visível e centrada em 3357 $cm^{-1}$. O estiramento $C_{sp2}$-H produz bandas de número de onda acima de 3000 $cm^{-1}$, enquanto que o estiramento $C_{sp3}$-Hproduz bandas acima de 3000 $cm^{-1}$ [11]. Assim, Uma banda fraca centrada em 3033 $cm^{-1}$ á atribuída ao estiramento $C_{sp2}$-H, enquanto que a banda centrada em 2979 $cm^{-1}$ é atribuída ao estiramento $C_{sp3}$-H. As bandas da carbonila são bem visíveis e separadas. A banda 1750 $cm^{-1}$ é atribuída ao estiramento carbonila de éster enquanto a banda em 1687 $cm^{-1}$ é atribuída à carbonila de amida. Estes valores estão em concordância com os valores descritos na literatura [11]. Em 1190 $cm^{-1}$ há uma banda atribuída ao estiramento C-O do grupo éster. Em 760 $cm^{-1}$ uma banda de

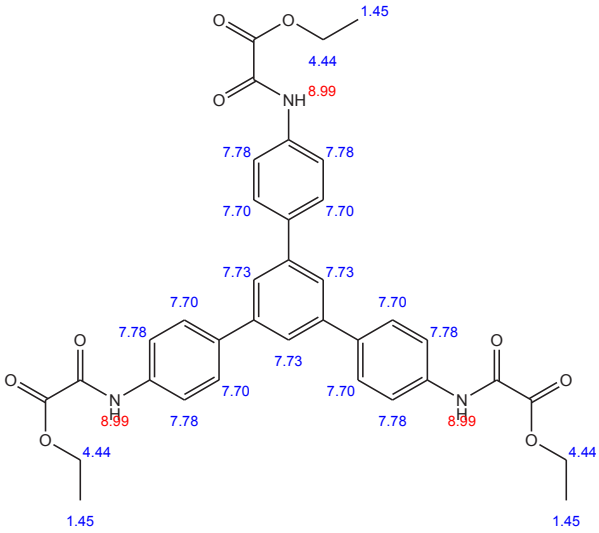
intensidade média é atribuída à deformação axial $C_{sp2}$-H típica de anéis para-substituídos[11]. Em 733 e 691 $cm^{-1}$é observado um par de bandas característico de um anel aromático mono-substituído e foram atribuídas à deformação axial da ligação C-H e da ligação C=C do anel aromático, respectivamente. Estas ultimas bandas citadas apresentam harmônicos na região de 2000 à 1600 $cm^{-1}$. Neste espectro elas são observadas, porém a baixa intensidade típica destas bandas e o grande número de bandas esperadas dificultam as suas atribuições.

**$H_3Et_3topb$**

**L3** foi caracterizado mediante espectroscopia de ressonância magnética nuclear. Os resultados são apresentados na tabela 5. Os picos observados estão de acordo com o esperado para o composto.

**Tabela 5.** Picos de RMN para L3

| δ (ppm) | J(Hz) |
|---|---|
| 1,45 (t,9H) | 7,12 |
| 4,44 (q, 6H) | 7,12 |
| 7,70 (m, 6H) | - |
| 7,73 (s, 3H) | - |
| 7,78 (m, 6H) | - |
| 8,99 (s, 3H) | - |




**Caracterização dos complexos**

**$[Cu(Etpcpa)]_n \cdot 0{,}5H_2O$ (1)**

A estrutura proposta para o composto **1** é apresentada na figura 10. Os dados preliminares confirmam a estrutura proposta e novas técnicas estão sendo propostas para refinamento da estrutura. Na figura, as moléculas de água foram omitidas, e é assumido que se encontram nos poros do composto.

a.) b.)

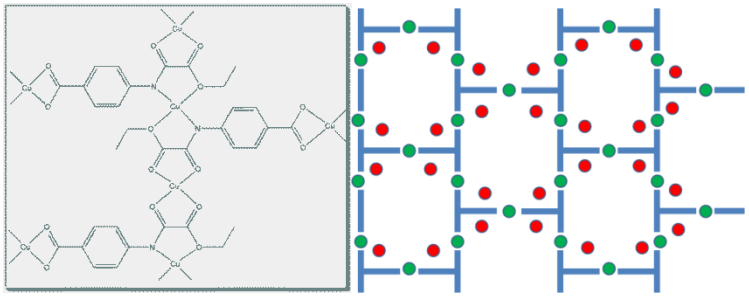


**Figura 10.** a.) Estrutura proposta para o composto **1**. Esquema da estrutura do composto **1**. Esferas verdes representam o cátion $Cu^{2+}$, esferas vermelhas, moléculas de água e em azul os ligantes.

O composto **1** foi caracterizado mediante espectroscopia de absorção na região do infravermelho e por análise elementar. Abaixo é apresentado o espectro de absorção de infravermelho.

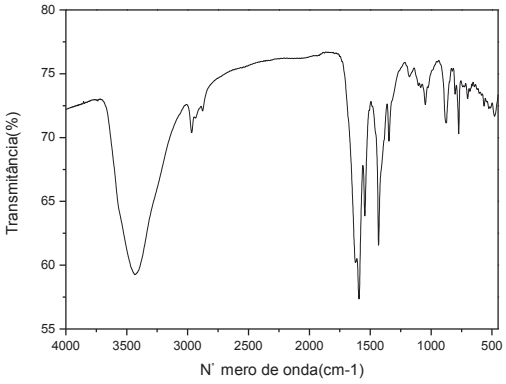



**Figura 11.** Espectro de absorção na região do infravermelho para o complexo (1)

**Tabela 6.** Principais bandas de absorção e respectivas atribuições para o composto (1)

| **Bandas ($cm^{-1}$)** | **Atribuição** |
|---|---|
| 3659 - 3086 | ν (O-H) |
| 2966 | ν ($C_{sp3}$-H) |
| 1622 | ν (C=O Éster) |
| 1593 | ν (C=O Ácido carboxílico) |

Em relação ao ligante livre, é possível observar que houve uma considerável diminuição do número de bandas e da intensidade das bandas observadas. Isso é esperado, pois a coordenação dos ligantes ao metal diminui a liberdade de vibração do

mesmo. A banda larga que vai de 3659 a 3086 $cm^{-1}$ é atribuída à água presente na estrutura do complexo. A banda em 2966 $cm^{-1}$ é atribuída ao estiramento $C_{sp3}$-H do grupo etila no ligante. O estiramento $C_{sp2}$-H do anel aromático não é observado, pois é encoberto pela banda larga de estiramento O-H. No ligante livre, os picos de carbonilas são centrados em 1717 e 1679 $cm^{-1}$, enquanto que no complexo estes picos estão deslocados para 1622 e 1593 $cm^{-1}$, o que indica que todas as carbonilas do ligante estão envolvidas na coordenação do complexo. A análise elementar é apresentada logo abaixo na tabela 6.

**Tabela 7.** Resultado da análise elementar para o composto (1).

| Fórmula determinada | - | %C | %H | %N |
|---|---|---|---|---|
| $C_{11}H_{10}NO_{5,5}Cu$ | Calculado | 42,93 | 3,28 | 4,55 |
| MM = 307,72 g $mol^{-1}$ | Experimental | 43,74 | 3,41 | 4,71 |
| | Erro | 1,89 | 4,10 | 3,43 |

Os valores obtidos para a estrutura proposta concordam com os valores experimentais com um erro menor que cinco por cento, sendo mais um indicativo para a validade da estrutura proposta na figura 4.3.

**$[Cu(Hpbo)]_n \cdot Cl \cdot 5,5(H_2O)$ (2)**

A estrutura proposta para o complexo **2** é apresentada na figura 4.5. Os resultados preliminares de análise elementar e infravermelho confirmam a estrutura e novos testes estão sendo propostos para melhor refinamento da estrutura. Tanto as moléculas de água quanto o contra íon foram omitidos na figura. É assumido que as espécies se encontram nas regiões intercadeia.

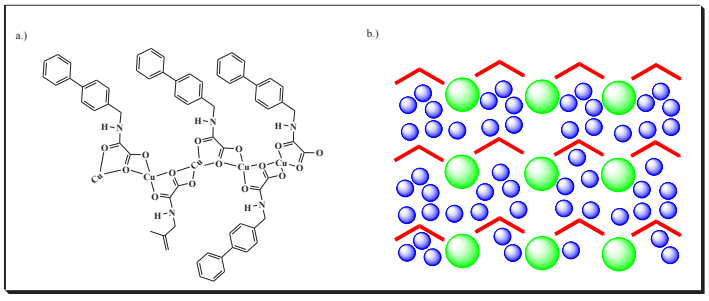



**Figura 12. a.)** Cadeia do complexo **2b.)** Agrupamento de cadeias do complexo **2**. Esferas verdes = cobre. Bastões vermelhos = **L2**. Esferas azuis = moléculas de $H_2O$.

O complexo foi caracterizado mediante espectroscopia de absorção na região do infravermelho e análise elementar. Abaixo, na figura 4.6, é apresentado o espectro de absorção na região do infravermelho.

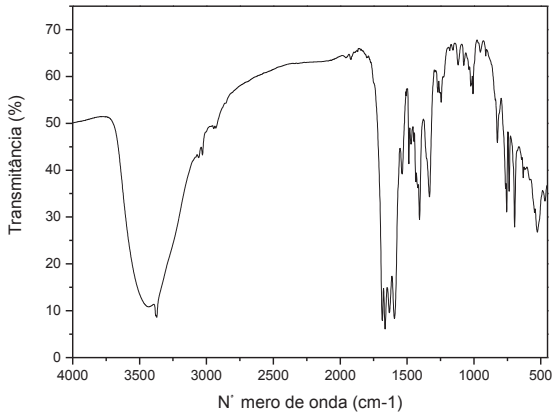



**Figura 13.** Espectro de absorção no infravermelho para o composto (2)

**Tabela 8.** Principais bandas de absorção e respectivas atribuições para o composto (2)

| **Bandas ($cm^{-1}$)** | **Atribuição** |
|---|---|
| 3374 | ν (N-H) |
| 1686 | ν (C=O Carboxila coordenada) |
| 1664 | ν (C=O Amida) |
| 1631 | ν (C=C Aromático) |
| 1595 | ν (C=C Aromático) |

O espectro apresenta diminuição do número de bandas e da intensidade das bandas observadas em relação ao espectro do ligante livre, o que confirma a coordenação, pois como já citado, a coordenação impede em parte a vibração da molécula suprimento certas bandas e diminuindo a intensidade de outras, em especial aquelas correspondentes aos sítios de coordenação. Uma banda larga de 3662 à 3095 $cm^{-1}$ que é atribuído principalmente ao estiramento O-H de $H_2O$ de cristalização. Em meio à esta banda larga, pode-se verificar um pico fino de grande intensidade centrado em 3374 $cm^{-1}$ atribuído ao estiramento N-H. Na região da carbonila (1700-1650 $cm^{-1}$)

pode-se observar quatro picos intensos muito próximos um do outro. Os dois primeiros podem ser atribuídos a carbonilas coordenadas enquanto os outros dois foram atribuídos ao estiramento C=C do anel aromático. A grande quantidade de carbonos aromáticos no composto, somado à menor liberdade de vibração das carbonilas coordenadas, tornam as intensidades dessas bandas muito próximas. O resultado da análise elementar é apresentado logo em seguida.

**Tabela 9.** Resultado da análise elementar para o composto (2).

| Fórmula determinada | - | %C | %H | %N |
|---|---|---|---|---|
| $C_{15}H_{23}NO_{8,5}CuCl$ | Calculado | 39,83 | 5,12 | 3,10 |
| MM = 452,31 g $mol^{-1}$ | Experimental | 41,02 | 5,30 | 3,13 |
| | Erro | 3,00 | 3,39 | 1,03 |

Os valores correspondentes à estrutura proposta (figura 4.5) concordam com os valores experimentais dentro da margem de erro aceitável de 5%.

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos comprovam a obtenção dos três ligantes HEtpcpa, HEtpbo e $H_3Et_3$topb. As análises de RMN concordam perfeitamente com a estrutura proposta e as análises por espectroscopia de absorção na região do infravermelho dos ligantes L1 e L2 apresenta todas as bandas dos grupos funcionais esperados para a estrutura proposta.

As estruturas propostas para os complexos estão de acordo com as análises de espectroscopia de absorção no infravermelho e análise elementar, no entanto, é necessária a aplicação de outras técnicas para a total confirmação da estrutura dos compostos, como análise térmica, absorção atômica espectroscopia de absorção na região do UV/Vis, dentre outras. A obtenção dos complexos é confirmada pelo espectro de absorção de infravermelho através da análise das bandas de absorção atribuídas às carbonilas do grupo oxamato dos ligantes. As análises elementares por sua vez concordam com a estrutura proposta com erros dentro da margem de 5% aceita pela técnica. Tais resultados servem como um ponto de partida para a elucidação estrutural e como norte para a interpretação de resultados obtidos por outras técnicas de caracterização.

O trabalho tem como perspectiva a obtenção de monocristais para determinação estrutural dos complexos, obtenção de novos sistemas com os ligantes sintetizados para melhor entendimento da reatividade dos mesmos, síntese de novos complexos de coordenação contendo o ligante $H_3Et_3$topb e obtenção de monocristais dos mesmos, complementação das técnicas de caracterização para melhor entendimento dos sistemas, correlação estrutural, estudo das propriedades magnéticas dos compostos além de outras propriedades físicas interessantes para entendimento do sistema e possível aplicação tecnológica como materiais multifuncionais.

## BIBLIOGRAFIA


1. J. W. Steed, J. L. Atwood, *Supramolecular Chemistry*, John Wiley & Sons, **2009**
2. J. –M. Lehn, *Rep. Prog. Phys.*, **2004**, 67, 249-265
3. D. Gatteschi, A. Caneschi, L. Pardi, R. Sessoli, *Science***1994**, 265, 1054 – 1058
4. **a.)** A. Caneschi, D. Gatteschi, N. Lalioti, C. Sangregorio, R. Sessoli, G. Venturi, A. Vindigni, A. Rettori, M. G. Pini, M. A. Novak, *Angew. Chem. Int. Ed.***2001**, 40, 1760-1763**b.)**H. Miyasaka, R. Crérac, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2005**, 78, 1725-1748
5. D. Gatteschi, L. Bogani, A. Cornia, M. Mannini, L. Soreca, R. Sessoli, *Sol. Stat. Sci.* **2010**, 10, 1701-1709
6. a.) L. Prejbeanu, M. Kerekes, R. C. Sousa, H. Sibuet, O. Redon, B. Dieny and J. P. Nozières, *J. Phys.: Condens. Matter***2007**, 19, 165218 b.) J. A. Jones, *Science***1998**, 280, 229 c.) J. R. Petta, A. C. Johnson, J. M. Taylor, E. A. Laird, A. Yacoby, M. D. Lukin, C. M. Marcus, M. P. Hanson and A. C. Gossard, *Science***2005**, 309, 2180
7. E. Pardo, R. -R. Garcia, J. Cano, X. Ottenwaelder, R. Lescouëzec, Y. Journaux, F. Lloret, M. Julve, *Dalton Trans*. **2008**, 21, 2780-2805
8. M. –C. Dull, E. Pardo, R. Lescouëzec, Y. Journaux, J. Ferrando-Sorria, R. Ruiz-García, J Cano, M. Julve, F. Lloret, D. Cangussu, C. L. M. Pereira, H. O. Stumpf, J. Pasán, C. Ruiz-Pérez, *Coord. Chem. Rev.***2010**, 254, 2281-2296.
9. W. L. F. Armarego, C. L. L. Chai, *Purification of Laboratory Chemicals*, 6ª Ed., Elsevier, **2009**
10. C. Bao, M. Jin, R. Lu, Z. Song, X. Yang, D. Song, T. Xu, G. Liu, Y. Zhao, *Tetrahedron*, **2007**, 63, 7443-7448
11. D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kriz, J. R. Vyvyan, *Introduction to espectroscopy*, 4ª Ed., Brooks/Cole, **2009**

# USO DO EXTRATO DE *PTERODON EMARGINATUS* (SUCUPIRA BRANCA) NO CONTROLE DE SARNA SARCÓPTICA EM SUÍNOS.

# THE USE OF PTERODON EMARGINATUS´S EXTRACT (SUCUPIRA WHITE) IN CONTROL OF SARCOPTIC MANGE IN PIGS.

Eric Saymom Andrade **Brito**[1], Adriana Marques **Faria**[2], Veridiana Maria Brianezi Dignani **de Moura**[3], Moema Pacheco Chediak **Matos**[3]

1. Acadêmico em Medicina Veterinária, Bolsista em Iniciação Científica, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, ericsaymon@hotmail.com
2. Mestra em Ciência Animal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, adrianafaria.vet@gmail.com
3. Professor, Setor de Patologia Animal, Departamento de Medicina Veterinária, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, vdmoura@hotmail.com, mpcmatos@vet.ufg.br;

**Resumo**: A utilização da fitoterapia vem ganhando destaque na busca de alternativas terapêuticas para o controle doenças e para a promoção de melhorias na produtividade da suinocultura. Neste estudo foi avaliada a atividade acaricida do óleo resina de *Pterodon emarginatus* no tratamento e controle da sarna sarcóptica em 12 suínos na fase de reprodução. A avaliação foi feita a partir de fragmentos de pele, das quais foram qualificadas e quantificadas as lesões antes e depois do tratamento. Após o tratamento os grupos tratados com Ivermectina e o óleo resina da sucupira branca apresentaram melhora no quadro. Somente o grupo controle negativo apresentou agravamento do quadro. Assim o óleo resina em questão demostrou eficiência no tratamento da sarna sarcóptica no presente ensaio.

**Palavras-chave**: Tratamento, *Sarcoptes scabiei,* histopatologia, bioprodutos

## 1.INTRODUÇÃO

É notável, durante os últimos anos, relevantes alterações nos sistemas de produção animal e no controle de doenças parasitárias que conduziram a premência de se compreender com maior rigor a distribuição e prevalência das ectoparasitoses. Boa parte destas alterações está associada ao aumento da produtividade, tais como a elevada densidade, animal em ambientes restritos e a redução da diversidade genética. As ectoparasitoses provocadas por

artrópodes podem ter um impacto considerável na produtividade e no bem estar dos animais domésticos (COLEBROOK E WALL, 2004).

A sarna causada por *Sarcoptes scabiei* var. *suis* é uma doença comum na produção suína e a literatura mundial tem revelado uma elevada prevalência da doença (MERCIER et al., 2002). No Brasil, um estudo de OLIVEIRA (2006) atribuiu a baixa prevalência (8 a 16%) da sarna sarcóptica a granjas de reprodutores de suídeos certificadas (GRSC) do estado do Paraná à baixa sensibilidade do teste empregado, que pode ter subestimado o número de casos. Em outro estudo realizado na região sul do país, (PAIVA et al, 2006) identificaram a sarna sarcóptica em 82,3%, das 64 granjas analisadas. Em análise de granjas da microrregião de Goiânia, verificou-se a prevalência de 12,11% (SILVA, 2002). Trata-se de um parasita ubíquo, difícil de controlar, uma vez que todas as fases de vida do parasita são encontradas, quer nas galerias que escava na epiderme, quer à superfície da pele (SMETS e VERCRUYSSE, 2000; MERCIER et al., 2002).A confirmação do diagnóstico da sarna sarcóptica requer vários critérios, dentre eles se destacam a sintomatologia clínica provocadas por lesões cutâneas e achados histológicos. Com relação ao critério histopatológico os principais achados são a dermatite perivascular superficial e profunda, associada a infiltrado mononuclear e grande número de eosinófilos, mastócitos, linfócitos, além de edema papilar e espongiose (PERESTRELO-VIEIRA, 2000; SOBESTIANSKY et al., 2007; MACGAVIN et al., 2009).

A importância econômica da doença nos suínos, está agremiado à diminuição da eficiência na produção (ELBERS et al.,2000), aos custos adicionais no matadouro no caso das lesões severas na pele e ao uso contínuo de acaricidas nos animais afetados (VESSEUR et al., l998).Devido essa relação dos altos gastos e a necessidade de um alimento sem resíduos, o uso da fitoterapia tem ganhado destaque nas pesquisas e na rotina da produção. No cenário do cerrado encontramos espécies com propriedades aplicáveis ao tratamento da sarna: dentre elas o *Pterodon emarginatus.* O gênero *Pterodon* Vog. Das Dipteryxeae (Fabaceae, Faboideae) compõem aproximadamente seis espécies que são distribuídas pelo Brasil e Bolívia (KIRKBRIDE et al. 2003).A espécie *Pterodon emarginatus* conhecida popularmente como sucupira-branca ou faveira é uma espécie arbórea, nativa do cerrado brasileiro, podendo ser encontrada nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, seu uso, destaca-se pela importância medicinal e florestal (LORENZI, 2002). Estruturas secretórias no pericarpo do *P.emarginatus* produzem e acumulam substâncias terpenóides, especialmente os diterpenos (FASCIO et al, 1976) as quais demonstraram atividade biológica cercaricida e

larvicida .O óleo das sementes apresentou atividade acaricida, anti-inflamatória e analgésica quando testada em roedores (DUARTE et al, 1996; CARVALHO et al, 1999; PAULA et al, 2005). O extrato de sucupira, mesmo na condição de óleo bruto, apresenta potencial fungicida e bactericida, o que pode representar uma alternativa econômica e ecologicamente viável, pois o seu processo de obtenção utiliza apenas os frutos (favas), sem comprometer a sobrevivência das árvores.O objetivo do presente ensaio é de avaliar a atividade acaricida do extrato de *Pterodon emarginatus* no tratamento e controle da sarna sarcóptica em sistemas de produção de suínos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir do objetivo de avaliar a atividade acaricida do extrato de *Pterodon emarginatus* no tratamento e controle da sarna sarcóptica em sistemas de produção de suínos, seguiu-se a seguinte metodologia:

### 2.1 ELABORAÇÃO DOS EXTRATOS

A fase de extração, elaboração e padronização da concentração do óleorresina de *Pterodon emarginatus* diluído em veículo específico qsp, foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais da Faculdade de Farmácia da UFG (LPPN/UFG). Foram realizados pré-experimentos (ensaio *in vitro*) onde se determinou que a melhor concentração do óleo resina de *Pterodon emarginatus* para a utilização no tratamento *in vivo* foi de 25%.

### 2.2 SELEÇÃO DOS ANIMAIS

Foram utilizados 12 animais em fase de reprodução, com peso em média 300 Kg, de uma granja comercial da região de Morrinhos, no Estado de Goiás. Estes foram escolhidos a partir da presença de sinais clínicos característicos da sarna e da presença do agente (*Sarcoptes Scabiei* var. *suis*). Foram realizados raspados cutâneo e auricular de três matrizes suínas que apresentavam sinais clínicos evidentes de sarna sarcóptica, com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15. A partir dos raspados se obteve material crostoso e ceruminoso, o qual foi acondicionado em placas de petri de 10 cm, posteriormente identificadas e vedadas com fita-adesiva. O exame parasitológico direto cutâneo e auricular revelou inúmeros ácaros de tamanhos que foram identificados como exemplares de S*arcoptes scabiei* variedade *suis*. Os animais positivos para sarna e que apresentavam padrão de gravidade e distribuição de lesões semelhantes foram identificados e distribuídos aleatoriamente em três grupos de quatro animais, sendo controle negativo (G1), não tratado; controle positivo (G2), tratado com

ivermectina; e tratado (G3), tratado com o óleo resina de *Pterodon emarginatus* diluído em veículo específico.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES

As lesões foram qualificadas e quantificadas a partir dos achados histopatológicos dos fragmentos de pele extraídos dos animais de cada grupo. Os parâmetros avaliados foram: dermatite perivascular superficial com infiltrado linfocitário e eosinofílico, hiperemia, hemorragia, hiperqueratose e hiperplasia epidérmica, os quais foram quantificados em ausente, discreto, moderado e acentuado. A presença de ácaros e contaminações secundária, foram classificados em ausente e presente.

## 2.4 TRATAMENTO

O tratamento *in vivo* compreendeu a aplicação semanal num período total de quatro semanas do bioproduto à base de *Pterodon emarginatus* na concentração de 25%, no dorso dos animais e também naqueles que apresentavam lesões características de sarna sarcóptica.

## 2.5 COLHEITA E PROCESSAMENTO DE MATERIAL

Em todos os animais foram submetidos a biopsias de pele por punch de 5mm, realizadas imediatamente, antes e após o último dia de tratamento. Para tal procedimento foi efetuado bloqueio anestésico local com cloridrato de lidocaína a 1%. Após a coleta dos fragmentos de pele, esses foram acondicionados em frascos plásticos de boca larga com tampa, contendo formol tamponado a 10%, por um período de 48 horas. Posteriormente estes foram recortados, processados e incluídos em parafina, para obtenção de cortes de 5µm e corados em HE. A avaliação microscópica seguiu os critérios de GINN et al.(2007).. O procedimento histológico foi realizado no Laboratório de Histopatologia do Setor de Patologia Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG (EVZ-UFG).

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para as variáveis quantitativas que apresentaram distribuição normal utilizou-se ANOVA, com delineamento casualizado. Para as variáveis quantitativas que não apresentaram distribuição normal, optou-se pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (SAMPAIO, 1998) com auxílio do Software R.

## 4. RESULTADOS

A respeito do quadro clínico, observou-se nos animais uma redução na quantidade de crostas na região dorsal, no pavilhão auricular e axilas. O único grupo que apresentou agravamento no quadro clínico foi o grupo controle (G1), no qual se notou um aumento das crostas dos animais. Porém nenhum animal apresentou resolução do quadro clínico de sarna sarcóptica.

Quanto aos parâmetros da avaliação microscópica podemos aferir que a presença de hiperemia e hemorragia foram observadas na grande maioria dos fragmentos analisados. Em relação à hemorragia no G1 sua presença era 100% moderada, enquanto no grupo G2 era 75% discreto e 25% moderado, já em G3 era 100% discreta. Após os tratamentos G2 e G3 apresentaram tiveram redução na quantidade deste parâmetro. A hiperemia observada no grupo G1 25% discreta e 75% moderada. G2 e G3 50% discreta e 50% moderada. Os grupos G2 e G3 apresentaram redução da hiperemia ao final do tratamento. Não houve diferença ($P>0,05$) para esses parâmetros.

A presença de inflamação na derme superficial dos suínos foi bastante recorrente nos fragmentos de todos os tratamentos analisados. O infiltrado inflamatório linfocitário foi predominantemente moderado nos grupos G2 e G3. Em G1 foi 50% discreto e 50% moderado. Após os tratamentos o grupo G2 e G3 apresentou evidente redução na presença de linfócitos. O grupo controle negativo apresentou aumento desse infiltrado. A infiltração eosinofílica foi predominantemente moderada em todos os grupos antes dos tratamentos. Após os tratamentos, houve redução na presença de eosinófilos nos grupos G2 e G3. O grupo controle negativo apresentou aumento desse infiltrado após os tratamentos.

Com relação à hiperplasia epidérmica G1 apresentaram 75% discreto e 25% moderado, enquanto G2 25% discreto, 50% moderado e 25% acentuado. No grupo G3 se verificou 50% discreto e 25% para as quantificações moderado e acentuado. Nos fragmentos dos grupos G2 e G3 colhidos após o tratamento a alteração foi discreta na maioria dos fragmentos. No grupo controle negativo a hiperplasia epidérmica manteve-se discreta em 50% dos animais e moderada nos outros 50%. A hiperqueratose antes do tratamento em G1 foi de 25% discreta e 75% moderada. Em G2 foi de 100% moderada e em G3 apresesentou-se 25% discreta e 75% moderada. Após os tratamentos, os grupos G2 e G3 apresentaram hiperqueratose discreta. O grupo controle negativo não apresentou alteração na hiperqueratose

nos fragmentos colhidos após o tratamento. Não houve diferença (P > 0,05) para hiperplasia epidérmica e hiperqueratose.

O ácaro estava presente em apenas 25% dos fragmentos dos grupos G1, G2 e G3, acompanhado de acentuado infiltrado inflamatório, hiperplasia epidérmica e hiperqueratose. Não foi observada a presença do ácaro em nenhum fragmento após os tratamentos. Não houve diferença (P > 0,05) para presença do ácaro.

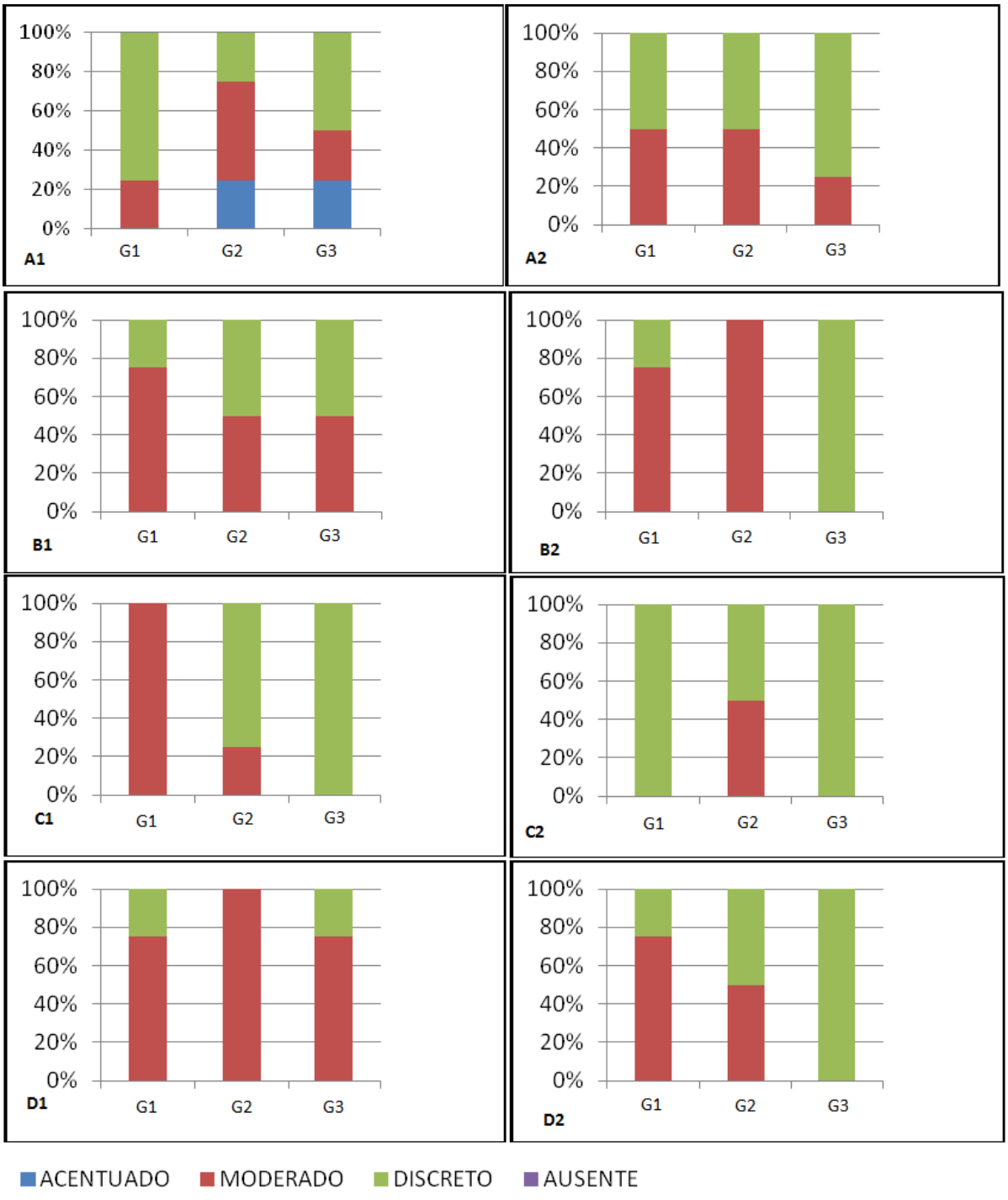


**Figura 1** Escores histológicos avaliados pela coloração de HE em tegumento de suínos em fase de reprodução acometidos por sarna sarcóptica entre 03/09/2012 e 01/10/2012. A1: Hiperplasia epidérmica, antes dos tratamentos; A2: Hiperplasia epidérmica, depois dos tratamentos; B1: Hiperemia, antes dos tratamentos; B2: Hiperemia, depois dos tratamentos; C1:Hemorragia, antes dos tratamentos; C2: Hemorragia, depois dos tratamentos; D1: Hiperqueratose, antes dos tratamentos; D2: Hiperqueratose, depois dos tratamentos. G1: grupo controle negativo; G2: grupo positivo ; G3: grupo tratado com óleo resino de *Pterodon emarginatus*.

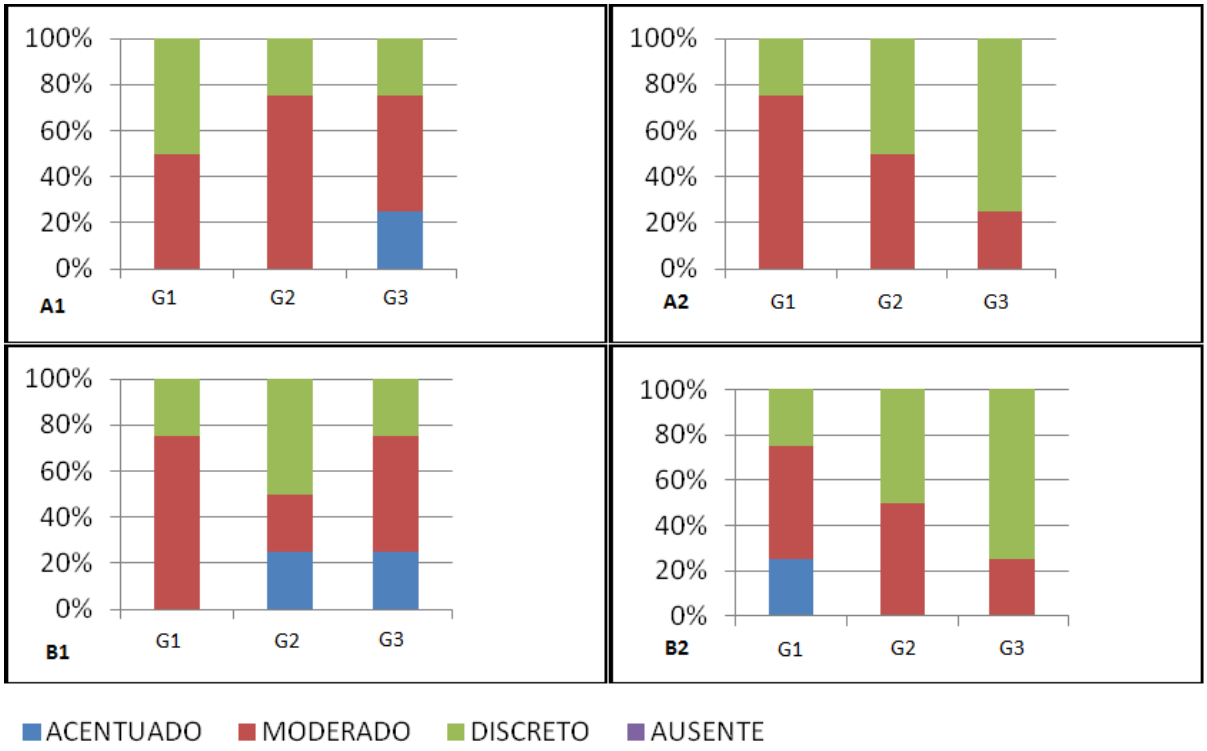



**Figura 2.** Escores histológicos avaliados pela coloração de HE em tegumento de suínos em fase de reprodução acometidos por sarna sarcóptica entre 03/09/2012 e 01/10/2012. A1: Infiltrado linfocitário, antes dos tratamentos; A2: Infiltrado linfocitário, depois dos tratamentos; B1:Infiltrado eosinofílico, antes dos tratamentos; B2: Infiltrado eosinofílico, depois dos tratamentos. G1: grupo controle negativo; G2: grupo controle positivo; G3: grupo tratado com óleo resina de *Pterodon emarginatus*.

## 4. DISCUSSÃO

Os animais do grupo tratado com do óleo resina de *Pterodon emarginatus* (G3) apresentaram melhora dos sinais clínicos e da injúria da pele por crostas hiperqueratóticas em

diversas regiões do corpo. Foi caracterizado por WALTON et al (2008) como uma síndrome clínica resultante onde o sistema imunológico falha em promover uma resposta efetiva e de controlar a infestação e assim prevenir novas ocorrências da enfermidade. De acordo com este autor uma gama de respostas imunes está envolvida com esta síndrome, casos em que os animais são capazes de controlar a propagação do parasita, mas podem não ter imunidade suficiente para debelar a infestação. MORA (2008) caracterizou como rara a presença de *Sarcoptes scabiei* nas avaliações microscópicas no exame histopatológico, principalmente devido à presença reduzida do ácaro nesses animais.

No presente experimento, utilizou-se veículo específico contendo promotores de absorção, que não apresentaram efeitos deletérios aos animais e auxiliaram na absorção e na atuação do bioproduto testado. Segundo SMITH et al (1995) a limitada permeabilidade da pele é um dos fatores que impedem uma maior utilização da via cutânea para à obtenção de efeito sistêmico. Os promotores químicos aumentam significativamente a penetração de substâncias através da epiderme, porém não devem causar irritação ou dano severo à pele.

O tratamento com Ivermectina mostrou discreta eficiência na redução de crostas no dorso e na redução do prurido. A Ivermectina tem sido usada com sucesso no tratamento da sarna sarcóptica que acometem os animais domésticos. O fármaco age interrompendo impulsos nervosos dos parasitos, causando paralisia e morte dos mesmos (VICTORIA e TRUJILLO, 2001). Existem diversos casos de resistência do ácaro *Sarcoptes scabiei* à Ivermectina e a dificuldade e eficácia limitada do tratamento pode estar relacionada à subdosagem ou a dificuldade do fármaco em atingir as crostas para eliminar o parasita do hospedeiro, com consequente resistência do micro-organismo ao produto acaricida (CURRIE, et al, 2004;TEREDA, et al, 2010).

Neste ensaio, a melhora no índice de prurido e do escore de dermatite observados decorrente da aplicação do Bioproduto à base de *P. emarginatus*, pode ser atribuída às propriedades terapêuticas dos compostos fenólicos e as substâncias terpenóides presentes no óleo resina de *P. emarginatus*. Estas propriedades já haviam sido relatadas por GALCERAN et al (2011) que acrescentou também propriedades anti-inflamatórias e analgésicas ao bioproduto. Nos animais em fase reprodutiva, observou-se que além da redução no índice de prurido houve também redução na quantidade de crostas no dorso, região auricular e axilar. Segundo VIEGAS JUNIOR (2007) a ação acaricida conferida principalmente aos terpenos se deve à capacidade de inibição da acetilcolinesterase nos parasitas-alvo, havendo indícios de

que também atuam na inibição ou retardo no crescimento, aos danos na maturação, à redução da eficiência reprodutiva, à ação como supressores de apetite, podendo levar os artrópodes predadores à morte por inanição ou toxicidade direta dos compostos terpenoides. A avaliação microscópica de ambos os grupos demonstrou discreta alteração positiva dos parâmetros avaliados.

## 5. CONCLUSÕES

O tratamento com o bioproduto à base de *P. emarginatus* demonstrou ser eficiente no tratamento da sarna sarcóptica no presente ensaio. Porém foram evidenciados limitações no controle da doença.

Pode-se inferir que com pequenos ajustes da formulação dos bioprodutos, estes sejam uma opção viável para o tratamento desta da sarna sarcóptica em suínos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é possuidor de uma flora que agrega diversidade e singularidade, que por sua vez é pouco conhecida cientificamente e assim é dotado de potencial em novas descobertas. É neste ponto em que reside a importância no enfoque de estudos para caracterização e descobrimento de substâncias com propriedades terapêuticas. A partir desse trabalho foi possível avaliar o potencial terapêutico de espécies botânicas originárias no bioma do cerrado.

O estudo *in vivo*, utilizando-se os suínos em fase de reprodução evidenciou-se a atividade acaricida com elevada eficácia do óleo resina de *P. emarginatus*. A avaliação em caráter qualitativo demonstrou uma melhora eminente dos animais tratados, visto que o quadro clínico dos animais tratados apresentou notável recuperação.

Os resultados obtidos nos permitiram concluir que o bioproduto do cerrado testado, pode ser fonte de novas substâncias químicas com atividade acaricida e anti-inflamatória, demonstrando ser uma variedade natural ao tratamento ou mesmo complementar da sarna sarcóptica em suínos. Logo, sua fácil aplicação, ausência de toxidade para os animais, a não obrigatoriedade de período de carência para o consumo alimentar e por não produzirem contaminação ambiental, são pontos atrativos para a utilização destes bioprodutos além de aproximar as produções de suínos à sustentabilidade.

É indiscutível a amplitude do uso de tratamentos acaricidas convencionais tanto em animais de companhia em rebanhos. O resgate e o reconhecimento atual dos fitoterápicos

alternativos para o tratamento de doenças surgiu com a necessidade de redução dos gastos e da diminuição da poluição ambiental. A etnoveterinária vem se destacando e trazendo soluções sustentáveis com alta eficácia como opção para o tratamento da sarna sarcóptica entre outras doenças.

A sarna sarcóptica representa um problema da saúde animal e humana no mundo atual, determinando não apenas efeitos deletérios como prejuízos econômicos. Admite-se que ainda há muito a ser pesquisado sobre os efeitos benéficos e novas utilidades para os produtos naturais e seus derivados. A continuidade das pesquisas farmacológicas e os ensaios a campo de bioprodutos constitui-se uma forma de agregar valor à flora fitoterápica nacional e garantir uma redução na quantidade de resíduos químicos gerados na produção animal. Assim estimular a utilização da extensa biodiversidade do país com responsabilidade sobre a degradação ambiental e poluição, ou seja, estimular o desenvolvimento sustentável.

## 7. REFERÊNCIAS

1. CARVALHO, J. C.; SERTIÉ, J. A; BARBOSA, M. V.; PATRÍCIO, K. C.; CAPUTO, L. R.; SARTI, S. J.; FERREIRA, L. P.; BASTOS, J. K. Anti-inflammatory activity of the crude extract from the fruits of *Pterodon emarginatus* Vog**. Journal of Ethnopharmacology** v.64, p.127-133, 1999.
2. COLEBROOK, E. & WALL, R.; Ectoparasites of livestock in Europe and the Mediterranean region. ***Veterinary Parasitology*** v120, p 251-274, 2004.
3. CURRIE, B.J.; HARUMAL, P.; MCKINNON, M.; WALTON, S. F. First Documentation of In Vivo and In VitroIvermectin Resistance in *Sarcoptes scabiei.* **Clinical Infectious Diseases.** Chicago, v. 39, p. 8–12, 2004.
4. DUARTE, I. D. ; FERREIRA-ALVES, D. L.; VELOSO, D. P.; NAKAMURA-CRAIG, M. Evidence of the involvement of biogenic amines in the antinociceptive effect of vouacapan extracted from *Pterodon polygalaeflorus* Benth**. Journal of Ethnopharmcology**, v.55, p.13-18, 1996.
5. ELBERS, A.R.W., RAMBAGS, P.G.M., VAN DER HEIJDEN, H.M.J.F., & HUNNEMAN, W.A. Production performance and pruritic behaviour of pigs naturally infected by *Sarcoptic scabiei* var. *suis* in a contact transmission experiments. **Vet Q**. v22(3), p145-9, 2000.
6. FASCIO, M; MORS, W.B. ; GILBERT, B. ;MAHAJAN, J.R. ;MONTEIRO, M.B. ; SANTOS FILHO, D. AND VICHNEWSKI, W.. **Diterpenoids furans from *Pterodon* species**. Phytochem. v15, p 201–203, 1996.

7. GALCERAN, C.B.; SERTIE, J.A.A.; LIMA, C.S.; CARVALHO, J.C.T. Anti-inflammatory and analgesic effects of 6a,7b–dihydroxy-vouacapan-17b-oic acid isolated from Pterodon emarginatus. Vogel 1837 Vog. Fruits. **Inflammopharmacology**. Dordrecht, v.19, p.139–143, 2011.
8. GINN, P. E.; MANSELL, J. E. K. L.; RAKISH, P. M. Mites. In: MAXIE, M. G. (Ed), **Jubb, Kennedy and Palmer´s Pathology of Domestic Animals.** United Kingdom:Saunders Elsevier: St. Louis, 2007. p. 719-728
9. KIRKBRIDE, J.R. J.H; GUNN, C.R. AND WEITZMAN, A.L. **Fruits and seeds of genera in subfamily Faboideae (Fabaceae)**. Tech Bull U S Dep Agric 1890: 1-1212, 2003.
10. LORENZI, H 2002. **Árvores Brasileiras, manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Vol. 1, 4 ed, São Paulo, 242 p.
11. LUNA, L. G. **Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1968. 258p.
12. MCGAVIN, M. D.; ZACHARY, J. F. **Bases da patologia em Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009, p. 1199-1201.
13. MERCIER, P.; CARGILL, C.F.; WHITE, C.R. Preventing transmission of sarcoptic mange from sows to their offspring by injection of ivermectin. Effects on swine production. **Veterinary Parasitology**. Amsterdam, v.110, p. 25–33, 2002.
14. MORA, A. C. Raspado auricular para deteccíon de sarna. **Suis** [online], 2008. Disponível em: http://www.ivis.org/advances/suis/A5506.0511.ES.pdf?LA=2. Acesso em: 10 ago. 2011.
15. OLIVEIRA, A. B.; BIONDO, A. W.; ALBERTON, G. C.; SANTIS, A. P. T.; VIANNA, G.N. O.; TEIXEIRA, M. A.; PIEPER, M. prevalência de *Sarcoptes scabiei var. suis* em granjas de reprodutores suídeos certificadas do estado do Paraná, no período de 2002 a 2004. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n. 2, p. 61-65, 2006.
16. PAIVA, D. P.; MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; DALLA COSTA, O. A.; BARIONI JUNIOR, W. Prevalência de sarna sarcóptica em suínos de terminaçao, da Regiao Sul do Brasil**.** In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIOS ESPECIALISTAS EM SUINOS**, Belo Horizonte, MG. Anais... Concórdia:EMBRAPA-CNPSA, v.9. 2006.
17. PAULA, F. B. A.; GOUVÊA, C. M. C. P.; ALFREDO, P. P.; SALGADO, I. Protective action of a hexane crude extract of *Pterodon emarginatus* fruits against oxidative and

nitrosative stress induced by acute exercise in rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.5 , p.1- 9, 2005.

18. PERESTRELO-VIEIRA, R.; SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.; PERESTRELO-VIEIRA, H. **Doença dos Suínos**. Goiânia: Publicações Ciência e Vida, p. 424-426, 2000.
19. SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária, p. 221, 1998.
20. SMITH, E.W., H.I. MAIBACH "Percutaneous Penetration Enhancers: The Fundamentals" em **Percutaneous Penetration Enhancers** (Smith, E.W. & H.I. Maibach ed.). CRC Press, New York, Cap. 1.1, p. 1-4. 1995.
21. SOBESTIANSKY, J.; LINHARES, G. F. C.; MORENO, A. M.; MATOS, M. P. C. Ectoparasitoses In: SOBESTIANSKY, Y.; BARCELLOS, D., **Doenças dos suínos.**Goiânia: Canône Editorial, 2007, p. 335-351.
22. SILVA, E. V. **Avaliação de três métodos de diagnóstico e determinação da prevalência de Sarna sarcóptica em suínos mantidos em criações intensivas na microrregião de Goiânia – GO – Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2002.
23. SILVA, I.D.; TAKATSUKA, F.S.; ROCHA, M.R.; Cunha, M.G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos**. Pesquisa Agropecuária Tropical.** Goiânia: 35 (2): 109-115, 2005.
24. SMETS, K. & VERCRUYSSE, J. Evaluation of different methods for the diagnosis of scabies in swine. ***Veterinary Parasitology.*** v90**,** p. 137-134, 2000.
25. TERADA, Y.; MURAYAMA, N.; IKEMURA, H.; MORITA, T.; NAGATA, M. Sarcoptes scabiei var. canis refractory to ivermectin treatment in two dogs. **Veterinary dermatology**. Tokyo, v. 21, p.608-612, 2011.
26. WALTON, S.F.; BEROUKAS, D.; ROBERTS-THOMSON, P.; CURRIE, B.J.New insights into disease pathogenesis in crusted (Norwegian) scabies: the skin immune response in crusted scabies. **British Journal of Dermatology**. Londres, v.158, p.1247–1255, 2008.
27. VIEGAS-JÚNIOR**,** C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**. São Paulo, v. 26, p. 390-400, 2003.

28. VESSEUR, P. C., RAMBAGS, P. G. M. & VAN DER HEIJDEN, H. M. J. F. *Sarcoptes scabiei* var. *suis* and eradication on seven combined farow to finish farms, the base for an eradication programme. **Proceedings of *The 15th IPVS Congress***, Birmingham, England, 5-9 July. p. 121, 1998.

29. VICTORIA, J, TRUJILLO, R. Topical ivermectin: A new successful treatment for scabies. **Pediatr Dermatol** .v18:p. 63–65. 2001.

1

[1] Texto revisado pelo orientador

# CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES E DOS SABERES DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE DA ATENÇÃO PRIMÁRIA DO ESTADO DE GOIÁS SOBRE RASTREAMENTO DO CÂNCER DE MAMA

Eron Barbosa de Queiroz[1], Rosemar Macedo Sousa Rahal[2]

[1] *Orientando, acadêmico de graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás.*

[2] *Orientadora, médica coordenadora do Programa de Mastologia da Universidade Federal de Goiás e professora da Faculdade de Medicina da UFG.*

Programa de Mastologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – 74690-000, Brasil.

eronbr@hotmail.com; rosems@terra.com.br

RESUMO

O câncer de mama representa hoje a neoplasia de maior incidência na população feminina e por isso demanda uma atenção por parte dos profissionais da área da saúde, e dentre estes, o profissional da atenção básica destaca sua importância, por ter o primeiro contato com o paciente.

Neste estudo foram pesquisados os conhecimentos de profissionais de saúde da atenção básica sobre os fatores de risco, sinais e sintomas e medidas de prevenção primária e secundária do câncer de mama. E feito a caracterização das ações de prevenção e detecção precoce do câncer de mama de profissionais de saúde da atenção básica.

Caracterizado a dificuldade do profissional no atendimento primário é possível traçar medidas de aprimoramento e capacitação deste profissional, melhorando assim a prevenção e detecção precoce do câncer de mama.

PALAVRAS-CHAVE: câncer de mama; capacitação na atenção básica; detecção precoce.

*Revisado pela Orientadora: Dra. Rosemar Macedo Sousa Rahal*

## INTRODUÇÃO

Dentre as neoplasias malignas, o câncer de mama é uma doença de extrema importância para a saúde publica mundial por ser a neoplasia de maior incidência na população feminina, responsável por cerca de 20% de todos os casos de câncer no mundo, além de representar a maior causa de mortalidade por câncer entre mulheres (NOVAES *et al*., 2006). Estima-se para o ano de 2012 um total de 52.680 novos casos de câncer de mama no Brasil, com risco provável de 52 casos a cada 100 mil mulheres. No Centro-Oeste estima-se 47 novos casos para 100.000 mulheres, sendo 1320 casos para o Estado de Goiás. A maioria desses casos ainda é diagnosticada em estádios avançados, resultando em tratamentos mutiladores e de alta taxa de mortalidade, e de maiores custos para a saúde (BRASIL, 2012).

As neoplasias mamárias apresentam um bom prognostico quando diagnosticadas precocemente, o que corrobora a importância das ações dos profissionais envolvidos na atenção a saúde (RABI, BANERJEE, 2008).

Para que essas ações apresentem maior efetividade se faz necessário um embasamento cientifico dos profissionais de saúde, principalmente da atenção primaria, que são os profissionais que mais carecem destas informações e são também os primeiros a entrar em contato com a paciente e proporcionar a rapidez do diagnostico, podendo mudar assim drasticamente seu prognóstico (FREITAS-JUNIOR *et al*., 2006).

Essas informações instrumentalizam o profissional de saúde da atenção básica não somente na busca do diagnóstico, mas também para que possa assumir um papel educativo, oferecendo a população informações que lhe auxiliem na prevenção primaria do câncer de mama (HUMPHREY *et al*., 2002; UK, 1999).

Considerando a importância da identificação desse conhecimento bem como das ações e práticas dos profissionais da atenção básica referentes ao tema ‘’ câncer de mama’’ foi desenvolvido esse estudo, que teve como objetivo caracterizar as ações de prevenção e detecção precoce do câncer de mama de profissionais de saúde da Atenção Básica, bem como identificar o conhecimento de profissionais de saúde da atenção básica sobre os fatores de risco, sinais e sintomas e medidas de prevenção primária e secundária do câncer de mama.

## METODOLOGIA

O estado de Goiás é divido em 17 regionais de saúde. Foram contatadas 12 regionais de saúde objetivando a pactuação entre os gestores locais e a equipe executora do projeto.

Após a pactuação ocorreu o deslocamento da equipe executora até cidade sede da regional de saúde onde foi realizado um curso de capacitação sobre prevenção e detecção precoce do câncer de mama.

Foi aplicado um questionário, validado, abordando fatores de risco, sinais e sintomas e medidas de detecção do câncer de mama, para todos os participantes do curso antes do inicio do mesmo e após a aplicação do Termo de Conhecimento Livre e Esclarecido. Outro questionário, também validado, foi aplicado abordando as estratégias utilizadas nas ações de prevenção e detecção precoce do câncer de mama pelos profissionais da atenção básica.

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – CEP/HC/UFG, sob o número 037/2011.

## RESULTADOS

Nesse estudo foram avaliados 1133 profissionais (Tabela 1) de saúde da Atenção Básica de 113 municípios de nove Regionais de Saúde do Estado de Goiás. As regionais que foram visitadas e convidadas a participarem da pesquisa foram Estrada de Ferro (Sede Catalão), Oeste I (Sede Iporá), Oeste II (Sede São Luiz de Montes Belos), Serra da Mesa (Uruaçu), Norte (Sede Porangatu), Entorno Norte (Formosa), Nordeste II (Posse), Sudoeste I (Rio Verde), Sudoeste II (Sede Jatai), Central (Sede Goiânia), Centro Sul (Sede Aparecida de Goiânia) e Sul (Sede Itumbiara). No entanto, essas três últimas regionais não pactuaram com o projeto, totalizando como participantes nove regionais de saúde o que corresponde a 46% dos municípios do estado de Goiás.

**Tabela 1: Freqüência dos tipos de profissionais que participaram do estudo - Goiás**

| Profissionais | n | % |
|---|---|---|
| Médico | 15 | 1,3 |
| Enfermeiro | 230 | 20,3 |
| ACS | 671 | 59,2 |
| Outros | 210 | 18,5 |
| S/R | 7 | 0,6 |
| Total | 1133 | 100 |

Por meio de um questionário desenvolvido e validado para esse estudo foi obtido o nível de conhecimento dos profissionais de saúde da atenção básica sobre prevenção e detecção precoce do câncer de mama. O percentual de profissionais que consideraram fator de risco para câncer de mama: ser mulher, ter mais de 40 anos, nuligesta, parente de 1º grau com câncer de mama, etilismo, idade da menarca e menopausa, obesidade e idade na primeira gestação foi de 54%, 78%, 41%, 90%, 40%, 19%, 29% e 22%. Também consideraram como fator de risco: mastalgia (48%), cisto mamário (58%) e tabagismo (66%) (Figura 1).

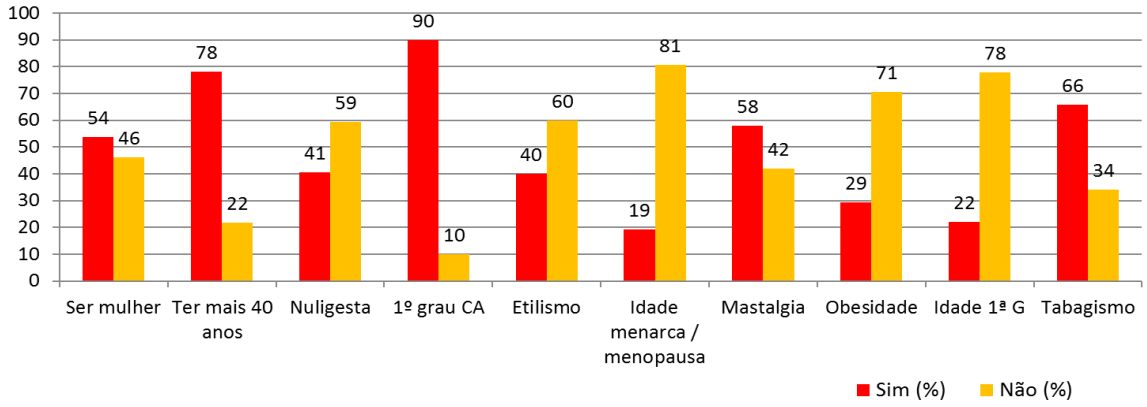



**Figura 1 : Conhecimento dos profissionais sobre os fatores de risco para câncer de mama.**

Quando questionados sobre queixas e alterações que podem sugerir câncer de mama, as mais frequentes foram presença de nódulo (95%) e secreção mamilar sanguinolenta ou transparente (70%). A retração mamilar e abaulamento da pele somente foram considerados como alterações sugestivas de câncer por 35% e 31% dos profissionais (Figura 2).

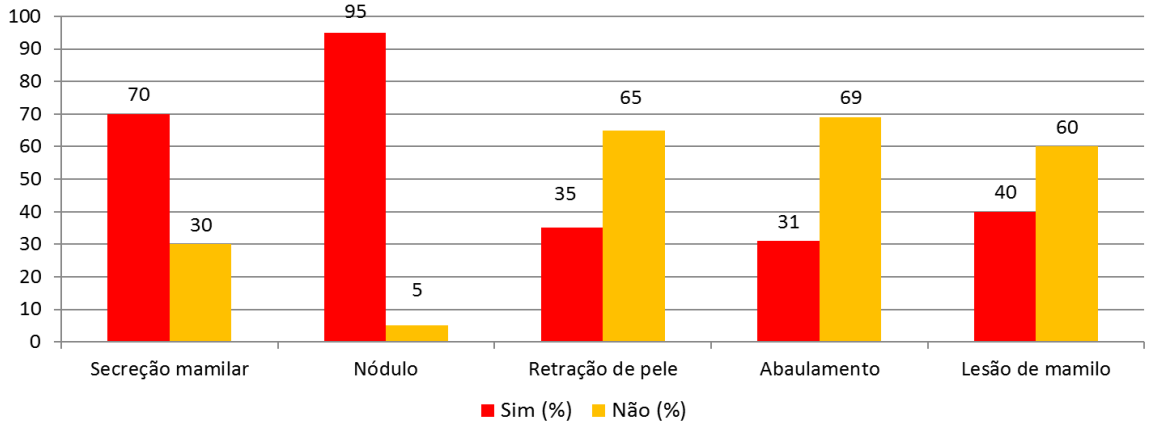



**Figura 2 : Conhecimento dos profissionais sobre sinais e sintomas do câncer de mama.**

Também foram caracterizadas ações dos profissionais de saúde da atenção básica sobre prevenção e detecção precoce do câncer de mama. Essa caracterização foi realizada através do questionamento de qual estratégia (consulta individual, grupos educativos, visita domiciliar e nenhuma) o profissional de saúde utiliza nas ações de saúde a respeito do câncer de mama. A consulta individual e os grupos educativos foram relatados por 56,2 e 51,7% respectivamente. 64,9% referiram à visita domiciliar como a estratégia nas ações de prevenção do câncer de mama e somente 0,7% afirmou não utilizar nenhuma estratégia com esse fim.

## DISCUSSÃO

Para que estratégias de prevenção ao câncer de mama sejam formuladas e efetivadas satisfatoriamente, faz-se necessário um embasamento científico dos profissionais de saúde envolvidos neste propósito, justificando assim, a necessidade de educação permanente nos serviços de atenção básica com vistas a instrumentar o profissional de saúde para mudança dessa realidade.

Deve-se ressaltar que a caracterização do conhecimento desse profissional de saúde permitirá que as estratégias de educação em saúde sejam verdadeiramente efetivas. Desta forma esse projeto obteve dados que poderão ser utilizados com esse fim e possibilitará o aprimoramento das políticas publicas de saúde sobre o câncer de mama no estado de Goiás.

Nesse projeto o conhecimento dos profissionais de saúde nas regionais estudadas demonstra a necessidade que ações de repasse de informações sobre o câncer de mama se fazem necessário, uma vez que identificamos um conhecimento inadequado sobre essa neoplasia que representa a principal causa de mortalidade por câncer entre as mulheres goianas.

Outro ponto relevante desse projeto foi a identificação das ações desenvolvidas pelos profissionais de saúde da atenção básica sobre prevenção e detecção precoce do câncer de mama, demonstrando uma necessidade iminente de melhorias dessas estratégias.

## CONCLUSÃO

Existe um conhecimento sobre a prevenção e detecção precoce do câncer de mama, porém este não é uniforme entre as regionais. A visita domiciliar foi identificada como a

estratégia mais frequente entre as ações de prevenção e detecção precoce do câncer de mama de profissionais de saúde da Atenção Básica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto permitiu um melhor conhecimento da realidade local de cada Regional de Saúde, no que se refere às ações de prevenção e detecção precoce do câncer de mama. As visitas "in loco" permitiram estabelecer um melhor vínculo entre os gestores locais e os profissionais envolvidos nesse projeto, facilitando a execução de outras ações no futuro. Esse conhecimento permitirá aos gestores, que tracem estratégias de políticas públicas adequadas e que as decisões sejam tomadas de forma individualizada, atendendo as demandas locais.

## REFERÊNCIAS

NOVAES HMD, BRAGA PE, SCHOUT D. Fatores associados à realização de exames preventivos para câncer nas mulheres brasileiras, PNAD 2003. Ciências Saúde Coletiva. 2006;11(4):1023-35.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação Geral de Ações Estratégicas. Coordenação de Prevenção e Vigilância. Estimativa 2012: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2012. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/estimativa20122111.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2013.

RABI T, BANERJEE S. Novel synthetic triterpenoid methyl 25-hydroxy-3-oxoolean-12-en-28-oate induces apoptosis through JNK and p38 MAPK pathways in human breast adenocarcinoma MCF-7 cells. Mol Carcinog. 2008;47(6):415-23.

FREITAS NMA, FREITAS-JÚNIOR R, CURADO MP, et al. Tendência da incidência e da mortalidade do câncer de mama em Goiânia: análise de 15 anos (1988-2002). Rev Bras Mastol 2006; 16 (1): 17-22.

HUMPHREY LL, HELFAND M, CHAN BK, Woolf SH. Breast cancer screening: a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2002;137(5 Part 1):347-60.

UK (United Kingdom Trial of Early Detection of Breast Cancer Group). 16-year mortality from breast cancer in the UK Trial of Early Detection of Breast Cancer. *Lancet* 1999;353:1909-14.

# OCORRÊNCIA DE HISTOPLASMOSE EM PACIENTES HIV/AIDS NOS ANOS DE 2007 A 2010 EM GOIÂNIA, GO.

FERREIRA, Evelyn Martins de Araújo; TREMÉA, Carolina Martins; SILVA, Thaísa Cristina; ABRÃO, Fernando Yano; SOUZA, Lúcia Kioko Hasimoto

Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública - http://www.iptsp.ufg.br/

**Resumo**

Este trabalho descreve os aspectos epidemiológicos e clínico-laboratoriais de histoplasmose disseminada (HD) em pacientes com portadores do vírus da imunodeficiência adquirida (HIV), internados no Hospital de Doenças Tropicais Dr. Anuar Auad em Goiânia, durante o período de quatro anos. Um total de 98 pacientes HIV positivos tiveram diagnóstico de HD, sendo 75,5% do sexo masculino e 24,5% feminino, com idade entre 17 a 72 anos. A maioria dos pacientes possuíam grau de escolaridade fundamental incompleto, eram provenientes do interior do estado de Goiás e exerciam atividades relacionadas ao lar ou rurais. Os sintomas mais comuns relatados pelos pacientes foram febre, perda de peso e astenia. Concomitantemente à histoplasmose, observou-se a presença de co-infecções fúngicas como candidíase oral e pneumocitose. Exames laboratoriais demostraram aumento no nível sanguíneo de desidrogenase lática e aspartato aminotransferase em mais de 70% dos pacientes e contagem de células $CD_4 < 150$ células/$mm^3$ em 81% dos casos. Apesar a instituição do tratamento com anfotericina B, 75,5% dos pacientes foram a óbito, a maioria não faziam o uso ou uso irregular da terapia antirretrovirais. O presente estudo demonstra que a HD é uma infecção grave, com alta incidência e mortalidade em indivíduos HIV/AIDS em Goiás.

Palavras chave: Histoplasmose, HIV/AIDS, infecções fúngicas.

## Introdução

A histoplasmose é uma micose sistêmica que tem como agente etiológico *Histoplasma capsulatum* (Borges et al., 1997), que é fungo dimórfico, geofilico, que se apresenta em saprofitismo e nas culturas à temperatura ambiente sob a forma filamentosa (Filho et al., 2009). A histoplasmose é uma das infecções oportunistas potenciais e bastante frequente em muitas áreas geográficas, apresentando-se sob diferentes formas clínicas, mimetizando outras doenças, sob a forma de surtos epidêmicos e, principalmente, associados a quadros de imunossupressão (Casotti et al., 2006; Filho et al., 2009).

A histoplasmose tem uma distribuição mundial, tendo sido diagnosticada em mais de 60 países em todos os continentes (Chang et al., 2007), sendo a micose sistêmica mais prevalente nas Américas (Casotti et al., 2006; Brilhante et al., 2012). Altas taxas de mortalidade foram observadas principalmente em países em desenvolvimento (Mora et al., 2007).

Até o aparecimento da AIDS, a histoplasmose, especialmente as formas disseminadas, era uma doença rara, limitada a certas regiões endêmicas; desde então, é uma complicação frequente e grave em pacientes infectados por HIV (Uribe et al., 2010). Nestes pacientes a doença geralmente aparece nos estágios avançados da infecção, associada a contagens de linfócitos $CD_4$ menores que 100/ µL (Uribe et al., 2010).

Em indivíduos imunocompetentes, a infecção costuma ser assintomática e quando causa a doença, a infecção é autolimitada ou localizada, enquanto a infecção disseminada ocorre, em geral, em imunodeprimidos (Borges et al., 1997; Unis et al., 2004). A histoplasmose disseminada (HD) é uma infecção oportunista definidora de AIDS em 22-85% dos pacientes de áreas endêmicas (Pontes et al., 2010).

*H. capsulatum* é associado a solo ácido, com umidade relativa elevada e temperatura entre 20 e 30°C, que são condições que favorecem o seu crescimento (Filho et al., 2009). Cresce especialmente em locais com alta concentração de morcegos e/ou excrementos de aves, tais como cavernas, casas antigas e/ou abandonadas, galinheiros antigos. Nesses locais contaminados o fungo acelera sua esporulação, cresce na sua forma de micélios e produz microconídios abundantes, que se dispersam no ar e podem ser inalados pelos seres humanos e muitos outros animais susceptíveis (Chang et al, 2007; Filho et al., 2009).

Pessoas envolvidas em profissões ou atividades de risco para o contato com fezes de morcego ou pássaro colonizadas por *H. capsulatum*, como por exemplo trabalhadores de construção e demolição, restauradores de prédios históricos ou abandonados, agricultores, jardineiros, instaladores de sistemas de ar condicionado, serviços gerais e exploradores de cavernas, são mais propensas a contrair a infecção (Mata-Essayag et al., 2008). Correntes de ar carreiam esporos por quilômetros de distância expondo indivíduos que não estavam em contato com áreas contaminadas, fazendo com que a histoplasmose emergisse como um problema em muitas áreas urbanas, embora fosse uma vez considerada principalmente uma doença das comunidades rurais (Mata-Essayag et al., 2008; Filho et al., 2009).

Esta micose apresenta um amplo espectro de manifestações clínicas, que dependem do estado imunológico e anatomia do hospedeiro, bem como da concentração de propágulos

fúngicos inalados (Unis et al., 2005; Mora et al., 2007). Ainda que sua expressão clínica seja muito variável, as manifestações mais frequentes são febre, sintomas respiratórios e lesões mucocutâneas (Uribe et al., 2010).

O diagnóstico geralmente é difícil, pois suas características clínicas e laboratoriais são rotina comum a outras complicações associadas a AIDS, como tuberculose, pneumocitose e demais infecções sistêmicas (Uribe et al., 2010). O diagnóstico é habitualmente feito por morfologia característica dos elementos fúngicos vistos ao microscópio, e os patógenos são prontamente cultivados a partir de tecidos infectados e sangue (Rinaldi, 1995).

O tratamento da histoplasmose depende da gravidade da infecção, manifestações clínicas e fatores de risco individuais (Brilhante et al., 2012). O prognóstico é bom em pacientes com doença leve, e nos quais o diagnóstico rápido permite a administração precoce do tratamento. No entanto, a taxa de mortalidade pode ser alta, especialmente em pacientes imunodeprimidos ou com histoplasmose grave, podendo alcançar 47-70% (Uribe et al., 2010).

A região Centro-Oeste conta com uma carência de estudos, o que justifica a investigação de fatores epidemiológicos, clínicos e evolutivos de pacientes com HD e AIDS em Goiás, visando a implementação de medidas profiláticas aos pacientes imunodeprimidos.

**Objetivos**

Este estudo se propõe a caracterizar a epidemiologia da histoplasmose em pacientes HIV/AIDS em Goiás através de análise retrospectiva realizada durante o período de janeiro 2007 a dezembro de 2010.

**Metodologia**

O estudo foi realizado no Hospital de Doenças Tropicais Dr. Anuar Auad (HDT), referência para o atendimento de portadores da infecção pelo HIV/aids em Goiás. Os dados foram coletados dos prontuários dos pacientes no Setor de Divisão de Estatística e Arquivo Médico (DEAM), organizado em Sistema de Arquivo Médico e Estatístico (SAME) e em arquivo morto.

A população foi constituída por pacientes com aids, segundo o critério do CDC (Brasil 2004), de ambos os sexos e todas as faixas etárias, com diagnóstico de HD, atendidos durante o período entre janeiro de 2007 a dezembro de 2010. Foram incluídos todos os pacientes com aids e diagnóstico confirmado de HD, através do exame anexado no formulário, cuja confirmação tenha sido feita pelos seguintes critérios: visualização do fungo por pesquisa

direta, evidência histopatológica em qualquer sítio e/ou isolamento do fungo em meios de cultura. Foi preenchido um formulário de cada paciente contendo informações com variáveis relacionadas aos dados sóciodemográficos, epidemiológicos, clínicos e laboratoriais. Os dados foram analisados através do software Epi Info versão 3.5.3.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Doenças Tropicais Dr. Anuar Auad sob o número de protocolo n°023/2011.

**Resultados**

Durante o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2010, 98 pacientes portadores do vírus HIV tiveram diagnóstico confirmado de HD. Desses, 75,5% (74) eram do sexo masculino, com idade entre 21 e 72 anos (média de 38,6 anos) e 24,5% (24) eram do sexo feminino, com idade entre 17 e 51 anos (média de 36,8 anos).

Com relação aos dados de profissão, as mais frequentes foram atividades no lar e lavradores, com 25 casos. A Tabela 1 mostra as principais atividades exercidas pelos pacientes.

**Tabela1 -** Profissões exercidas pelos 98 pacientes com HD e HIV/AIDS.

| **Profissões** | **n (%)** |
|---|---|
| Do Lar | 14 (14,3) |
| Lavrador | 11 (11,2) |
| Serviços Gerais | 9 (9,2) |
| Pedreiro | 7 (7,1) |
| Autônomo | 4 (4,1) |
| Cabeleireiro | 3 (3,1) |
| Comerciante | 3 (3,1) |
| Costureiro | 3 (3,1) |
| Estudante | 3 (3,1) |
| Motorista | 3 (3,1) |
| Outros | 37(37,6) |
| Sem dados | 1 (1) |

A análise da procedência de 96 dos pacientes permitiu observar que 29,2% (28) eram de Goiânia; 66,8% (64) eram do interior de Goiás, com Caldas Novas (5), Aparecida de Goiânia (3) e Morrinhos (3) entre as principais e 4,1% (4) eram procedentes dos estados Maranhão, Minas Gerais, Pará e Paraná.

| Escolaridade | n (%) |
|---|---|
| Fundamental completo | 9 (13,9) |
| Fundamental incompleto | 35 (53,9) |
| Médio completo | 13 (20) |
| Médio Incompleto | 4 (6,0) |
| Superior completo | 0 (0,0) |
| Superior incompleto | 2 (3,1) |
| Analfabeto | 2 (3,1) |
| Total | 65 (100) |

Do total de 98 pacientes, 65 deles informaram seus respectivos graus de escolaridade, sendo que desses, apenas 2 chegaram ao ensino superior e 44 não passaram do ensino fundamental. Os dados estão mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2 -** Grau de escolaridade dos pacientes com HD e HIV/AIDS.

Os pacientes relataram febre como sintoma geral mais comum, sendo também observados perda de peso e astenia. Tosse, dispnéia e dor torácica foram os sintomas pulmonares mais frequentes, enquanto que os sintomas digestivos apresentados foram diarréia, vômitos, dor abdominal, epigastralgia, e náuseas (Tabela 3).

**Tabela 3 -** Principais manifestações clínicas apresentadas por 98 pacientes com HD e HIV/AIDS.

| Manifestações clínicas | n(%) |
|---|---|
| **Sintomas gerais** | |
| Febre | 80 (81,6) |
| Perda de peso | 54 (55,1) |
| Astenia | 53 (54,1) |
| Hepatomegalia | 38 (38,8) |
| Inapetência | 31 (31,6) |
| Lesões de pele | 26 (26,5) |
| Esplenomegalia | 24 (24,5) |
| Cefaléia | 20 (20,4) |
| Adenomegalia | 13 (13,3) |
| Caquexia | 7 (7,1) |
| **Sintomas pulmonares** | |
| Tosse | 67 (68,4) |
| Dispinéia | 46 (46,9) |
| Dor torácica | 13 (13,3) |
| **Sintomas digestivos** | |
| Diarréia | 49 (50) |
| Vômitos | 39 (39,8) |
| Dor abdominal | 23 (23,5) |
| Epigastralgia | 15 (15,3) |
| Náuseas | 15 (15,3) |

O diagnóstico da histoplasmose foi realizado através de hemocultura em 70,4 (69) dos pacientes, pela observação de leveduras no interior de monócitos no exame de sangue periférico em 44,9% (44) e 21,4% (21) por biópsia de pele. A cultura de outros materiais como líquor, escrarro, medula também permitiram isolar o *H. capsulatum*. A realização de

mielograma de dois pacientes demonstrou a presença da levedura intracelular característica. Em 38 pacientes foi possível diagnosticar a HD em 2 ou mais espécimes clínicos. O infiltrado pulmonar foi o achado radiológico mais freqüente, presente em (73,5%) dos pacientes, sendo que apenas 34 realizaram o exame de raio-X.

A contagem de células $CD_4$ foi realizada em 58 pacientes, sendo que destes, 81% (47) possuíam contagem menor que 150 células/µL e 19% (11) apresentaram contagem acima de 150 células/mm³.

Concomitantemente à histoplasmose, 43 pacientes apresentaram co-infecções fúngicas, entre as principais a candidíase oral 37,2% (16/43) e pneumocistose em 28% (12/43). Alguns pacientes apresentaram mais de uma espécie fúngica associada a HD (Tabela 4).

**Tabela 4** – Co-infecções fúngicas apresentadas por pacientes com HD e HIV/AIDS.

| **Co-infecções fúngicas** | **n (%)** |
|---|---|
| Candidíase oral | 16 (37,2%) |
| Pneumocitose | 12 (28%) |
| Fungo não especificado | 5 (11,6%) |
| Criptococose + Candidíase oral | 1 (2,3%) |
| Criptococose + Pneumocitose | 1 (2,3%) |
| Candidíase oral + Pneumocitose | 6 (14%) |
| Candidíase oral + Pneumocitose + Fungo não especificado | 1 (2,3%) |
| *Ptiríase versicolor* + Fungo não especificado | 1 (2,3%) |
| Total | 43 (100%) |

Os resultados dos exames laboratoriais realizados em alguns pacientes por ocasião do diagnóstico estão na Tabela 5.

**Tabela 5 –** Resultados de exames realizados em pacientes com HD e HIV /AIDS.

| **Achados** | **n** | **%** |
|---|---|---|
| **Pancitopenia** | 15/95 | 15,8 |
| **Creatinina mg/dL** | | |
| ≥1,5 | 18/89 | 20,2 |
| <1,5 | 71/89 | 79,8 |
| **Uréia mg/dL** | | |
| ≥40 | 41/88 | 46,6 |
| <40 | 47/88 | 53,4 |
| **DHL UI/L** | | |
| ≥480 | 43/55 | 78,1 |
| <480 | 12/55 | 21,9 |
| **AST UI/L** | | |
| ≥45 | 59/82 | 72 |
| <45 | 23/82 | 28 |
| **ALT UI/L** | | |
| ≥43 | 47/81 | 58 |
| <43 | 34/81 | 42 |

DHL, desidrogenase láctica; AST, aspartatoaminotransferase; ALT, alanina aminotransferase.

Após o diagnóstico da HD, foi instituído o tratamento convencional com anfotericina B em 84,7% (83) dos pacientes. A análise dos prontuários permitiu verificar que dos 98 pacientes 23 (23,5%) receberam alta, 74 (75,5%) foram a óbito, sendo que nos dados de 1 (1%) paciente não foi descrito a sua evolução.

A aplicação da terapia antirretroviral entre os 74 pacientes que foram a óbito mostrou que 60,8% (45) não faziam uso de antirretrovirais enquanto 24,3% (18) faziam uso irregular desta terapia e apenas 14,9% (11) faziam seu uso regular. Dos 23 pacientes que receberam alta, 8 (34,8%) relataram uso regular de antirretrovirais, 7 (30,4%) faziam uso irregular enquanto que 8 (34,8%) não faziam uso.

Após alta hospitalar, os dados mostraram que a terapia de manutenção com itraconazol foi prescrita para 11 pacientes (47,8%), o fluconazol para 4 (17,4%) e para 8 (34,8%) pacientes não foi indicada a terapia de manutenção.

O estudo da sazonalidade da histoplasmose em nosso meio permitiu verificar a ocorrência de casos de histoplasmose durante todo ano, sendo que a maioria dos casos ocorreu no intervalo de junho a agosto (Figura 1).

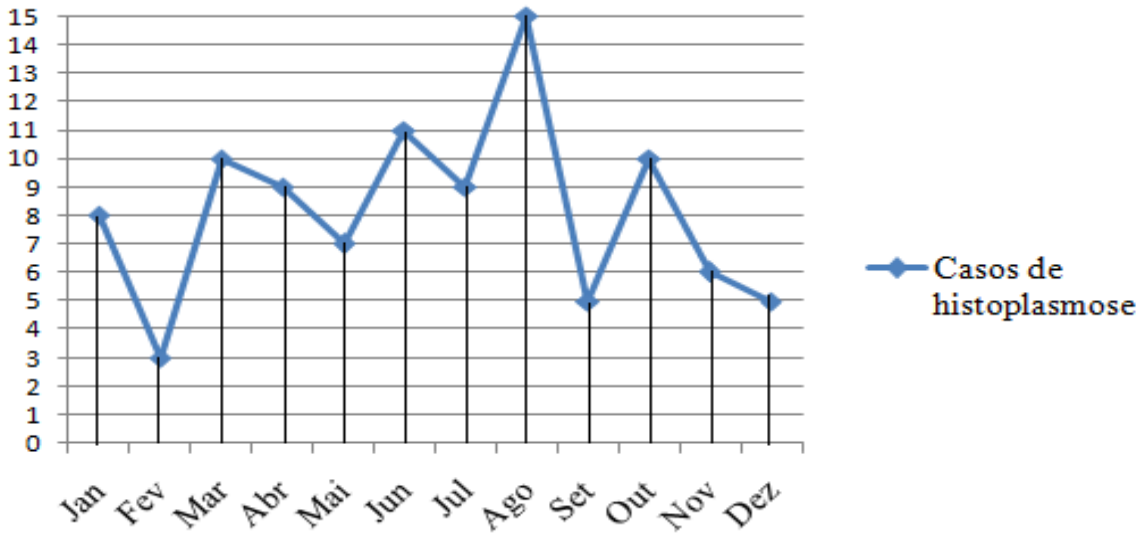



**Figura 1** - Distribuição mensal dos casos de HD e HIV/AIDS durante o períodode 2007 a 2010.

Dentre os fatores de risco para a aquisição da histoplasmose, não foi relatados pelos 98 pacientes analisados o contato com ambientes como cavernas, grutas, galinheiros ou construções antigas.

**Discussão**

*H. capsulatum* pode ser considerado um dos mais importantes patógenos oportunistas atualmente, principalmente pela sua relação com pacientes com AIDS. As infecções disseminadas que são frequentemente fatais, particularmente em pacientes com número de $CD_4$ menor que 150 células/$mm^3$, em baixa adesão à terapia antirretroviral (TARV) (Brilhante et al., 2012).

No começo do século XXI, um aumento foi notado no número de casos de histoplasmose, como pode ser observado no estudo realizado no Ceará por Brilhante et al. 2012 em que no período de 1995 a 2004, foram relatados 164 casos e entre 2006 e 2010, 208 casos. Em nosso estudo foram 98 casos foram diagnosticados num período de 4 anos (2007 – 2010).

A prevalência de cerca de 80% dos pacientes do sexo masculino apresentadas em nossa região são similares aos relatos da literatura que mostram uma variação entre 72 a 82% (Borges et al 1997; Mata-Essayag et al, 2008; Daher et al., 2006; Brilhante et al., 2012).

A histoplasmose que se caracteriza por acometer extremos de idade na sua forma disseminada, não apresenta este comportamento em pacientes com AIDS, já que a maioria destes adquire a doença quando adulto jovem (Unis et al., 2004), corroborando esta afirmação a média de idade encontrada no presente estudo foi de 33 a 38 anos. As atividades desenvolvidas pelos pacientes em nosso estudo, como lavrador e pedreiro, são de risco ocupacional devido à exposição aos conídios do *H. capsulatum* presentes na areia ou no solo que podem ser aerossolizados (CDC, 2004).

A maioria dos pacientes era procedente da região Central e Sul de Goiás, sugerindo serem essas regiões endêmicas, tornando importante a realização de estudos que levem ao isolamento e identificação ambiental do fungo para confirmação deste dado.

O perfil de baixa escolaridade dos pacientes analisados demonstrou que a maioria cursou apenas o ensino fundamental e nenhum deles chegou a terminar um curso superior. Esse dado sugere que pacientes com pouca informação não procuram cuidados médicos às primeiras manifestações da infecção pelo HIV, implicando em diagnóstico tardio.

Os sintomas gerais dos pacientes co-infectados com HIV/*H. capsulatum* foram similares aos de outros relatos na literatura, evidenciando sintomas gerais, sintomas respiratórios e hepatoesplenoegalia, relacionados às manifestações clínicas decorrentes da infecção. A adenomegalia, um sinal frequentemente relatado no exame físico em até 57% dos casos (Brilhante et al., 2012; Borges et al., 1997; Nacher et al., 2006) foi descrita 13 pacientes em nosso estudo (13,3%), enquanto que lesões cutâneas observadas em 26,5% dos pacientes foram superiores aos dados apresentados no estudo no Ceará (17,3%) e menores que os de Uberlândia (38.8%) (Brilhante et al., 2012; Borges et al., 1997).

O diagnóstico da histoplasmose é muito difícil de ser realizado e algumas vezes é necessária a utilização de métodos invasivos. A cultura de amostras biológicas constitui o padrão-ouro para o diagnóstico de micoses sistêmicas, apesar de existirem técnicas mais sensíveis e específicas (Mata-Essayag et al., 2008; Zancopé et al., 2006). Neste estudo, 73,5% dos pacientes foram diagnosticados através de hemocultura, método com sensibilidade de 85% (Zancopé-Oliveira et al., 2006).

O infiltrado pulmonar intersticial é o padrão de raio-X torácico mais comum, observado neste trabalho em 73,5% dos casos, é superior ao achado de Pontes et al., 2010 (45%) e em Mora et al., 2007 (61,4%). Apesar de este achado ser frequente, não pode ser

considerado como critério diagnóstico uma vez que outras doenças como pneumocistose e tuberculose têm achados radiológicos similares (Unis et al., 2004).

Imunossupressão celular avançada é o fator de risco mais importante para desenvolvimento da HD (McLeod et al., 2011) e foi observada através de contagens de CD4<150 células/mm³ em 81% (47/58) dos pacientes deste estudo. Valores menores que estes (100 células/mm³) foram relatados em dois estudos em 74,4% e 94,3% dos pacientes, respectivamente (Pontes et al., 2010 e Mora et al., 2007).

Candidíase oral, uma manifestação clínica muito comum em pacientes HIV/AIDS (Rinaldi et al., 1996), foi encontrada em 24 pacientes (24,4%), estando em concordância com a literatura em que mostra que esta infecção fúngica ocorre entre 14,3% a 36,8% do pacientes (Unis et al., 2004, Uribe et al., 2010, Mora et al.)

De acordo com os exames laboratoriais realizados, a média dos níveis de uréia e creatinina se encontravam abaixo dos valores de referência, sendo que em 79,8% dos pacientes os níveis de creatinina eram menor que 1,5 mg/dL e em 53,4% os níveis de uréia eram menores que 40 mg/dL. Estas alterações são também relatadas por Pontes et. al onde em 73,8% os níveis de creatinina eram menores que 1,5 mg/dL e a dosagem de uréia menor que 40 mg/dL em 49,6% dos pacientes avaliados. O aumento dos níveis sanguíneos de DHL e AST em mais de 70% dos pacientes provavelmente tenha sido consequência da disseminação do *H. capsulatum*, uma vez que ambas estão presentes no tecido hepático e são liberadas quando ocorre lesão (Brilhante et al, 2012; Pontes et al, 2010)

Neste estudo, 83 (84,7%) pacientes receberam anfotericina B, antifúngico poliênico recomendado para indivíduos com doença grave e pacientes com AIDS que necessitam de hospitalização (Mata-Essayag et al., 2008). A taxa de letalidade observada neste estudo, de 75,5% (74) foi maior do que observado por Daher et al., 2007 (32% de 164 pacientes) e por Chang et al., 2007 (40%). Após alta hospitalar, os dados mostraram que a terapia de manutenção com itraconazol foi prescrita para 11 pacientes (47,8%), o fluconazol para 4 (17,4%) e para 8 (34,8%) pacientes não foi indicada a terapia de manutenção.

Pacientes submetidos à terapia antirretroviral por pelo menos seis meses são menos propensos a desenvolver HD, comparados aos pacientes não tratados (Nacher et al., 2006; Mora et al., 2007). Nossos resultados corroboram com esta afirmação, uma vez a HD ocorreu em 49,4% pacientes que não receberam TARV e 28,4% fizeram uso irregular.

O estudo da sazonalidade demonstrou uma maior ocorrência de HD no segundo semestre do ano, especialmente nos meses de junho a agosto, época em que ocorrem ventanias com muita frequência, facilitando a dispersão dos conídios.

**Considerações Finais**

O presente estudo mostra que a histoplasmose é uma infecção grave, com alta incidência e mortalidade em indivíduos com HIV/AIDS em Goiás. Estes dados demonstram a necessidade de estabelecer medidas para facilitar e tornar mais rápido o seu diagnóstico, especialmente devido à similaridade dos sintomas com outras doenças respiratórias, como a pneumocistose e a tuberculose, de forma a instituir da terapia antifúngica, melhorando assim o prognóstico destes pacientes.

**Referências**

Brasil. *Critérios de definição de casos de AIDS em adultos e crianças*. Ministério da Saúde, Departamento de Brasília-DF, 56pp, 2004.

BRILHANTE, R. S. N. et al. Histoplasmosis in HIV-positive patients in Ceará, Brazil: clinical-laboratory aspects and in vitro antifungal susceptibility of *Histoplasma capsulatum* isolates. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, Ceará, maio 2012.

BORGES, A. S. et al. Histoplasmose em pacientes imunodeprimidos: estudo de 18 casos observados em Uberlândia, MG. Minas Gerais, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.30, n.2, p.119-124, mar 1997.

CASOTTI, J.A.S. et al. Disseminated Histoplasmosis in HIV positive patients in Espirito Santo State, Brazil: a clinical-laboratory study of 12 cases (1999-2001). **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 10, n. 5, p.327-330, out 2006.

CDC, Center for Disease Control and Prevention - Histoplasmosis: Protecting Workers at Risk, dez 2004.

CHANG, M. R. et al. Study of 30 cases of histoplasmosis observed in Matogrosso do Sul state, Brazil. MatoGrosso do Sul, **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.49, n.1, p.37-39, jan 2007.

Daher, E. F. et al. Clinical and laboratory features of disseminated histoplasmosis in HIV patients from Brazil. Tropical **Medicine & International Health**, 12:1108–15, 2007.

FILHO, A. D. et al. Histoplasmose no Nordeste do Brasil. Relato de três casos. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, XV (1): 109-114, 2009.

MATA-ESSAYAG, S. et al. Histoplasmosis: A study of 158 cases in Venezuela, 2000-2005. Venezuela, **Medicine**, v.87, n.4, p.1-10, jul 2008.

MCLEOD, D. S. A. et al. Histoplasmosis in Australia. Report of 16 cases and literature review. **Medicine**, Queensland, v.90, n.1, p.61-68, jan 2011.

MORA, D. J. et al. Disseminated histoplasmosis in acquired immunodeficiency syndrome patients in Uberaba, MG, Brazil. **Mycoses**, Minas Gerais, v.51, p.136-140, ago 2007.

MS, 2004. Critérios de definição de casos de AIDS. Série Manuais, n° 60. Brasil, 2004. 2°ed.

NACHER, M. et al. Increased incidence of disseminated histoplasmosis following highly active antiretroviral therapy initiation. Guiana Francesa, **Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes**, v.41, n.4, p.468-470, abr. 2006.

PONTES, L. B. et al. Características clínico-evolutivas de 134 pacientes com histoplasmose disseminada associada a SIDA no estado do Ceará. Ceará, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.43, n.1, p.27-31, fev 2010.

RINALDI, M. G. Epidemiology of mycoses in the HIV-infected patients: clinical aspects. Texas, **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.6, p.131-134, nov. 1995.

UNIS, G. et al. Histoplasmose disseminada no Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.37, n.6, p.463-468, nov. 2004.

UNIS, G. et al.Histoplasmose pulmonar aguda do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 31 (1): 52-9, 2005.

URIBE, G.V. et al. Histoplasmosisen pacientes consida.Unestudio de cohorteen Medellín, Colombia. **Infectio**, 14(S2): S99-S106, 2010.

WHEAT, L.J.et al**.** Factors Associated with Severe Manifestations of Histoplasmosis in AIDS**. Clinical Infectious Diseases**, 30:877–81, 2000.

ZANCOPÉ-OLIVEIRA, R. M. et al. Diagnosis of histoplasmosis. Rio de Janeiro, **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.1-13, fev 2006.

**Revisado pelo orientador**

# A PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE PROFESSORES: UM ESTUDO INTERINSTITUCIONAL DA REGIÃO CENTRO-OESTE[1]

Fabrícia Nunes da Silva[2]

Profa. Dra. Ruth Catarina Cerqueira Ribeiro de Souza[3]

Kelry Alves Gonçalves[4]

Faculdade de Educação / Universidade Federal de Goiás

fabriciaufg@gmail.com – ruthcatarina@gmail.com – kelryag@gmail.com

**RESUMO**

Esta pesquisa, título "A produção acadêmica sobre professores: um estudo interinstitucional da Região Centro-Oeste", liga-se a Redecentro - Rede de Pesquisadores sobre professores(as) do Centro-Oeste) que envolve os seguintes Programas de Pós-Graduação em Educação da Região Centro-Oeste: Programa de Pós-Graduação em Educação FE/UFG, Programa de Pós-Graduação em Educação IE/UFMT, Programa de Pós-Graduação em Educação FE/UFMS, Programa de Pós-Graduação em Educação FE/UFU, Programa de Pós-Graduação em Educação FE/UnB, Programa de Pós-Graduação em Educação GAPP/IFE/UNIUBE, e Programa de Pós-Graduação em Educação PROPESQ/UFT. Assim, abarca professores-pesquisadores, bolsistas de Iniciação Científica, mestrandos, doutorandos e colaboradores. Quanto à **metodologia** desenvolvida envolve ler na integra os textos completos das produções, pois, em sua maioria, as informações trazidas nos resumos não traduzem o trabalho desenvolvido pelos mestrandos ou doutorandos e também não fornecem elementos consistentes para a investigação. Fundamentando-se nessa leitura integral das obras, busca-se catalogar e discuti-las com o grupo. Com relação aos **resultados** obtidos, na primeira fase da Pesquisa (1999-2005), 360 dissertações foram analisadas, dessas 20% das dissertações, com o tema "professores(as)" em cada instituição, foram selecionadas para aprofundamento das análises. Todas foram lidas na íntegra e analisadas, resultando no universo de 66 dissertações (SOUZA; MAGALHÃES, 2011b). Esta pesquisa compõe a segunda fase das pesquisas desenvolvidas pela Redecentro que procurará analisar a produção acadêmica referente ao período 2006-2009 fechando uma década de análise da produção, cujos dados irão compor o Banco de Dados da Rede ajudando no desenvolvimento de pesquisa sobre professores do Centro-Oeste.

**Palavras-chave:** pesquisa interinstitucional; Centro-Oeste; professores(as); método.

[1] Artigo "revisado pelo orientador".
[2] Aluna de Iniciação Científica.
[3] Professora Orientadora.
[4] Ex aluna da Iniciação Científica.

## INTRODUÇÃO

A pesquisa "A produção acadêmica sobre professores: um estudo interinstitucional da Região Centro-Oeste" liga-se a Redecentro - Rede de Pesquisadores sobre professores(as) que empenha-se em consolidar-se como grupo, adotando uma dinâmica de trabalho coletivo; fruto de um esforço pela parceria; no diálogo; na negociação e amadurecimento da equipe durante todo o processo de construção e produção do conhecimento. A Rede agrega todos os envolvidos, em todas as etapas de pesquisa desenvolvidas pela Rede, visando o constante aperfeiçoamento da pesquisa e do próprio conhecimento (SILVEIRA *et al*., 2006).

Constituir pesquisas com esse caráter interinstitucional implica certos desafios. Larocca, Rosso e Pietrobelli de Souza (2005), afirmam que elas se desenvolvem a partir de um processo meta analítico da produção existente que, contribui significativamente para analisar os processos adotados na produção do conhecimento.

A pesquisa desenvolvida liga-se aos estudos avaliativos, cujo objeto de estudo é a produção acadêmica dos Programas de Pós-Graduação, sobre a temática professores. Busca permitir a crítica do conhecimento produzido, apontar aspectos positivos e/ou negativos da produção, e impulsionar o investimento na melhoria da produção acadêmica do Centro-Oeste.

Esta pesquisa está vinculada a Linha de Pesquisa "Formação, Profissionalização Docente e Práticas educativas". Seu **principal objetivo** é mapear, descrever e discutir a produção acadêmica (dissertações e teses) que tenham como temática "professores(as)", defendidas nos Programas que compõem a Rede, período 1999 a 2009. A investigação compreende uma primeira fase (1999-2005) que já foi concluída e, inicia com este projeto sua segunda fase que analisará a referida produção, período 2006 a 2009 (SOUZA e MAGALHÃES, 2011a; 2011b).

Como este projeto liga-se a Redecentro, procura desenvolver a mesma metodologia desenvolvida pela Rede na busca de seus objetivos. Conforme especificado no nosso Plano de Trabalho (2011-2012), a **metodologia** implica em: Realizar um estudo orientado e sistematizado sobre temática da pesquisa; Identificar, no programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Goiás (FE/UFG), a produção acadêmica sobre professores(as), no período de 2006 a 2009; Evidenciar a presença dos diferentes temas, referenciais teóricos, metodológicos, conceptuais da educação, do professor, do processo de ensino-aprendizagem nas dissertações e teses sobre professores; Contribuir para subsidiar estudos, pesquisas e reflexões sobre o tema; Detectar nos trabalhos

lacunas, apontando temas e referenciais teóricos ausentes ou insuficientemente explorados; Contribuir para o aprimoramento das produções da pesquisa no grupo interinstitucional.

## METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida envolve ler na íntegra os textos completos das produções, pois, em sua maioria, as informações trazidas nos resumos não traduzem o trabalho desenvolvido pelos mestrandos ou doutorandos e também não fornecem elementos consistentes para a investigação. Fundamentando-se nessa leitura integral das obras, busca-se catalogar e discuti-las com o grupo.

As informações catalogadas referem-se a categorias de análise presente no instrumento de pesquisa construído pelo grupo, denominado "Ficha de Análise". Esse instrumento possui as seguintes categorias de análise: a) Temas estudados: formação, profissionalização, prática docente; b) Modalidade: EAD, presencial, semipresencial; c) Problema: a situação da qual o autor parte e desenvolve o texto; d) Questões da pesquisa: as questões que norteiam o trabalho; e) Objetivos: principais e específicos; f) Abordagem do trabalho: qualitativo, quantitativo, quali-quantitativo ou multirreferencial; g) Método: Materialista-Histórico Dialético, Fenomenológico, Positivista; h) Ideário pedagógico: concepção sobre educação, escola, professor e ensino-aprendizagem; i) Tipo de pesquisa: posicionamento do autor para realizar a pesquisa do seu objeto de estudo; j) Procedimento da pesquisa: recursos para coleta e observação dos dados; k) O referencial teórico: o quadro teórico em que se insere o texto, os autores que foram mais citados e buscados para embasar, justificar e contrariar as ideias. Este item está incluso em cada um dos temas anteriores; l) Resultados sobre os quais a pesquisa chegou e sua articulação com os objetivos, problema e a fundamentação do texto; m) Conclusão: a coerência com a problematização, os objetivos e o resultado. Este instrumento tornou-se matriz analítica comum à todas as equipes e representa importante contribuição do grupo para a compreensão da produção acadêmica. Sua utilização contribui significativamente para a formação dos pesquisadores, pois exige estudo constante.

Um requisito importante da Redecentro para leitura dos trabalhos e manuseamento da "Ficha de Análise", na Universidade Federal de Goiás (UFG), é que todo membro do grupo participe ativamente dos grupos de estudos contínuos. Esses são realizados semanalmente e sua programação abrange todas as categorias que integram o instrumento de

análise utilizado. Há atualmente em andamento dois grupos, um para iniciantes da equipe e outro para os que estão mais adiantados no processo.

Essa organização fez-se necessária para atender o caráter formativo dessa pesquisa. No grupo há entrada constante de novos integrantes ao trabalho e isso demanda programar semestralmente os estudos em dois níveis: 1) *Grupo de estudos nível I* prossegue o trabalho de aprofundar seus conhecimentos sobre as seguintes temáticas: pesquisa educacional no Brasil; estado da arte, contexto da pesquisa em educação no Brasil; formação e consolidação do grupo interinstitucional; organização da Pesquisa; divulgação da Pesquisa e de seus resultados; os principais métodos e tipos de pesquisa da área de educação; concepções pedagógicas (educação, escola, professor, processo de ensino-aprendizagem). Todo esse movimento é exigência do próprio instrumento de análise que exige o aprofundamento de leituras que fundamentem as análises das dissertações e teses defendidas nos Programas de Pós-graduação em educação do programa de Pós-graduação em educação da FE/UFG.

O cronograma do *Grupo de Estudos I* envolve o estudo das seguintes unidades: 1) Histórico da Pesquisa – revisando o projeto de pesquisa da REDECENTRO; a formação do grupo interinstitucional; as dificuldades e avanços; a divulgação da pesquisa; a pesquisa em educação no Brasil; 2) Principais métodos, tipos de pesquisa em educação e concepções pedagógicas – o Positivismo, a Fenomenologia e o Materialismo-Histórico Dialético; tipos de pesquisa; concepções pedagógicas de educação e professor; formação, profissionalização e prática docente; organização das dissertações; a constituição, processo e necessidade da "Ficha de Análise", assim como os avanços e dificuldades; discussão sobre os resultados da primeira fase; leitura das produções de 2006-2009 e preenchimento das fichas; 3) Análise individual e coletiva das dissertações e teses a partir do fichamento – leitura, sistematização, apresentação e discussão das produções de 2006 a 2009; 4) Estudo do método Materialismo-Histórico Dialético: principais aspectos teórico-metodológicos – o pensamento de Marx; o método de Marx, suas formulações teórico-metodológicas; a perspectiva da práxis como categoria central do marxismo, a práxis e sua unidade com a teoria; analogias da práxis com a atividade prática; 5) A pesquisa qualitativa: alternativas metodológicas – a dialética em Ciências Sociais; o método dialético materialista na pesquisa em Ciências Sociais; a pesquisa qualitativa olhada para além dos seus procedimentos; o pensar metodológico de pesquisa; 6) A abordagem fenomenológica – sua relação com a educação; os aspectos teórico-metodológicos da pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica; 7) A perspectiva crítica em educação – novas possibilidades para a pesquisa educacional crítica; o rumo do método em tempos de mudanças; a pesquisa educacional crítica e o caráter quantitativo; o

mapeamento da educação crítica; educando os professores para educação crítica; e 8) Análise das dissertações a partir do fichamento – leitura das dissertações (2006-2009), fichamento e sistematização dos dados; a organização de um sistema de informação para armazenamento e disponibilidade de tais fichas.

Para o cumprimento de tal proposta podemos exemplificar as seguintes leituras: Souza e Magalhães (2011); Gamboa (1999), Netto (2011); Vásquez (1990); Triviños (2012); Bicudo (2012); Zeickner e Flessner (2011). Além de outras que foram acrescentadas como complementares.

O *Grupo de Estudos nível II* visa a inclusão dos novos participantes à Pesquisa, foi coordenado por alunos da Pós-graduação com experiência na Pesquisa e na metodologia da Redecentro. As unidades estudadas foram as seguintes: 1) Histórico da Pesquisa – o projeto de pesquisa da REDECENTRO; a formação do grupo interinstitucional; as dificuldades e avanços; a divulgação da Pesquisa; a pesquisa em educação no Brasil; 2) Principais métodos, tipos de pesquisa em educação e concepções pedagógicas – o Positivismo, a Fenomenologia e o Materialismo-Histórico Dialético; tipos de pesquisa; concepções de educação e professor; a formação, profissionalização e prática docente; a organização das produções selecionadas; o instrumento "Ficha de Análise"; o processo de pesquisa da primeira fase (1999-2005); 3) Análise das dissertações a partir do fichamento: a seleção, armazenamento, leitura, preenchimento das fichas, discussões sobre o preenchimento sobre as produções de 2006 a 2009.

Para a discussão sobre a Pesquisa foi estudado o livro organizado por Souza e Magalhães (2011) - Pesquisa Sobre Professores (as); para estudar a concepção de educação e de professor utilizam-se os autores Mizukami (Ensino: as abordagens do processo /1986) e Gadotti (Perspectivas atuais da educação/2000); no embasamento dos tipos de pesquisa estão Oliveira (2001) e Triviños (1992); à luz de Fazenda (2002) e com Gamboa (1996) estudou-se os tipos de métodos. Por fim a respeito da formação, profissionalização e prática docente estudamos Guimarães (2006).

Além desses autores, outros foram acrescidos pelo grupo, como textos complementares e ainda artigos produzidos pelos pesquisadores do grupo. Esse estudo é exigência da Rede e imprescindível para o preenchimento das "Fichas de Análise", sem este cuidado metodológico e estudo, o rigor das leituras poderia ser comprometido. É um trabalho exigente de formação com todos os envolvidos, inclusive com os bolsistas de iniciação científica, na equipe e que gera esclarecimento quanto às dúvidas e aprofundamentos.

## RESULTADOS

Com relação aos **resultados** obtidos, na primeira fase da Pesquisa (1999-2005), 360 dissertações foram analisadas, dessas 20% das dissertações, com o tema "professores(as)" em cada instituição, foram selecionadas para aprofundamento das análises. Todas foram lidas na íntegra e analisadas, resultando no universo de 66 dissertações (SOUZA; MAGALHÃES, 2011b).

Esta pesquisa compõe a segunda fase das pesquisas desenvolvidas pela Redecentro que procurará analisar a produção acadêmica referente ao período 2006-2009 fechando uma década de análise da produção.

Cada Instituição participante da Rede realiza processos semelhantes e socializa seus dados através de um Banco de Dados. E ainda, a cada semestre é organizado um Seminário Interinstitucional denominado Seminário da Pesquisa e Seminário da Redecentro, com o objetivo de estudar temas pertinentes à problemática da pesquisa, avaliar e redirecionar, quando necessário, os trabalhos. Estes encontros são essenciais para afinar as discussões no grupo de pesquisadores, permitindo construir pensamentos compartilhados que muito contribuem para a consolidação da mesma.

Essas ocasiões possibilitam a troca de experiências, de conhecimentos de diferentes realidades, que enriquecem a todos. Há compartilhamento de material de estudos, exposição sobre as metodologias vivenciadas e os pontos positivos e negativos vivenciados como bolsistas de Iniciação Científica.

Como resultados podemos apresentar dados referentes à primeira etapa concluída, período 1999-2005, apresentado no relatório final da aluna Kelry Alves Gonçalves, publicado no CONPEEX – 2012 e na SBPC – 2013, em Recife. O período 2006 a 2009, sendo desenvolvido pela atual bolsista Fabrícia Nunes da Silva. As dissertações e teses dos Programas de Pós-graduação em Educação com o objeto de estudo "professores(as)" foram separadas, reproduzidas e armazenadas por cada instituição e até o momento lidos e preenchidos na "Ficha de Análise" 65 trabalhos referentes a 2006, sendo: 06 na UFG, 21 na UFMT, 15 na UFU, 07 na UFMS, 07 na UNIUBE e 09 na UnB; e 68 trabalhos em 2007, sendo: 11 na UFG, 18 na UFMT, 12 na UFU, 06 na UFMS, 09 na UNIUBE e 12 na UnB. Em 2007, aparecem pela primeira vez em nossas análises duas teses localizadas no programa da UFG.

Até o momento temos reunido os dados referentes a 2006 e 2007, pois escolhemos caminhar juntos na leitura e sistematização dos dados. Entretanto, as produções de 2008 e 2009 referentes ao professor(a) no programa de Pós-graduação em educação da UFG já foram separadas e armazenadas, resultando em um universo de 10 dissertações e 1 tese em 2008; e 3 dissertações e 4 teses em 2009.

A leitura e preenchimento do instrumento já foi encaminhado aos participantes do grupo, seguindo a mesma metodologia da Redecentro exposta acima. Dessa forma, farão parte da discussão deste artigo os trabalhos lidos, analisados, discutidos e catalogados do Programa de Pós-graduação da FE/UFG, sendo a quantidade de 06 dissertações em 2006 e 09 dissertações e 02 teses em 2007.

Os temas estudados sugeridos pela Ficha (formação, profissionalização, prática docente, e a conjugação destes) apontam que a profissionalização está entre a maior parte das temáticas escolhidas, conjugada ou não com outros temas, seguida pela formação de professores. Dentro da profissionalização, o subtema que se aproxima da maior preferência.

**Tabela 1 – Dados referentes a 2006 e 2007 (UFG) sobre os temas estudados.**

| TEMAS ESTUDADOS | | | |
|---|---|---|---|
| **TEMAS** | **NÚMEROS DAS DISSERTAÇÕES E TESES** | | |
| | 2006 | 2007 | TOTAL |
| Formação | 01 | 03 | 04 |
| Profissionalização | 04 | 01 | 05 |
| Prática docente | 00 | 02 | 02 |
| Formação e Prática docente | 01 | 01 | 02 |
| Formação e Profissionalização | 00 | 01 | 01 |
| Formação, prática docente e Profissionalização | 00 | 02 | 02 |
| Prática docente e profissionalização | 00 | 01 | 01 |

Procurando construir uma discussão inicial sobre os dados, nos utilizamos de Guimarães (2004) que afirmou que a profissão docente e a profissionalização do professor vão além de apenas saberes profissionais, são constituidores da identidade profissional, uma vez que fundamentam, justificam a profissão de forma que o profissional docente construa uma resistência à desvalorização de sua profissão. Assim, é de extrema relevância aliar formação científica à pesquisa sobre a profissionalização, no caso da identidade profissional, identifica, potencializa e gera melhoria à formação e à identidade profissional do docente.

A primeira questão que se coloca sobre o método na Ficha é a questão sobre a sua especificação. Para esclarecer essa etapa presente na identificação do método, Souza e Magalhães (2011b, p. 38) explicam que:

> Nela era anotado se o método estava explicitado pelo autor; se sim, qual era o método explicitado e se o autor realmente efetivava a proposta metódica conforme havia anunciado. A ficha ainda solicitava se o método poderia ser identificado, mesmo não estando claramente explicitado pelo autor da dissertação. Esse procedimento era realizado quando o leitor tinha elementos para indicar qual era a base metódica efetivamente utilizada. O método só era julgado como não identificado se, além de não ter sido declarado, o leitor não encontrasse nenhuma característica que o ligasse a qualquer abordagem metódica, conforme nosso instrumento. Para esses trabalhos foi solicitado que um segundo leitor também desse seu parecer.

Na tabela abaixo é possível perceber que 35,3% dos trabalhos não especificam o método adotado igualando à quantidade de trabalhos que possuem o método claramente.Contudo, a porcentagem de trabalhos cujo método não pode ser identificado ainda é expressiva (29,4%).

**Tabela 2 – Dados referente ao período 2006 e 2007 (UFG) sobre a explicitação do método.**

| MÉTODO – EXPLICITAÇÃO | | | |
|---|---|---|---|
| POSICIONAMENTO DO AUTOR | NÚMERO DAS DISSERTAÇÕES E TESES | | |
| | 2006 | 2007 | TOTAL |
| Está claramente explicitado | 01 | 05 | 06 |
| Não está claramente explicitado, mas pode ser identificado | 03 | 03 | 06 |
| Não pode ser identificado | 02 | 03 | 05 |
| Outra resposta | 00 | 00 | 00 |

Quanto à grande quantidade de trabalhos que não explicitam o método e aqueles em que o método não pode ser identificado, Souza e Magalhães (2011b) percebem que em muitos casos, os autores julgam que declarar sua intencionalidade metódica não é importante, assim como alguns autores não julgam importante se guiar por método. Para Warde (1990), a dificuldade na definição do método na pesquisa educacional pode estar ligada aos limites do próprio campo. Essa dificuldade é denominada por ela de "pedagogismo", entendido como hipertrofia da dimensão pedagógica, em detrimento de uma compreensão mais articulada dos fenômenos investigados. Isso, segundo a autora, faz com que as pesquisas percam a

compreensão histórica e, portanto, teórico-prática dos processos educacionais (SOUZA, MAGALHÃES, 2011b, p. 40).

Gatti (2007, p. 55 *apud* SOUZA e MAGALHÃES, 2011b, p. 40) afirma que o método é a vivência do pesquisador com o que é pesquisado o que implica sentir em profundidade a "experiência continuada, pelas trocas, pelos tropeções, pelas críticas, pela sua integração mediada pelo próprio modo de ser do pesquisador enquanto pessoa". Segundo a autora, sem estas condições faltará ao trabalho o toque de quem cria; este que subjetivamente e criticamente integra uma investigação que é produzida historicamente.

A partir dos estudos realizados considerou-se que a forma como se consolida a relação sujeito e objeto estabelece também concepções diferentes sobre o processo de construção do conhecimento, essas relações podem ser traduzidas em várias perspectivas metódicas. Nesse processo priorizou-se o *positivismo,* a *fenomenologia* e o *materialismo-histórico dialético*. Percebe-se que o *MHD* representa a maior parte dos tipos de métodos utilizados na produção acadêmica do Centro-Oeste segundo Souza e Magalhães (2011b), torna marcante a superação da linearidade na construção do conhecimento, como proposto no positivismo, além de romper com a dimensão relativista que caracteriza a fenomenologia.

**Tabela 3 – Dados referente ao período 2006 e 2007 (UFG) sobre o posicionamento do autor na questão do método.**

| MÉTODO – CLASSIFICAÇÃO | | | |
|---|---|---|---|
| **MÉTODO** | **Número das dissertações e teses** | | |
| | 2006 | 2007 | Total |
| Positivista | 01 | 00 | 01 |
| Fenomenológico | 00 | 00 | 00 |
| Materialista-Histórico-Dialético | 03 | 08 | 11 |
| Outro | 00 | 00 | 00 |
| Não identificado | 02 | 03 | 05 |

O método sendo a compreensão da relação entre sujeito e objeto no nível da produção do conhecimento representa o "caminho" a ser percorrido na construção desse conhecimento. Dessa forma, a metodologia representa a organização racional da investigação que na "Ficha de Análise" segue como Tipo de Pesquisa e Procedimentos de Pesquisa. A "Ficha de Análise" aponta como possíveis: estudos etnográficos; estudo de caso; pesquisa ação; pesquisa documental; survey; pesquisa participante; pesquisa experimental; história oral; pesquisa histórica; assim como "outra resposta" e "não foi possível identificar".

**Tabela 4 – Dados referente ao período 2006 e 2007 (UFG) sobre os tipos de Pesquisa**

| TIPO DE PESQUISA | | | |
|---|---|---|---|
| **CLASSIFICAÇÃO** | **ANO ANALISADOS** | | |
| | 2006 | 2007 | TOTAL |
| Estudos do tipo etnográficos | 00 | 01 | 01 |
| Estudo de caso | 04 | 08 | 12 |
| Pesquisa ação | 00 | 00 | 00 |
| Pesquisa documental | 00 | 01 | 01 |
| Survey | 01 | 00 | 01 |
| Pesquisa participante | 00 | 00 | 00 |
| Pesquisa experimental | 00 | 00 | 00 |
| História oral | 00 | 01 | 01 |
| Pesquisa histórica | 00 | 00 | 00 |
| Outro | 00 | 00 | 00 |
| Não identificado | 01 | 00 | 01 |

A tabela 4 mostra a predominância do Estudo de Caso (70,5%) na produção sobre professor da região Centro-Oeste. Em relação aos procedimentos de pesquisa há uso de um conjunto diverso, mas a ênfase – devido à exigência no Estudo de Caso da triangulação dos dados que precisam ser coletados em diferentes momentos, em situações diversificadas e com pluralidade de tipos de informantes – está no questionário, na entrevista semi-estruturada e na análise de documentos.

## DISCUSSÃO

O ideário pedagógico esclarece sobre a concepção de educação, escola, professor e processo de ensino-aprendizagem tendo sua entrada pelo método. Dessa forma, segundo a "Ficha de Análise" o ideário pedagógico é identificado como perspectiva positivista, perspectiva fenomenológica ou perspectiva materialista-histórico dialética. No quantitativo de trabalhos analisados em 2006 e 2007 na UFG, 100% dos trabalhos, ou seja, as 15 dissertações e 02 teses apontam a perspectiva materialista-histórico dialética. Destes, 06 trabalhos explicitaram tal perspectiva e em 11 trabalhos não foi explicitado pelo autor, mas identificado pelo leitor.

Assim, os autores compreendem a educação como um processo humanizador com caráter técnico, político e social. Além de transcorrer de uma relação dialética entre a produção e a transmissão de conhecimentos que possuem a possibilidade de transformação da

sociedade. A escola é parte inseparável da totalidade social e assim representa o potencial de ruptura e transformação da sociedade na construção do conhecimento emancipador. O professor é o mediador engajado no processo de mudança social que além de intelectual defensor de uma atitude de resistência também oportuniza a construção crítica, aberta, autônoma, reflexiva e emancipadora do conhecimento. O diálogo, a reflexão, a contradição, o conflito são essenciais no processo de ensino-aprendizagem que se expressa na práxis. Assim, a internalização e a construção de conhecimentos permitem a transformação das relações e da sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados alcançados pela bolsista de iniciação científica Kelry Alves Gonçalves[5], durante a primeira fase da pesquisa e da vigência da bolsa foram: levantamento bibliográfico e estudo supervisionado sobre temática relativa à pesquisa e em particular sobre o tema método; aprendizagem quanto ao preenchimento das fichas de leitura das dissertações; participação nos estudos e processos de análise e discussões do grupo com os professores pesquisadores; participação na leitura dos aspectos relativos à análise das dissertações e da sua catalogação de acordo com a "Ficha de Análise"; aprendizagem da sistematização e organização no Sistema de Informação (Banco de Dados) da pesquisa; participação nos Seminários do grupo interinstitucional de pesquisadores da Região Centro-Oeste. Na segunda fase da pesquisa, a bolsista Fabricia Nunes da Silva dará continuidade ao mesmo processo de aprendizagem, e de pesquisa, seguindo a mesma metodologia desenvolvida anteriormente.

[5] Ainda é necessário citar a publicação dos artigos como resultados da atividade como Iniciação Científica, abaixo todos os trabalhos publicados e apresentados da autoria da ex aluna Kelry Alves Gonçalves: "Trilhando os caminhos da Iniciação Científica para uma formação continuada" no I Encontro Luso-Brasileiro sobre Trabalho Docente e VI Encontro Brasileiro da RedeEstrado (Maceió/2011); "REDECENTRO: Pesquisa acadêmica sobre professores" no XI Encontro de Iniciação Científica da REDECENTRO (Goiânia/2011); "A produção acadêmica sobre professores: estudo interinstitucional da Região Centro-Oeste" na 63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC – (Goiânia/2011); "A REDECENTRO e a produção acadêmica sobre professores no Centro-Oeste" no XII Encontro de Iniciação Científica da REDECENTRO (Campo Grande/2012); "Pesquisa 'A produção acadêmica sobre professores' – atuação da iniciação científica" na XIX Jornada de Jóvenes Investigadores de La Asoiación de Universidades Del Grupo Montevideo (Ciudad Del Este – Paraguay/2011); "O método na produção acadêmica sobre professores" no XI Encontro de Pesquisa em Educação da ANPED Centro-Oeste (Corumbá/2012); "A pesquisa sobre professores na região Centro-Oeste e a questão do método" no IX Seminário Internacional da Rede Latino americana de estudos sobre o trabalho docente – Rede Estrado (Santiago de Chile - Chile).

Atualmente tem-se estudado em grupos semanais da Redecentro. Os estudos referem-se a aporte teórico sobre a pesquisa e sobre as categorias de análise. Também há o auxílio na composição do banco de dados da REDECENTRO.

Ainda é importante destacar que já tivemos um trabalho aceito na 65ª Reunião Anual da SBPC que foi realizada em Recife, com o título "O positivismo e sua opção metodológica na produção acadêmica do Centro-Oeste/Brasil". O trabalho foi orientado pela Profa. Dra. Solange Martins Oliveira Magalhães, produzido em parceria com as bolsistas.

Este projeto de pesquisa tem possibilitado a reflexão articulada e crítica sobre a realidade da produção acadêmica sobre professores, o que é demasiadamente importante para a formação das alunas de iniciação científica como profissionais docentes e pesquisadoras.

## REFERÊNCIAS

BICUDO, Maria Aparecida V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. Cortez, 2012.

FAZENDA, Ivani. **Metodologia da pesquisa educacional**. 8. Ed.. São Paulo: Cortez, 2002.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da educação.** In: São Paulo em perspectiva, vol. 14, nº. 2, abr./ jun 2000.

GAMBOA, S. S**. Epistemologia da pesquisa em educação**. Dissertação de Mestrado. (UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas). Campinas, 1996.

GUIMARÃES, Valter S. G.. **Formação de professores: saberes, identidade e profissão**. Campinas: Papirus, 2004.

GUIMARÃES, Valter S. G**.. A socialização profissional e profissionalização docente: um estudo baseado no professor recém-ingresso na profissão**. In: GUIMARÃES, Valter S. G. (org). **Formar para o mercado ou para a autonomia? - o papel da universidade**. Campinas: Papirus, 2006.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti**. Ensino: as abordagens do processo.** São Paulo. SP. Editora pedagógica e Universitária LTDA. 1986.

NETTO, José Paulo. **Introdução ao estudo do método de Marx.** São Paulo: Editora Expressão Popular, 2011.

OLIVEIRA, Paulo de Salles. **Caminhos de construção da pesquisa em ciências humanas.** In: _____ (org.). **Metodologia das Ciências Humanas.** São Paulo: Editora Hucitec/UNESP, 2001 (p. 17 a 26).

SILVEIRA, M.; SOUZA, R. C. C. R.; MAGALHÃES, S. M. O.; GUIMARÃES, V. S.. **Professores em foco: pesquisas acadêmicas na região centro-oeste.** VI Seminário da REDESTRADO – Regulação Educacional e Trabalho Docente. Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

SOUZA, Ruth Catarina C. R. de; MAGALHÃES, Solange M. O. **Professores e professoras: Formação – poiésis e práxis.** Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2011a.

SOUZA, Ruth Catarina C. R. de; MAGALHÃES, Solange M. O**. Pesquisa sobre professores(as): métodos, tipos de pesquisa, temas, ideário pedagógico e referenciais.** Goiânia: Ed. da PUC Goiás, 2011b.

TRIVIÑOS, A. N. S**. Introdução a Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação. 1 a. edição.** São Paulo: Atlas, 1992.

_____. Breve introdução ao método dialético materialista na pesquisa em ciências sociais. In: TRINIÑOS, Augusto N. S.; NETO, Vicente Molina. **A pesquisa qualitativa na educação física: alternativas metodológicas.** Editora Sulina, 2012.

_____. Dialética e pesquisa em ciências sociais. In: TRINIÑOS, Augusto N. S.; NETO, Vicente Molina. **A pesquisa qualitativa na Educação Física: alternativas metodológicas**. Editora Sulina, 2012.

VÁSQUEZ, A. S**. Filosofia da práxis**. Tradução Luiz Fernando Cardoso. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1990. 454p.

ZEICKNER, K; FLESSNER, Ryan. **Educando os professores para a educação crítica**. In: APPLE, Michaeul W.; AU, Wayne; GANDIN, Luís Armando. Educação Crítica: análise Internacional. Artmed, 2011. p. 331-348.

RELATÓRIO FINAL PIBIC/2012-2013

# Desempenho de linhagens de Tilápia Nilótica em viveiros escavados

Fabrício Sado Rodrigues[1], Alessandra Gimenez Mascarenhas[2], Fernanda Gomes de Paula[3], Ana Paula Sobrinho Pinto[4], André Luiz[4].

[1] Aluno de graduação de UFG – Bolsista PIBIC. Email: fabrício_sado@hotmail.com
[2] Professora Orientadora. Departamento Produção Animal – EVZ/UFG email: alegimenez09@hotmail.com
[3] Professora Departamento de Produção Animal da EVZ/ UFG
[4] Alunos de graduação UFG

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o intuito de avaliar o desempenho produtivo de duas linhagens de tilápia-do-Nilo, Premium e Supreme em duas densidades de estocagem, 1,5 e 3,0 peixes/m² em sistema viveiros escavados. Foram utilizados 675 juvenis da tilápia nilótica, linhagem Supreme (89,7±29,4 g), e 675 juvenis da linhagem Premium (57,5±9,8 g), totalizando 1.350 peixes, distribuídos aleatoriamente em 12 viveiros experimentais, com área de 50 m² cada, nas densidades de 1,5 peixe/m² e 3,0 peixes/m². As variáveis de desempenho zootécnico analisadas foram: Peso final (PF), ganho de peso individual (GPIND), taxa de sobrevivência (TS), biomassa final (BF), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração (CR) e conversão alimentar aparente (CAA). As variáveis analisadas para rendimentos corporais foram: Porcentagem do peixe eviscerado (PPE), Porcentagem de cabeça (PCAB), Porcentagem carcaça (PCAR), porcentagem de filé (PFILE) e índice de gordura viscero-somática (IGVS). A avaliação econômica foi realizada de acordo com a metodologia de SILVA et al. (2003), O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 com três repetições. Os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve diferença estatística para a maioria das variáveis de desempenho. Tanto a linhagem quanto as densidades de estocagem influenciaram nos resultados obtidos. Foi observada interação ($p<0,05$). A linhagem Supreme, apresentou melhores resultados de desempenho zootécnico, rendimentos corporais e a avaliação econômica em relação a Premium. Quanto a densidade de estocagem, tanto para a Supreme quanto para a Premium, os melhores resultados foram obtidos na proporção de 1,5 peixes/m².

PALAVRAS-CHAVE: Supreme, Premium, Oreochromis niloticus, densidade

## 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma atividade zootécnica que tem crescido muito no Brasil, tendo assumido características de atividade empresarial em muitos estados a partir dos anos 80 (SILVA et al., 2003). Uma característica importante da piscicultura brasileira é a diversidade de espécies criadas. Hoje, utilizam-se mais de 30 espécies, com os mais variados hábitos alimentares e ambientes de vida (SCORVO-FILHO, 2003). A produção de peixes de origem continental aumentou de forma significativa no triênio 2008-2010, resultado de um incremento de aproximadamente 40% durante este período. Na transição de 2009 para 2010, embora tenha sido menos acentuado, o crescimento da produção também foi verificado, registrando-se um incremento de 16,9%, quando a produção passou de 337.353 t em 2009 para 394.340t (MPA, 2010). Entre as mais de 30 espécies cultivadas no nosso país, se destacam a tilápia, a carpa, o tambaqui, o tambacu e o pacu, sendo as três ultimas, espécies nativas, representando 24,6% da produção nacional (MPA, 2010).

No Brasil, a espécie de maior cultivo é a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esta é uma espécie precoce, que se destaca por apresentar inúmeras qualidades zootécnicas, como rusticidade, crescimento rápido, grande adaptação alimentar, boa conversão alimentar e ganho de peso. Esta espécie apresenta ainda excelente desempenho em diferentes sistemas de criação (CYRINO et al., 1998). A produção de Tilápia em 2010 representou 39,42% da produção nacional (MPA,2010). Entretanto apesar do grande crescimento da produção de tilápias em tanques-rede no Brasil, boa parte da produção deste peixe ainda vem do cultivo em tanques de terra (viveiros escavados). Viveiro escavado é um reservatório em terreno natural, dotado de sistemas de abastecimento e de drenagem de água de tal modo que o permita encher ou secar no menor espaço de tempo possível. Ele pode ser parcial ou totalmente elevado acima do terreno natural, mediante o erguimento de diques ou barragens. Um importante pólo de produção de tilápias em viveiros é a região oeste do Paraná, mas também pode ser encontrada em Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Goiás e em todos os estados do Nordeste (Kubitza, 2009).

Esse gênero representa um ótimo modelo experimental para realização de pesquisas na área de melhoramento genético, pois as tilápias se reproduzem naturalmente em tanques e apresentam curto período entre as gerações (POPMA & GREEN,1990), com grande número de descendentes. Com o avanço dos trabalhos de melhoramento genéticos, através de novos cruzamentos, as condições ambientais ótimas de criação para cada linhagem precisam ser constantemente redefinidas (POGGERE, 2009). Atualmente, existem várias linhagens de

tilápias que são utilizadas na aquicultura, entretanto, uma linhagem pode apresentar um melhor desempenho em relação às demais, o que pode estar associado a fatores genéticos, alimentares ou ambientais. Dentre elas temos as linhagens Supreme e Premium, criadas pela empresa Genomar e introduzida no Brasil pela Piscicultura Aquabel.

Nos sistemas atuais de cultivo, a utilização de maiores densidades de estocagem em viveiros com a finalidade de se alcançar maior produtividade é prática muito utilizada, pois agrega maior quantidade de peixe produzido por área, ocasionando, contudo, aumento de resíduos oriundos dos metabólitos dos peixes e do arraçoamento exigindo atenção ao controle de qualidade da água. Segundo Oliveira (2010), a densidade de estocagem ótima é representada pela maior quantidade de peixes produzida eficientemente por unidade de área ou volume de água do tanque. E produção eficiente não significa o peso máximo que pode ser produzido, mas sim o peso que pode ser produzido com conversão alimentar aparente adequada, em menor tempo de cultivo e com peso final aceito pelo mercado consumidor. Com o aumento da densidade de estocagem, a biomassa total também aumenta, porém o peso individual tende a diminuir o que reduz também o valor comercial por animal (SCORVO-FILHO et al., 2008).

A densidade de estocagem é um componente importante para a determinação da viabilidade econômica durante a produção (MARENGONI, N. G. et al, 2008). O estresse causado por altas densidades de estocagem vem sendo estudado em diversas espécies que possuem valor comercial e é conhecido como “crowding stress”, esta resposta gera diversos efeitos deletérios como diminuição de crescimento, alterações hematológicas e imunológicas, inibição da reprodução e aumento na mortalidade (Braun et al., 2010.), ocasionada pelo estresse gerado pela superpopulação de peixes. Segundo Kubitza (2000), a produção de tilápias em viveiros escavados adubados e com alimento suplementar (ração) pode chegar a 8.000 kg/ha.

No mercado há demanda de informações quanto as diferentes linhagens de tilápia nilótica produzidas no Brasil e, também, sobre a densidade de estocagem que proporcione melhor desempenho zootécnico, melhor rendimento de filé e maior rentabilidade.

Diante desse contexto, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar duas linhagens de tilápia nilótica, Supreme e Premium, submetidas a duas densidades de estocagem em viveiros escavados.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Local e animais

O experimento foi conduzido no Setor de Piscicultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, no período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, com duração de 120 dias.

Foram utilizados 675 juvenis da tilápia nilótica, linhagem Supreme (89,7±29,4 g), e 675 juvenis da linhagem Premium (57,5±9,8 g), totalizando 1.350 peixes, Estes foram distribuídos aleatoriamente em 12 viveiros experimentais, com área de 50 m² cada, nas densidades de 1,5 peixe/m² e 3,0 peixes/m². O valor unitário de cada peixe foi de R$ 0,15 para ambas as linhagens.

### 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 ( duas linhagens x duas densidades de estocagem), com quatro tratamentos (T1: Supreme e 1,5 px/m²; T2: Supreme e 3,0 px/m²; T3: Premium e 1,5 px/m²; T4: Premium e 3,0 px/m²) e três repetições. Cada viveiro correspondeu a uma unidade experimental.

### 2.3 Alimentação

Os peixes foram alimentados com uma ração comercial contendo 36% PB e com granulometria de 2 a 4 mm até atingirem 100 gramas e, a partir de 100 g foi fornecida ração com 32%PB e com granulometria de 4-6 mm.

A cotação da ração foi de R$ 1,30 por kilo.

### 2.4 Qualidade da água

As análises de água dos tanques experimentais foram realizadas no Setor de Piscicultura, semanalmente. Os seguintes parâmetros foram analisados: pH, utilizando reagentes comerciais padronizados (“kits”) de análise química da água. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo oxímetro digital. A temperatura da água foi aferida diariamente às 8:00 h e 16:00 h por meio termômetro de bulbo de mercúrio.

### 2.5 Variáveis de desempenho zootécnico

Para acompanhamento do desenvolvimento dos peixes foi realizada a biometria de 20% do total de peixes de cada viveiro no início depois e mensalmente até o final do experimento.

As variáveis de desempenho zootécnico foram:

- Peso final (g) = peso médio do peixe ao final do período;
- Taxa de sobrevivência (%) = (nº de peixes final – nº de peixes inicial) x 100;
- Biomassa final (kg) = número de peixes final x peso final
- Taxa de crescimento específico (%/dia) = [(ln peso final – ln peso inicial) ÷ período] x 100;
- Consumo de ração (g) = ração consumida no período;
- Conversão alimentar aparente (g) = consumo de ração ÷ ganho de peso biomassa;

2.6 Variáveis de rendimentos corporais

As variáveis de rendimentos corporais foram:

- Proporção peixe eviscerado (%) = (peso eviscerado ÷ peso inteiro) x 100;
- Proporção cabeça (%) = (peso cabeça ÷ peso inteiro) x 100;
- Proporção de carcaça (%) = (peso carcaça ÷ peso inteiro) x 100;
- Rendimento de filé (%) = (peso filé ÷ peso inteiro) x 100;
- Índice de Gordura Viscerossomático (%) = (peso gordura visceral ÷ peso inteiro) x 100.

2.7 Variáveis da avaliação econômica

Para a análise econômica consideraram-se apenas: o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração e alevinos, e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos peixes vivos no local da produção. De acordo com metodologia descrita por SILVA et al. (2003) os parâmetros econômicos foram calculados seguindo as seguintes fórmulas:

$$COP = (QR \times PR) + (NA \times PA)$$

Em que: COP = custo operacional parcial; QR = quantidade média de ração por tratamento; PR = preço do quilo da ração; NA = número inicial de alevinos por tratamento; PA = preço unitário dos alevinos.

$$RB = BT \times PP$$

Em que: RB = receita bruta; BT = biomassa total produzida por tratamento;

PP = preço de venda do quilo de peixe.

$IC = COP/BT$

Em que: IC = incidência de custo; COP = custo operacional parcial;

BT = biomassa total produzida por tratamento.

$RLP = RB - COP$

Em que: RLP = receita líquida parcial; RB = receita bruta;

COP = custo operacional parcial.

2.8 Análise estatística

Os dados de peso inicial foram submetidos à análise de co-variância, onde o peso médio inicial foi considerado a co-variável, e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa SAS (2000).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se realizar a análise da qualidade da água durante o experimento, notou-se que a média da temperatura foi de 26,65±0,19 ºC. Segundo Kubitza (2000), a zona de conforto térmico da Tilápia encontra-se entre 27 e 32 ºC, sendo assim, a temperatura aferida no experimento está próxima a de conforto térmico da espécie.

O nível médio de pH foi de 6,79±0,01 durante o experimento. Com os valores próximos à neutralidade (6,5 – 8,0) são os mais adequados à produção de peixes Kubitza (2003). Portanto os valores aferidos durante o experimento estavam em níveis ideais.

A concentração média de oxigênio dissolvido foi de 4,02±0,11 mg/L. De acordo com Kubitza (2003), durante o cultivo de peixes, as concentrações de oxigênio dissolvido devem ser mantidos, preferencialmente, acima de 4 mg/L, e estresse e risco de mortalidade ocorrem quando a concentração de oxigênio cai para valores abaixo de 2 mg/L. Nas aferições durante o experimento observou-se queda gradativa do nível de oxigênio dissolvido com o aumento da biomassa, o que também foi verificado nos trabalhos de Carmo et al (2008) em viveiros escavados, e Santos (2008) em raceway. Mas não foi observado problemas em relação a mortalidade.

Os resultados de desempenho estão apresentados na tabela 1.

Pode ser observado que em relação a taxa de sobrevivência, não se verificou diferenças ($P>0,05$). Fülber et al (2009) também não encontraram diferenças significativas na taxa de

sobrevivência, ao estudar diferentes linhagens de tilápias (Bouaké, Chitralada e GIFT), assim como Carmo et al (2008) ao compararem três linhagens de tilápias (tilápia nilótica comum, vermelha e chitralada), também não encontraram diferenças para taxa de sobrevivência.

Tabela 1 – Desempenho zootécnico: Peso final (PF), ganho de peso individual (GPIND), taxa de sobrevivência (TS), biomassa final (BF), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração (CR) e conversão alimentar aparente (CAA)

| **Variáveis** | **Linhagem** | **Densidade (peixes/m²)** | | **MÉDIA** |
|---|---|---|---|---|
| | | **1,5** | **3,0** | |
| PI (g) | Supreme | 89,70 | 89,70 | 89,66 A |
| | Premium | 57,50 | 57,50 | 57,51 B |
| | MÉDIA | 79,66 | 67,51 | CV (%): 28,02 |
| PF (g) | Supreme | 455,0 | 385,5 | 420,25 A |
| | Premium | 405,4 | 273,0 | 339,22 B |
| | MÉDIA | 430,22 a | 329,25 b | CV (%): 8,36 |
| TS (%) | Supreme | 78,22 | 88,33 | 83,27 |
| | Premium | 84,89 | 86,67 | 85,78 |
| | MÉDIA | 81,55 | 87,50 | CV (%): 13,03 |
| BF (Kg) | Supreme | 26,32 bA | 50,50 aA | 38,41 |
| | Premium | 25,83 bA | 35,49 aB | 30,66 |
| | MÉDIA | 26,08 | 42,99 | CV (%): 9,69 |
| TCE (%/dia) | Supreme | 1,34 aB | 1,21 bA | 1,28 |
| | Premium | 1,62 aA | 1,29 bA | 1,46 |
| | MÉDIA | 1,48 | 1,25 | CV (%): 4,47 |
| CR (Kg) | Supreme | 23,88 | 26,24 | 25,06 |
| | Premium | 24,39 | 26,56 | 25,48 |
| | MÉDIA | 24,14 b | 26,40 a | CV (%): 5,70 |
| CAA | Supreme | 1,17 | 0,67 | 0,92 |
| | Premium | 1,10 | 0,98 | 1,04 |
| | MÉDIA | 1,14 a | 0,83 b | CV (%): 15,43 |

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente (P<0,05) entre si. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem estatisticamente (P<0,05) entre si. CV = Coeficiente de Variação.

As médias do peso inicial diferiram ($p<0,05$) entre as linhagens e para as densidades. A análise de co-variância demonstrou que esta co-variável não influenciou os outros resultados das variáveis de desempenho produtivo.

Não foram observadas diferenças estatísticas entre linhagens ($P>0,05$) para o consumo de ração e conversão alimentar (Tabela 1).

Houve diferença significativa para o Peso Final ($P<0,05$) entre as linhagens estudadas, sendo que a linhagem Supreme apresentou maior média de peso final, assim como no experimento realizado por Vieira, et. al. (2005), comparando esta linhagem com outras três linhagens (Chitralada (UEM/CODAPAR), Bouaké e Chitralada (Aquabel)). Oliveira (2010) também encontrou maior peso final e para a linhagem Supreme quando comparada à linhagem Chitralada.

A Biomassa Final apresentou diferença significativa ($P<0,05$) entre as linhagens, sendo o maior valor encontrado na linhagem Supreme. Marengoni (2006), ao avaliar diferentes densidades de estocagem de tilápias do Nilo em tanques-rede, notou redução no peso médio individual, mas não da biomassa dos tanques, conforme houve aumento das densidades. Fülber et al (2009) observou relação direta entre o aumento da densidade e a redução no desempenho. Por outro lado, ao se comparar as linhagens, todas tiveram melhor desempenho na menor densidade de estocagem e todas o reduziram com o aumento da densidade.

A Taxa de Crescimento Específico apresentou diferença significativa, sendo o maior valor encontrado para a linhagem Premium. Oliveira (2010), ao comparar a linhagem Supreme com a linhagem Chitralada em diferentes densidades de estocagem, encontrou que entre elas a melhor taca de crescimento específico foi a linhagem a Supreme.

O Peso Final apresentou diferença significativa entre as densidades de estocagem, sendo a densidade de 1,5 peixe/m³ a que proporcionou peixes com maior média de peso, certamente devido ao estresse influenciar o desempenho dos peixes em maior densidade de estocagem. No estudo de Fülber et al. (2007), a linhagem GIFT se destacou em relação às demais, obtendo o maior peso final, em todas as densidades estudadas. O autor chegou à conclusão que isso foi devido ao programa de melhoramento genético aplicado à linhagem GIFT. De acordo com a pesquisa de Souza et al. (1998), ao comparar o desempenho de Tilápia em três densidades de estocagens (3; 6 e 9 peixes/m²), a densidade que obteve maior peso final foi a de 3 peixes/m², concluindo que neste caso, assim como nesta pesquisa, a menor densidade proporcionou um melhor resultado.

A Taxa de Crescimento Específico apresentou diferença significativa ($P<0,05$) na densidade de estocagem, sendo que os valores na densidade de 1,5 peixe/m² foi superior,

corroborando com Oliveira (2010), ao constatar que na menor densidade de estocagem, as tilápias tiveram taxa de crescimento específico superior.

Quanto ao consumo de Ração foi constatada diferença significativa em relação às densidades, certamente pelo maior fornecimento de ração nos viveiros que apresentaram maior número de peixes.

Para Conversão Alimentar Aparente houve diferença em relação à densidade de estocagem, sendo que na densidade de 3,0 peixes/m² a CAA foi melhor.

Segundo Diana et al. (1991), o peso médio dos peixes diminui com o aumento da densidade de estocagem de 1 peixes/$m^2$ para 3 peixes/$m^2$.

Houve interação (P<0,0056) entre linhagem e densidade para o parâmetro Biomassa Final, sendo que os maiores valores foram encontrados na densidade de 3,0 peixes/m², para as duas linhagens. Quando comparadas as duas linhagens na maior densidade, o melhor resultado foi verificado para a linhagem Supreme.

Houve interação (P<0,0255) entre linhagem e densidade, sendo as maiores taxas de crescimento verificados na densidade de 1,5 peixes/m² nas duas linhagens estudadas. Quando comparadas entre si, a linhagem Premium na menor densidade apresentou maior TCE, mas não diferindo entre si na densidade de 3,0 peixes/m².

Na análise estatística dos rendimentos corporais, nenhuma variável apresentou diferença significativa (P> 0,05) entre linhagens (Tabela 2).

Na análise estatística dos rendimentos corporais, a maior parte das variáveis não apresentaram diferenças significativas (P>0,05) entre as densidades testadas, essas variáveis são: Porcentagem do Peixe Eviscerado, Porcentagem de Cabeça, Porcentagem de Carcaça e o Índice de Gordura Viscero-Somática.

A Porcentagem de Filé apresentou diferença significativa (P<0,05) entre as diferentes densidades, sendo que a densidade de 1,5 peixe/m² proporcionou peixes com peso de filé superior. O rendimento de filé da tilápia depende de diversos fatores, entre eles: condição corporal e tamanho do peixe, método de filetagem e habilidade técnica do filetador (KUBITZA, 2000). O rendimento de filé encontrado nesta pesquisa foi superior ao encontrado por Fülber et al (2010) ao analisar outras três linhagens de Tilápia do Nilo (Bouaké, Chitralada e GIFT). Souza et al (1998), comparando o rendimento de filé de tilápia em três densidades diferentes (3; 6 e 9 peixes/m²), concluiu que neste caso, nos tanques de menor densidade, o rendimento de filé, assim como outras variáveis analisadas, foram superiores. Já Diana et al. (1991) concluiu que mesmo com a diferença de densidade de 1

peixe/m$^2$ para 3 peixes/m$^2$, os rendimentos são semelhantes. De acordo com Ribeiro et al. (1998), existe uma correlação positiva entre o tamanho de filé com o peso do peixe.

Tabela 2 – Rendimentos corporais: Porcentagem do peixe eviscerado (PPE), Porcentagem de cabeça (PCAB), Porcentagem carcaça (PCAR), porcentagem de filé (PFILE) e índice de gordura viscero-somática (IGVS)

| **Variáveis** | **Linhagem** | **Densidade (peixes/m²)** | | **Média** |
|---|---|---|---|---|
| | | **1,5** | **3,0** | |
| PPE | Supreme | 90,70 | 90,27 | 90,48 |
| | Premium | 89,70 | 93,04 | 91,37 |
| | MÉDIA | 90,20 | 91,65 | CV (%): 1,71 |
| PCAB | Supreme | 27,48 | 28,15 | 27,81 |
| | Premium | 30,01 | 30,22 | 30,11 |
| | MÉDIA | 28,74 | 29,18 | CV (%): 8,26 |
| PCAR | Supreme | 52,25 | 51,62 | 51,93 |
| | Premium | 52,59 | 51,92 | 52,25 |
| | MÉDIA | 52,42 | 51,77 | CV (%): 1,83 |
| PFILE | Supreme | 33,00 | 32,56 | 32,78 |
| | Premium | 34,16 | 32,69 | 33,42 |
| | MÉDIA | 33,58 a | 32,62 b | CV (%): 2,05 |
| IGVS | Supreme | 1,35 | 1,27 | 1,31 |
| | Premium | 1,54 | 1,48 | 1,51 |
| | MÉDIA | 1,44 | 1,37 | CV (%): 13,48 |

Médias seguidas de letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente P<0,05) entre si. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente (P<0,05) entre si.. CV = Coeficiente de Variação.

Todos os tratamentos receberam o mesmo tipo de ração, demonstrando que a conversão alimentar aparente e as diferenças na incidência de custo se deveram as linhagens e as densidades (Tabela 3).

A ração é considerada o agente direcionador do custo variável de produção, destacando-se como importante componente dos custos operacionais. Os valores desse item oscilam consideravelmente, acompanhando os movimentos dos produtos agrícolas (ANDRADE et al., 2005).

Tabela 3. Dados médios para quantidade e valor de ração e alevinos, Biomassa Total (BT), Receita Bruta (RB), Custo Operacional Parcial (COP) Receita Líquida Parcial (RLP), Incidência de custo (IC)

| Trat | Alevino | | Ração | | BT | RB | COP | RLP | IC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Unid. | R$ | kg | R$ | kg | R$ | R$ | R$ | R$/Kg |
| T1 | 75 | 11,25 | 23,8833 | 31,05 | 19,74 | 78,98 | 42,30 | 36,68 | 2,14 |
| T2 | 150 | 22,50 | 26,2440 | 34,12 | 75,75 | 303,00 | 56,62 | 246,39 | 0,74 |
| T3 | 75 | 11,25 | 24,3973 | 31,72 | 19,37 | 77,51 | 42,97 | 34,541 | 2,21 |
| T4 | 150 | 2,50 | 26,5647 | 34,53 | 53,23 | 212,90 | 57,03 | 155,91 | 1,07 |

T1 (Linhagem Supreme ; 1,5 peixes/m²), T2 (Linhagem Supreme ; 3,0 peixes/m²), T3 (Linhagem Premium ; 1,5 peixes/m²) e T4 (Linhagem Premium ; 3,0 peixes/m²).

Em relação às linhagens, como reflexo do melhor desempenho produtivo e consequentemente maior biomassa total, a linhagem Supreme obteve menor incidência de custo em relação à linhagem Premium, tanto na menor e maior densidade de estocagem.

Em relação às diferentes densidades de estocagem, foi observado que a densidade de 3,0 peixes/m² se sobressaiu em relação à outra densidade, pois apesar do custo operacional parcial ser maior nas maiores densidades, a receita líquida parcial também foi maior nas maiores densidades, não corroborando com por MARENGONI et al. (2008) que observaram que o custo operacional parcial eleva a medida que se aumenta a densidade de estocagem, mas a receita líquida parcial não acompanhou essa projeção.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linhagem Supreme, apresentou melhores resultados de desempenho zootécnico, rendimentos corporais e a avaliação econômica em relação a Premium. Quanto a densidade de estocagem, tanto para a Supreme quanto para a Premium, os melhores resultados foram obtidos na proporção de 1,5 peixes/m².

É importante realizar mais estudos para avaliar diferentes linhagens e definir a melhor densidade de estocagem para cada linhagens produzidas, considerando os sistemas de produção trabalhados no Brasil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. L. B., WAGNER R. L., MAHL I., MARTINS R. S. Custo de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p. 198-203, 2005.

BRAUN N., LIMA, R. L., BALDISSEROTTO B. et al. Growth, biochemical and physiological responses of Salminus brasiliensis with different stocking densities and handling. **Aquaculture** 301 (2010) 22– 30.

CARMO, J. L., FERREIRA, D. A., JUNIOR R. F. S., et al, Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.20-26, 2008.

CYRINO, J.E.P. Desenvolvimento da criação de peixes em tanques-rede: uma análise dos fundamentos, viabilidade e tendências, baseada em experiências bem sucedidas no Sudeste do Brasil. In: AQÜICULTURA BRASIL 98, 1. 1998. Recife. Anais... Recife: (SIMBRAQ), 1998. p.409-433.

DIANA, J.S.; DETTWEILLER, D.J.; LIN, C.K. Effect of nile tilapia (Oreochromis niloticus) on the ecosystem of aquaculture ponds, and its significance to the trophic cascade hypothesis. **Can. J. Fish. Aquatic Sci**., 48:183-190, 1991

FULBER, V. M., RIBEIRO R. P., VARGAS L. D. et al., Desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dois níveis de proteína, **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** Maringá, v. 32, n. 1, p. 77-83, 2010.

FULBER, V. M., MENDEZ L. D. V., BRACCINI G. L., et al. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem, **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** Maringá, v. 31, n. 2, p. 177-182, 2009.

FULBER, V. M. Desempenho de três linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases, densidades e níveis de proteína, MARINGÁ, (Dissertação de Mestrado) 2007.

KUBITZA, F. Panorama da AQÜICULTURA, Produção de tilápias em tanques de terra estratégias avançadas no manejo. setembro, outubro, 2009

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**, 1ª edição, Jundiaí, SP – Brasil, Ed. Degaspari, 2003. 229.p.

KUBITZA, F. Tilápia – **Tecnologia e planejamento na produção**, 1ª edição, Jundiaí, SP – Brasil, Ed. Degaspari, 2000. 289p.

MARENGONI, N. G., BUENO G. W., JUNIOR, A. C. G., et al, Desempenho produtivo e viabilidade econômica de juvenis de tilápia-do-Nilo cultivados na região oeste do Paraná sob diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Bahia, v. 9, n. 2, p.341-349, 2008.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus (linhagem Chitralada), cultivada em tanque-rede sob diferentes densidades de estocagem, **Archivos de zootecnia** vol. 55, núm. 210, p. 127 - 138. UNIOESTE, 2006.

Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) , Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2010

OLIVEIRA, R. P. C. Desempenho zootécnico de duas linhagens de Tilápia-do-nilo sob diferentes densidades de estocagem em raceway, (Dissertação de Mestrado) 2010.

POGGERE, P. R. Avaliação do desempenho produtivo e rendimento de filé de três linhagens de tilápia (*Oreochromis niloticus*): Supreme, Chitralada e Bouaké, (Dissertação de Mestrado), 2009.

POPMA, T.J., GREEN, B.W. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds. International Center for Aquaculture. Alabama Agricultural Experment Station, Auburn University. **Research and Development Series** n. 35, 1990.

RIBEIRO, L. P., LIMA L. C., TURRA E. M., et al. Efeito do peso e do operador sobre rendimento de filé em tilápia vermelha *Oreochromis spp.* AQÜICULTURA BRASIL‘ 98, 1998, Recife. Anais... Recife: ABRAQ, 1998. v. 2, p. 773-778.

SCORVO-FILHO, J. D. Panorama da Aqüicultura Nacional. In: Informes Técnicos – Associação Catarinense de Aqüicultura, 2003.

SILVA, P. C., KRONKA, S. N., TAVARES, L. H. S., et al, Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema raceway. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p.9-13, 2003.

SANTOS, J. G. A, Frequências e formas de fornecimento de ração para Tilápia do Nilo em sistema Raceway, Univesidade Federal de Goiás, Goiânia, (Dissertação de Mestrado) 2008.

SOUZA, R. L. M, CASTAGNOLLI, N., KRONKA, S. N., et al, Influência das densidades de estocagem e sistemas de aeração sobre o peso e características de carcaça da tilápia do Nilo, **Acta Scientiarum** 20(3):387-393, 1998.

VIEIRA, V. P., RIBEIRO, R. P., MOREIRA, H; L. M., et al Avaliação do desempenho produtivo de linhagens de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus)* em Maringá-PR, **Rev. Acad**., Curitiba, v.3, n.3, p. 19-26, jul./set. 2005.

# Estudo Teórico do Efeito do Solvente nos Espectros de Emissão do MEH-PPV

Fabrício Sanches Paranhos, Freddy Fernandes Guimarães (Orientador)
Universidade Federal de Goiás, 74001-970, Brasil
paranhos.s.f@gmail.com, freddy@quimica.ufg.br

## Resumo

Neste trabalho é feito o estudo teórico das excitações eletrônicas da camada de valência do MEH-PPV. Os espectros de excitação MEH-PPV são calculados no vácuo e nos solvente acetonitrila, clorofórmio, etanol e THF. Nas análises dos resultados é enfatizada a transição HOME-LUMO que tem maior coeficiente de transição. Experimentalmente, o MEH-PPV forma polímeros, para obter propriedades que possam ser diretamente comparadas com dados experimentais são feitos cálculos para o MEH-PPV isolado e nas formas de dímero, trímero, tetrâmero, pentâmero e hexâmero. As propriedades calculadas, através de cálculos ab-initio de estrutura eletrônica, para do monômero e dos oligômeros são ajustados a uma função empírica e extrapolados para o infinito para obtenção das propriedades do polímero. Do ponto de vista teórico este tipo de análise é necessário devido à impossibilidade de fazer cálculos de estrutura eletrônica para moléculas contendo milhares de átomos. O metodologia aplicada para obtenção das propriedades do polímero do MEH-PPV mostrou ser preciso e de baixo custo computacional, levando a resultados das propriedades físicas o polímeros comparáveis aos dados experimentais, algo impraticável de ser obtido pela metodologia padrão.

**Palavras-chaves**: Método de extrapolação de cadeia finita, gap HOMO-LUMO, MEH-PPV, DFT

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta da condução elétrica do poliacetileno em 1977 (1), a pesquisa na área de polímeros conjugados tem crescido expressivamente. A partir de 1989 observou-se que certos polímeros com ligações $\pi$ conjugadas apresentavam eletroluminescência (2). A eletroluminescência é um fenômeno óptico e elétrico correspondente a emissão de luz, quando o material é submetido a uma corrente elétrica ou um campo elétrico forte.

Revisado pelo orientador

Os dispositivos eletroluminescentes têm grandes utilidades tecnológicas, como por exemplo, dispositivos emissores de luz (LED). Entre os diversos tipos de dispositivos emissores de luz, os formados por polímeros orgânicos (OPLEDs) apresentam alto desempenho, baixo custo de produção e facilidade de fabricação. A grande quantidade de estruturas distintas dos polímeros orgânicos fornece uma variabilidade da matriz na fabricação dos OPLEDs, permitindo sua aplicação em dispositivos de imagem, devido à possibilidade de gerar diversos comprimentos de onda na região do visível do espectro eletromagnético. Os polímeros orgânicos podem ser utilizados sistemas de armazenamento de energia, e também, como células solares orgânicas e transistores.

PPV (Poly(p-phenylene vinylene)) e seus derivados, como o (Poly[[[(2-ethylhexyl)oxy]-methoxy-1,4-phenylene]-1,2-ethenediyl]) ou MEH-PPV, apresentado na Fig. 1, têm mostrado muitas vantagens para aplicativos eletroluminescentes, apresentando bandas de fluorescência de alta intensidade (3). O PPV e o MEH-PPV apresentam grandes diferenças de solubilidade. O PPV é insolúvel em água, enquanto o MEH-PPV apresenta boa solubilidade na maioria dos solventes orgânicos.

Os espectros experimentais de absorção e emissão do MEH-PPV mostram dependência em relação ao meio em que ele se encontra. Este fenômeno foi observado experimentalmente pelo grupo de pesquisa da Profa. Dra. Tatiana Duque Martins do Instituto de Química da UFG, onde foi observado que o solvente causa o deslocamento dos picos de absorção e emissão tanto para o vermelho quanto para o azul. É importante salientar que os deslocamentos não estão diretamente relacionados a polaridade do solvente. Os deslocamentos dos picos devido ao meio permite a alteração das frequências de absorção e emissão pela simples modificação do solvente em que o MEH-PPV é diluído, permitindo uma maior flexibilidade da aplicação do MEH-PPV em aplicações tecnológicas como, por exemplo, o desenvolvimento de sensores e dispositivos emissores de luz. O deslocamento dos picos devido ao efeito do solvente é um fato intrigante e que aguça a curiosidade. O fenômeno responsável pelo os deslocamentos dos picos de absorção do MEH-PPV não é claramente conhecido. A compreensão teórica do presente fenômeno pode viabilizar o controle efetivo e preciso dos deslocamentos das transições eletrônicas, sistematizando e facilitando a obtenção de sistemas com propriedades otimas para aplicação de dispositivos luminescentes. Devido a isto, neste trabalho são apresentados resultados teóricos computacionais com o intuito de contribuir para o entendimento mais profundo no nível molecular das causas deste fenômeno de deslocamento dos picos de absorção e emissão do MEH-PPV.

# 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## 2.1 ALGORÍTIMO GENÉTICO E BUSCA ALEATÓRIA

O fato da molécula adotada neste estudo ser um polímero e seu monômero ser relativamente grande, 51 átomos, leva a uma grande variedade de conformações geométricas. Para contornar

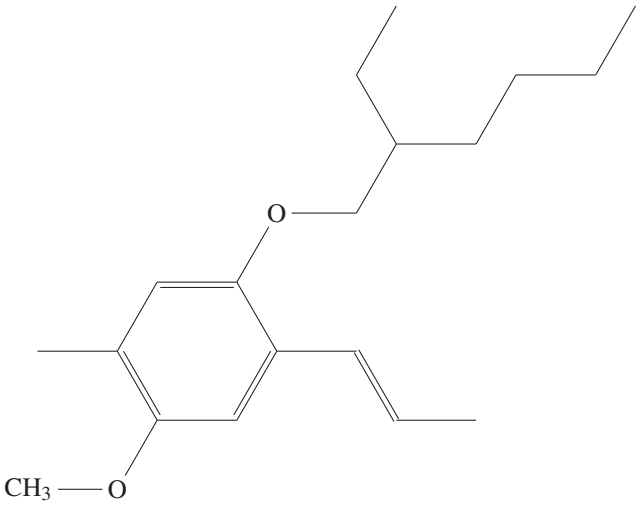



Figura 1 – Estrutura química do monômero do MEH-PPV.

este problema, foi desenvolvido em coautoria com o aluno de doutorado Rafael Couto o programa Molecular Genetic Algorithm (MGA) (4), um algoritmo genético criado para gerar e otimizar geometrias moleculares.

Por ser um método estocástico, em teoria, o algoritmo alcança a convergência se for executado por um tempo infinito. Como isto é inviável, de praxe realizam-se vários cálculos de GA com condições iniciais distintas. Este procedimento é feito no MGA pela alteração da palavra chave *seed* no input do programa.

O programa MGA além de trabalhar no modo algoritmo genético, pode também ser usado no modo de busca aleatória. Neste último caso, são geradas e otimizadas milhares de estruturas moleculares seguindo uma distribuição uniforme.

O uso das técnicas mencionadas acima permitiu determinar as estruturas moleculares de menor energia, as quais, em principio, podem ser usadas em cálculos de estrutura eletrônica para obtenção de propriedades moleculares. Como salientado acima a determinação das estruturas moleculares foi feita utilizando essencialmente o método semi-empírico PM3 para a descrição das interações atômicas, ou seja, a superfície de energia potencial (PES).

Os métodos semi-empíricos foram utilizados nesta etapa por fornecerem a energia eletrônica e os gradientes em uma fração do tempo requerido por métodos mais robustos de cálculos de estrutura eletrônica.

## 2.2 EQUAÇÃO DE SCHRÖDINGER

Como estamos tratando de um sistema quântico, a obtenção de qualquer informação do sistema será através da solução da equação de Schrödinger para a aquisição da função de onda do sistema de interesse. Abaixo temos a equação de Schrödinger dependente do tempo para uma única partícula movendo em um campo elétrico é dada por:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(\vec{r},t)\right]\Psi(\vec{r},t) = i\hbar\frac{\partial\Psi(\vec{r},t)}{\partial t}, \quad (1)$$

onde $\Psi(\vec{r},t)$ é a função de onda na qual estamos interessados, $\vec{r}$ são as coordenadas espaciais dos átomos, $t$ o tempo, $m$ a massa, $\hbar$ é a razão entre a constante de Planck e $2\pi$, finalmente $V(\vec{r},t)$ a energia potencial dependente do tempo do sistema.

Para propriedades físicas independentes do tempo onde $V(\vec{r})$ também não depende explicitamente do tempo pode-se aplicar o método de separação de variáveis. A função de onda neste caso pode ser escrita como um produto de duas funções como a seguir:

$$\Psi(\vec{r},t) = f(t)\psi(\vec{r}), \tag{2}$$

aqui $f(t)$ é a parte da função de onda que depende exclusivamente do tempo e $\psi(\vec{r})$ a parte espacial da função de onda. Substituindo A Eq. 2 em 1 obtém-se:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{1}{\psi(\vec{r})}\frac{\mathrm{d}^2\psi(\vec{r})}{\mathrm{d}\vec{r}^2} + V(\vec{r}) = i\hbar\frac{1}{f(t)}\frac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t}. \tag{3}$$

Como o lado esquerdo da equação depende somente das coordenadas e o lado direito do tempo $t$, pode-se igualar ambos os lados a uma constate. A constante obtida neste caso tem dimensão de energia e pode ser reconhecida como tal. Deste modo obtém-se seguinte conjunto de equações,

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\mathrm{d}^2\psi(\vec{r})}{\mathrm{d}\vec{r}^2} + V(\vec{r})\psi(\vec{r}) = E\psi(\vec{r}) \tag{4a}$$

$$i\hbar\frac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t} = Ef(t) \tag{4b}$$

A solução para a segunda equação (Eq. 4b) pode ser facilmente obtida levando a:

$$f(t) \propto e^{-iEt/\hbar} \tag{5}$$

Deste modo a solução da função de onda dependente do tempo pode ser reconstruída através da expressão,

$$\Psi(\vec{r},t) = \psi(\vec{r})e^{-iEt/\hbar}. \tag{6}$$

A solução para obtenção da função de onda $\psi(\vec{r})$ depende da forma do operador Hamiltoniano, $\mathscr{H}$, o qual fornece a energia total do sistema,

$$\mathscr{H} = -\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\nabla_i^2 - \sum_{A=1}^{M}\frac{1}{2M_A}\nabla_A^2 - \sum_{i=1}^{N}\sum_{A=1}^{M}\frac{Z_A}{\vec{r}_{iA}} + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j>i}^{N}\frac{1}{\vec{r}_{ij}} + \sum_{A=1}^{N}\sum_{B>A}^{M}\frac{Z_AZ_B}{\vec{R}_{AB}}. \tag{7}$$

A equação acima pode ser escrita de forma mais simplificada como:

$$\mathscr{H} = -T_e - T_A - V_{eN} + V_{ee} + V_{NN} \tag{8}$$

onde $T_e$ é a energia cinética dos elétrons, $T_A$ a energia cinética dos núcleos, $V_{eN}$ a atração elétron-núcleo, $V_{ee}$ repulsão elétron-elétron e $V_{NN}$ repulsão núcleo-núcleo.

## 2.3 APROXIMAÇÃO DE BORN-OPPENHEIMER

A equação 4 não pode ser resolvida analiticamente para sistemas com três corpos ou mais (5). Faz-se necessário uma aproximação para contornar este problema, a aproximação de Born-Oppenheimer (6), a qual considera a grande diferença de momento entre os elétrons e núcleos. O movimento dos elétrons é quase instantâneo em relação ao movimento dos núcleos, assim o Hamiltoniano total pode ser separado em Hamiltoniano eletrônico e nuclear. Sendo que no Hamiltoniano nuclear os núcleos se movem em um campo médio gerado pelos elétrons.

Os Hamiltonianos resultantes da parte eletrônica e nuclear, levando-se em conta a aproximação feita acima, são dados respectivamente por:

$$\mathscr{H}_{ele} = -\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\nabla_i^2 - \sum_{i=1}^{N}\sum_{A=1}^{M}\frac{Z_A}{\vec{r}_{iA}} + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j>i}^{N}\frac{1}{\vec{r}_{ij}} \tag{9a}$$

$$\mathscr{H}_{nuc} = -\sum_{A=1}^{M}\frac{1}{M_A} + \sum_{A=1}^{N}\sum_{B>A}^{M}\frac{Z_A Z_B}{\vec{R}_{AB}} + \langle\mathscr{H}_{ele}\rangle \tag{9b}$$

$\langle\mathscr{H}_{ele}\rangle$ representa o valor médio da energia eletrônica e é obtido pela solução da equação,

$$\mathscr{H}_{ele}\Phi_{ele}(\vec{R};\vec{r}) = \mathscr{E}_{ele}\Phi_{ele}(\vec{R};\vec{r}). \tag{10}$$

Como pode ser visto a função de onda eletrônica dependerá das coordenadas espaciais dos elétrons e parametricamente das coordenadas dos núcleos.

A energia total do sistema é obtida somando a repulsão núcleo-núcleo, que é constante na aproximação empregada, ou seja,

$$\mathscr{E}_{total} = \langle\mathscr{H}_{ele}\rangle + \sum_{A=1}^{N}\sum_{B>A}^{M}\frac{Z_A Z_B}{\vec{R}_{AB}}. \tag{11}$$

Definindo orbital $\chi(\vec{r})$ como a função de onda de um único elétron, como produto da função de onda espacial $\psi_i(\vec{r})$ com as funções de onda de spin $\alpha(\omega)$ (*spin up*) e $\beta(\omega)$ (*spin down*),

$$\chi(\vec{r}) = \begin{cases}\psi(\vec{r})\alpha(\omega)\\ \psi(\vec{r})\beta(\omega).\end{cases} \tag{12}$$

Sabendo que as funções de onda são ortonormais, ou seja, $\langle i|j\rangle = \delta_{ij}$ a probabilidade de encontrar um elétron em um elemento de volume $\mathrm{d}\vec{r}$ pode ser calculada simplesmente pelo modulo quadrado da função de onda espacial, $|\psi(\vec{r})|^2\ \mathrm{d}\vec{r}$.

## 2.4 APROXIMAÇÃO DE HARTRE-FOCK

Para um sistema com $N$ elétrons não interagentes o Hamiltoniano pode ser escrito como o somatório do operador de um elétron,

$$\mathscr{H} = \sum_{i=1}^{N} h(i), \tag{13}$$

$h(i)$ representa o operador de energia cinética e energia potencial do $i$ésimo elétron. Deste modo a energia de cada spin orbital é obtida pela solução da equação secular:

$$h(i)\chi(\vec{r}) = \mathscr{E}\chi(\vec{r}). \tag{14}$$

A Eq. 14 pode ser resolvida considerando a função de onda do sistema de $N$ elétrons $\Psi(\vec{r}_1,\vec{r}_2,\ldots,\vec{r}_N)$ como um produto de funções de onda de um elétron $\chi_i(\vec{r}_i)$, ou seja,

$$\Psi(\vec{r}_1,\vec{r}_2,\ldots,\vec{r}_N) = \chi_i(\vec{r}_1)\chi_j(\vec{r}_2)\ldots\chi_k(\vec{r}_N) \tag{15}$$

A expressão acima é conhecida como produto de Hartree. Do ponto de vista de fundamentos sistemas de partículas esta expressão apresenta alguns problemas. Pelos elétrons serem partículas com spin semi-inteiros, também conhecidos como férmions é necessário utilizar na descrição deste sistema funções de onda que não permitem a distinguibilidade das partículas, assim como, sua antissimetria que é a forma forte do princípio de exclusão de Pauli. Por isto, a função de onda mais adequada a descrever os elétrons deve ser obtida por um determinante de Slater,

$$\Psi(\vec{r}_1,\vec{r}_2,\ldots,\vec{r}_N) = \frac{1}{\sqrt{N!}}\begin{vmatrix} \chi_i(\vec{r}_1) & \chi_j(\vec{r}_1) & \cdots & \chi_k(\vec{r}_1) \\ \chi_i(\vec{r}_2) & \chi_j(\vec{r}_2) & \cdots & \chi_k(\vec{r}_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \chi_i(\vec{r}_N) & \chi_j(\vec{r}_N) & \cdots & \chi_k(\vec{r}_N), \end{vmatrix} \tag{16}$$

que contempla a indistinguibilidade das partículas e o princípio da antissimetria. O princípio variacional garante que qualquer função de onda tentativa utilizada na tentativa da solução de uma equação de autovalor,

$$\mathscr{H}|\Psi\rangle = E_0\langle\Psi| \tag{17}$$

fornecerá uma energia maior que a energia verdadeira $E_0$ para o estado fundamental,

$$\langle\Psi_{tentativa}|\mathscr{H}|\Psi_{tentativa}\rangle \geq E_0, \tag{18}$$

do sistema em estudo. Desta maneira, o melhor conjunto de spin orbitais que satisfazem $\mathscr{H}$ é encontrado minimizando a energia eletrônica (7) do sistema.

Utilizando o Hamiltoniano eletrônico 9a e resolvendo 17 com função de onda antisimétrica 16, obtém-se:

$$\begin{aligned} E_0 = \langle\Psi_0|\mathscr{H}|\Psi_0\rangle &= \sum_a \langle a|h|a\rangle + \frac{1}{2}\sum_{ab}\langle ab||ab\rangle \\ &= \sum_a \langle a|h|a\rangle + \frac{1}{2}\sum_{ab}[aa|bb] - [ab|ba]. \end{aligned} \tag{19}$$

A obtenção dos melhores orbitais de spin que minimizam a energia eletrônica, Eq. 19, levam a equação integro-diferencial de Hartree-Fock (HF):

$$h(1)\chi_a(1) + \sum_{b\neq a}\left[\int |\chi_b(2)|^2 r_{12}^{-1}\,\mathrm{d}\vec{r}_2\right]\chi_a(1) - \sum_{b\neq a}\left[\int \chi_b^*(2)\chi_a(2) r_{12}^{-1}\,\mathrm{d}\vec{r}_2\right]\chi_b(1) = \mathscr{E}_a\chi_a(1), \tag{20}$$

ou simplificadamente,

$$\left[h(1)+\sum_{b\neq a}\mathscr{J}_b(1)-\sum_{b\neq a}\mathscr{K}_b(1)\right]\chi_a(1)=\mathscr{E}\chi_a(1), \tag{21}$$

onde $\mathscr{J}_b$ é o operador de Coulomb, termo responsável por definir a interação, repulsão elétron-elétron e $\mathscr{K}_b$ o operador de Troca, que não tem uma interpretação clássica simples como o termo de Coulomb. O operador de troca surge graças a natureza antissimétrica do determinante de Slater (8);

É interessante observar que os operadores $\mathscr{J}_b(1)$ e $\mathscr{K}_b(1)$ do elétron 1 dependem dos orbitais dos demais elétrons do sistema. Devido a isto a equação 21 tem de ser resolvida pelo procedimento do campo autoconsistente ou do inglês *self-consistent field* (SCF). Neste procedimento os orbitais são continuamente otimizados por meio de iterações, sendo que sempre na iteração subsequente os orbitais da iteração anterior são utilizados para remontar os operadores $\mathscr{J}_b(i)$ e $\mathscr{K}_b(i)$ para os $i$ elétrons dos sistema. Isto é feito até que ocorra a convergência da energia e dos orbitais, Fig. 2.

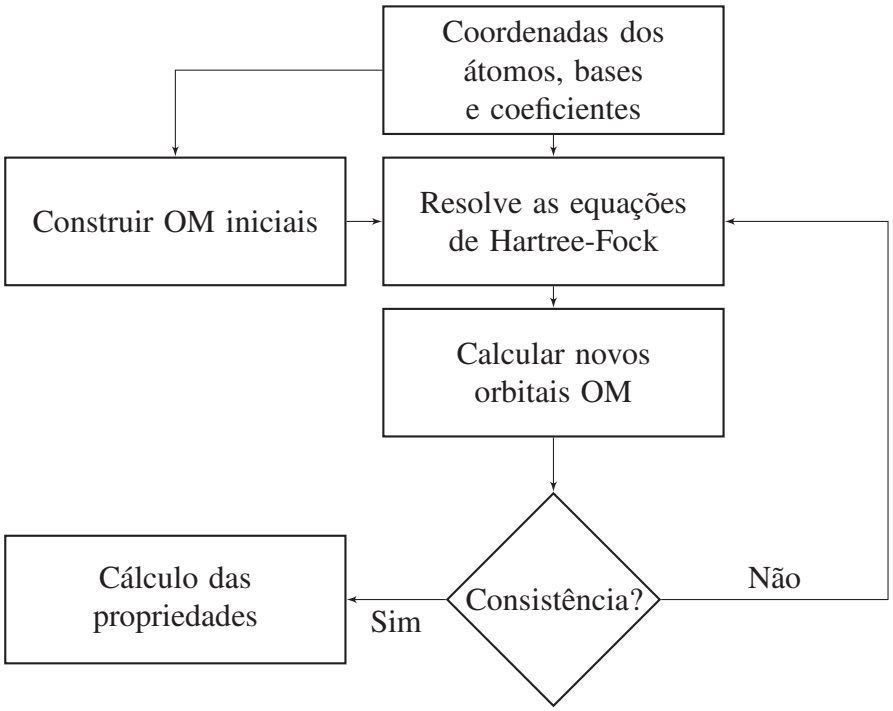



Figura 2 – Esquema do campo autoconsistente.

### 2.4.1 FUNÇÕES DE BASE

Ao aproximar a função de onda dos orbitais espaciais por funções de base conhecidas, o conjunto de equações integro-diferenciais de Hartree-Fock, podem ser convertidas em um conjunto de equações algébricas sendo resolvidas através de técnicas matriciais (9).

Assim os orbitais espaciais são expandidos em um conjunto de $K$ funções $\varphi$, pré-estabelecidas, através de uma combinação linear:

$$\psi_i = \sum_{\mu=1}^{K} C_{\mu i}\varphi_\mu \tag{22}$$

Nessa equação, $C_{\mu i}$ são coeficientes de expansão a serem determinado. A igualdade na equação acima só é rigorosamente válida caso $K$ seja infinito, entretanto, na prática só é possível utilizar um conjunto finito de funções.

Neste trabalho foi utilizado funções do tipo gaussiana definidas como:

$$\varphi_\mu = \sum_p d_{p\mu} g_p \tag{23a}$$

$$g_{ijk} = N x_b^i y_b^j z_b^k e^{-\alpha r_b^2} \tag{23b}$$

onde $d_{p\mu}$ são os coeficientes de contração e $g_p$ as gaussianas primitivas, onde $i$, $j$ e $k$ são inteiros positivos, $\alpha$ é o expoente orbital, $N$ a constante de normalização, $x$, $y$ e $z$ são as coordenadas cartesianas do átomo $b$, e $r$ a distância ao átomo $b$. Uma combinação linear de gaussianas primitivas forma as funções de base gaussiana. Assim temos:

$$\psi_i = \sum_{\mu=1}^{N} C_{\mu i} \left( \sum_p d_{p\mu} g_p \right) \tag{24}$$

## 2.5 TEORIA DO FUNCIONAL DA DENSIDADE

As equações de Hartree-Fock 21, é obtida através de uma série de aproximações que possibilita a resolução da equação de Schrödinger. Uma das consequências das aproximações utilizadas é que a interação de um dado orbital é feita na média dos outros orbitais do sistema. Deste modod, efeitos importantes como interações instantâneas entre os elétrons são desconsideradas pelo método de Hartree-Fock.

O método de HF é dito ser não correlacionado. A energia de correlação é definida como a diferença entre a energia no limite do Hartree-Fock, $E_{HF}$, e a energia exata não relativística do sistema, equação 25.

$$E_c = E_0 - E_{HF} \tag{25}$$

A energia de corelação é proveniente da impossibilidade de descrever o sistema de elétrons como um único determinante de produto de funções de onda de um elétron. (10).

Vários foram desenvolvidos desenvolvidos com o intuito de corrigir a falta da correlação de Coulomb nas equações de HF 21. Tais métodos agregam maior custo computacional na obtenção das energias e funções de onda eletrônicas, o que inviabiliza o uso das técnicas pós-Hartree-Fock em sistemas com mais de uma centena de átomos. O método de HF tem um custo computacional da ordem de $O(m^4)$. Enquanto métodos mais robustos, pós-Hartree-Fock, como Teoria de Perturbação de Moller-Plesset (MP$n$) em que $n$ é o nível de perturbação, Configuração

de Interação (CI) e *Copled clusters* (CC) apresentam um custo computacional bem maiores da ordem de $O(m^7)$.

Um método alternativo aos pós-HF para obtenção da correlação eletrônica é a Teoria da Densidade Funcional. Na DFT ao invés de trabalhar com a quantidade função de onda, que não tem significado físico, utiliza-se a densidade eletrônica, $\rho(\vec{r})$), definida abaixo, como base para a obtenção de propriedades do sistema.

$$\rho(\vec{r}_1) = N \int \dots \int |\Psi(\vec{r}_2, \dots, \vec{r}_N)|^2 \, \mathrm{d}\vec{r}_2 \dots \mathrm{d}\vec{r}_N \tag{26}$$

A primeira tentativa de se substituir a função de onda pela densidade eletrônica foi feita pelo modelo de Thomas-Fermi (11, 12) utilizando um modelo quântico estatístico de um gás de elétrons. Já os fundamentos matemáticos para a utilização da densidade eletrônica como alternativa para efetuar cálculos de estrutura eletrônica de sistemas moleculares pode ser atribuído aos teoremas de Hohemberg e Kohn.

### 2.5.1 TEOREMAS DE HOHEMBERG-KOHN

O primeiro teorema de Hohemberg-Kohn diz o seguinte para estados não degenerados de $N$ partículas:

**Teorema 1** *O potencial externo $V_{ext}(\vec{r})$ é um funcional único de $\rho(\vec{r})$, uma vez que $V_{ext}(\vec{r})$ fixa um $\mathscr{H}$ então o estado fundamental é um funcional único de $\rho(\vec{r})$.*

Sua prova é feita por absurdo considerando dois potenciais externos $V_{ext}(\vec{r})$ e $V'_{ext}(\vec{r})$ com a seguinte definição:

$$V_{ext}(\vec{r}) - V'_{ext}(\vec{r}) = \text{constante} \tag{27}$$

Da forma que cada potencial externo fixa um operador Hamiltoniano, $\mathscr{H}_a$ e $\mathscr{H}_b$, e para cada operador leva a diferentes energias $E_{0a}$ e $E_{0b}$ para o estado fundamental, apesar de ambos os potências partilharem a mesma densidade eletrônica. Tem-se então de acordo com o princípio variacional e utilizando da propriedade que $V_{ext}$ e $V'_{ext}$ são operadores de um elétron que :

$$E_{0a} < \langle \Psi_b | \mathscr{H}_a | \Psi_b \rangle = \langle \Psi_b | \mathscr{H}_b | \Psi_b \rangle + \langle \Psi_b | \mathscr{H}_a - \mathscr{H}_b | \Psi_b \rangle , \tag{28a}$$

$$E_{0a} < E_{0b} + \langle \Psi_b | T_b + V_{ee_b} + V_{ext_b} - T_a - V_{ee_a} - V_{ext_a} | \Psi \rangle ,$$

como as quantidades $\langle T_a \rangle = \langle T_b \rangle$ e $V_{ee_b} = V_{ee_a}$ obtém-se,

$$E_{0a} < E_{0b} - \int \rho(\vec{r})[V_{ext_b} - V_{ext_a}] \, \mathrm{d}\vec{r}. \tag{28b}$$

De forma análoga pode-se obter para energia $E_{0b}$

$$E_{0b} < E_{0a} - \int \rho(\vec{r})[V_{ext_a} - V_{ext_b}] \, \mathrm{d}\vec{r}. \tag{29}$$

Pela hipótese inicial $\rho_a = \rho_b$ de modo que soma das Eqs 28b e 29 leva a seguinte contradição,

$$E_a + E_b < E_b + Ea. \tag{30}$$

Assim, fica verificado a impossibilidade de obtenção de dois potenciais externos diferentes para uma mesma densidade eletrônica, ou seja, cada $\rho$ determina um único $V_{ext}$. A energia é então um funcional da densidade eletrônica $E_0 = E[\rho_0]$,

$$E_0[\rho_0] = T[\rho_0] + V_{ee}[\rho_0] + V_{ext}[\rho_0] \tag{31}$$

Nos casos de potenciais externo conhecidos:

$$V_{ext} = \left\langle \Psi_0 \left| \sum_{i=1}^{N} v(\vec{r}_i) \right| \Psi_0 \right\rangle = \int \rho(\vec{r}) v_{ext} \, \mathrm{d}\vec{r}. \tag{32}$$

A dificuldade do emprego da DFT fica por conta da determinação dos operadores de energia cinética e da parte da integral de troca da repulsão elétron-elétron que não são conhecidos. Em geral, as diferenças e os termos não conhecido dos operadores da DFT são agrupados em um funcional único chamado *funcional de Hohenberg-Kohn*, $F_{HK}[\rho_0]$.

**Teorema 2** *Toda função tentativa de densidade eletrônica, que satisfaça* $\int \rho(\vec{r}) \, \mathrm{d}\vec{r} = N$ *e* $\rho(\vec{r}) \geq 0$*, obedece a seguinte equação:*

$$E_0 \leq E[\rho]. \tag{33}$$

O segundo teorema de Hohenberg-Kohn é o princípio variacional para a densidade eletrônica.

## 2.6 EQUAÇÕES DE KOHN-SHAM

Apesar do funcional de energia conter termos desconhecidos, Kohn e Sham ao tentarem encontrar $E_0$ a partir de $\rho_0$ se concentraram em resolver a o máximo possível da Eq. 31 de forma exata, permitindo algumas aproximações que foram todas agrupadas em um funcional desconhecido chamado funcional de troca e correlação. Assim, explicitando a dependência dos orbitais, tem-se:

$$\begin{aligned} E[\rho(\vec{r})] = &-\frac{\hbar^2}{2m_e} \sum_{i=1}^{n} \int \psi_i^*(\vec{r}_1) \nabla_1^2 \psi_i(\vec{r}_1) \, \mathrm{d}\vec{r}_1 - j_0 \sum_{A=1}^{N} \frac{Z_A}{r_{iA}} \rho(\vec{r}_1) \, \mathrm{d}\vec{r}_1 \\ &+ \frac{1}{2} j_0 \int \frac{\rho(\vec{r}_1)\rho(\vec{r}_2)}{r_{12}} \, \mathrm{d}\vec{r}_1 \mathrm{d}\vec{r}_2 + V_{XC}[\rho] \end{aligned} \tag{34}$$

Aplicando o princípio variacional e minimizando a equação acima obtemos a equação de alto valor que nos fornece os melhores "orbitais de Kohn-Sham", $\theta^{KS}$:

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m_e} \nabla_1^2 - j_0 \sum_{A=1}^{N} \frac{Z_A}{r_{iA}} + j_0 \int \frac{\rho(\vec{r}_2)}{r_{12}} \, \mathrm{d}\vec{r}_2 + V_{XC}[\rho] \right] \theta_i^{KS}(\vec{r}_1) = \mathscr{E}_i \theta_i^{KS}(\vec{r}_1). \tag{35}$$

É interessante notar que os resultados obtidos pela resolução da Eq. 35 são dependentes da qualidade da aproximação feita no funcional de troca e correlação, $V_{XC}[\rho]$. A resolução da equação de auto valor de Kohn-Sham se dá por um método iterativo, análogo ao utilizado no método de Hartree-Fock (Fig. 2).

## 2.7 MODELO DO CONTÍNUO POLARIZADO

A simulação computacional levando em conta explicitamente moléculas de solvente é na grande maioria dos casos impraticável. Nos casos em que é possível abrir mão de um tratamento quântico rigoroso pode-se utilizar métodos alternativos como o modelo do contínuo polarizado, do inglês *polarized continuum model* (PCM). Este tipo de tratamento computacional fornece bons resultados com uma fração do custo computacional necessário para a inclusão explicita do solvente (13).

A ideia principal do método consiste em imbutir a molécula de interesse dentro de uma cavidade rodeada por um contínuo polarizado com constante dielétrica $\varepsilon$. A cavidade é modelada usando sobreposições de esferas centradas nos átomos, ou grupos atômicos, com mostra a Fig. 3. A superfície da cavidade representa a fronteira entre o soluto e o solvente. Para descrever as interações eletrostáticas entre soluto e solvente utiliza-se o método da carga aparente de superfície, do ingles *apparent surface charge* (ASC).

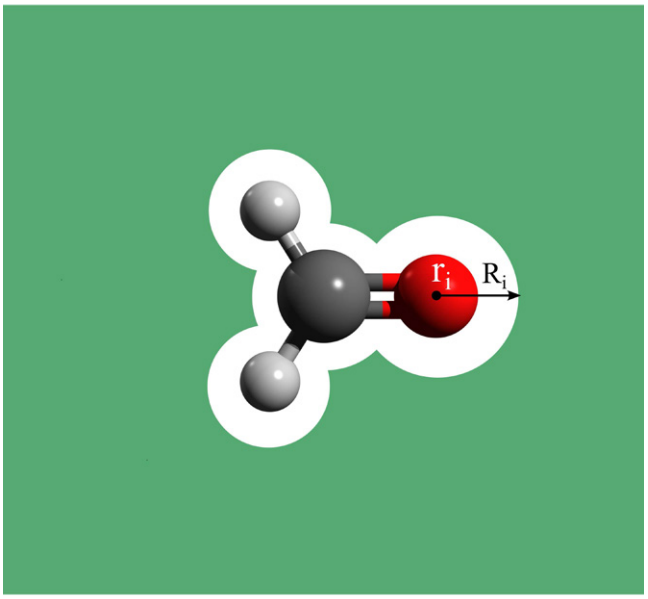



Figura 3 – Esquema de uma cavidade gerada pelo PCM, neste caso para a molécula do Formaldeído. A região em verde tem-se um contínuo polarizado e a região em branco tem-se vácuo.

Para se resolver de forma numérica, a superfície continua de carga é dividida em um conjunto de cargas pontuais, através de um número finito de elementos de superfície, chamados de tessela, do italiano *tesserae*. O vetor resultante do ASC, $\mathbf{q}$, que é usado para representar o potencial eletrostático do solvente, é obtido pela solução da equação matricial:

$$\mathbf{Cq} = \mathbf{g}, \tag{36a}$$

$$\Phi_{ASC}(\vec{r}) = \sum_{i}^{N} \frac{q(i)}{|\vec{r} - \vec{r}_i|}. \tag{36b}$$

O vetor **g** e a matriz **C** assumem diferentes formas dependendo do método de tesselação e o formalismo utilizado. Sendo que o método de tesselação escolhido neste trabalho foi o GEPOL-AS (14), a superfície é dividia em triângulos e suas áreas são escalonadas em relação a distância das tesselas vizinhas, utilizando o formalismo de equação integral do inglês, *Integral Equation Formalism* (IEF) (15). Assim, **g** é definido em função do vetor potencial eletrostático do soluto, **V**, e **C**, que é descrito como:

$$\mathbf{C} = \left(\frac{\mathbf{A}}{2} - \mathbf{D}\right)^{-1} \left(\frac{\varepsilon+1}{\varepsilon-1}\frac{\mathbf{A}}{2} - \mathbf{D}\right) \mathbf{A}^{-1}\mathbf{S}\mathbf{A}, \tag{37a}$$

$$\mathbf{g} = -\mathbf{V}, \tag{37b}$$

com

$$A_{ii} = a_i, \;\; A_{ij} = 0, \tag{38a}$$

$$S_{ii} = 1.07a_i\sqrt{4\pi a_i}, \;\; S_{ij} = \frac{a_i a_j}{\left|\vec{r}_i - \vec{r}_j\right|} \tag{38b}$$

$$D_{ii} = -\frac{1.07a_i\sqrt{4\pi a_i}}{8\pi R}, \;\; D_{ij} = \frac{a_i a_j(\vec{r}_i - \vec{r}_j)\cdot\hat{n}_j}{4\pi\left|\vec{r}_i - \vec{r}_j\right|^3}, \tag{38c}$$

onde $r_i$, $a_i$, $\hat{n}_i$ e $R_i$ são, respectivamente, centro , área, vetor unitário ortogonal, e raio da esfera da tessela $i$.

Tem-se assim a polarização no soluto,

$$(\mathscr{H}_0 + \Phi_{ASC})\left|\Psi'\right\rangle = \mathscr{E}'\left|\Psi'\right\rangle, \tag{39}$$

com a energia total livre dos sistema soluto-solvente dado por:

$$\mathscr{E}_{total} = \left\langle\Psi'\right|\mathscr{H}_0\left|\Psi'\right\rangle + G_{ele}, \tag{40a}$$

$$G_{ele} = \frac{1}{2}\mathbf{q}\cdot\mathbf{V}. \tag{40b}$$

## 3 METODOLOGIA

Em geral, moléculas com propriedades fotovoltaicas, devido ao seus tamanhos, possuem diversos confôrmeros com geometrias distintas. Este simples fato torna a possibilidade de sucesso na obtenção de resultados condizentes com a realidade um desafio. Uma alternativa para suplantá-lo é o uso de técnicas de Inteligência Artificial em conjunto com métodos teóricos baseados em primeiros princípios. Este tipo de tratamento de dados vem sendo utilizado em vários estudos conformacionais e tem mostrado sucesso na determinação das geometrias mais estáveis de alloys e clusters atômicos e moleculares (16, 17). Os resultados dos cálculos de

estrutura eletrônica apresentados neste relatório foram obtidos o pacote computacional de cálculos de estrutura eletrônica *GAMESS* (General Atomic and Molecular Electronic Structure System) (18). Além disto, foi necessário o desenvolvimento de softwares e rotinas computacionais complementares para a obtenção de resultados condizentes com os dados experimentais. Um dos softwares desenvolvidos foi o MGA, que utiliza a técnica de Algorítimo Genético (GA), que é uma técnica de inteligência artificial, e busca aleatória na determinação das geometrias moleculares de menor energia. Em geral, para aplicação destes métodos é necessário conhecer a força de interação entre os átomos para estudos relacionados à estrutura molecular. As forças de interações entre os átomos foi calculada por métodos Semi-Empiricos e *ab-initio*.

A técnica GA foi utilizada na busca das estruturas de menor energia com método Semi-Empiricos PM3 aplicado a descrição das interações interatômicas, para obtenção do monômero do MEH-PPV. A partir da estrutura de menor energia obtida foram construídos os oligômeros do MEH-PPV com a repetição de até 6 unidades monoméricas (MEH-PPV$_n$ com $n = 1 - 6$). As estruturas dos oligômeros foram reotimizadas utilizando DFT com o conjunto de base 6-31G com inclusão de funções polarização do tipo d e o funcional de troca e correlação R-B3LYP (19).

Os resultados do *gap* de energia HOMO-LUMO (HOMO do inglês *highest occupied molecular orbital* e LUMO do inglês *lowest unoccupied molecular orbital*), obtidos para o monômero e oligômero foram ajustados de acordo com a função (20):

$$\mathscr{E}_g = \mathscr{E}_g^{\infty} + ae^{-b\eta}, \tag{41}$$

com $\mathscr{E}_g$ sendo a energia do *gap* do oligômero, $\eta$ um número inteiro que representa o oligômero, $a$ e $b$ são as constantes de ajuste e $\mathscr{E}_g^{\infty}$ o resultado desejado da propriedade de interesse no infinito. Por exemplo, para o pentâmero $\mathscr{E}_g$ é o *gap* HOMO-LUMO e $\eta$ assume o valor cinco. Com isto são construídos conjuntos de dados para os diferentes solventes e obtido o valor do *gap* HOMO-LUMO para o polímero.

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O monômero do MEH-PPV foi otimizado inicialmente no vácuo utilizando o cálculo semi-empírico PM3. A estrutura obtida neste primeiro cálculo foi utilizada no programa MGA, no modo busca aleatória (RS) gerando um total de 20000 estruturas. Foram feitos 20 cálculos de busca aleatória, utilizando diferentes valores de *seed*, com a geração de 1000 estruturas em cada. No MGA são inclusos limites máximos e mínimos da variação das distâncias, ângulos e diedros de ligação. Um exemplo de parte do arquivo de *input* utilizado é apresentado na Fig. 4.

Nos cálculos RS as estruturas geradas foram otimizadas utilizando cálculos PM3. O procedimento de otimização da geometria molecular, atingindo um mínimo na curva de energia potencial, foi efetivo em 19963 moléculas das 20000 geradas aleatoriamente. As estruturas moleculares obtidas foram então reotimizadas, no mesmo nível de teoria, para garantir que não

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 1 | 1.3954 | 1.3957 | | | | | | |
| C | 2 | 1.4074 | 1.4076 | 1 | 118.736 | 118.756 | | | |
| C | 3 | 1.3998 | 1.3999 | 2 | 120.704 | 120.724 | 1 | −0.685 | −0.687 |
| C | 4 | 1.3960 | 1.3961 | 3 | 120.668 | 120.688 | 2 | −0.097 | −0.099 |
| C | 5 | 1.4102 | 1.4104 | 4 | 118.342 | 118.362 | 3 | 0.664 | 0.666 |
| C | 2 | 1.4613 | 1.4614 | 3 | 119.849 | 142.849 | 4 | −179.401 | −179.403 |
| O | 3 | 1.3668 | 1.3669 | 2 | 119.060 | 135.060 | 7 | −0.093 | −0.095 |
| C | 5 | 1.4570 | 1.4572 | 4 | 115.342 | 130.342 | 3 | −179.545 | −179.547 |
| C | 9 | 1.3424 | 1.3426 | 5 | 119.098 | 130.098 | 4 | −90.163 | 80.163 |
| C | 10 | 1.4557 | 1.4559 | 9 | 119.442 | 130.442 | 5 | 110.773 | 260.773 |

...

Figura 4 – Matriz de coordenadas internas para os onze primeiros átomos do MEH-PPV incluindo a variação mínima e máxima permitida para cada distância de ligação, angulo de ligação e angulo diedro.

foram obtidos mínimos espúrios, os quais representam a convergência errônea do cálculo de estrutura eletrônica. A diferença de energia dos mínimos obtidos foi utilizada para identificar quais das 19963 estruturas representavam diferentes conformações moleculares. Como critério foi assumido que estruturas geométricas com diferença de energia maiores que $1.0 \times 10^{-5}$ Hartree eram diferentes. Com este critério foi possível identificar 1284 moléculas distintas. Na figura 5, pode-se observar o perfil de energia da população, em ordem crescente. Estes cálculos tiveram como objetivo determinar a estrutura de menor energia do monômero do MEH-PPV.

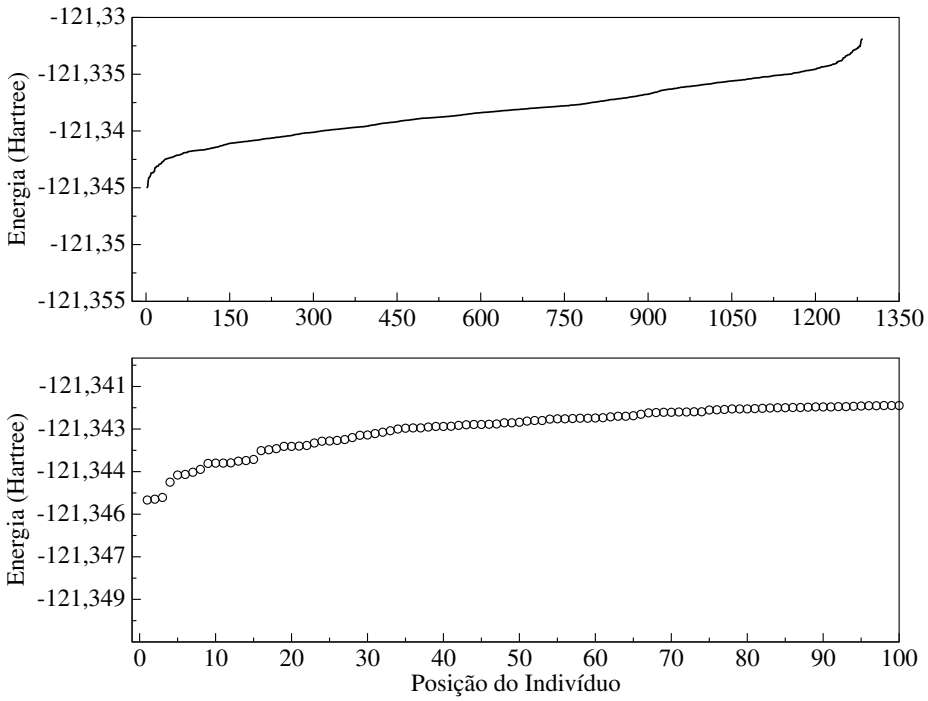



Figura 5 – No painel superior tem-se os 1284 indivíduos distintos organizados em ordem crescente de energia encontrados pelo programa MGA. No painel a baixo tem-se uma ampliação do painel superior dos 100 primeiros indivíduos.

Utilizando o monômero de menor energia encontrado com o MGA, Fig. 6, como bloco

básico, foi feita a construção dos do dímero, trímero, tetrâmero, pentâmero e hexâmero. Foram feitos cálculos para o monômero e os oligômeros no vácuo e considerando os solventes: cianeto de metila (acetonitrila), triclorometano (clorofórmio), etanol e tetraidrofurano (THF).

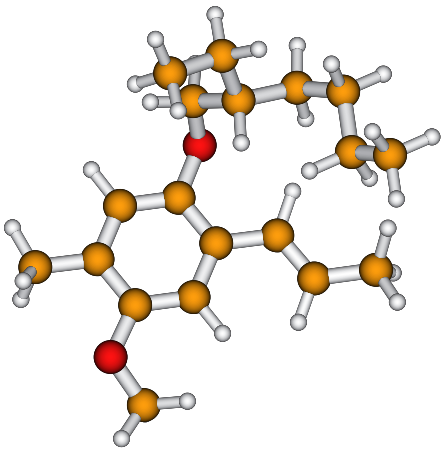


Figura 6 – Monômero de menor energia do MEH-PPV encontrado pelo MGA.

O cálculo direto do *bandgap*, definido como região energética onde não pode existir estados eletrônicos, situado entre a região de valência e a região de condução, do polímero MEH-PPV é inviável computacionalmente. Para obter esta propriedade o *gap* de energias dos orbitasi HOMO e LUMO do monômero e dos oligômeros foram utilizados em conjunto com o método de extrapolação de cadeia finita (MECF). O MECF consiste na extrapolação dos dados em de função empírica para a obtenção de alguma informação fora da zona conhecida, fora do conjunto de dados. Assim podemos obter informações do polímero, que consiste de infinitos de oligômeros, com um número finito de elementos. O uso das diferenças de energia entre os orbitais HOMO e LUMO está alicerçada na interpretação do teorema de Koopmans, para a energia dos orbitais, baseando em uma transição do tipo Franck-Condon (8).

A aplicação do MECF consiste na escolha de uma função que melhor descreva o formato da curva do conjunto de dados em estudo. Isto pode ser feito pela análise do gráfico da energia de transição HOMO-LUMO em função do tamanho do oligômero. De acordo com a Fig. 7 a função que melhor descreve o *gap* de energia HOMO-LUMO em relação ao aumento da cadeia polimérica é um decaimento exponencial, Eq. 41. As energias dos *bandgaps* obtidos para o polímero MEH-PPV, em *eV*, respectivamente, para os solventes acetonitrila, clorofórmio, tetraidrofurano, etanol e vácuo forão: 2.4821, 2.4694, 2.4777, 2.5497 e 2.4634. Experimentalmente, no vácuo o MEH-PPV apresenta *bandgap* na faixa entre 2.35 e 2.45 *eV* (21, 22). Os valores para todos os parâmetros obtidos no ajuste da Eq. 41 são listados na Tab. 1.

## 5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi elaborada uma metodologia para a obtenção da energia de transição entre os orbitais HOMO-LUMO, para diversos oligômeros do MEH-PPV em diferentes condições de

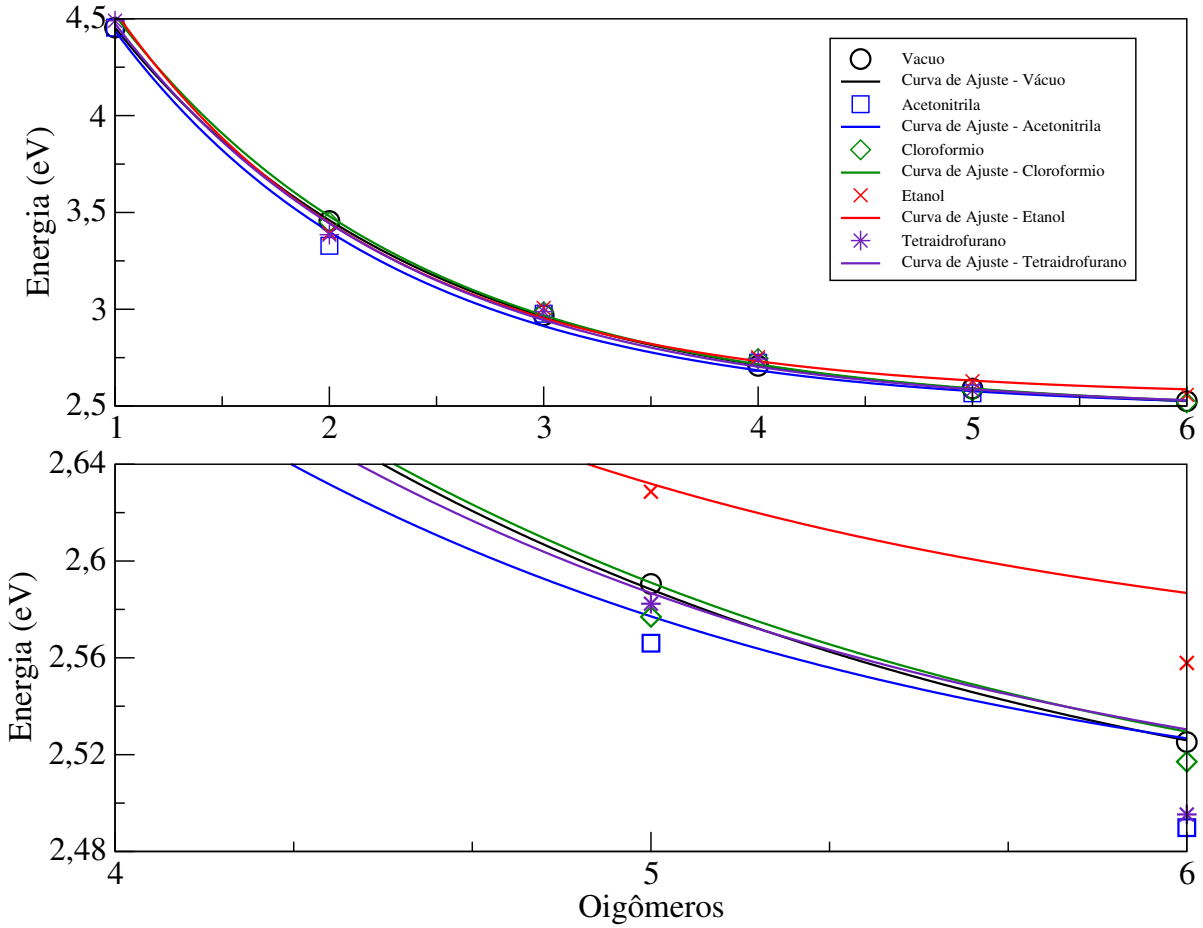



Figura 7 – Energia de transição HOMO-LUMO em *eV* calculado para os seis oligômeros do MEH-PPV para quatro solventes descritos anteriormente mais o vácuo. Tem-se também as curvas de ajuste de acordo com a equação 41. Foi focado, no painel inferior, a região entre o pentâmero e o hexâmero para poder observar as diferenças de energia para cada solvente.

Tabela 1 – Parâmetros obtidos pelo ajuste não-linear da equação 41 usando como conjunto de dados as energias de transição HOMO-LUMO e o tamanho dos oligômeros.

| Solvente | Parâmetros | | |
|---|---|---|---|
| | $\mathscr{E}_g^{\infty}$ | a | b |
| Acetonitrila | 2.48206 | 4.16372 | 0.75589 |
| Clorofórmio | 2.46943 | 4.14844 | 0.705868 |
| Etanol | 2.54975 | 4.40921 | 0.796523 |
| Tetraidrofurano | 2.47773 | 4.13259 | 0.727007 |
| Vácuo | 2.46341 | 3.97706 | 0.692211 |

solvatação, com o intuito de obter as propriedades do polímero formado pela estrutura básica do MEH-PPV. Através da utilização do MECF foi possível analisar o *bandgap* do MEH-PPV em diferentes solventes a um custo computacional relativamente baixo. As energias de transição do polímero de MEH-PPV nos diversos solventes apresentam valores próximos do observado experimentalmente para a molécula no vácuo. Os deslocamentos de energia observados nos espectros de absorção e emissão também são vistos nos cálculos aqui apresentados.

# 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propomos a continuação dos estudos anteriormente propostos utilizando um nível teórico mais elevado para as otimizações dos oligômeros, utilizando DFT com os funcionais B3LYP, X3LYP e PBE0 com a base gaussiana 6-31(d,p) e PC1. Além disto devemos fazer os cálculos dos espectros de obsrção utilizando a DFT dependente do tempo com os funcionais B3LYP, X3LYP e PBE0 com as bases 6-31(d,p) e PC1.

# Referências

1 SHIRAKAWA, H. et al. Synthesis of electrically conducting organic polymers: halogen derivatives of polyacetylene, $(CH)_x$. *Journal of the Chemical Society, Chemical Communications*, p. 578, 1977.

2 BURROUGHES, J. H. et al. Light-emitting diodes based on conjugated polymers. *Nature*, v. 347, p. 539, 1990.

3 GREENHAM, N. et al. Measurement of absolute photoluminescence quantum efficiencies in conjugated polymers. *Chemical Physics Letters*, v. 241, p. 89, 1995.

4 COUTO, R. C. *Desenvolvimento e Aplicação do Software MGA (Molecular Genetic Algorithm)*. Dissertação (Mestrado) — Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Março 2013.

5 EYGES, L. Quantum-mechanical three-body problem. *Physical Review*, v. 115, p. 1643, 1959.

6 BORN, M.; OPPENHEIMER, R. Zur quantentheorie der molekeln. *Annalen der Physik*, v. 389, p. 457, 1927.

7 ATKINS, P. W.; FRIEDMAN, R. S. *Molecular Quantum Mechanics*. 4. ed. [S.l.]: Oxford University Press, 2006. 592 p.

8 SZABO, A.; OSTLUND, N. S. *Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory*. 1. ed. [S.l.]: Dover Publications, 1996. 480 p.

9 ROOTHAAN, C. C. J. New developments in molecular orbital theory. *Rev. Mod. Phys.*, v. 23, p. 69, 1951.

10 KOCH, W.; HOLTHAUSEN, M. C. *A Chemist's Guide to Density Functional Theory*. 2. ed. [S.l.]: Wiley-VCH Verlag GmbH, 2001.

11 THOMAS, L. H. The calculation of atomic fields. *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, v. 23, p. 542, 1927.

12 FERMI, E. Un metodo statistico per la determinazione di alcune prioprietà dell'atomo. *Rend. Accad. Naz. Lincei*, v. 6, p. 602, 1927.

13 TOMASI, J.; MENNUCCI, B.; CAMMI, R. Quantum mechanical continuum solvation models. *Chemical Reviews*, v. 105, p. 2999, 2005.

14 LI, H.; JENSEN, J. H. Improving the efficiency and convergence of geometry optimization with the polarizable continuum model: New energy gradients and molecular surface tessellation. *Journal of Computational Chemistry*, v. 25, p. 1449, 2004.

15 MENNUCCI, B.; CANCèS, E.; TOMASI, J. Evaluation of solvent effects in isotropic and anisotropic dielectrics and in ionic solutions with a unified integral equation: Method theoretical bases, computational implementation, and numerical applications. *The Journal of Physical Chemistry B*, v. 101, p. 10506, 1997.

16 GUIMARÃES, F. F. et al. Global optimization analysis of water clusters $(H_2O)_n$ $(11 \leq n \leq 13)$ through a genetic evolutionary approach. *The Journal of Chemical Physics*, v. 116, p. 8327, 2002.

17 LORDEIRO, R. A. et al. Determination of main structural compositions of nanoalloy clusters of $Cu_xAu_y$ $(x+y \leq 30)$ using a genetic algorithm approach. *International Journal of Quantum Chemistry*, v. 95, p. 112, 2003.

18 SCHMIDT, M. W. et al. General atomic and molecular electronic structure system. *Journal of Computational Chemistry*, v. 14, p. 1347, 1993.

19 BECKE, A. D. Density-functional thermochemistry. iii. the role of exact exchange. *The Journal of Chemical Physics*, v. 98, p. 5648, 1993.

20 DEROSA, P. A. A combined semiempirical-dft study of oligomers within the finite-chain approxximation, evolution from oligomers to polymers. *Journal of Computational Chemistry*, v. 30, p. 1220, 2008.

21 CAMPBELL, I. H. et al. Direct measurement of conjugated polymer electronic excitation energies using metal/polymer/metal structures. *Phys. Rev. Lett.*, v. 76, p. 1900, 1996.

22 BREEZE, A. J. et al. Charge transport in $TiO_2$/MEH-PPV polymer photovoltaics. *Phys. Rev. B*, v. 64, p. 125205, 2001.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

Felipe Castro de Britto *, Jhone Caldeira †

fcbrittoest@hotmail.com, jhone@mat.ufg.br

# Um Estudo sobre Modelagem via Programação Linear e Aplicações à Probabilidade e Estatística

## 1 Resumo

Neste trabalho é feita uma introdução a Pesquisa Operacional, através do método Simplex, com aplicações estatísticas, uma introdução a medidas de dependência através de cópulas. E será apresentada como essas duas matérias podem ser aplicadas conjuntamente.

Palavras-chave: Pesquisa Operacional, Simplex, Cópulas.

## 2 Introdução

A busca por soluções ótimas para problemas diversos fez com que fosse criada a Pesquisa Operacional que, como a conhecemos hoje, surgiu na segunda guerra mundial, e dessa busca surgiram outros métodos de tomadas de decisões, dentre eles o método Simplex, utilizado em problemas que podem ser representados por expressões lineares. Hoje, com o aumento do uso de modelos estatísticos para melhor entender os conjuntos de dados, a interdisciplinaridade é requisitada cada vez mais para que se melhore a tomada de decisões.

## 3 Objetivos

Fazer uma introdução a tópicos de álgebra linear, probabilidade e eventos aleatórios, além de apresentar um pouco de programação linear através do método simlpex, assim como apre-

*Orientando

†Orientador

Revisado pelo Orientador

sentar também o conceito de cópulas e simulação e demonstrar como a estatística e o simplex podem ser utilizados juntos.

# 4 Preliminares

## 4.1 Sistemas Lineares

**Definição 4.1.1.** *Um sistema de equações lineares com m equações e n incógnitas é um conjunto de equações do tipo:*

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases}, (*)$$

onde uma solução para o sistema (*) é uma $n$-upla de números $(x_1, x_2, ..., x_n)$ que satisfaça simultaneamente as $m$ equações. Podemos também escrever o sistema na forma matricial:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ & & \vdots & \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

ou $AX = B$ onde A é a matriz dos coeficientes, X a matriz das incógnitas e B a matriz dos termos independentes.

Ainda associamos ao sistema a Matriz Ampliada, que é definida como:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} & b_2 \\ & & \vdots & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} & b_m \end{bmatrix}.$$

**Operações Elementares**

Definimos três operações elementares sobre as linhas de uma matriz:

- Permuta da $i$ -ésima linha e $j$ -ésima linha $\left(l_i \leftrightarrow l_j\right)$;
- Multiplicação da $i$ -ésima linha por um escalar não nulo $(l_i \leftarrow l_i k)$;

- Substituição da $i$ -ésima linha pela $i$ -ésima linha mas $k$ vezes a $j$-ésima linha $\left(l_i \leftarrow l_i + l_j k\right)$.

**Matrizes Equivalentes**

Se A e B são matrizes $m \times n$, dizemos que B é equivalente a A se B for obtida de A através de um número finito de operações elementares sobre as linhas de A.

Notação: $A \rightarrow B$ ou $A \sim B$ .

**Teorema 4.1.2.** *Dois sistemas que possuem matrizes ampliadas equivalentes são equivalentes, ou seja, admitem o mesmo conjunto de soluções.*

**Forma Escada e Escalonada**

Dizemos que uma matriz está na forma escada quando:

$i$) O primeiro elemento não nulo (pivô) de cada linha não nula é $1$;

$ii$) O pivô de cada linha não nula ocorre a direita do pivô da linha anterior;

$iii$) Todas as linhas nulas ocorrem abaixo das não nulas;

$iv$) Se uma coluna contém um pivô, então todos os seus outros elementos são $0$.

Uma matriz está na forma escalonada se satisfaz $ii$) e $iii$), mas não necessariamente $i$) e $iv$).

**Teorema 4.1.3.** *Toda matriz é equivalente a uma única matriz na forma escada\escalonada.*

**Definição 4.1.4.** *Dada uma matriz $A_{m\times n}$, seja $B_{m\times n}$ a matriz-linha reduzida a forma escada\escalonada linha-equivalente de A. O posto de A denotado por "p"é o número de linhas não nulas de B. A nulidade é o número $n - p$.*

**Soluções de um Sistema de Equações Lineares**

Se temos um sistema do tipo $ax = b$;

$i$) $a \neq 0$. Neste caso a equação tem uma única solução: $x = \frac{b}{a}$;

$ii$) $a = 0$ e $b = 0$. Então temos $0x = 0$ e qualquer número real é solução da equação;

$iii$) $a = 0$ e $b \neq 0$. Temos $0x = b$. Não existe solução para esta equação.

**Teorema 4.1.5.**

*i) Um sistema de m equações e n incógnitas admite solução se, e somente se, o posto da matriz ampliada é igual ao posto da matriz dos coeficientes.*

*ii) Se as duas matrizes têm o mesmo posto p e $p = n$, a solução é única.*

*iii) Se as duas matrizes têm o mesmo posto p e $p < n$, podemos escolher $n - p$ incógnitas, e as outras p incógnitas serão dadas em função destas.*

**Exemplo 4.1.6.**

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 1 \\ 2x_1 + 4x_2 - 2x_3 = 2 \\ 3x_1 + 6x_2 - 3x_1 = 3 \end{cases}$$

O sistema pode ser escrito na forma matricial $\begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & 1 \\ 2 & 4 & -2 & 2 \\ 3 & 6 & -3 & 3 \end{bmatrix}$, a matriz escalonada é dada por: $\begin{bmatrix} 1 & 2 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, que corresponde ao conjunto de soluções dado por $\begin{cases} x = s \\ y = t \\ z = s + 2t - 1 \end{cases}$.

**Sistema Linear Homogêneo**

Um sisema linear homogêneo é um sistema de forma análoga a $(*)$ em que $(b_1, b_2, \ldots, b_n) = (0, 0, \ldots, 0)$.

**Propriedades**:

*i*) Um sistema linear homogêneo sempre admite a solução nula;

*ii*) A soma de soluções também é solução;

*iii*) Um múltipo de uma solução é solução.

## 4.2 Espaços Vetoriais

**Definição 4.2.1.** *Um espaço vetorial real é um conjunto V, não vazio, com duas operações:*

$$\text{Soma:} \quad V \times V \xrightarrow{+} V, \quad (u, v) \mapsto u + v$$

$$\text{Multiplicação por escalar:} \quad \mathbb{R} \times V \xrightarrow{\cdot} V, \quad (a, u) \mapsto au$$

*tais que, para quaisquer u, v, w ∈ V, a, b ∈ ℝ as propriedades a seguir sejam satisfeitas.*

*i*) $(u+v)+w=u+(v+w)$;

*ii*) $u+v=v+u$;

*iii*) Existe 0 tal que $u+0=u$ ( 0 é chamado de vetor nulo);

*iv*) Exite $-u$ tal que $u+(-u)=0$;

*v*) $a(u+b)=au+av$;

*vi*) $(a+b)v=av+bv$;

*vii*) $(ab)v=a(bv)$;

*viii*) $1u=u$.

**Exemplo 4.2.2.**

*i)* $\mathbb{M}_{n\times m}$, *formados pelas matrizes reais de ordem* $n\times m$ *e munido das operações usuais de adição de matrizes e multiplicação de matrizes por um escalar real.*

*ii)* $\mathbb{R}^n=\{(x_1,x_2,\ldots,x_n),x_1,x_2,\ldots,x_n\in\mathbb{R}\}$ *com as operações:*

$$\text{dados } u=(x_1,x_2,\ldots,x_n),v=(y_1,y_2,\ldots,y_n)\in\mathbb{R}^n \text{ e } a\in\mathbb{R},$$
$$u+v=(x_1+y_1,x_2+y_2,\ldots,x_n+y_n) \quad e \quad a\cdot u=(ax_1,ax_2,\ldots,ax_n).$$

*iii) Espaço de funções:* $f\in V$ *com operações:*

*Adição: dados* $f,g\in V$, *definimos* $f+g$ *por :* $(f+g)(x)=f(x)+g(x),\forall\, x\in\mathbb{R}$.

*Multiplicação por escalar: dados* $f$ *e* $a\in\mathbb{R}$, *definimos* $a\cdot f$ *por:* $(af)(x),\forall\, x\in\mathbb{R}$.

*iv) Polinômios de grau* $\leq n$; *dados* $V=\{p(x)=a_0+a_1x+a_2x^2+\cdots+a_nx^n\in\mathbb{R}\}$ *e* $q(x)=b_0+b_1x+b_2x^2+\cdots+b_nx^n\in V$ *e* $a\in\mathbb{R}$, *definimos*

- $p(x)+q(x)=(a_0+b_0)+(a_1+b_1)x+(a_2+b_2)x^2+\cdots+(a_n+b_n)x^n$;
- $ap(x)=aa_0+aa_1+aa_2\cdots+aa_n$.

**Subespaços Vetoriais**

**Definição 4.2.3.** *Seja V um espaço vetorial. Um subconjunto W de V, não vazio, é um subespaço de* $V$ *se:*

*i) Para quaisquer* $u,v\in W$ *tivermos* $u+v\in W$;

*ii) Para quaisquer* $a\in\mathbb{R},u\in W$ *tivermos* $au\in W$.

Podemos fazer três observações:

1. As condições da definição acima garantem que ao operarmos em W (soma e multiplicação por escalar), não obteremos um vetor fora de W. Isto é suficiente para afirmar que W é ele próprio um espaço vetorial.

2. Qualquer subespaço W de V precisa necessariamente conter o vetor nulo.

3. Todo espaço admite pelo menos dois subespaços (que são chamados subespaços triviais), o conjunto formado somente pelo vetor nulo, e o próprio espaço vetorial.

**Exemplo 4.2.4.** *O conjunto de soluções de um sistema linear homogêneo é um subespaço vetorial.*

**Exemplo 4.2.5.** *Sejam* $V \in \mathbb{R}^2$ *e* $S = \left\{(x, y) \in \mathbb{R}^2; x = 2y\right\}$. *É fácil ver que S é um subespaço.*

**Combinações Lineares e Subespaços Gerados**

**Definição 4.2.6.** *Sejam* $v_1, v_2, \cdots, v_n \in V$ *e* $a_1, a_2, \ldots, a_n \in \mathbb{R}$. *O vetor* $v = a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_nv_n$ *é chamado combinação linear dos vetores* $v_1, v_2, \ldots, v_n$.

*Ainda, dados* $v_1, v_2, \ldots, v_n$, *o conjunto de todas as combinações lineares desses vetores é definido como sendo subespaço gerado por estes vetores.*

Notação: $[v_1, v_2, \ldots, v_n] = \{a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_nv_n : a_1, a_2, \cdots, a_n \in \mathbb{R}\}$.
Observação: O subespaço gerado por $v_1, v_2, \ldots, v_n$ também é um subespaço vetorial.

**Dependência e Independência Linear**

**Definição 4.2.7.** *Seja V um espaço vetorial. Sejam* $v_1, v_2, \ldots, v_n \in V, a_1, a_2, \ldots, a_n \in \mathbb{R}$. *Se a equação* $a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_nv_n = 0$ *admtir somente a solução trivial,* $a_1 = a_2 = \cdots = a_n = 0$, *dizemos que os vetores* $v_1, v_2, \ldots, v_n$ *são linearmente independentes. Caso contrário, os vetores são linearmente dependentes.*

**Exemplo 4.2.8.**

*i) Sejam* $V = \mathbb{R}^2$, $v_1 = (1, 1)$ *e* $v_2 = (0, 1)$. *O conjunto* $\{v_1, v_2\}$ *é linearmente independente.*

*ii) Sejam* $V = \mathbb{M}_{2\times2}$, $v_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ $v_2 = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ $v_3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -7 \end{pmatrix}$. *O conjunto* $\{v_1, v_2, v_3\}$ *é linearmente dependente.*

**Teorema 4.2.9.** *O conjunto* $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ *é linearmente dependente se, e somente se, um dos vetores é combinação linear dos demais.*

Demonstração:

Suponhamos que $\{v_1, v_2, \cdots, v_n\}$ seja linearmente dependente. Assim a expressão $a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_nv_n = 0$ é possível com algum $a_i \neq 0$. Desta forma,

$a_1v_1+a_2v_2+\cdots+a_iv_i+\cdots+a_nv_n = 0 \Leftrightarrow v_i = \frac{1}{a_i}(a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_{i-1}v_{i-1} + a_{i+1}v_{i+1} + \cdots + a_nv_n)$,

donde obtemos que $v_i$ é combinação linear dos demais.

Suponhamos agora que $v_j$ é combinação linear dos demais. Assim, podemos escrever

$$v_j = a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + a_{j-1}v_{j-1} + a_{j+1}v_{j+1} + \cdots + a_nv_n \quad \Leftrightarrow$$
$$a_1v_1 + a_2v_2 + \cdots + \left(-v_j\right) + \cdots + a_nv_n = 0,$$

onde vemos uma combinação linear de $v_1, \ldots, v_n$ com $a_j = -1$. Logo, o conjunto $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ é linearmente dependente.

**Base e Dimensão**

**Definição 4.2.10.** *Seja V um espaço vetorial. Dizemos que o conjunto* $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ *é uma base de V se:*

*i)* $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ *é linearmente dependente;*

*ii)* $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ *gera V, ou equivalentemente,* $[v_1, v_2, \ldots, v_n] = V$.

**Exemplo 4.2.11.**

- *Uma base de* $\mathbb{R}^n$ *:* $\{(1,0,0,\ldots,0),(0,1,0,\ldots,0),\ldots,(0,0,0,\ldots,1)\}$
- *Uma base de* $\mathbb{M}_{n\times m}$ *:* $\begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}, \ldots \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$
- *Uma base de um polinômio de grau* $\leq n$ *:* $P_n = \{a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n, a_i \in \mathbb{R}\}$

**Propriedades**

*i*) Seja $S = \{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ um conjunto finito de vetores não nulos que gera $V$. Então é possivel extrair de S uma base de $V$;

*ii*) Seja $V$ um espaço vetorial gerado por um conjunto finito $S = \{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$ de vetores não nulos. Então qualquer conjunto com mais de $n$ vetores em V é necessariamente linearmente dependente;

*iii*) Qualquer base de um espaço vetorial $V$ possui o mesmo número de elementos.

**Definição 4.2.12.** *O número de elementos em uma base $V$ é sua dimensão.*

**Exemplo 4.2.13.** $dim(\mathbb{R}^2) = 2;\ dim(\mathbb{R}^n) = n;\ dim(\mathbb{M}_{2\times 3}(\mathbb{R})) = 6;\ dim(\mathbb{P}_3) = 4.$

## 4.3 Conjuntos Convexos

**Definição 4.3.1.** *Um subconjunto S de $\mathbb{R}^n$ é chamado de convexo se para quaisquer pontos A e B de S o segmento está inteiramente contido em S.*

**Definição 4.3.2.** *Dada uma região convexa do $\mathbb{R}^n$ (determinado por um sistema de equações lineares), os vértices dessa região são os pontos da região que satisfazem um dos possíveis sistemas de n equações lineares independentes, obtidas substituindo as desigualdades por igualdades.*

**Exemplo 4.3.3.** *A região delimitada pelas seguintes equações* $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 12 \\ x_1 + x_2 \leq 6 \\ x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ *é um conjunto convexo fechado, portanto os pontos que satisfazem estas equações lineares são os vértices dessa região.*

**Exemplo 4.3.4.** *O conjunto de equações dado por* $\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 3 \\ x_1 + 3x_2 \geq 1,5 \\ 8x_1 + 2x_2 \geq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ *forma uma região convexa não limitada.*

# 5 Introdução à Programação Linear

A tarefa da programação linear consiste na maximização ou na minimização de uma função linear, chamada de função objetivo, respeitando as restrições do modelo, que são condições que devem ser respeitadas pelo modelo.

Deseja-se encontrar o melhor resultado para a função objetivo satisfazendo as restrições. Esta solução é chamada de solução ótima.

Duas estapas são essenciais para a resolução de um Problema de Programação Linear (PPL): a modelagem do problema e o método de solução do modelo. Neste trabalho, o método de solução usado será o SIMPLEX, que ainda será apresentado.

**Definição 5.0.5.** *A forma geral de um PPL consiste em encontrar os valores de* $x_1, x_2, \ldots, x_n$ *que maximizam (ou minimizam) a função objetivo, respeitando suas restrições. Essas funções são apresentadas da seguinte maneira:*

*Função Objetivo* $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$

*Sujeito as restrições:*
$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases}$$

*Restrições de não negatividade:* $\{x_k \geq 0; 1 \leq k \leq n\}$

**Observações**:

a) Podem ocorrer outros símbolos nas restrições de um PPL, como $=$ ou $\geq$.

b) O termo linear significa que a função objetivo, e cada uma de suas restrições, são lineares nas variáveis $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

c) O termo programação linear se refere a aplicações em problemas de planejamento ou alocação.

d) As restrições de um modelo determinam uma região chamada de conjunto de soluções viáveis. A melhor das soluções viáveis, ou seja, aquela que maximiza (ou minimiza) a função objetivo, denomina-se solução ótima.

**Teorema 5.0.6.** *A região de um PPL é um conjunto convexo. Conjuntos convexos podem ser limitados ou ilimitados.*

**Teorema 5.0.7.**

*a) Se S é limitada, então a função objetivo assume valor máximo e mínimo em S. Esses valores ocorrem em pontos extremos em S.*

*b) Se S é ilimitada, então a função objetivo pode assumir ou não um valor máximo ou mínimo em S. Se existir um valor máximo ou mínimo em S, ele ocorre em um ponto extremo de S.*

**Definição 5.0.8.** *Um ponto extremo em um conjunto convexo S é um ponto pertencente a S que não está no interior de nenhum segmento de reta contido em S.*

Procedimentos para resolver geometricamente um PPL com duas variáveis:

*i*) Esboce a região viável;

*ii*) Determine todos os pontos extremos de S;

*iii*) Calcule a função objetivo em cada ponto extremo;

*iv*) Escolha o ponto extremo onde a função é maxima( estando o PPL na forma padrão)

**Observações**:

a) O gradiente de uma função f num ponto x, ou seja, o vetor $(\frac{\partial f(x)}{\partial x1}, \frac{\partial f(x)}{\partial x2}, \frac{\partial f(x)}{\partial x3})$ formado pelas derivadas parciais de f no ponto x, aponta na direção do máximo crescimento de $f$.

b) Se tratarmos de um PPL de três variáveis geometricamente, ainda será possível a discussão, porém é requerida a capacidade de desenho e boa visão espacial.

c) Em geral um PPL pode:

*i*) Não possuir região viável;

*ii*) Possuir uma única solução ótima;

*iii*) Possuir mais de uma solução ótima;

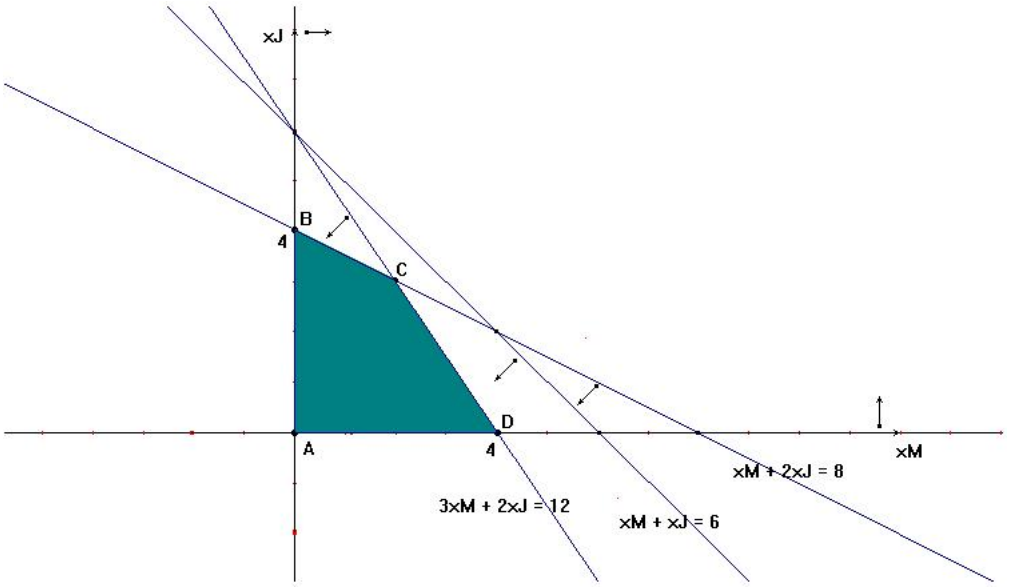
*iv*) Não possuir um valor máximo ou mínimo na região viável.

**Definição 5.0.9.** *Um PPL está na forma padrão quando é escrito da seguinte forma:*

$$\text{Maximizar } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$$
$$\text{Sujeito a} \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n = b_m \\ x_k \geq 0 \ ; \ 1 \leq k \leq n \end{cases}$$

**Exemplo 5.0.10.**

$$\text{Maximizar } z = x_J + x_M, \quad \text{sujeito a} \begin{cases} 3x_J + 2x_M \leq 12 \\ x_J + x_M \leq 6 \\ x_J + 2x_M \leq 8 \\ x_J \geq 0, x_M \geq 0. \end{cases}$$




*Analisando a região limitada pelas restrições, temos os vértices* $(0,0)$, $(0,4)$, $(2,3)$, $(4,0)$, *que corresponde aos valores de* $z$ $0$, $4$, $5$, *e* $4$ *respectivamente. Assim, a solução ótima será dada por* $x_J = 2$ *e* $x_M = 3$, *pois é quando* $z$ *assume seu maior valor.*

## 6 Método Simplex

Este método é formado por um grupo de critérios para a escolha de soluções básicas que melhorem o desempenho do modelo e também para a otimalidade. Para isso, o sistema deve apresentar uma solução básica inicial.

Solução de um modelo geral de programação linear pelo método simplex

A aplicação do Simplex, como será apresentada, exige as seguintes características:

- A função objetivo deve ser maximizada.
- Todas as variáveis de decisão são não negativas.
- Apresentam uma solução básica inicial.

Descrição do método Simplex

**Primeira Parte**: Teste de Otimalidade da solução

Consiste em avaliar o efeito da permuta de uma variável básica por outra não básica, com a formação de uma nova solução. Se esta nova solução for melhor que a anterior, a solução anterior não será a ótima. Esta avaliação só é possível quando a função objetivo está escrita

somente em termos das variáveis não básicas.

**Segunda Parte**: Cálculo da nova solução

a) Variável que entra na base: Entra na base a variável com coeficiente negativo de maior valor absoluto.

b) Variável que sai da base: Sai da base a variável que primeiro se anula com a entrada da variável escolhida no passo anterior. Ela pode ser encontrada dividindo-se os termos da direita das restrições pelos coeficientes da variável que entra. O menor valor positivo indica que a variável básica desta linha é a que primeiro se anula, e portanto sairá da base.

c) Elemento pivô: A coluna da variável que entra e a linha da variável que sai identificam um elemento comum chamado pivô.

d) Calculando a nova linha:

d1) Vamos organizar a função objetivo e restrições em uma tabela com colunas formadas pelos coeficientes de cada variável e outra dos termos independentes.

d2) Dividimos a linha pivô pelo valor do elemento pivô, obtendo uma nova linha com pivô unitário.

d3) Vamos reescrever cada uma das outras linhas da seguinte forma:

- Multiplicar os elementos da nova linha pivô pelo coeficiente da variável que entra da outra linha com o sinal contrário.
- Somar termo a termo com os elementos da outra linha.

A solução será ótima quando os coeficientes das variáveis não básicas na função objetivo forem não negativos.

O método SIMPLEX como foi apresentado está na sua forma padrão, algo que nem sempre ocorre quando nos deparamos com algum problema de programação linear. Caso isso ocorra, devemos procurar um modelo equivalente que seja padronizado para poder aplicar o método.

**Problema da Minimização**

Se a função objetivo for de minimização, devemos multiplicá-la por (-1), obtendo assim uma função equivalente para a maximização.

**Problema da Variável Livre**

Se alguma variável do modelo não possuir a restrição de não negatividade, podemos substituí-la pela diferença de duas variáveis não negativas.

**Problema da Solução Básica Inicial**

O problema ocorre quando a restrição é do tipo $\geq ou =$, pois ou ela recebe uma variável de folga negativa, ou nenhuma variável de folga. Neste caso, adicionamos a cada uma dessas restrições variáveis auxiliares $a_j$ com a formação de um novo modelo. A solução básica inicial será formada pelas variáveis de folga do tipo $\leq$ e pelas variáveis $a_j$.

## 6.1 Retorno ao Modelo Original

O retorno ao modelo original é feito com a eliminação das variáveis auxiliares e a manutenção de solução básica. Isto pode ser feito de duas maneiras:

**Método do M grande**

Escrevemos a função objetivo acrescentando as variáveis auxiliares com coeficientes $-M_j$ sendo $M_j$ um número grande. A medida que Z é maximizada, as variáveis auxiliares $a_j$ deixam a base, devido ao grande valor de $M_j$.

**Método da Função Objetivo Auxiliar**

É construido uma função objetivo auxiliar W formada pelas variáveis auxiliares: $W = a_1 + a_2 + \cdots + a_k$.

A função W deve ser escrita em termos das variáveis originais e compor o novo objetivo a ser minimizado. Quando as variáveis auxiliares forem não básicas, teremos $a_1 = a_2 = \cdots = a_k = 0$. As variáveis e funções auxiliares podem ser abandonadas. O novo objetivo será dado pela função objetivo inicial.

**Problema da degeneração**

Ocorre quando há mais de uma linha que pode ser a linha pivô, ou seja, dois coeficientes iguais e mínimos.

**Problema da Solução Ilimitada**

Ocorre quando a variável que entra na base não possui nenhum coeficiente positivo em sua coluna.

**Problema das Soluções Múltiplas**

Ocorre quando na solução ótima o coeficiente de uma variável não básica é zero.

**Exemplo 6.1.1.** *Maximizar* $Z = 10x_1 + 12x_2$.

| $Z$ | $x_1$ | $x_2$ | $xf_1$ | $xf_2$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -10 | -12 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 100 |
| 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 270 |

*variável que sai:* $x_2$*; variável que entra:* $x_2 = 3$.

*Após obter o pivô unitário e reescrever cada linha chegamos a tabela*

| $Z$ | $x_1$ | $x_2$ | $xf_1$ | $xf_2$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | -2 | 0 | 0 | 4 | 1080 |
| 0 | 1 | 0 | 3 | -1 | 30 |
| 0 | $\frac{2}{3}$ | 1 | 0 | $\frac{1}{3}$ | 90 |

*Repetindo o passo anterior algumas vezes, chegamos a tabela*

| $Z$ | $x_1$ | $x_2$ | $xf_1$ | $xf_2$ | $b$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1140 |
| 0 | 1 | 0 | 3 | -1 | 30 |
| 0 | 0 | 1 | -2 | 1 | 70 |

*que nos dá o resultado de* $x_1 = 30, x_2 = 70, xf_1 = 0, xf_2 = 0, Z = 1140$

**Exemplo 6.1.2.** *Maximizar* $z = x_1 + x_2 + x_3$, *sujeito a*

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 \leq 10 \\ x_1 + x_2 + x_3 \geq 20 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 60 \\ x_k \geq 0 \ ; \ 1 \leq k \leq 3 \end{cases}$$

*Acrescentando as variáveis de folga, temos*

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 + xF_1 = 10 \\ x_1 + x_2 + x_3 - xF_2 = 20 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 = 60 \\ x_k \geq 0 \ ; \ 1 \leq k \leq 3 \end{cases}$$

*Podemos ver que não temos uma solução básica inicial devido a segunda e a terceira restrições. Por isso acrescentamos as variáveis auxiliares* $a_2$ *e* $a_3$*:*

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 + xF_1 = 10 \\ x_1 + x_2 + x_3 - xF_2 + a_2 = 20 \\ 2x_1 + x_2 + 3x_3 + a_3 = 60 \\ x_k \geq 0 \ ; \ 1 \leq k \leq 3 \end{cases}$$

*Agora temos uma solução básica inicial formada por* $xF_1$, $a_2$ *e* $a_3$, *e utilizando o método do M grande temos* $z = x_1 + x_2 + x_3 - M_2a_2 - M_3a_3$ *que nos permite voltar ao modelo original ao aplicar o método simplex.*

## 7 Simulação

A simulação é uma das técnicas mais utilizadas em pesquisa operacional. Simular significa reproduzir o funcionamento de um sistema, com a ajuda de um modelo que nos permita testar algumas hipóteses sobre o valor das variáveis controladas. As conclusões são usadas para melhorar o desempenho do sistema estudado.

A simulação é utilizada em situações em que é muito caro ou difícil o experimento na situação real. Ela nos permite fazer experimentos com o modelo variando parâmetros críticos, para saber quais combinações dão melhores resultados.

## 8 Modelos Teóricos de Probabilidade

Algumas distribuições de probabilidade apresentam características que permitem uma descrição correta de variáveis muito comuns em processos de simulação. Algumas variáveis aleatórias podem ter suas curvas ajustadas por modelos de probabilidade. Usando uma distribuição de probabilidade, estamos adicionando informações ao comportamento da variável, o que torna o modelo mais apto a prever o futuro.

**Distribuição Uniforme**

Uma variável aleatória $X$ é dita ser Uniforme quando sua função densidade probabilidade, ou f.d.p, é dada por

$$f(x)\begin{cases} 0 \;\; se \;\; x < 0 \;\; ou \;\; x > b \\ \frac{1}{b-a} \;\; se \;\; a \leq x \leq b \end{cases}, \text{ onde E(x)} = \frac{b+a}{2} \quad \text{e} \quad \text{Var(x)} = \frac{(b-a)^2}{12}$$

e tem função de densidade acumulada dada por $F(x)\begin{cases} 0 \;\; se \;\; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} \;\; se \;\; a < x < b \\ 1 \;\; se \;\; x \geq b \end{cases}$.

**Distribuição de Poisson**

É muito usada para descrever o número de vezes que um evento ocorre em curtos períodos de tempo, como por exemplo chegada de pessoas a filas.

$$X \sim Poisson\,(t\lambda)\; P\,(X = k) = \frac{(t\lambda)^k \exp\,(-t\lambda)}{k!} \text{ com E(x) = Var(x) = } t\lambda$$

**Distribuição Normal**

Uma variável aleatória tem distribuição normal se pode ser ajustada pela curva de Gauss, uma curva em forma de sino simétrica em torno da média e definida em toda a reta real. Sua f.d.p é

$$f\,(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp \frac{-1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma^2}\right)^2,\; x \in \mathbb{R},\; \text{E(x) = } \mu \text{ e Var(x) = } \sigma^2\;.$$

Devido a complexidade de se calcular a probabilidade usando a normal, usamos a transformação da Normal padrão, denotada por $Z$, onde $z = \frac{x-\mu}{\sigma^2}$ e $Z \sim Normal\,(0,1)$, onde existe uma tabela pronta para o calculo de probabilidade.

**Distribuição Exponencial**

Pode ser usada para medir o tempo entre as ocorrências de um processo de poisson, tais como tempo de falhas em eletrônicos. Sua f.d.p é

$$f\,(x) = \begin{cases} 0 \;\; se \;\; x < 0 \\ (t\lambda)\exp\,(-t\lambda) \;\; se \;\; x \geq 0 \end{cases} ;\; \text{E(x) = } \frac{1}{t\lambda} \text{ e Var(x) = } \frac{1}{(t\lambda)^2}\;.$$

**Teorema Central do Limite**

Neste trabalho será apresentado somente uma das principais teorias centrais do limite.

Sejam $\{X : n \geq 1\}$ variáveis aleatórias independentes identicamente distribuidas com esperança $\mu$ e variância $\sigma^2$, com $0 < \sigma^2 < \infty$. Então para $S_n = X_1 + X_2 + \cdots + X_n$ temos

$$\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} \xrightarrow{d} N\,(0,1)\;.$$

# 9 Controle de Parâmetros de Simulação

O problema da simulação é saber o tamanho da amostra, ou seja, o número de repetições necessárias para se conseguir resultados aceitáveis. Geralmente os parâmetros a serem controlados são a média e o desvio padrão.

• Controle da média Supondo que:

– A média amostral é normalmente distribuída.

– O tamanho da amostra é suficientemente grande.

Neste caso, seja: $Z_{\frac{\alpha}{2}}$ é o desvio normal entre a média amostral e a média verdadeira com um nível de confiança $1-\alpha$ "$e$"é o erro que se quer entre a média amostral e a real.

$$n = \left(\frac{z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma}{e}\right) \text{ ou } n = \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2}}s(x)}{e}\right)$$

caso a variância da população seja desconhecida.

• Controle do desvio padrão

Esta suposição, retirada do livro de pesquisa operacional utilizado como referência para este relatório, retrata um caso muito raro, pois supõe que a distribuição da variância amostral seja normal, o que pouco ocorre. Caso essas seguintes condições sejam satisfeitas:

– a variância amostral se distribui normalmente;

– o tamanho da amostra é suficientemente grande, então

$$n = \frac{2\left(Z_{\frac{\alpha}{2}}\right)^2}{e^2} + 1$$

nos fornece uma aproximação para o tamanho da amostra, para garantir uma diferença entre verdadeira variância e a variância amostral de no máximo $e$ e com um nível de confiança de $1-\alpha$.

**Exemplo 9.0.3.** *Suponha que a média amostral de uma população com desvio padrão* $\sigma(x) = 5$ *seja normalmente distribuída. Qual será o tamanho da amostral que garanta um desvio entre a média amostra e a verdadeira média de no máximo* $1$ *para mais ou para menos, com um nível de confiança de* $95\%$

*Solução:*

*Temos que* $\alpha = 1 - 0,95 = 0,05$ *e na tabela da normal padrão* $Z_{\frac{0,05}{2}} = 1.96$. *Logo* $n = \frac{5^2(1,96)^2}{1^2} = 96,04$ *ou* $97$ *elementos.*

# 10 Medidas de Dependência

A grande busca para explicar comportamentos de variáveis importantes em diversas áreas, e como elas se relacionam entre si, faz com que aumente o uso de modelos multivariados que melhor expliquem estas variáveis. Mas a utilização de modelos multivariados geram diversos problemas, como por exemplo a escolha de estrutura de dependência entre as variáveis que melhor se ajusta ao modelo. Dentre as várias teorias existentes para solucionar estes problemas, citaremos aqui a proposta por Nelsen (2006), por meio do uso de cópulas e a utilização

de medidas de dependência. A cópula é um instrumento que permite gerar modelos multivariados onde o comportamento das varíaveis aleatórias marginais independe da estrutura de dependência existente entre elas. A teoria das cópulas apareceu pela primeira vez com Sklar (1959), e depois foi mais detalhada por Nelsen (2006) e Joe (1997).

Em poucas palavras, uma cópula é uma função de distribuição conjunta $C : I^2 \longrightarrow I$ tal que todas as distribuições marginais são uniformes no intervalo I, ou seja,

$$C(u, v) = P(U \leq u, V \leq v) ,$$

onde $U$ e $V$ são variáveis aleatórias uniformes no intervalo $I$. A condição que caracteriza uma função de distribuição conjunta como uma cópula é que as marginais devem ser uniformes. Isto implica que toda cópula é uma função de distribuição conjunta mas nem toda função de distribuição conjunta é uma cópula.

**Definição 10.0.4.** *Uma cópula bivariada é uma função $C : I^2 \to I$ que satisfaz as seguintes condições:*

*i)* $C(u, 0) = C(0, v) = 0$, *para todo* $u, v \in I$;

*ii)* $C(u, 1) = u$ *e* $C(1, v) = v$ *para todo* $u, v \in I$;

*iii)* $C(u_2, v_2) - C(u_2, v_1) - C(u_1, v_2) + C(u_1, v_1) \geq 0$, *para todos os retângulos* $[u_1, u_2] \times [v_1, v_2] \subset I^2$.

O próximo resultado mostra que, assim como outras distribuições conjuntas, qualquer cópula $C$ pode ser obtida através de suas derivadas parciais por integração.

**Teorema 10.0.5.** *(Nelsen,2006) Seja $C$ uma cópula. Para todos $u, v \in I$, temos*

$$C(u, v) = \int_0^u \partial_1 C(t, v)dt = \int_0^v \partial_2 C(u, t)dt.$$

Ainda citamos um importante resultado: qualquer cópula possui um limite inferior e um limite superior.

**Teorema 10.0.6.** *(Nelsen,2006) Considere as funções $W(u, v) = max\{u + v - 1, 0\}$ e $M(u, v) = min\{u, v\}$ com $(u, v) \in I^2$. Para qualquer cópula $C \in \zeta$ e qualquer $(u, v) \in I^2$,*

$$W(u, v) \leq C(u, v) \leq M(u, v).$$

Esta desigualdade é conhecida como desigualdade de Fréchet-Hoeffding. O teorema anterior sugere uma ordenação parcial e pontual no conjunto de todas as cópulas $\zeta$, onde a cópula inferior de Fréchet-Hoeffding $W$ é menor do que qualquer outra cópula em $\zeta$ é a cópula limite superior de Fréchet-Hoeffding $M$ e maior do que qualquer outra cópula em $\zeta$.

A seguir será definida uma versão da função diagonal para cópula, que é usada para caracterizar ou até mesmo gerar uma cópula.

**Definição 10.0.7.** *Seja $C$ uma cópula em $\zeta$. A função $\delta_C : I \longrightarrow I$ é chamada de função diagonal $C$ e é dada por*

$$\begin{aligned} \delta_C : I &\longrightarrow I \\ t &\longmapsto C(t,t)\ . \end{aligned}$$

Algumas das propriedades da função diagonal de uma cópula são dadas a seguir.

**Proposição 10.0.8.** *(Nelsen,2006). Considere as cópulas $W$,$M$ e a função diagonal $\delta_C : I \longrightarrow I$. Então:*

*i) $max(2t-1,0) \leq \delta_C \leq t$, para todo $t \in I$ e qualquer cópula $C \in \zeta$;*

*ii) $\delta_C(t) = \delta_M(t)$ para todo $t \in I$ se, e somente se, $C = M$;*

*iii) $\delta_C(t) = \delta_W(t)$ para todo $t \in I$, não implica que $C = W$.*

Esta foi uma breve apresentação sobre o que são as cópulas e algumas propriedades das mesmas. Algumas cópulas apresentam restrições que podem ser resolvidas a partir do método simplex, como por exemplo o Rho de Spearman citado em "A procedure for simulation with constructed copulas", ou até mesmo para estimar parâmetros em modelos econométricos, onde as restrições destes parâmetros são lineares.

Esses exemplos citados anteriormente não serão aprofundados devido a complexidade, que não é o objetivo deste trabalho. Uma aplicação mais simples e que pode ocorrer bastante na área financeira, onde cada vez mais são usadas cópulas, é na simulação, pois pode acontecer de as variávies utilizadas no método simplex serem ajustadas por uma cópula, e conseguindo identificar corretamente qual cópula se ajusta melhor a esta variável. Isso pode-se poupar uma grande quantidade de dinheiro em testes ou até mesmo poder testar resultados em situações onde não se consegue criar um teste prático. Desse modo a simulação através de softwares estatísticos poderá ser feita, e caso a cópula escolhida tiver um ajuste muito bom com a variável em questão, serão gerados resultados confiáveis.

## Referências

[1] BAUMANN, L. R. F. *Algumas medidas globais e locais de dependencia*. 2011. Tese (Doutorado em Estatística), Universidade de São Paulo.

[2] BEHAN, D. F., COXA, S. H. *A procedure for simulation with constructed copulas*, 2007.

[3] BOLDRINI, J. L., COSTA, S. I. R., et all. *Álgebra Linear*; 3.ed.; São Paulo: Harbra, 2003.

[4] CALDEIRA, J., SILVA, R. M. *Uma Abordagem de Modelagem Matemática via Programação Linear*. In: Anais do IV Simpósio de Matemática e Matemática Industrial SIMMI 2012, Catalão/GO., ISSN 2175-7828. Catalão/GO: CAC/UFG, 2012. v. 1. p. 129-143.

[5] MAGALHÃES, M. N., LIMA, A. C.P. *Noções de Probabilidade e Estatística* . 2.ed, São Paulo: Editora USP, 1999.

[6] NELSEN, R. B. (2006). *An Introduction to Copulas*. 2. ed. Springer-Verlag, Nova York.

[7] ROSS, SHELDON. *Probabilidade - Um Curso Moderno Com Aplicações*. 8.ed., Porto Alegre: ARTMED, 2010.

[8] SIBURG K. F., STOIMENOV, P. A. (2008).*A scalar product for copulas*. J. Math. Anal Appl, 344(1), 429-439.

[9] SIBURG K. F., STOIMENOV, P. A. (2010). *A measure of mutual complete dependence*. Metrika, 71, 239-251.

[10] SILVA, E. M., et all. *Pesquisa Operacional para os cursos de administração e engenharia: programação linear, simulação*. 4.ed., São Paulo: Atlas, 2010.

# A Religiosidade na Música-Teatro de Estércio Marquez Cunha e configurações identitárias: um ângulo do "sotaque" de um compositor goiano sob o enfoque do representacional

**Felipe Eugênio Vinhal**
**Escola de Música e Artes Cênicas – fellipe_residentevil@hotmail.com**
**Orientadora: Magda de Miranda Clímaco**
**Escola de Música e Artes Cênicas - magluiz@hotmail.com**

**RESUMO** – O objeto de estudo dessa investigação surgiu junto aos resultados obtidos no trabalho PIBIC do período anterior, "*Configurações identitárias na obra de EstércioMarquez Cunha: o "sotaque" de um compositor goiano*", que conduziram a novas questões. Ao propor esse novo ângulo da pesquisa, que agora busca mais especificamente o "sotaque" goiano da obra de EstércioMarquez Cunha relacionado ao aspecto religioso de sua Música-Teatro, a música continuou sendo abordada na relação intrincada que estabelece com a sociedade, percebida como estrutura simbólica capaz de significar em relação a essa sociedade. Assim, a religiosidade foi encarada sob o crivo das representações sociais (CHARTIER, 1994), que têm como suporte o simbólico. Não houve aqui o objetivo de defender ou validar determinada instituição religiosa em detrimento de outras, e, sim, de conferir como a religiosidade está ligada à constituição sócio-cultural humana, e de que maneira ela se expressa na obra musical de um compositor goiano. Duas obras foram selecionadas no repertório do compositor para serem analisadas e interpretadas, junto a dados colhidos no estudo de alguns elementos do cenário sócio-histórico e cultural com o qual interagiu. Isso com o intuito de buscar as representações simbólicas por elas evidenciadas, que se mostraram reveladoras de resíduos de uma religiosidade/cristianismo experimentada pelo compositor, sobretudo na infância e adolescência, entrecruzada com alguns elementos de uma "ecologia sonora cerrana", resultante de sua vivência e contato com o cerrado goiano.

**Palavras-chaves: Religiosidade; Música-Teatro; Estércio M. Cunha; Configurações identitárias; Representacional**

## Introdução

O objeto de estudo dessa investigação surgiu junto aos resultados obtidos no trabalho de Iniciação Científica (PIBIC) do período anterior, "*Configurações identitárias na obra de Estércio Marquez Cunha: o "sotaque" de um compositor goiano*", que conduziram a novas questões. Ao propor esse novo ângulo da investigação, que agora busca mais especificamente o "sotaque" goiano da obra de Estércio Marquez Cunha relacionado ao aspecto religioso de sua Música-Teatro, a música continua sendo abordada na sua relação intrincada com a sociedade, percebida como estrutura simbólica capaz de significar em relação a essa sociedade (GEERTZ, 1989), de evidenciar representações sociais. Continua sendo abordada, portanto, na sua capacidade de evidenciar uma modalidade de conhecimento cotidiano, coletivo, partilhado, que se objetiva nas formulações, práticas e obras de um grupo social, revelando um modo particular de valoração, classificação, categorização, inerente a uma circunstância que aponta para processos identitários (CHARTIER, 1990), processos esses que, no caso

Revisado Pelo Orientador

particular desse trabalho, estão também implicados com elementos de religiosidade (DURKHEIM, 1996; BRANDÃO, 1985).

Já ficou evidente nesse relato, que a religiosidade é encarada sob o crivo das representações sociais, que têm como suporte o simbólico. Não há aqui o objetivo de defender ou validar determinada instituição religiosa em detrimento de outras, e, sim, de conferir como a religiosidade está ligada à constituição sócio-cultural humana,de que maneira ela se expressa na obra de um compositor goiano. Lembro aqui Kuchenbecker (1997, p. 17), quando afirma que

> desde os mais remotos tempos, o Homem age desta ou daquela maneira em função daquilo que acredita ou deixa de acreditar. Não existe povo, por mais bárbaro e primitivo que seja, que não tenha a sua forma de manifestação religiosa em sua cultura, seus tabus, seus princípios, seus valores, suas superstições, suas crenças. O ser humano é um ser religioso por essência.

Para Durkheim (1996, p.38), um dos primeiros autores a falar em representações, religião é coisa eminentemente social, as representações religiosas "exprimem realidades coletivas; os ritos são maneiras de agir que surgem unicamente no seio dos grupos reunidos e que se destinam a suscitar, a manter, ou a refazer certos estados mentais desses grupos". Percebida como representação, a religiosidade se revela forjadora de processos identitários e, por conseguinte, demonstra seu valor para as ciências sociais e para a antropologia, cada vez mais presentes nas novas abordagens musicológicas, que têm reposicionado o seu enfoque do músico e da música na sociedade, encarando-os agora como um dos seus elementos constitutivos.

Em entrevista concedida ao jornal local *O Popular* em 21 de maio de 2000, Estércio Marquez Cunha revelou ter essa percepção, afirmou que a religiosidade é um tema que "bate forte na sua cabeça".Na pesquisa anterior, já mencionada, esse aspecto se mostrou marcante no cômputo geral de sua obra, e, devido à complexidade do tema, foi recortado para uma possível continuação em outro trabalho, num outro momento, capaz de lhe dar o devido espaço e atenção. No primeiro contexto de estudo já pude notar que a religiosidade se manifestava de maneira mais acentuada, sobretudo, em algumas de suas obras do gênero Música-Teatro. Mas o que caracteriza esse gênero musical?

Os primeiros levantamentos bibliográficos revelaram que este gênero ainda é novidade dentro da composição musical, não tendo sido encontrada nenhuma abordagem conceitual referente a ele. Embora não haja uma definição satisfatória, pode-se dizer que o gênero Música-Teatro estabelece uma ligação do gesto teatral com o musical, de forma que um seja pensado através do outro, se fundindo e se confundindo. Na obra *O Tempo* de

Estércio Cunha, por exemplo, correntes são usadas não só como recurso cênico, significando aprisionamento da personagem, mas também como recurso produtor de sons necessários à composição musical.Andrade (2000) conta que os professores americanos desse compositor goiano, no decorrer de sua pós-graduação nos EUA, o incentivaram a compor mais obras do gênero, o que o levou a buscar contato no Brasil com Gilberto Mendes, reconhecido cultor do gênero no país. Contato intermediado por Conrado Silva, compositor uruguaio e seu professor na pós-graduação em Música Contemporânea na Universidade de Brasília.

Essa proposta de trabalho, portanto, que tem em vista um aprofundamento da investigação anterior, o investimento num ângulo instigante e curioso dos processos identitários relacionados à "goianidade" da obra do compositor goiano Estércio Marquez Cunha, partiu das seguintes questões: Que elementos de religiosidade se apresentam na música-teatro composta por esse compositor? Como se apresentam? Essa música se evidencia como um campo do representacional implicado com processos simbólicos, forjadores de processos identitários relacionados também a essa abordagem da religiosidade? Esses processos têm a ver com a ligação de Estércio Marquez Cunha com a sua terra natal? Com o seu diálogo com outras culturas? Buscando solucionar esta problemática, e partindo do pressuposto de que elementos de religiosidade resultantes da sua interação com a cultura goiana também se encontram presentes, sobretudo na Música-Teatro, apresentando-se como resíduo na música que desenvolveu durante a sua permanência nos Estados Unidos, este trabalho tem como objetivo investigar os elementos de religiosidade apresentados na música-teatro do compositor goiano Estércio Marquez Cunha, tendo em vista as suas implicações com o representacional, com elementos significativos implicados com os processos identitários relacionados à cultura goiana.

Duas obras (partituras/manuscritos) foram selecionadas no repertório do compositor goiano para serem analisadas e interpretadas. Análise e interpretação que aconteceu entrecruzando-se com dados colhidos no estudo de alguns elementos do seu cenário sócio-histórico e cultural e em entrevistas por ele concedidas a jornais de grande circulação na cidade. Isso com o intuito de se chegar às representações simbólicas, propositoras de processos identitários, evidenciadas por essas obras. Ferrara (1984) e Bakhtin (2003) forneceram instrumentos de análise importantes. O primeiro, ao relacionar alguns elementos de uma análise fenomenológica (análises sintática, semântica e ontológica) e o segundo, ao possibilitar a identificação de gêneros discursivos reveladores de características de estilo de ordem contextual e individual.

Essa investigação justifica-se por contribuir para a divulgação da obra eclética e diversificada de um compositor goiano, ainda não suficientemente reconhecido no cenário brasileiro. Por outro lado, continua contribuindo para a efetivação e divulgação das tendências mais atuais dos estudos musicológicos, ao chamar atenção para a importância do papel do músico e da música na sociedade, para a relação intrincada que a música estabelece com a trama sócio-cultural quando percebida como estrutura simbólica, ou seja, na sua capacidade de evidenciar representações sociais, de.significar em relação a essa sociedade.

**Música e religiosidade em Goiás**

Levantar um breve histórico da religiosidade em Goiás e na nova capital do estado fundada na década de 1930 – a cidade de Goiânia - foi um dos primeiros passos em direção à resolução das questões levantadas. Isso porque essa capital foi palco da formação e atuação do compositor Estércio Marquez Cunha, e essa abordagem tem condições de subsidiar a busca de resíduos de um legado religioso na sua música-teatro, de elementos que, nesse contexto, apontam para processos identitários.

Para Silva (2009), a história da religiosidade em Goiás acompanha o início da trajetória da exploração do ouro em meados do século XVIII, com a criação da prelazia goiana em 1745, na cidade de Vila Boa de Goyas, atual Cidade de Goiás. Nesse período o Brasil constituía uma sociedade estritamente relacionada às bases do catolicismo, vale lembrar que somente no ano de 1890, sob o comando de Deodoro da Fonseca, o país se tornou um Estado laico. Até então, a Igreja Católica intervinha praticamente em todas as questões da vida em geral, desde condutas domésticas até orientações políticas. Foram fundadas diversas igrejas, algumas ricas e imponentes, tanto em Vila Boa quanto em Meia Ponte, atual Pirenópolis, as duas principais cidades do início da sociedade goiana. Nesse contexto, a música se desenvolveu fortemente ligada ao catolicismo. Segundo Mendonça (1981), corais e pequenos grupos instrumentais aspirantes ao baixo contínuo foram criados e mestres de capela contratados, com o único objetivo de formar um corpo musical e um repertório para as celebrações católicas. Mais adiante, até mesmo as bandas de metais ligadas às corporações militares, como as bandas *Euterpe* e *Phoenix*, atuaram, sobretudo, nas festividades religiosas.Com a fundação da nova capital goiana na década de 1930, já com o Estado laico, o catolicismo continuou sendo a religião oficial, principalmente no que se refere ao grande contingente de pessoas vindas da Cidade de Goiás e de Pirenópolis. Isso fez com que igrejas e escolas continuassem sendo fundadas, utilizando ferramentas como a música.

Foi nesse cenário goianiense que Estércio Marquez Cunha chegou em 1941, um ano depois de seu nascimento na cidade de Goiatuba. Como revela Andrade (2000, p. 48), "foi educado em ambiente cristão". Parte da família era espírita e a outra católica. Com liberdade de escolha religiosa, estudando em escolas católicas e frequentando missas com suas tias, o compositor chegou a ser batizado. No entanto, quando retomou seus estudos nos Estados Unidos, assumiu um espiritismo envolto no cristianismo católico que influenciou, sobretudo, a sua infância. Na entrevista concedida ao jornal *O Popular*, já citada, ao caracterizar a proposta do primeiro CD produzido exclusivamente com sua obra -o CD *Lento Acalanto*(1999) -o compositor goiano afirmou ser esse CD essencialmente vocal, e que pretendia, em termos da seleção musical, "uma sequência que fizesse sentido em relação à civilização ocidental, mas trabalhando o lado da fé. A civilização ocidental concebida em cima da fé, do cristianismo". Afirmação que aponta para uma experiência religiosa que revela, acima de tudo, um cristão. Um cristão que conviveu com mais de uma instituição religiosa, mas que não deixou de absorver muito do contexto religioso católico ligado ao universo cultural goiano com o qual interagiu na sua infância e adolescência. Essa rápida abordagem de alguns elementos da trajetória da música e do cristianismo ligados ao desenvolvimento da sociedade goiana e do cristianismo assumido por Estércio Marquez Cunha, um cristianismo não relacionado de forma direta a nenhuma instituição religiosa específica, mas que apresenta resíduos da sua interação com a religiosidade católica goiana,são fundamentais à análise e interpretação das obras selecionadas nesse trabalho. Isso devido ao arsenal simbólico e às representações sociais que evidenciam.

**As obras selecionadas**

Outro passo rumo à solução dos questionamentos levantados nesta pesquisa foi a seleção estratégica de duas obras do gênero Música-Teatro, analisadas e interpretadas sempre com a consciência da interação da organização sonora com elementos do cenário sócio-histórico e cultural com o qual a sua criação e fruição interagiram. As obras selecionadas foram: *The Cycle of Man* (1981) e *O Ofício do Homem* (1985). Essas obras foram escolhidas tendo-se em vista dois importantes fatores: o momento de sua criação e a possibilidade das partituras encontradas (manuscritas ou impressas) fornecerem maiores evidências relacionadas aos problemas do trabalho.

O primeiro fator se deve aos resultados obtidos em trabalho anterior (VINHAL; CLÍMACO, 2012), que destacam grandes mudanças nos processos composicionais de Estércio Marquez Cunha, ocorridas em seus diferentes estágios e cenários de vida, o que

inclui a passagem pelos Estados Unidos em sua pós-graduação *strictu sensu* e o investimento do compositor no estudo e na criação de obras do gênero Música-Teatro (ANDRADE, 2000; CARVALHO, 2012).Já o segundo fator, deve-se ao fato de que o material de análise, fonte primária importante nesse trabalho, que mistura duas linguagens artísticas diferentes (música e teatro), não pode ser relacionado com gravações de áudio e/ou vídeo, o que não permite pleno uso dos elementos de uma análise fenomenológica explicitada por Ferrara (1984), elementos que se constituíram em importante ferramenta metodológica no trabalho anterior. Para o autor,essa análise começaria com uma "audição aberta" (que no caso também envolveria a percepção visual), em que o pesquisador, desvestido de sua carga intelectual, teria a tarefa de ouvir e assistir repetidamente a obra. Depois dessa exaustiva audição/fruição, essa análise se alternaria com outros três níveis de análise: uma análise sintática, que trata da organização sonora; uma análise semântica, que investe na percepção de elementos estruturais que funcionam como significantes; e uma análise ontológica, que busca elementos dos cenários sócio-culturais que permitem chegar a significados. Como as obras do gênero Música-Teatro de Estércio Cunha não oferecem recurso de gravação, já que não foram encontradas gravadas pelo pesquisador, e fazer uma montagem das peças com esse intuito seria dispendioso demais para a pesquisa, esta se baseou apenas na análise das partituras. O diálogo com as ferramentas de análise de Ferrara foram utilizadas na medida em que a partitura, aliada à imaginação, erudição, dedução e percepção do pesquisador, pôde colaborar e suprir as carências. Assim, as duas obras que evidenciaram um teor religioso de forma mais evidente nas primeiras abordagens tiveram prioridade na seleção, restando a consciência de que esse trabalho pode ser mais enriquecido em outra pesquisa, quando puder ser aliada a análise da organização sonora à análise áudio-visual.

Por outro lado, os primeiros investimentos na pesquisa,os primeiros levantamentos e buscas de material, levaram a crer que a falta de gravações, e até mesmo as parcas apresentações de obras do gênero no país (em comparação com outros gêneros musicais), se deve à carga de novidade e vanguarda relacionada à sua composição e ao fato de que o gênero se encontra em atualização constante, já que não há ainda definições e especificações mais sólidas a seu respeito. Além disso, a execução de obras do gênero muitas vezes exige grande estrutura, e dispor dela demanda um empenho maior do que seria dispensado a obras ou à realização de peças de pequeno porte, mais comuns ao contexto universitário com o qual Estércio Cunha interagiu a maior parte de sua vida. Apesar de ser um gênero que caracteriza o compositor, ainda não existe grande quantidade de músicas-teatro de sua autoria. A tabela abaixo mostra a lista atual de peças já compostas e o ano de composição:

| OBRA | ANO DE COMPOSIÇÃO |
|---|---|
| O GUARDA-NOITE | 1977 |
| TEMPO | 1978 |
| THE CYCLE OF MAN | 1981 |
| LÍRICA INFANTIL | 1982 |
| RÉQUIEM PARA PROMETEUS | 1982 |
| BRINCADEIRA AO PIANO | 1983 |
| NATAL | 1984 |
| O OFÍCIO DO HOMEM | 1985 |
| RIZOMA | 2001 |
| DIÁLOGO | 2011 |

**Tabela 1 – Obras do gênero Música-Teatro de Cunha e seu ano de composição.**

Como pôde ser observado, são apenas dez obras, sendo a maior parte composta entre os anos de 1977 e 1985, recorte de tempo que compreende após-graduação de Estércio Cunha nos Estados Unidos e os primeiros anos do seu retorno ao Brasil. No entanto, esses foram os anos mais profícuos para o gênero, já que coincidiram com o seu investimento no estudo de Teatro durante a realização do doutorado, um estudo que se colocou como uma complementação à área original de composição musical. É possível crer também que a baixa produção de música-teatro, depois de 1985, se deve ao fato de que as composições geralmente acontecem a pedido de alunos e professores de música, interessados, muitas vezes, nas particularidades de seu instrumento, uma circunstância que, aliada ao interesse do compositor em música de câmara (composta para pequenas formações instrumentais), acabou resultando um crescente investimento neste último gênero. Vale ressaltar novamente que a montagem e execução da música-teatro é quase sempre complexa, demandando maior estrutura física e humana do que a música de câmara ou solos, o que pode ser um dos fatores que também justificam a pouca produção do gênero no período pós-1985.

Lembro que as obras selecionadas foram analisadas e interpretadas também a partir da noção de gênero discursivo de Bakhtin (2003) e das reflexões de Orlandi (2002),baseada naquele autor e conceito.O primeiro, quando permite a fundamentação para que se busque, nas obras analisadas, características de estilo de índole contextual e características de estilo de índole individual; a segunda, quando lembra que esses gêneros discursivos têm condições de revelar o homem falando através das suas obras com outros homens, e, nessa circunstância, de entrecruzar "o já dito", com "o que está sendo dito agora" desse modo e através dessa forma. Esses gêneros discursivos têm condições de entrecruzar diferentes representações sociais, portanto.

*The Cycle of Man,* composta no ano de 1981, com duração de 14 minutos, foi executada no ano seguinte em Oklahoma. No Brasil foi montada nas cidades de Uberlândia-

MG e São Paulo-SP por volta de 1986. Já *O Ofício do Homem*, de 1985, de grande porte, durando 45 minutos, foi executada somente em Maringá-PR, também na década de 1980. Composta nos Estados Unidos como requisito parcial para a conclusão do doutorado do compositor na *Oklahoma University*, *The Cycle of Man* é uma peça intimista, moderna, que explora dissonâncias e efeitos em toda sua potencialidade de criar uma ambientação sonora necessária para conduzir a narrativa nesse contraponto entre música e teatro que caracteriza o gênero. Escrita para voz masculina, voz feminina, clarineta e piano, esta obra traz a indicação dos mais variados efeitos sonoros não convencionais (sussurros, arranhões nas cordas e percussões na caixa de ressonância, dentre outros) para serem realizados, sobretudo, no piano e nas vozes. Já *O Ofício do Homem*, composta no Brasil, de maior estrutura, tem na sua formação instrumental um conjunto de percussão, flauta doce, coro e órgão, além de inserir personagens não músicos,que têm por função somente atuar, sobretudo, na sessão de percussão e no coro,onde o compositor explora de forma mais constante os efeitos sonoros. P1, P2, P3 e P4, são personagens que não são chamados pelo nome, mas claramente representam Jesus, Judas, Pedro e Pilatos. Como na primeira obra citada, os efeitos aqui também objetivam uma ambientação sonora que subsidia a narrativa, embora não seja um recurso presente em todas as cenas.

Fundamental à compreensão do sentido das obras, o texto faz uso de diferentes citações. Em *The Cycle of Man*, a maior parte das citações é bíblica e uma delas vem do ordinário da missa. Embora as duas primeiras citações não façam parte destes dois conjuntos, elas possuem em sua essência dois dogmas religiosos cristãos: a relação entre o bem e o mal e a imortalidade. Abaixo o texto na íntegra:

*A quem hoje eu posso falar?*
*Os irmãos são maus.*
*A quem hoje eu posso falar?*
*Não há direitos,*
*A terra está entregue aos perversos.* (de um papiro do Egito Antigo).

*O assassino de milhões recebe o nome sedutor da gloriosa arte da guerra, e proporciona fama imortal.* (Edward Young, 1683-1765).

*Quitolis pecata mundi, miserere nobis.* (ordinário da missa).
*A minha alma está cheia de tristeza até a morte.* (Mateus 26:38).

*Deus meu, Deus meu, por que me abandonaste?* (Mateus 27:46).

*Meu Pai, se é possível, afasta de mim esse Cálice.* (Mateus 26:39).

*O Filho do Homem será entregue nas mãos dos homens.*(Mateus 17:22).
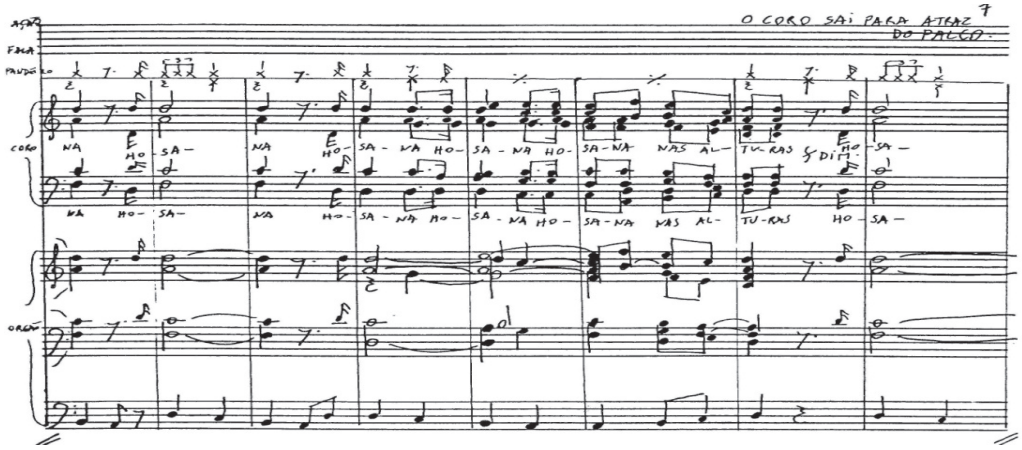
*Que nos importa? Isso é contigo!* (Mateus 27:4).

*Tenho sede!* (João 19:28).

*Está consumado.* (João 19:30).

*O Ofício do Homem* segue a mesma estrutura textual, baseando-se somente em textos bíblicos do evangelho e do ordinário da missa para construir uma narrativa que, divagando numa interpretação da poética do evangelho, vai desde a Santa Ceia até a Paixão do personagem Nº01. Não possui frases soltas na composição musical,como acontece em *The Cycleof Man*, e, sim, uma sequência de conversas, cenas e demais recursos narrativos contando a história da Paixão de Cristo, o que evidencia diferentes características de estilo de índole individual, conforme definido por Bakhtin (2003), quando registra diferentes momentos de atualização de um gênero discursivo, nesse caso especial,duas atualizações do gênero música-teatro incorporadas pelas duas obras em questão.

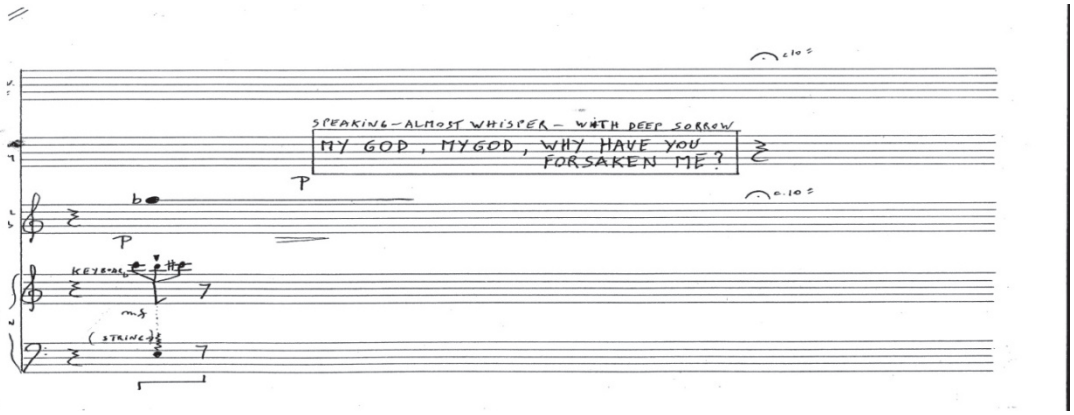
Assim, todo esse elemento textual tem seu pé na religiosidade do compositor, o que remete a uma maneira contemporânea do canto de utilizar textos sacros. Cantos e textos que sempre estiveram presentes na música ocidental ligada à igreja Católica, assim como o gênero coral, marcante no desenvolvimento musical da capital goiana. Esse gênero, utilizado em *O Ofício do Homem,* é caracterizado por manter um estilo acordal, homofônico, com pequena movimentação intervalar,conforme ilustrado no Recorte 1.




**Recorte 1 – *O Ofício do Homem*, de Cunha. Compassos 120ao 127.**

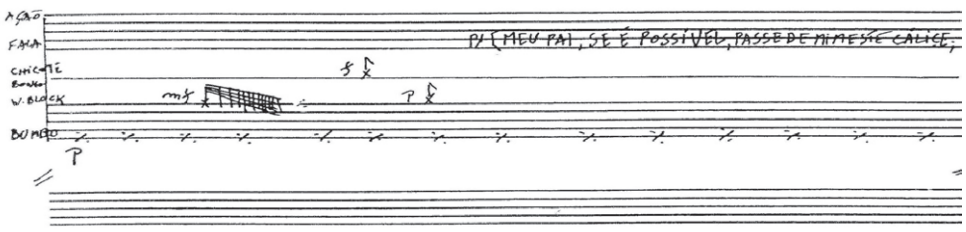
Pode ser observado nessa obra de Estércio Cunha, portanto, se Bakhtin (2003) for novamente lembrado, o gênero sacro atualizado, evidenciando características de estilo contextuais (peculiares ao gênero) ao lado de características de estilo individuais (peculiares ao momento preciso de sua atualização em determinada situação, tempo e espaço). As peculiaridades estilísticas individuais ficam por conta do estilo vanguardista do compositor, do tratamento contemporâneo que dispensa às dissonâncias e aos efeitos sonoros não convencionais, aos novos significados que as obras evidenciam.

Dividida em três cenas, os momentos iniciais de *The Cycle of Man* já denotam as características marcantes da obra: sonoridades brandas marcadas por silêncio e pausas, ritmo fluido sem estrutura de compassos, sonoridades não usuais como pontilhados e fagulhas sonoras produzidos por diferentes instrumentos, que marcam um investimento maior em efeitos sonoros e dissonâncias, em sons que desaparecem calmamente enquanto outros surgem de dentro do anterior que morre, efeitos que contrastam com uma busca menor por elementos harmônicos e melódicos, como pode ser observado no Recorte 2.




**Recorte 2 – *The Cycle of Man*, de Cunha. Primeiro sistema da página 3.**

O Recorte 3 exemplifica alguns desses elementos em *O Ofício do homem:*
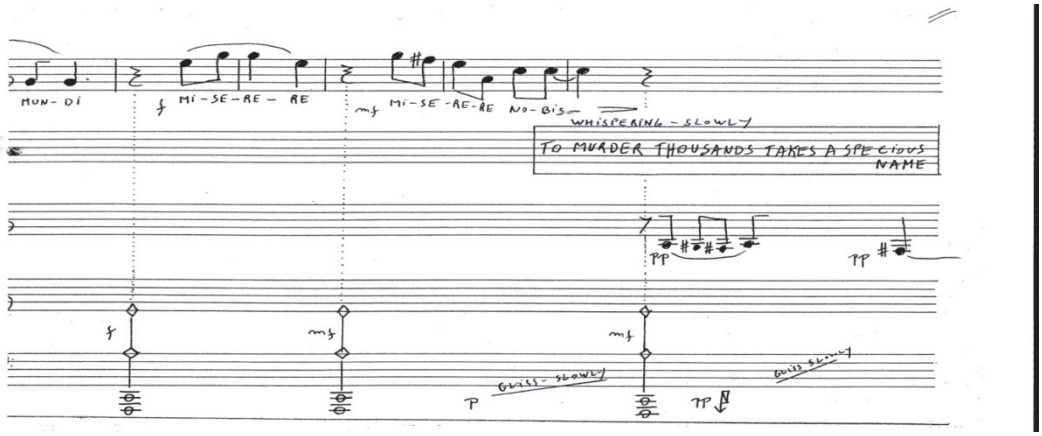



**Recorte 3 – *O Ofício do Homem*. Segundo sistema da página 11.**

O piano, um instrumento fortemente ligado ao desenvolvimento da música na capital goiana, aos investimentos realizados pela atual Escola de Música e Artes Cênicas da Universidade Federal de Goiás (BORGES,1998; PINA FILHO, 2002) possui relevante papel em *The Cycle of Man*, assim como a exploração do silêncio e das sonoridades brandas, das pausas e dos sons que nascem disfarçadamente na morte de outros (entradas mascaradas), remetendo a uma espécie de "ecologia sonora" que resgata o cerrado, o ecossistema da região em que o compositor nasceu e viveu (ainda vive) a maior parte de sua vida. Ecossistema marcado pela vegetação rala, por árvores tortuosas, esparsas e solitárias, que traz uma sensação de amplidão e solidão, mas, ao mesmo tempo de calma, silêncio e serenidade. Todas estas características sonoras, portanto, consideradas na sua relação com o contato e vivência do cerrado, revelam originalidade e processos simbólicos que remetem à "goianidade" do compositor, apesar de numa primeira instância, direcionarem para características estilísticas de uma música contemporânea.

*The Cycle of Man* evidencia esses elementos estruturais em diálogo com outros elementos que apontam para uma religiosidade latente na obra. Essa brandura, reticência, solidão e silêncio, aliados ao texto e junto às sonoridades e notas que fagulham aqui e acolá, aos efeitos e recursos que trazem à tona características sentimentais como dor, sofrimento, amor e desespero, buscam também uma inflexão do eu dentro de si mesmo, culminando num ambiente perceptivelmente catedrático de missas, cultos, rezas, orações, reflexões, contemplações e estudos religiosos. Elementos e ambiente com os quais o compositor interagiu, principalmente em sua infância, e que o marcaram profundamente. Andrade (2000), que teve oportunidade de realizar várias entrevistas com esse músico goiano, afirma que Estércio Cunha, com a permissão de sua família, frequentou diferentes ambientes religiosos em sua infância, em sua maioria ambientes cristãos, e que realmente gostava desses contatos, o que provavelmente o levou a compor mais tarde uma peça com procissões e rezas, a qual chamou "*Reza"*. Com base nas análises, portanto, nos trabalhos consultados e em relatos do compositor em entrevistas concedidas ao jornal *O Popular,* pode-se dizer que a sua obra, em geral, pode ser considerada uma invocação desse ambiente ecológico do cerrado em profunda interação com o ambiente religioso cristão, que tanto diz da religiosidade como elemento constituinte de sua "goianidade", fazendo novamente interagir características de estilo de ordem contextual (organização sonora relacionada à música contemporânea) e individual (a sua utilização peculiar e significativa dos elementos estruturais).

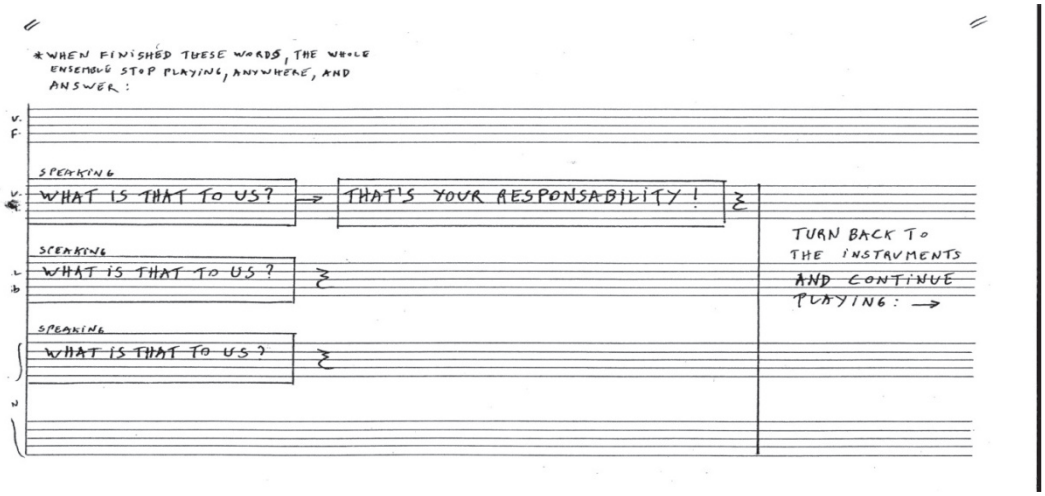
A segunda cena de *The Cycle of Man*, entretanto, trás ligeiras diferenças estruturais. Em contraste com a Cena I, possui compasso e ritmo mais definido e marcado,

exemplificado no Recorte 4,além de breves construções melódicas em sobreposição à exploração de dissonâncias em construção harmônica.




**Recorte 4 – *The Cycle of Man*. Segundo sistema da página 17.**

A voz masculina, que antes narrava, agora tem por função o canto vocalizado, enquanto a narração passa à voz feminina. No fim dessa cena, uma das características da música-teatro é retomada, quando todos os músicos se tornam atores pronunciando *"Que nos importa?"*, como pode ser constatado no Recorte 5, caracterizando a fusão dos dois gêneros distintos que estão em sua base.

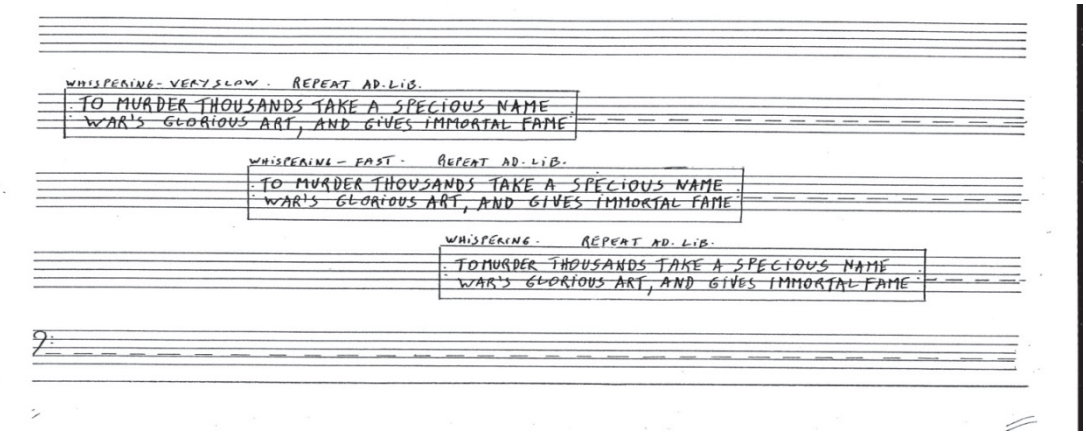



**Recorte 5 – *The Cycle of Man*. Segundo sistema da página 7.**

Em *O Ofício do Homem* o coro também faz as vezes de atores, assumindo o papel da multidão, ora enfurecida, ora comovida, realizando procissões que remetem claramente ao ritual tradicional cristão, ou a ações semelhantes.Como em *The Cycle of Man,O Ofício do Homem* conecta o gesto musical com o teatral. P1, por exemplo, não é crucificado, e, sim, acorrentado, e o som das correntes é fundamental para a ambientação sonora. Aliás, correntes são elementos recorrentes nas composições para música-teatro de Estércio Marquez Cunha,
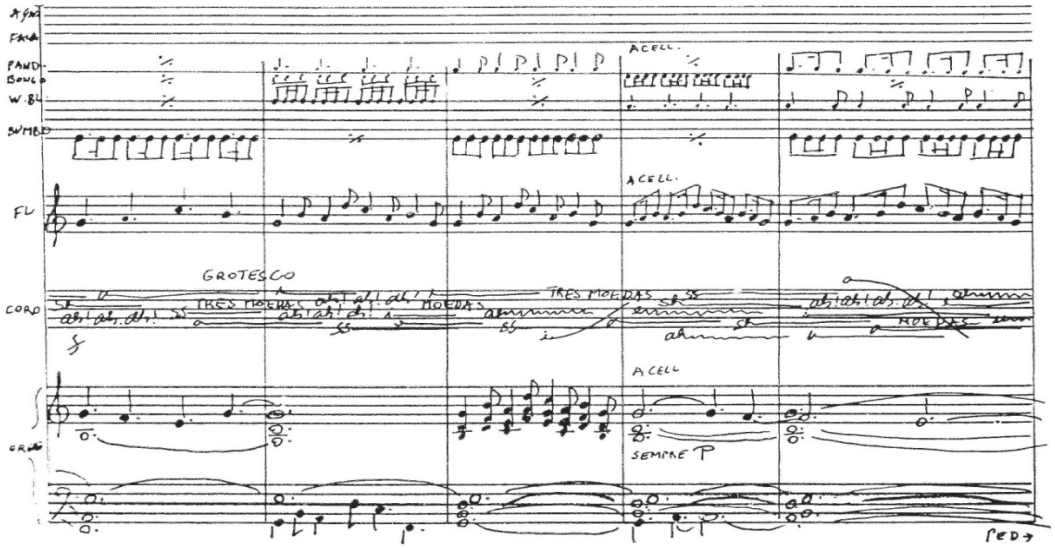
provavelmente uma crítica à servidão do homem, às amálgamas que o prendem a um modelo de vida que afasta a espiritualidade e aliena ensinamentos milenares. Para complementar essa relação entre música e teatro, os sons que a multidão produz como burburinhos, gritos e passos, também tem relevante papel na composição. *O Ofício do Homem* possui diversas cenas em que também se utilizam compassos definidos, ritmos marcados. Uma diferença destacável nesta obra, em confronto com a anterior, é o investimento em construções melódicas e harmônicas marcadas por sonoridades construídas em base modal, predominantemente em Ré dórico. A utilização desse modo remete ao cancioneiro popular de décadas anteriores, como cantigas de roda, muitas vezes encorpadas, sobretudo nos momentos que envolvem a multidão (representada pelo coro) ou o sofrimento explícito do personagem 1, como pode ser observado no Recorte 1. Vale ressaltar que a construção em Re dórico está repleta de tensões harmônicas, com acréscimo, principalmente de sétimas e nonas.

A terceira cena de *The Cycle of Man*, de maior duração e que encerra a obra, retoma todas as características que marcaram a construção da primeira cena. No entanto, utilizando nessa parte efeitos novos, e em diversos momentos, dá mais espessura ao corpo de efeitos, intensificado pelo aumento no volume, o que invoca um transe espiritual, como sugere a escrita que é ressaltada no Recorte 6 e no Recorte 7, que está um pouco mais adiante. Recurso semelhante é utilizado para a narração do texto, quando, novamente, todos os músicos sussurram, o que pode ser observado abaixo, no Recorte 6:




**Recorte 6 – *The Cycle of Man*. Primeiro sistema da página 16.**

Esta técnica composicional, devido à sua maior estrutura, é empregada em diversos momentos em *O Ofício do Homem*, revelando muito mais força narrativa, evidenciando verdadeiro terror, como, por exemplo, no ápice da alucinação de P2 que o leva ao suicídio, demonstrada no Recorte 7.




**Recorte 7 – *O Ofício do Homem*. Cena VIII, compassos 18 ao 22.**

As duas obras se encerram com palavras recorrentes no vocabulário cristão: *Amém*, em *The Cycle of Man*, e *Hosana*, em *O Ofício do Homem*. A primeira trabalhada de forma branda, suave e silenciosa, num *glissando* feito com vidro nas cordas do piano; e a segunda com fortíssimo, revelando júbilo no coro que canta evocando a ressurreição de P1.

**Considerações Finais**

Os resultados obtidos nas análises das obras, entrecruzados com os resultados obtidos na pesquisa anterior, junto ao levantamento bibliográfico e ao arsenal teórico que deu suporte à abordagem das especificidades dessa nova problemática, permitiram perceber como as composições do gênero Música-Teatro de Estércio Marquez Cunha evidenciam religiosidade. Religiosidade ligada a um cristianismo presente no Brasil e na Sociedade Ocidental, que essa pesquisa indicou estar presente também, de forma peculiar, nas bases históricas de Goiás, sobretudo através do catolicismo, perpassando com força a trajetória de vida de Estércio Marquez Cunha, contribuindo para que esse aspecto do "sotaque goiano" fosse percebido na sua obra.

*The Cycle of Man* e *O Ofício do Homem*, além de oferecer os indícios necessários ao processo de confirmação da pressuposição de que as obras Música-Teatro do compositor, em sua maioria,apresentam elementos de religiosidade, fazem essa religiosidade dialogar com os elementos de uma "ecologia cerrana", o que favoreceu a percepção de processos identitários. "Ecologia cerrana" percebida, simbolicamente, através de sons pontilhados e esparsos, desonoridades brandas, mascaradas, da utilização do silêncio, combinados com a

exploração de dissonâncias, de notas de tensão, que se entrecruzam com o investimento em textos religiosos que integram jogos de palavras e frases expressivas, com a observação de procedimentos religiosos como rezas e procissões, e com o cultivo de elementos estruturais do gênero coral, vivenciados em sua infância. Elementos sonoros e textuais que foram percebidos como representações sociais, como significantes propositores de uma gama de significados reveladores de processos simbólicos associados a alguns elementos constitutivos do "ecossistema do cerrado" e de uma vivência religiosa/cristã goiana, colhidos através do estudo e análise de elementos do cenário sócio-histórico e cultural e da trajetória de vida de Estércio Cunha. Processos simbólicos que permitiram observar a articulação dos dois gêneros discursivos analisados com a trama simbólica constitutiva do povo goiano, constatar o "já dito" cruzando com "o que está sendo dito agora" desse modo e através dessas formas, se Geertz (1987), Bakhtin (2003) e Orlandi (2001) forem lembrados. Isso sem esquecer que o contato do compositor com a Música-Teatro, o investimento na interação do gesto musical com o gesto teatral aconteceram, sobretudo, durante a realização do curso de Doutorado realizado nos Estados Unidos da América e através dos estudos realizados na Universidade de Brasília.

Importante dizer ainda que foram observadas e analisadas texturas sonoras, efeitos e trabalhos com dissonâncias, textos e jogos de palavras, que, num primeiro momento, fizeram com que essas composições apontassem para a música contemporânea européia, para um afastamento grande do compositor de suas origens culturais. Mas a fundamentação nos autores mencionados, que possibilitou falar em representações sociais que têm como suporte o simbólico, nas articulações simbólicas e na polissemia dos símbolos que tecem a trama social, favoreceu a percepção de processos identitários relacionados também ao universo cultural goiano, integrado pelo compositor e sua obra. Circunstância que possibilitou a observação de características de estilo de índole contextual nesse contexto musical e teatral, segundo a abordagem de Bakhtin (2003), ou seja, a identificação da utilização de elementos estruturais de gêneros dramáticos da antiga Grécia e de gêneros musicais como o coral e a música contemporânea, de sistemas musicais como o modalismo, o tonalismo e o atonalismo, dentre outros elementos, oriundos da música européia. Só que esses elementos estruturais ganharam o colorido das características de estilo de índole individual em cada uma das obras analisadas, resultantes dos processos composicionais peculiares ao goiano Estércio Marquez Cunha. Características de estilo de índole individual que revelaram a ligação profunda do compositor com a "ecologia cerrana" da sua terra, entrecruzada com elementos residuais e peculiares de uma religiosidade que o impressionaram na sua infância e adolescência.

Enfim, com essa a abordagem do objeto de estudo e dos resultados alcançados, espero incentivar maiores produções e montagens das obras do gênero Música-Teatro de Estércio Cunha. Isso possibilitará complementar essa pesquisa, na medida em que permitirá juntar à análise da partitura a análise áudio-visual, o que, por sua vez, poderá acrescentar novos e importantes dados ao cômputo geral do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Martha M. de C. **Poética musical como instauração do mundo pelos caminhos de Estércio M. Cunha**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da comunicação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BORGES, Maria Helena J. **A Música e o Piano na Sociedade Goiana (1805-1972).** Goiânia: FUNAPE, 1998.

BRANDÃO, Carlos. **Memória do Sagrado: estudo da religiosidade e ritual**. SP: Paulinas, 1985.

CARVALHO, Leonardo V. **A obra vocal de Estércio Marquez Cunha: especificidades da música e memória no cenário musical goianiense**. Goiânia: UFG, 2012. [Dissertação de Mestrado] Goiânia, Universidade Federal de Goiás (UFG), 2012.

CHARTIER, Roger. **A História Cultural - práticas e representações sociais**. R. J.:Bertrand, 1990.

FERRARA, Lawrence. ***Phenomenology as a tool***.In **Musical Quartely**.P. 355-373, 1984. V.70,3

GEERTZ, Cliford. **A Interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

KUCHENBECKER, Valter. O Fenômeno Religioso. In: _____. **O Homem e O Sagrado: a religiosidade através dos tempos**. Canoas: ULBRA, 1997. Cap. 1.

MENDONÇA, Belkiss S. C. **A música em Goiás**. Goiânia: Ed. UFG, 1981.

PINA FILHO, Braz Wilson Pompeu de. **Memória Musical de Goiânia**. Goiânia: Kelps, 2002.

ORLANDI, Eni P. **Análise do Discurso – princípios e procedimentos**. Campinas: Pontes, 2002.

SILVA, Maria da Conceição. **Catolicismo e Casamento Civil em Goiás, 1860-1920**. Goiânia: UCG, 2009. 171

VINHAL, Felipe Eugênio; CLÍMACO, Magda de Miranda. Configurações identitárias na obra de Estércio Marquez Cunha: o "sotaque" de um compositor goiano. In: **ANAIS CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO – CONPEEX (2012)**. Goiânia: UFG, 2012. p. 1440-1454. Disponível em <http://www.proec.ufg.br>. Acesso em: 21 maio 2013.

**Periódico**

ANÔNIMO. Sinfônica Nacional executa obra de compositor goiano. **O Popular**, Goiânia, 21 maio 2000.

**CD**

CUNHA, Estércio Marquez. **Lento Acalanto**. Goiânia: STELLA, 1999.

# TOXICIDADE E MECANISMOS DE AÇÃO DE *Hymenaea courbaril* COMO ANTIFÚNGICO

Fernanda Almeida Andrade[1], Maysa Paula da Costa[2], Maria do Rosário Rodrigues Silva[3]

Universidade Federal de Goiás - Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública

fernandaalmeida_1@hotmail.com, maysa_paula@yahoo.com.br, rosario@iptsp.ufg.br

1- Bolsista de iniciação científica; 2- Doutoranda; 3- Orientadora

## RESUMO

As plantas do cerrado possuem extratos e compostos com atividade biológica em potencial, incluindo atividade antifúngica. O complexo Cryptococcus compreende leveduras com duas espécies distintas denominadas *Cryptococcus neoformans* e *Cryptococcus gattii*, que causam uma micose de natureza sistêmica, a criptococose, que se relaciona naturalmente com o comprometimento imunológico do hospedeiro. Devido à semelhança bioquímica e fisiológica entre as células fúngicas e as células humanas, os antifúngicos disponíveis para tratamento das micoses tornam-se bastante limitados, desta forma o uso de compostos extraídos de plantas poderiam ser úteis como antifúngicos, com a possibilidade de redução de efeitos colaterais. Neste trabalho, fisetina, composto extraído da seiva de *Hymenaea courbaril* árvore do cerrado, com potencial ação antimicrobiana, foi estudada para verificar seu mecanismo de ação sobre *Cryptococcus gattii*. A viabilidade das células e o seu metabolismo foi determinada usando-se a metodologia proposta por citometria de fluxo. Os resultados revelaram que o composto fisetina tem potencial para alterar o metabolismo das células fúngicas e pode, além disso, causar reduzidas lesões na membrana celular.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cryptococcus neoformans*, fisetina, mecanismo de ação

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Complexo *Cryptococcus neoformans*

O complexo Cryptococcus com duas espécies distintas: *Cryptococcus neoformans* e *Cryptococcus gattii* são leveduras globosas ou ovaladas, com tamanho médio de 3 a 8 µm de diâmetro, com cápsula polissacarídica ao seu redor (KON *et al.*, 2008).

A natureza da cápsula, que consiste principalmente em polissacarídeos glicuronoxilomanana, galactoxilomanana e manoproteína, permite a sua separação em cinco sorotipos A, B, C, D e AD sendo agrupados nas variedades: *C. neoformans* var. *grubbii* (sorotipo A), *C. neoformans* var. *neoformans* (sorotipo D) ambos de distribuição mundial , o híbrido AD (apresenta características de ambos os sorotipos A e D) e *C. neoformans* var. *gattii* (sorotipos B e C) restritos a regiões de clima tropical e subtropical (PFALLER., 2010).

A criptococose também conhecida como Torulose, Blastomicose Européia, ou Doença de Busse-Buschke é uma micose de natureza sistêmica que se relaciona naturalmente com o comprometimento imunológico do hospedeiro, quando este se encontra debilitado devido a enfermidades ou tratamentos. Esta micose ocorre como primeira manifestação oportunista em cerca de 4,4% dos casos de AIDS no Brasil (KON *et al.*, 2008).

## 1.2 Mecanismos de ação e resistência

Devido à semelhança bioquímica e fisiológica entre as células fúngicas e as células humanas, os antifúngicos disponíveis para tratamento das micoses tornam-se bastante limitados. A maioria dos agentes antifúngicos, como os derivados azólicos (fluconazol, cetoconazol, posaconazol, voriconazol e itraconazol) e anfotericina B, tem como alvo o ergosterol, um esterol da membrana celular fúngica, que possui estrutura semelhante ao colesterol presente na célula humana (ODDS, 2003).

Os antifúngicos triazólicos como o fluconazol, voriconazol e itraconazol são bastante efetivos para o tratamento de criptococose e dermatofitoses (FAVALESSA *et al*., 2009). O mecanismo de ação dos derivados azólicos interfere com a biossíntese do ergosterol, inibindo a enzima responsável pela demetilação do lanosterol em ergosterol, a lanosterol 14-α-demetilase.

Anfotericina B é um poliênico usado para o tratamento de infecções causadas por diferentes agentes como algumas espécies de *Candida* spp, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Cryptococcus neoformans, Histoplasma capsulatum, Fusarium* spp (LUMBRERAS *et al.,* 2003). Atua ligando-se ao ergosterol, produzindo poros, resultando no aumento da

permeabilidade o que acarreta desequilíbrio osmótico pela perda de íons intracelulares e consequentemente lise e morte das células (REX *et al.,* 1994).

### 1.3 Compostos com atividade antimicrobiana

As plantas do cerrado possuem extratos e compostos com atividade biológica em potencial, incluindo atividade antifúngica (SILVA *et al.,* 2009). Grandes grupos de compostos como fenóis e terpenos presentes nas espécies vegetais são responsáveis pela ação contra bactérias e fungos (SOMCHIT *et al.,* 2003). *Hymenaea courbaril* árvore do cerrado, apresenta produtos extraídos da seiva, de folhas, tronco, frutos e sementes de vagens com uso medicinal, especialmente, ligados à ação antimicrobiana (SIMÕES *et al.,* 2009). Os metabolitos secundários desta planta mostraram a presença de flavonóides como compostos maioritários (CORREIA *et al.*, 2008) possivelmente responsáveis por estas propriedades.

Determinar o mecanismo dos antifúngicos ou extratos de plantas que se comportam como antimicrobianos pode ser de grande importância para uma terapia adequada. Desta forma há algumas técnicas que se prestam para verificar esta ação como a citometria de fluxo, as alterações morfológicas da célula que podem ser detectadas através de microscopia óptica ou eletrônica, assim como a dosagem de ergosterol.

A quantificação de ergosterol pode ajudar a compreender o mecanismo de ação do composto vegetal sobre células fúngicas. O conteúdo de ergosterol intracelular extraído da célula crescida na presença do extrato pode ser alterado sob a ação de compostos que se apresentam com atividade antifúngica (PIMENTA, 2008).

A utilização da citometria de fluxo permite usando marcadores fluorescentes medir parâmetros biológicos como o conteúdo em ácidos nucléicos, a taxa de respiração, a atividade enzimática intracelular e a integridade da membrana citoplasmática ou da parede, e avaliar os diferentes estados de viabilidade celular (CZECHOWSKA *et al*., 2008).

Uma séria de fatores como a dificuldade de cura, as constantes recidivas, a necessidade de um tempo prolongado de tratamento, associadas ao alto custo dos medicamentos para as infecções fúngicas e a letalidade de algumas micoses contribuem para uma maior necessidade de buscar outros fármacos que desempenhem uma maior eficácia contra os fungos.

## 2 OBJETIVOS

Determinar o mecanismo de ação de *fisetina* usando a quantificação de ergosterol e local de atuação, e viabilidade e metabolismo celular por Citometria de fluxo.

## 3 METODOLOGIA

A determinação do mecanismo de ação de fisetina, viabilidade e metabolismo celular foi realizada usando-se Citometria de fluxo.

### 3.1 Aquisição do material

O composto fisetina foi adquirido da Sigma Aldrich Brasil Ltda, tem peso molecular de 286,24 (base anidra) e fórmula $C_{15}H_{10}O_6 .xH_2O$, seu número de registro é 292829.

### 3.2 Isolados

Este trabalho foi realizado com o isolado de *Cryptococcus gattii* ATCC 24065 procedente de material de líquido céfalo raquidiano de pacientes do Hospital de Doenças Tropicais de Goiás, obtido de pacientes do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás.

Este isolado foi proveniente de trabalhos anteriormente realizados no Hospital de Doenças Tropicais e no Hospital das Clínicas com aprovação do comitê de ética destes hospitais como protocolos 007/2004, 065/2008.

Os isolado de *Cryptococcus gattii* ATCC 24065 foi identificado segundo KURTZMAN e FELL (1998).

### 3.3 Citometria de fluxo

Para determinação da viabilidade e do metabolismo da célula fúngica colocada em contato com o composto "fisetina", foi utilizada a metodologia proposta por PINA-VAZ *et al.* (2005) e PINTO *et al.* (2009).

As amostras de isolados do complexo *Cryptococcus* foram repicadas por duas vezes em ágar Sabouraud dextrose, para assegurar a pureza e viabilidade da colônia. Os isolados foram inoculados em caldo Sabouraud dextrose e incubados overnigh em agitação de 200 rpm, a uma temperatura de 35°C. Em seguida estes foram centrifugados, lavadas com solução PBS suplementada com 2% de glicose (pH 7,0) e as células foram ajustadas de tal modo a conter uma concentração de $10^6$células/mL, contadas em câmara de Newbauer.

Diluições seriadas dos extratos, do composto fisetina de *H. courbaril* e de itraconazol (controle) foram realizadas em concentrações que variaram desde inibitórias mímimas, sub-inibitórias e acima da concentração inibitória mínima (CIM). Estas diluições foram adicionadas em banho-maria às suspensões de leveduras durante um período de 15 minutos por 2 h.

Após a incubação, as células tratadas foram lavadas e ressuspensas em solução PBS suplementada com 2% de glicose e dois marcadores: iodeto de propidio (PI) que somente penetra na célula morta e 0,5µM de FUN-1(sonda que mostra a atividade metabólica do fungo com uma fluorescência verde) em solução HEPES (pH 7,2). Estas células foram mantidas a 35°C por 30 minutos na ausência de luz.

A análise por citometria de fluxo foi realizada usando um citômetro Accuri C6 (Becton Dickinson Biosciences) de laser azul de argônio com um comprimento de onda de 488 nm. Foram usados como controle, amostras não tratadas com marcador (controle de autofluorescência) e amostras tratadas com o marcador (controle marcado), mas não submetida a nenhum tratamento antifúngico.

### 3.4 Quantificação de Ergosterol

Para a realização da dosagem lipídica, o ergosterol foi extraído conforme o Método de Quantificação de Esterol (MQE) descrito por Arthington-Skaggs (1999) com algumas modificações. As colônias fúngicas retiradas da cultura crescidas em ágar Sabouraud dextrose foram inoculadas em 50 mL de caldo Sabouraud dextrose na presença do composto ou de itraconazol (controle positivo) em concentrações de inibição dos microrganismos (CIM) e em concentrações sub-inibitórias (1/2 CIM). Todos os tubos foram mantidos por 72 horas em agitação de 2000 rpm e a uma temperatura de 35ºC). Controles sem o composto foram usados na medida de ergosterol.

A suspensão de células foi transferida para tubos falcon e centrifugada a 3000 rpm durante 10 min. O sobrenadante foi descartado e as células foram lavadas com água destilada, e o peso do pellet obtido foi determinado. O sedimento seco foi adicionado de 3 ml de solução alcoólica de potássio (25g de hidróxido de potássio, 35 ml de água destilada e álcool 100% quantidade suficiente para 100 ml). As suspensões das células foram agitadas por 1 min e incubadas em banho maria a 85°C por 1 hora e em seguida, resfriados a temperatura ambiente (24°C). O esterol foi extraído pela adição de uma mistura de 1mL de água destilada estéril e 3 mL de n-heptano seguida de agitação vigorosa em vórtex por 3 minutos. Uma alíquota de 200µL da solução foi diluída em 800µL em etanol P.A. e analisada espectrofotometricamente em um intervalo de 230 a 300 nm. Os experimentos foram realizados em triplicata.

O conteúdo de ergosterol e o resultado da inibição de ergosterol foram calculados conforme descrito por Arthington-Skaggs (1999).

$$\% \text{ ergosterol} + \% \text{ 24(28) DHE} = [(A_{281.5}/290)F]/ \text{ massa pellet}$$

$$\% \text{ 24(28) DHE} = [A_{230}/518F]/ \text{ massa pellet}$$

$$\% \text{ ergosterol} = [\% \text{ ergosterol } 1\% \text{ 24(28) DHE}] - 2\%24(28) \text{ DHE}$$

Onde F é fator de diluição e 290 e 518 são os valores E (em %/ cm) determinado pelo ergosterol cristalino e 24(28) DHE.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Citometria de fluxo

Os controles realizados validaram a metodologia utilizada neste trabalho. Foi possível observar que as células tratadas com o marcador, porém, que não foram expostas a nenhum fármaco não teve alteração no metabolismo nem na membrana celular. Amostras não tratadas (sem marcador) permitiram realizar o controle de autofluorescência.

Nos histogramas A e C (fig. 1) identificam-se os controles de viabilidade celular utilizando os marcadores FUN-1 e PI, respectivamente. Nos histogramas B e D (fig. 1) os resultados dos controles quando utilizada azida sódica com o marcador FUN-1 (alteração metabólica) e álcool 70% marcado com PI (lesão de membrana) mostram desvio do gráfico para a direita.

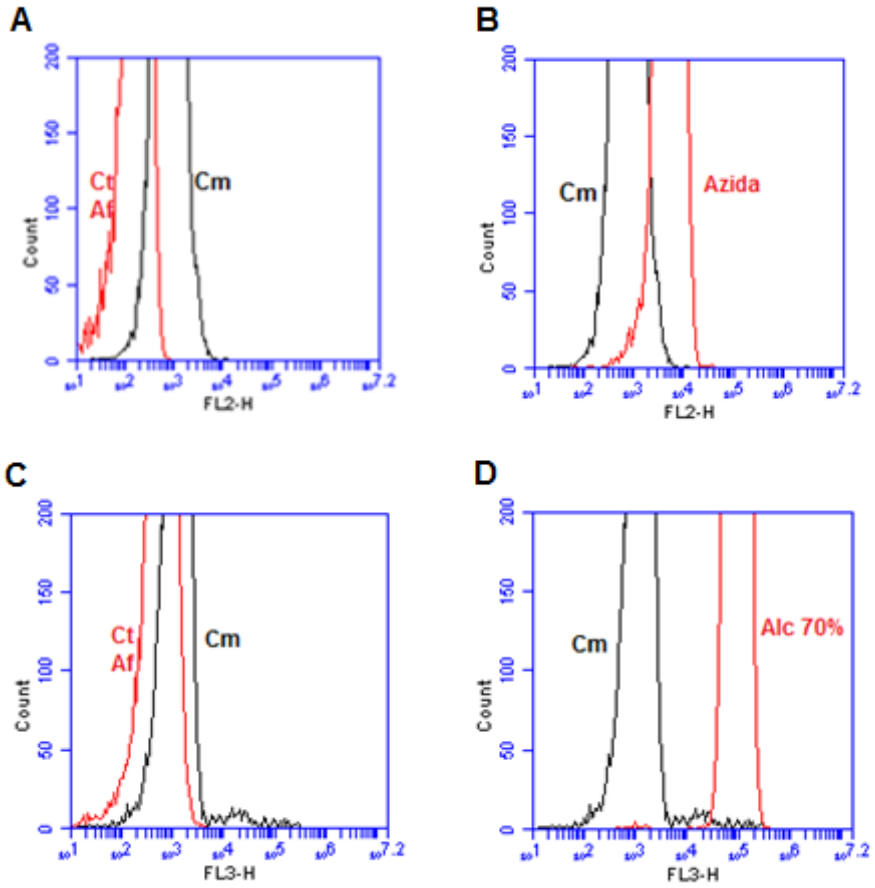



Figura 1. Histogramas mostrando os controles utilizados no teste de citometria de fluxo. A- controle de viabilidade FUN-1; B- controle de alteração metabólica; C- controle de viabilidade PI; e D- controle de lesão em membrana citoplasmática. Cm: controle marcado; Ct Af: controle de autofluorescência e Alc: álcool 70%.

O mecanismo de ação da fisetina ocorreu pela diminuição do metabolismo da célula fúngica (fig. 2). A redução do metabolismo foi concentração dependente, sendo de 72% do número de células viáveis na Concentração Inibitória Mínima (CIM de 128µg/mL) e de 75,3% em 2xCIM (256µg/mL) . Foi realizada a compensação negativa do experimento com a autofluorescência das células fúngicas.

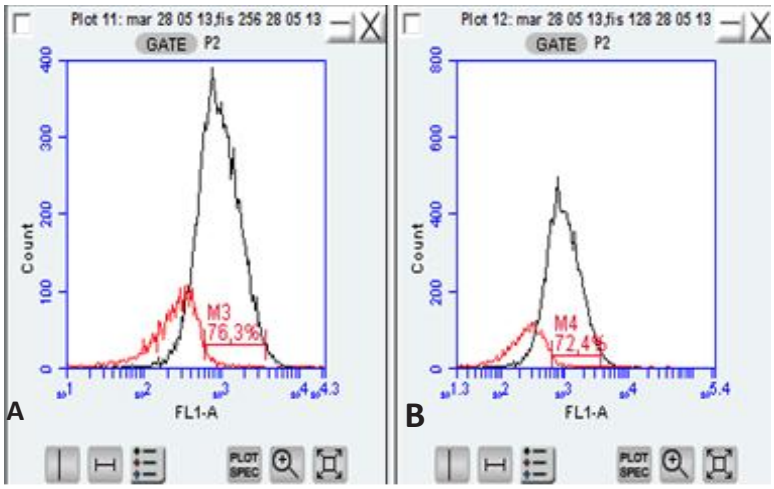



Fig. 2 Histogramas mostrando a redução da fluorescência, e consequentemente do metabolismo, de *C. gattii* ATCC 24065 tratadas com fisetina (em vermelho), quando comparadas com o controle (em preto). A=2x CIM, B = 1xCIM.

Quando analisadas através do detector FL-2, observa-se uma diminuição da fluorescência laranja-avermelhada medida que se aumenta a concentração de fisetina. Isso comprova uma diminuição do numero de células ativas (Figura 3).

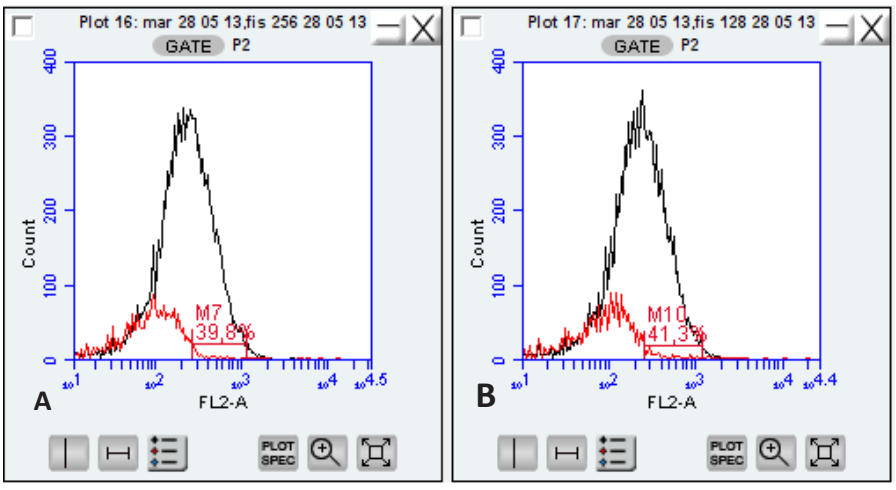



Fig. 3 Histogramas mostrando a diminuição da fluorescência laranja-avermelhada, demonstrando um deslocamento do pico para a direita de *C. gattii* ATCC 24065 tratadas com fisetina (em vermelho), quando comparadas com o controle (em preto). A=2x CIM, B = 1xCIM.

Os resultados dos testes quando utilizado o marcador fluorescente PI, o qual é um indicador de integridade de membrana, com capacidade de penetrar somente no meio citoplasmático de células que sofreram lesão na membrana celular ligando-se no meio intracelular a ácido nucleico e corando as células mortas, as quais levando a emissão de fluorescência vermelha mostraram que o composto fisetina não tem potencialidade para lesionar a membrana de *C.gattii*.

**4.2 Quantificação de ergosterol**

Os resultados encontrados mostraram que a fisetina tanto na concentração inibitória mínima quanto em ½ CIM foi capaz de reduzir a porcentagem de ergosterol da célula fúngica quando comparadas ao controle. O gráfico abaixo (Figura 4) mostra o efeito de ½ CIM (64 µg/mL) e de CIM (128µg/mL) de fisetina e do controle (sem o composto fisetina) na produção de ergosterol.

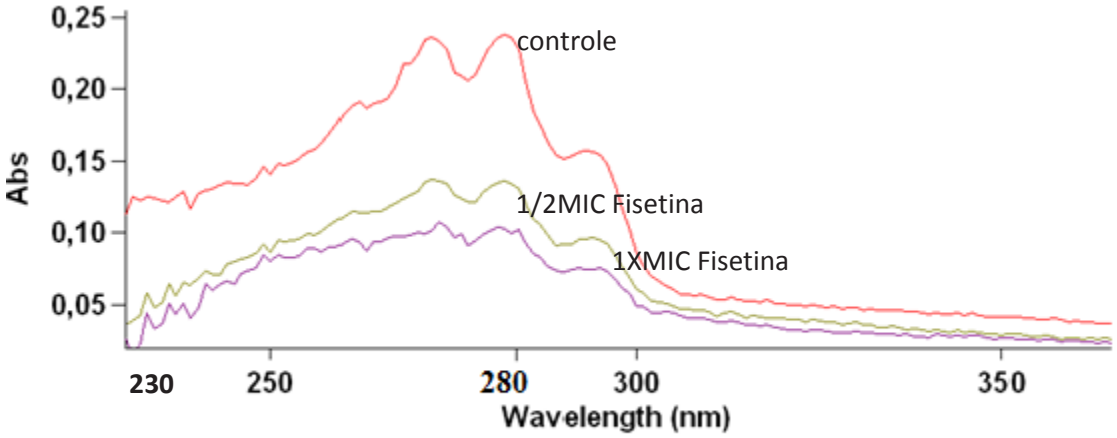



**Figura 4. Curvas obtidas em espectrofotômetro pela ação de fisetina (1/2 e 1XCIM) na determinação de ergosterol de *Cryptococcus neoformans*.**

A porcentagem de ergosterol foi 0,0043062436 para o controle, para $^{1}/_{2}$ CIM foi de 0,0035116634 e para a CIM foi 0,0031822443. Estes valores foram determinados segundo a fórmula proposta por Arthington-Skaggs (1999). Desta forma comparado ao controle, pode ser verificado que a concentração de ergosterol de *C. neoformans* foi reduzida em 18,7% quando se usou 1/2MIC e 28% quando se usou 1XMIC de fisetina.

## 5 DISCUSSÃO

Segundo COMAS-RIU (2009), a citometria de fluxo trata-se de um método analítico que permite medir um número elevado de células analisadas separadamente por seus parâmetros intrínsecos, como o tamanho, complexidade celular, e a intensidade da fluorescência emitida pelas células marcadas com substâncias fluorescentes. A presente pesquisa através desta técnica obteve resultados relevantes quanto à ação do composto fisetina de *Hymenaea courbaril.*

Os estudos para seu possível uso como antifúngico foram reforçados neste trabalho, visto que a maior parte dos antifúngicos atualmente apresentam transtornos em sua utilização (PINTO *et al*., 2009). Na literatura há muitos estudos que também realizaram a técnica de citometria de fluxo para determinar o mecanismo de ação de compostos com atividade antifúngica como os de VALE- SILVA *et al.* (2010), KHAN *et al.* (2010) e ZUZARTE *et al* (2011).

Os resultados a partir da utilização com o marcador FUN-1 que possibilita identificar células metabolicamente ativas, redução de atividade e até a morte celular (PINA-VAZ *et al.*, 2001) evidenciaram que o mecanismo de ação do composto fisetina de *Hymenaea courbaril* é primordialmente provocar alteração no metabolismo das células fúngicas.

Os histogramas mostraram que houve relevante deslocamento do gráfico que é um dos principais aspectos analisados e que houve uma relação direta com o valor de CIM determinado. Esses parâmetros corroboram com o estudo de VALE-SILVA *et al.* (2010), onde a maioria das células se tornaram metabolicamente inativas após tratamento a curto prazo com óleo essencial a partir de MIC correspondente.

PI é um marcador fluorescente de ligação de ácido nucleico normalmente utilizado para avaliar o efeito das drogas sobre as membranas celulares (PINA-VAZ *et al*., 2001). KHAN *et al.* (2010), observaram que o óleo essencial de *Ocimum sanctum* em curto tempo de incubação apresentou como mecanismo primário lesões na membrana celular de leveduras de *Candida albicans*. Em nossos resultados observamos o oposto, em curto período de incubação a fisetina não tem capacidade para lesionar a membrana de *C. gattii* na CIM e em 2x CIM, por consequência da incapacidade de internalizar PI e emitir a fluorescência esperada.

Alguns agentes antifúngicos já comprovados como eficazes como os azoles atuam inibindo a síntese de ergosterol (KHAN *et al.* 2010). Desta forma, o nosso resultado de redução de síntese de ergosterol da célula fúngica submetida à ação da fisetina mostra a importância deste composto. Fisetina em sua concentração inibitória mínima foi capaz de reduzir o ergosterol em 28%. A dosagem de ergosterol foi verificada, porque alguns

antifúngicos, Este trabalho constitui uma primeira análise do composto fisetina para avaliar seu papel como antifúngico natural, por estudar seu efeito sobre a biossíntese de ergosterol. Similar aos nossos resultados, experimentos realizados com óleo essencial de *Coriaria nepalensis* mostraram redução de ergosterol nas células de leveduras do gênero Candida (AHMAD *et al*. 2011)

Neste estudo evidencia-se que a fisetina possui grande atividade antimicrobiana o que corrobora com as pesquisas de MANDALARI *et al.* (2010) e BISIGNANO *et al*. (2013) onde apresenta que os flavonóides extraídos de plantas possuem intensa atividade antimicrobiana. A identificação do mecanismo de ação dos flavonóides tem sido discutida por alguns pesquisadores. Há indícios de que as propriedades antimicrobianas de flavonóides são devido à sua interferência com enzimas intracelulares ou de superfície específicas. Contudo, há necessidade de novos estudos para identificação de seus mecanismo de ação, é o que pesquisadores como DEVITO *et al.* (2002) e HUBER *et al.* (2009) reconhecem.

## 6 CONCLUSÕES

Com a realização desta pesquisa conclui-se que:

- Plantas do cerrado como *Hymenaea courbaril* apresenta compostos com potencial antifúngico tornando-se alternativa para novos tratamentos.
- O composto fisetina apresenta atividade antifúngica interferindo no metabolismo celular de *C. gattii.*
- A fisetina, após estudos farmacológicos e de toxicidade, provavelmente se constituirá em um antifúngico, com menor custo.

## 7 REFERÊNCIAS

AHMAD, A. *et al.,* Antifungal activity of *Coriaria nepalensis* essential oil by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity against *Candida,* **Research in Microbiology,** V. 161, p. 816-823, 2010.

BISIGNANO, C. et al., In vitro antimicrobial activity of pistachio (Pistacia vera L.) polyphenols, **Federation of European Microbiological Societies Microbiology Letters [online]**, v. 341, n. 1, p. 62–67, 2013.

COMAS-RIU, J.;RIUS, N. Flow cytometry applications in the food industry. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. v. 36, n. 8, p. 999-101, 2009.

CORREIA, A. F., et al., Amazonian plant crude extract screening for activity against multidrug-resistant bacteria, **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v. 12, n. 6, p. 369-380, 2008.

DEVITO, J. A., et al., An array of target-specific screening strains for antibacterial discovery, **Nature Biotechnology**, v. 20, n. 5, p. 478–483, 2002.

FAVALESSA, O.C. et al. First description of phenotypic profile and *in vitro* drug susceptibility of *Cryptococcus* spp yeast isolated from HIV-positive and HIV-negative patients in State of Mato Grosso. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**. v. 42, n.6, p.661-665, 2009.

HUBER, J. et al., Chemical genetic identification of peptidoglycan inhibitors potentiating carbapenem activity against methicillin-resistant Staphylococcus aureus, **Chemistry & biology**, v. 16, n. 8, p. 837–848, 2009.

KON, A. S. et al. Consenso em criptococose, **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 41, n. 5, p. 524-544, set-out, 2008.

KURTZMAN, C.P.; FELL, J.W. The Yeasts, a taxonomic study. Elsevier ed. 4°, p. 77-100, 1998.

LUMBRERAS, C.; LIZOSAIN, M.; AGUADO, J. M. Antifúngicos de uso sistêmico. **Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.**, v. 21, p. 366-380, 2003.

MANDALARI, G. et al., Antimicrobial potential of polyphenols extracted from almond skins, **Letters in Applied Microbiology**, v. 51, n. 1, p. 83-89, 2010.

ODDS, F.C.; BROWN, A.J.; GOW, N.A. Antifungal agents: mechanisms of action. **Trends Microbiol**. V. 11, p. 272–279, 2003.

PFALLER, M. A.; DIEKEMA, D. J. Epidemiology of invasive mycoses in north America. **Critical Reviews in Microbiology,** v. 36, n. 1, p. 1-53, 2010.

PIMENTA, D. et al., Avaliação *in vitro* da atividade antifúngica e antibacteriana de extratos de *Pothomorphe umbellata E Struthantus* sp e análise da expressão protéica. Dissertação de Mestrado da Universidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2008.

PINA-VAZ, C. et al., Comparison of two probes for testing susceptibilities of pathogenic yeasts to voriconazole, itraconazole, and caspofungin by flow cytometry. **J. Clin. Microbiol**. v. 43, n. 9, p. 4674- 4679, 2005.

PINA-VAZ, C. et al., Cytometric approach for rapid evaluation of susceptibility of *Candida* strains to antifungals. **Clin. Microbiol. Infect.** v.7, p. 609–618, 2001.

PINTO, E. et al., Antifungal activity of the clove essential oil from S*yzygium aromaticum (Eugenia caryophyllus)* on *Candida, Aspergillus* and dermatophyte species. **J Med Microbiol** v. 58, p. 1454-1462, 2009.

REX, J.H. et al., For the Candidemia Study Group and the National Institute of Allergy and Infectious Disease Mycoses Study Group. A randomized trial comparing fluconazole with amphotericin B for the treatment of candidemia in patients without neutropenia. **N Engl J Med.** V. 331, n. 20, p. 1325-1330, 1994.

SILVA, F.M.E. et al., Evaluation of the antifungal potential of brazilian Cerrado medicinal plants. **Mycoses**. V. 52, p. 511-517, 2009.

SIMÕES, K. et al., Ipomopsin and hymenain, two biscoumarins from seeds of *Hymenaea courbaril*. **Phytochemistry Letters**. V. 2: p. 59–62, 2009.

SOMCHIT, M.N. et al., *In vitro* antimicrobial activity of ethanol and water extracts of *Cassia alata*. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 84, p.1-4, 2003.

ZUZARTE, M. et al., Antifungal activity of phenolic-rich *Lavandula multifida* L. essential oil. **Eur J Clin Microbiol Infect Dis**. V. 31, n. 7, p. 1359-1366, 2011.

# INFECÇÃO PELO VÍRUS DA HEPATITE C (HCV) EM PACIENTES COM DOENÇAS LINFOPROLIFERATIVAS EM GOIÂNIA-GO

Fernanda Araújo Diniz[1] (Orientando), Tássia Augusto Marinho,Grécia Carolina Pessoni, Sheila Araújo Teles, Regina Maria Bringel Martins, Megmar Aparecida do Santos Carneiro[2] (Orientador)

Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, CEP:74605050, Brasil

Fernanda_araujodiniz@hotmail.com e megmar242@gmail.com

**Resumo:** O vírus da hepatite C afeta atualmente 150 milhões de pessoas em todo mundo, sendo responsável por aproximadamente 350 mil mortes por ano em decorrência dessa patologia. O HCV pode infectar hepatócitos e linfócitos, consequentemente induzir no processo de linfogênese, ou seja, a infecção crônica pelo HCV pode ser uma relação causal para o desenvolvimento de linfomas. O objetivo do estudo foi estimar a prevalência da infecção pelo vírus da hepatite C em pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia-Go. A população foi constituída por 350 pacientes com doenças linfoproliferativas em tratamento nos Hospitais Araujo Jorge e Hospital das Clínicas em Goiânia-GO. A média de idade da população foi de 49,6 anos, predomínio de indivíduos do sexo masculino, a maioria era casados, 54,9% tinham escolaridade menor que oito anos e, 61,2% referiram receber menos que três salários mínimos. Quanto à raça/etnia, 51,7% declaram ser de cor branca, 47,1% naturais do interior do Estado de Goiás. A prevalência da infecção pelo vírus da hepatite C em pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia-Go foi 0,86% (IC 95%: 0,22 - 2,70), sendo semelhante à verificada em doadores de sangue da mesma região (1,4%, IC 95%: 1,0 - 2,0). Apesar da baixa endemicidade desta infecção nessa população, esta é a primeira investigação epidemiológica neste grupo de nossa região. Estudos epidemiológicos são importantes para verificar e analisar as medidas de prevenção e controle dessa infecção.

**Palavras-chave:** Linfoproliferativa, HCV, Prevalência

1 Orientanda, cursa Enfermagem pela UFG

2 Orientadora, doutora pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública - UFG

Revisado pelo Orientador

## 1. Introdução

O vírus da heptite C (HCV) foi identificado em 1989 por Choo e colaboradores (Choo *et al*., 1989), a infecção apresenta um elevado grau de cronicidade podendo evoluir para cirrose e hepatocarcinoma. Atualmente, 150 milhões de pessoas estão cronicamente infectadas e 350 mil morrem por complicações hepáticas relacionadas à infecção pelo vírus da hepatite C (WHO, 2012), tornando-se um grave problema de saúde pública, gerando significativos gastos aos serviços de saúde (Lavanchy 2009; Lavanchy 2011).

Embora, o curso clínico da infecção da hepatite C seja semelhante à de outras hepatites virais, 60% a 75% dos indivíduos infectados pelo HCV são assintomáticos e aproximadamente 20% apresentam sintomas intermitentes (Modi & Liang, 2008). O período de incubação é em torno de seis a oito semanas, podendo o RNA viral ser detectado já nas primeiras duas semanas após a exposição (Modi & Liang, 2008). O diagnóstico laboratorial da infecção pelo HCV é realizado por testes sorológicos e moleculares para pesquisa de anticorpos específicos (anti-HCV) e detecção e quantificação do RNA viral, respectivamente, além de técnicas de genotipagem para identificação dos genótipos virais (Scott e Gretch, 2007). Embora a via parenteral seja a principal forma de disseminação do vírus da hepatite C, esse também pode ser transmitido pelas vias sexual e vertical (Alter, 2006).

O HCV é um vírus RNA, o genoma viral apresenta um elevado grau de variabilidade genética, sendo classificado em: genótipos, subtipos, *quasisespecie* e isolados de acordo com o grau de homologia entre as sequências (Horner et al., 2013). Atualmente, sete genótipos, designados por números arábicos (1 a 7), e múltiplos subtipos têm sido classificados, denominados por letras minúsculas, como exemplos 1a, 1b. Os genótipos podem diferir entre si em um percentual maior que 30%, enquanto os subtipos de 20% a 25% e, os isolados de 5 a 15%. As *quasispecies*, definidas como uma população heterogênea de vírions que infectam um mesmo indivíduo diverge em 1% a 5% entre as sequências do genoma do HCV analisadas (Simmonds *et al*., 2005, Murphy *et al*., 2007). A variabilidade deste vírus tem implicações no desenvolvimento de vacinas, na epidemiologia, diagnóstico, curso clínico e tratamento da hepatite C (Simmonds *et al,* 2005).

Os genótipos 1, 2 e 3 e seus subtipos são amplamente disseminados mundialmente, o genótipo 4 no centro da África, Egito e Oriente Médio, o genótipo 5 na África do Sul e o genótipo 6 na Ásia. (Lyra *et al*., 2004). No Brasil, um estudo conduzido em pacientes com hepatite C crônica identificaram os genótipos de 1 a 5, sendo o 1 e 3 os mais prevalentes (Campino,tto *et al*., 2005). Na Região Centro-Oeste, algumas investigações realizadas em diferentes grupos populacionais, mostraram predomínio dos genótipos 1 e 3 (Carneiro et al. 2007, Espírito-Santo *et al*., 2007; Lopes *et al*., 2009, Amorim *et al*., 2010).

A infecção pelo vírus da hepatite C é considerada endêmica e, segundo, estudos epidemiológicos possuem distribuições geográficas diferentes (Martins *et al*., 2011). No Reino Unido, Escandinávia, América do Norte, Europa Ocidental, Austrália e África do Sul, a endemicidade é baixa. Já no leste Europeu, Mediterrâneo, Oriente Médio, Índia, e Ásia são áreas de endemicidade intermediárias. Entretanto, prevalências elevadas são encontradas no Egito, Paquistão e Mongólia (Alter 2007; Lavanchy 2009; Lavanchy 2011; Martins *et al*., 2011).

Segundo, a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Brasil é um país com endemicidade intermediária para esta infecção, a prevalência varia de 2,5 a 10% (Te & Jensen, 2010). Entretanto, um inquérito de base populacional realizado em 19.503 indivíduos na faixa etária de 10 a 69 anos, em todas as macro-regiões brasileiras, verificou uma positividade global para o HCV de 1,38% e na Região Centro-Oeste, observou-se uma prevalência de 1,64% (Pereira *et al*., 2013). Em Goiânia-GO, um estudo conduzido em doadores de sangue, a positividade foi 1,4% (Martins *et al*., 1994).

O vírus da hepatite C além de ser hepatotrópico pode infectar e replicar em linfócitos do sangue periférico e células mononucleares (Ito *et al*., 2011). Segundo alguns estudos a infecção crônica pelo HCV pode contribuir com o processo e o desenvolvimento da linfogênese, portanto, algumas investigações têm mostrando a associação entre a infecção crônica pelo vírus C e o desenvolvimento de linfomas (Sanjose *et al*., 2004; Cotta-Pereira *et al*., 2011). Contudo, outros estudos não evidenciaram essa relação causal entre essa infecção e o desenvolvimento dessa patologia (Schollkopf *et al*., 2008; Varma et al., 2011).

Os linfomas humanos começaram a ser estudado pelo Dr. Thomas Hodgkin em 1832, o qual foi o primeiro a diagnosticar e classificar sobre a morfologia destes

tumores. De forma geral pode ser classificados em linfomas Hodgkin e Não-Hodgkin. Já em 1994, o Grupo Internacional de Estudo de Linfoma, incluiu novas descobertas sobre os linfomas, subdividindo-as em neoplasias de células B, neoplasias de células T/NK e linfomas de Hodgkin (Matasar, 2008). Já as neoplasias malignas denominadas de Leucemias possuem sua origem na medula óssea vermelha (MOV). A etiologia dessa patologia não está totalmente esclarecida, sabe-se que estão envolvidas em alterações cromossômicas e alterações gênicas, acarretando em uma proliferação anormal de células, podendo assim diminuir a produção de células normais. As leucemias podem ser classificadas em agudas e crônicas, mas também podendo ser subdivididas em linfoides (linfoblásticas) e mielóides (Janeway, 2009).

Na França, um estudo em portadores de doenças linfoproliferativas, verificou-se uma prevalência de 1,8% para o HCV (Haufaster *et al*., 2001). Investigações conduzidos na Suíça e Itália mostraram uma elevada soropositividade para esta infecção nessa população (9,4% e 22,4% respectivamente) (Zucca *et al*., 2000; De Rosa *et al*., 1997). Por outro lado, um estudo conduzido em 228 pacientes com linfomas na Índia, a pesquisa de anticorpos específicos (anti-HCV) para HCV foi negativo em todas as amostras coletadas, somente um paciente apresentou positividade para o RNA-HCV (Varma *et al*., 2011).

No Brasil até o momento, foi conduzido apenas um estudo sobre a prevalência do HCV em portadores de doenças linfoproliferativas no Rio de Janeiro-RJ. Chindamo et al. (2002) estudaram 109 pacientes com linfomas não-Hodgkin, e compararam os com os controles composto por 67 pacientes com doença de Hodgkin e 31 pacientes com leucemia linfocítica crônica. A infecção pelo HCV foi identificada em 9% dos pacientes com linfomas não-Hodgkin, 2% dos pacientes com leucemia, sugerindo associação entre a infecção pelo HCV e o linfoma não-Hodgkin (Chindamo *et al*., 2002). No estado de Goiás, este é o primeiro estudo realizado sobre a epidemiologia desta infecção em indivíduos com doenças linfoproliferativas.

Portanto, este estudo foi de fundamental importância, sobretudo para a região Centro-Oeste, para aprimorar o conhecimento epidemiológico e entender os fatores de riscos relacionados a esta infecção nessa população.

## 2. Objetivo

Estimar a prevalência da infecção pelo vírus da hepatite C em pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia-Go.

## 3. Metodologia

***Delineamento:*** um estudo observacional, analítico, de corte transversal em pacientes com doenças linfoproliferativas tais como leucemias, linfoma de Hodgkin (LH), linfoma não-Hodgkin (LNH) em Goiânia-GO. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas em Goiânia-GO (Protocolo: 135/2012), Universidade Federal de Goiás (Protocolo: 059/2011) e Hospital Araújo Jorge (Protocolo: 010/2011).

***População alvo e amostra:*** A população foi constituída por 350 pacientes com doenças linfoproliferativas como, leucemias, linfomas Hodgkin e linfomas não-Hodgkin em tratamento nos Hospitais Araujo Jorge e hospital das Clínicas em Goiânia-GO. Todos os pacientes com o diagnóstico de leucemias e linfomas foi convidados a participar do estudo. Os critérios de inclusão para o estudo*:* pacientes com diagnóstico de doenças linfoproliferativas, leucemia, linfomas de Hodgkin e não-Hodgkin. Critério de exclusão para o estudo: ser menor de dezoito anos, portador do vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e indivíduos transplantados.

***Coleta de dados e amostras sanguíneas:*** Após informação prévia sobre os objetivos e metodologia da pesquisa, os indivíduos que consentiram em participar da investigação, mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foram entrevistados utilizando um questionário padrão sobre características sócio-demográficas e fatores de risco associados à infecção do HCV. Em seguida, foi coletada uma amostra de sangue pela equipe de pesquisa utilizando seringas e agulhas descartáveis. O sangue foi transportado pela equipe, em caixas apropriadas, até o Laboratório de Virologia (IPTSP/UFG) onde ocorreu a centrifugação para a obtenção dos soros que foram separados em duas alíquotas e estocados a -20ºC até a realização dos ensaios sorológicos e moleculares.

***Testes sorológicos:*** Todas as amostras foram testadas, pelo ELISA, para a detecção do anti-HCV (Bioelisa HCV, Biokit). As amostras fracamente reagentes ao

anti-HCV, foram retestadas por "lineimunoassay" (INNO-LIA III HCV Ab, Innogenetics, Bélgica).

***Testes moleculares:*** As amostras anti-HCV positivas foram submetidas à detecção do RNA viral pela reação em cadeia da polimerase (PCR).

***Processamento e análise dos dados:*** Os dados das entrevistas e os resultados dos testes sorológicos e moleculares foram digitados em microcomputador e analisados em programa estatístico "Epiinfo6", desenvolvido pelo "Centers for DiseaseControlandPrevention", Estados Unidos da América. Inicialmente, foi estimado risco de soropositividade do HCV (anti-HCV e/ou RNA-HCV) associado aos fatores investigados. Os fatores que apresentarem associação estatisticamente significante ($p<0,05$) foram submetidos à análise multivariada por regressão logística (SPSS versão 11.0 for Windows). Os testes de $\chi^2$, $\chi^2$ para tendência e Exato de Fisher foram utilizados quando apropriados.

## 4. Resultados

A tabela 1 mostra as características sóciodemográficas dos 350 indivíduos com doenças linfoproliferativas em Goiânia-GO. A média da idade foi de 49,6 anos (dp16,95), predomínio do sexo masculino (54,6%). Em relação ao estado civil, a maioria (62%) declarou união consensual/casados. Quanto à escolaridade, 45,1% referiram ter mais de oito anos de estudo e 54,9% inferior a oito anos. Em relação à renda familiar, 61,2% referiram receber menos que três salários mínimos, e 38,9% com renda igual ou superior.

Dos participantes, 47,1% eram naturais do interior de Goiás, 40,3% de outro estado e 12% de Goiânia-GO. Quando questionadas sobre a raça/etnia, 51,7% declaram ser brancos, 40% pardos e 7,7% preta.

Tabela 1: Características sóciademográficas dos 350 pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia, Goiás.

| Características | N | % |
|---|---|---|
| **Idade (média dp: 49,6 à 16,95)** | | |
| **≥ 30 anos** | 56 | 16 |
| **31 – 40 anos** | 58 | 16,6 |
| **41 – 50 anos** | 65 | 18,6 |
| **51 – 60 anos** | 73 | 20,9 |
| **≥ 61 anos** | 98 | 28 |
| **Sexo** | | |
| **Masculino** | 191 | 54,6 |
| **Feminino** | 159 | 45,4 |
| **Estado Civil** | | |
| **Solteiro** | 73 | 20,9 |
| **União Consensual/casado** | 217 | 62 |
| **Viúvo** | 26 | 7,4 |
| **Separado** | 34 | 9,7 |
| **Escolaridade** | | |
| **≤ 4 anos** | 106 | 30,3 |
| **5 – 8 anos** | 86 | 24,6 |
| **≥ 8 anos** | 158 | 45,1 |
| **Renda Familiar** | | |
| **≤ 1 SM** | 87 | 24,9 |
| **1– 2 SM** | 127 | 36,3 |
| **≥ 3 SM** | 136 | 38,9 |
| **Raça/Etnia** | | |
| **Branca** | 181 | 51,7 |
| **Amarela** | 2 | 0,6 |
| **Parda** | 140 | 40 |
| **Negra** | 27 | 7,7 |
| **Naturalidade** | | |
| **Goiânia** | 42 | 12 |
| **Interior Goiás** | 141 | 47,1 |
| **Outros estados** | 141 | 40,3 |
| **Exterior** | 2 | 0,6 |

As 350 amostras de indivíduos portadores de doenças linfoproliferativas que foram submetidas à pesquisa de anti-HCV por ELISA, quatro foram anti-HCV positivas, resultando numa prevalência de 0,86% IC 95% (0,22 – 2,70). Destas, o RNA viral foi identificado em duas amostras anti-HCV positivas.

Tabela 2: Prevalência dos marcadores anti-HCV e RNA-HCV em 350 pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia, Goiás.

| Marcadores | Amostras | | IC 95% |
|---|---|---|---|
| | Positivo/Total | % | |
| **Anti-HCV** | 3/350 | 0,86 | 0,22 – 2,70 |
| **RNA-HCV** | 2/3 | 0,67 | 0,09 – 2,28 |

## 5. Discussão

Alguns estudos têm evidenciado que a infecção crônica pelo HCV pode desempenhar um papel importante na linfogênese das células no organismo (linfócitos). Entretanto, outras investigações não confirmam essa relação entre a infecção pelo HCV e o desenvolvimento de linfomas (De Rose et al., 1997; Zucca et al., 2000). No Brasil, até o momento existe apenas um estudo sobre a prevalência da infecção pelo HCV em pacientes com doenças linfoproliferativas, conduzido em 2002, no Rio de Janeiro-RJ (Chindamo et al., 2002). Em Goiânia este é o primeiro estudo sobre a soropositividade do HCV nessa população.

Em relação às características sócias demográficas da população estudada, verificou-se predomínio de indivíduos do sexo masculino, a média de idade foi de 49,6 anos, 45,1% tinham mais de oito anos de estudos e a maioria era casados. No Brasil, segundo o registro do Instituto Nacional de Câncer (INCA), portadores de doenças linfoproliferativas são constituídos predominantemente por indivíduos do sexo masculino e casados, dados semelhantes ao nosso estudo (INCA, 2008). Estes dados também foram concordantes com pesquisas realizadas em outros países com a mesma população (Idilman et al 2011; Varma et al., 2011;). Contudo, em outros estudos, conduzidos na Itália e Suíça em pacientes com doenças linfoproliferativas, a média de

idade foi superior a observada na presente investigação (Zucca et al., 2000; Guida et al, 2002).

A prevalência de anti-HCV em pacientes com doenças linfoproliferativas em Goiânia foi de 0,86 % (IC 95%: 0,22-2,7), sendo semelhante às verificadas em doadores de sangue de nossa região (1,4%, IC 95%: 1,0-2,0), bem como a do inquérito de base populacional conduzido em indivíduos de 20 - 69 anos (1,6%, IC 95%: 1,1-2,1) na Região Centro-Oeste (Martins *et al*., 1994; Pereira *et al*., 2013). Chindamo *et al*., (2002), no Rio de Janeiro-RJ verificaram uma prevalência mais elevada para esse vírus (9%, ; IC 95%: 4,1 - 17,3) em pacientes com linfomas não-Hodgkin e 2% em pacientes portadores de leucemia, resultado superior ao observado em Goiânia. Essa diferença significativa entre as taxas de prevalência do HCV em pacientes do Rio de Janeiro e Goiás, poderia ser explicada pela endemicidade da infecção, segundo o boletim epidemiológico das hepatites virais no Brasil de 2009, a prevalência do HCV foi 3,7% e 1,5% no Rio de janeiro e Goiás, respectivamente (Brasil, 2009).

Estudos conduzidos em outros países como a Índia (0%, IC 95%: 0,79) e Turquia (2,6%, IC 95%: 1,3 - 5,2) verificaram prevalências inferiores ou semelhantes a da nossa investigação (Varma et al., 2011; Idilman et al., 2011). Contudo, na Itália (19,6%, IC 95%: 14,7 - 25,5) e Egito (43%, IC 95%: 33,3 - 53,5), foi observado uma taxa de positividade superior aos resultados encontrados (Mele et al., 2003; Farawela et al., 2012).

A detecção do RNA é importante para o esclarecimento do diagnóstico da infecção pelo HCV, principalmente na fase inicial da infecção, em pacientes imunossuprimidos e durante o período imunológico (Brandão *et al*., 2001). O RNA viral foi detectado em duas amostras anti-HCV positivas, resultando em uma positividade de 0,67% (IC 95%: 0,09 – 2,28), resultado semelhante foi observado em um estudo conduzido na Índia em pacientes com doenças linfoproliferativas (Varma et al., 2011).

Apesar do comprometimento imunológico desses pacientes, infere-se que o ensaio imunoenzimático pode ser considerado um bom método diagnóstico para a detecção da infecção pelo HCV, entretanto, as técnicas de biologia molecular, como a RT-PCR é um teste confirmatório para definir o estado de portador do vírus (CDC, 2001). Apesar da baixa endemicidade desta infecção nesse grupo populacional, estudos epidemiológicos

são necessários para subsidiar informações importantes em relação ao controle e prevenção da infecção pelo vírus da hepatite C no Brasil e nossa região.

## 6. Conclusão

A prevalência da infecção pelo vírus da hepatite C em pacientes com Doenças Linfoproliferativas em Goiânia-Go foi de 0,86% (IC 95%: 0,22 - 2,7).

## 7-Referências Bibliográficas

ALTER M.J. Epidemiology of viral hepatitis and HIV co-infection. *J Hepatol 44*: S6-S9. 2006.

ALTER M.J. Epidemiology of viral hepatitis C infection. *J Gastroenterol 13(17)*: 2436-2441. 2007.

AMORIM R.M.S; RAIOL T; TREVIZOLI J.E; NEVES F.A.R; MARTINS C.R.F; MARTINS R.M.B. Hepatitis C Virus Genotypes In Hemodialysis Patients In The Federal District, Brazil. *Rev Inst Med Trop S Paulo 52(1)*: 57-60. 2010.

BRANDÃO A.B.M; FUCHS S.C.; SILVA M.A.A.; EMER L.F. Diagnóstico na prática médica: revisão da literatura. *Pan Am J. Public Health 9*: 161-168. 2001.

CAMPINOTTO S; PINHO J.R.R.; CARRILHO F.J.; DA SILVA L.C.; SOUTO F.J.D.; SPINELLI V.; PEREIRA L.M.M.B.; COELHO H.S.M.; SILVA A.O.; FONSECA J.C.; ROSA H.; LANCET C.M.C.; BERNARDIN A.P. Geographic distribution of hepatitis C virus genotypes in Brazil. *Braz J Med Biol Res 38*: 41-49. 2005.

CARNEIRO M.A.S.; TELES S.A.; LAMPE E.; ESPÍRITO-SANTO M.P.; GOUVEIA-OLIVEIRA R.; REIS N.R.S.; MARTINS R.M.B. Molecular and epidemiological study on nosocomial transmission of HCV in hemodialysis patients in Brazil. *J Med Virol 79*: 1325-1333. 2007.

CDC. Update U.S. Public Health Service Guidelines for the Management of Occupational Exposures to HBV, HCV and HIV and Recommendations for Postexposure Prophylaxis 50(RR11): 1-42. 2001.

CHINDAMO M.C.; SPECTOR N.; SEGADAS J.A.; PIMENTA G.; VANDERBORGHT B.; MORAIS J.C.; MILITO C.; MORAES COELHO H.S.

Prevalence of hepatitis C infection in patients with non-Hodgkin's lymphomas.. *Oncol Rep*. May-Jun;9(3):657-9. 2002.

CHOO Q.L.; KUO G.; WEINER A.J.; OVERBY L.R.; BRADLEY D.W.; HOUGHTON M. Isolation of a cDNA clone derived from a blood-borne non-A non-B viral hepatitis genome. *Science 244*: 359-362. 1989.

COTTA-PEREIRA R.; ACAR R.; MELLO C.E.B.; IGLESIAS A.C.; BASÍLIO-DE-OLIVEIRA C.A. Primary spleen lymphoma associated with hepatitis C virus infection. *BMJ Case Rep*. 2011.

DE ROSA G.; GOBBO ML.; DE RENZO A. High prevalence of hepatitis C virus infection in patients with Bcell lymphoproliferative disorders in Italy. *Am J Hematol*; 55:77-82. 1997.

ESPÍRITO-SANTO M.P.; CARNEIRO M.A.S.; REIS N.R.S.; KOZLOWSKI A.G.; TELES S.A.; LAMPE E.; YOSHIDA C.F.T.; MARTINS R.M.B. Genotyping hepatitis C virus from hemodialysis patients in Central Brazil by line probe assay and sequence analysis. *Braz J Med Biol Res 40*: 545-550. 2007.

FARAWELA H.; KHORSHIED M.; SHAHEEN I. The association between hepatitis C virus infection, genetic polymorphisms of oxidative stress genes and B-cell non-Hodgkin's lymphoma risk in Egypt**.** *Infect Genet Evol*. 2012.

HAUSFATER P.; CACOUB P.; STERKERS Y. Hepatitis C virusinfection and lymphoproliferative diseases: prospective study on 1576 patientsin France. *Am J Haematol*; 67: 168-71. 2001.

HORNER S.M.; GALE M. JR. Regulation of hepatic innate immunity by hepatitis C virus. Nat Med. Jul;19(7):879-88. 2013.

INCA. Instituto nacional do Câncer no Brasil. Sistema de informação do registro hospitalar de casos de câncer (SisRHC). Acessado em 05/08/2013. 2008.

IDILMAN R.; BOZKUS Y.; SEVAL G.; MIZRKA D.; CINAR K.; USTUN Y.; BEKTAS M.; ART M.; AKBULUT H.; DOGANAY B.; OZDEN A. Lymphoproliferative disords in individuals with chronic hepatits B and C in the Turkish population. *Journal of medical virology* 83:974-980. 2011

ITO M.; KUSUNOKI H.; MOCHIDA K.; YAMAGUCHI K.; MIZUOCHI T. HCV infection and b-cell lymphomagenesis. *Hindawi publishing corporation*. 2011.

GUIDA M.; D'ELIA G.; BENVISTITO S.; CASAMASSINA A.; MICELLI G.; QUARANTA M.; MOSCHETTA R.; DE LENA M.; LORUSSO V. Hepatitis C vírus infection in patients with B-cell lymphoproliferative disordrs. *Leukemia* 16: 2162 - 75. 2002

JANEWAY C.A.; TRAVERS P.; WALPORT M.; SHLOMCHIK M.J.; Imunobiologia: O sistema imune na saúde e na doença, 6ª ed. Editora *Artmed*. p. 2-10; 304-309, 2009.

LAVANCHY D. Evolving epidemiology of hepatitis C virus. Clinical *Microbiology and infection*. Vol 17. N° 2. February. 2011.

LAVANCHY D. The global burden of hepatitis C. *Liver Int 29(Suppl 1)*: 74-81. 2009.

LOPES C.L.R.; TELES S.A.; ESPÍRITO-SANTO M.P.; LAMPE E.; RODRIGUES F.P.; MOTTA-CASTRO A.R.C.; MARINHO T.A.; REIS N.R.; SILVA A.M.C.; MARTINS R.M.B. Prevalence, risk factors and genotypes of hepatitis C virus infection among drug users, Central-Western Brazil. *Rev Saude Publica 43(Suppl 1)*: 43-50. 2009.

LYRA A.C.; FAN X.; BISCEGLIE A.M. Molecular biology and clinical implication of hepatitis C virus. *Braz J Med Biol Res 37(5)*: 691-695. 2004.

MATASAR J.M.; ZELENETZ A.D. Overview of lymphoma Diagnosis and Management, *Radiol Clin* N Am. n. 46, p. 175–198. 2008.

MARTINS T.; NARCISO-SCHIAVON J.L.; SCHIAVON L.DE L. Epidemiology of hepatitis C virus infection. *Rev Assoc Med Bras*. Jan-Feb;57(1):107-12. 2011.

MARTINS R.B.M.; VANDERBORGHT B.O.M.; ROUZERE C.D.; SANTANA C.L.; SANTOS C.O.; MORI D.N. Anti-HCV related to HCV PCR and risk factors analysis in a blood donor population of Central Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo 36(6)*: 501-506. 1994.

MELE A.; PULSONI A.; BIANCO E.; MUSTO P.; SZKLO A.; SANPAOLO M.G.; IANNITTO E.; DE RENZO A.; MARTINO B.; LISO V.; ANDRIZZI C.; PUSTERLA S.; DORE F.; MARESCA M.; RAPICETTA M.; MARCUCCI F.; MANDELLI F.; FRANCESCHI S. Hepatitis C virus and B-cell non-Hodgkin

lymphomas: an Italian multicenter case-control study. Blood. Aug 1;102(3):996-9. 2003.

MODI A.A.; LIANG T.J. Hepatitis C: a clinical review. *Oral Dis 14*: 10-14. 2008.

SANJOSE S.; OKAMOTO H.; PAWLOTSKY J.M. Role os Hepatitis C virus infection in malignant lymphoma in Spain. *Int J Cancer* 111: 81-5. 2004.

PEREIRA L.M.; MARTELLI C.M.; MOREIRA R.C.; MERCHAN-HAMMAN E.; STEIN A.T.; CARDOSO M.R.; FIGUEIREDO G.M.; MONTARROYOS U.R.; BRAGA C.; TURCHI M.D.; CORAL G.; CRESPO D.; LIMA M.L.; ALENCAR L.C.; COSTA M.; DOS SANTOS A.A.; XIMENES RA. Prevalence and risk factors of Hepatitis C virus infection in Brazil, 2005 through 2009: a cross-sectional study. BMC Infect Dis. Feb. 2013.

SIMMONDS P.; BUKH J.; COMBET C.; DELÉAGE G.; ENOMOTO N.; FEINSTONE S.; HALFON P.; INCHAUSPÉ G.; KUIKEN C.; MAERTENS G.; MIZOKAMI M.; MURPHY D.G.; OKAMOTO H.; PAWLOTSKY J.M.; PENIN F.; SABLON E.; SHIN-I T.; STUYVER L.J.; THIEL H.J.; VIAZOV S.; WEINER A.J.; WIDELL A. Consensus proposals for a unified system of nomenclature of hepatitis c virus genotypes. *Hepatol 42(4)*: 962-973. 2005.

SCHÖLLKOPF C.; SMEDBY K.E.; HJALGRIM H.; ROSTGAARD K.; PANUM I.; VINNER L.; CHANG ET.; GLIMELIUS B.; PORWIT A.; SUNDSTRÖM C.; HANSEN M.; ADAMI H.O.; MELBYE M. Hepatitis C infection and risk of malignant lymphoma. *Int J Cancer*. Apr 15;122(8):1885-90. 2008.

SCOTT, J.D.; GRETCH, D.R. Molecular diagnostics of hepatitis C infection.*Jama v.297, n.7,* p.724-732. 2007.

MURPHY D. G.; WILLEMS B.; DESCHEˆNES M.; HILZENRAT N.; MOUSSEAU R.; SABBAH S. Use of Sequence Analysis of the NS5B Region for Routine Genotyping of Hepatitis C Virus with Reference to C/E1 and 5_ Untranslated Region Sequences. *journal of clinical microbiology*, Apr. 2007, p. 1102–1112. 2007.

TE H.S.; JENSEN D.M. Epidemiology of hepatitis B and C viruses: a global overview. *Clin Liver Dis*. 14 (1): 1 – 21. 2010

VARMA S.; MENON M.C.; GARG A.; MALHOTRA P.; SHARMA A.; CHAWLA Y.K.; DHIMAN R.K. Hepatitis C virus infection among patients with non-Hodgkin's lymphoma in northern India. *Hepatol Int*. Jun;5(2):688-92. 2011 .

ZUCCA E.; ROGGERO E.; MAGGI-SOLCÀ N.; CONCONI A.; BERTONI F.; REILLY I.; CASTELLI D.; PEDRINIS E.; PIFFARETTI J.C.; CAVALLI F. Prevalence of Helicobacter pylori and hepatitis C virus infections among non-Hodgkin's lymphoma patients in Southern Switzerland. Haematologic. Feb;85(2):147-53. 2000.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (WHO). Relatório da situação de saúde do Brasil. Sistema Nacional de Vigilância em Saúde. 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE PATOLOGIA TROPICAL E SAÚDE PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA, IMUNOLOGIA, PARASITOLOGIA E PATOLOGIA

# Atividade leishmanicida de macrófagos derivados da medula óssea de camundongos desprovidos do gene *gp91phox* tratados ou não com IFNγ.

Fernanda Dias Tomé[1] (fernandadiast@gmail.com), Clayson Moura Gomes[1] (claysonmoura@yahoo.com.br), Lucilla Ribeiro Ávila[1] (lucilla.avila@gmail.com), Milton Adriano Pelli de Oliveira[1] (mapoliv@usp.br).

1- Departamento de Microbiologia, Imunologia, Parasitologia e Patologia. Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás, Brasil.

PIBIC: Fernanda D. Tome

Orientador: Milton A. P. Oliveira

Goiânia, agosto de 2013.

revisado pelo orientador

**RESUMO**

As leishmaniose são zoonoses causadas por parasitos dos gênero *Leishmania*. *Leishmania (V.) braziliensis* é a espécie mais comum no Brasil e pode causar a leishmaniose cutânea ou mucosa. Este parasito encontra-se na forma promastigota no inseto vetor, mas quando inoculado no hospedeiro vertebrado transforma-se em amastigotas. A resistência e este protozoário depende da ativação de macrófagos por citocinas como o interferon gama (IFNg) que induzem a produção de óxido nítrico (NO) e radicais reativos do oxigênio (ROS), sendo este último dependente da enzima fagócito NADPH oxidase (Phox). Para avaliar o papel da Phox nos mecanismos microbicidas dos macrófagos contra *L. (V.) braziliensis*, o isolado PPS6m obtido de paciente com lesão mucosa foi utilizado na forma amastigota para infectar macrófagos de camundongos selvagens ou desprovidos do gene da Phox (Phox-KO). Estes macrófagos foram ativados ou não por IFNg infectados *in vitro* na proporção de 10 parasitos: 1 macrófago. O número de amastigotas no interior dos macrófagos foi avaliado 1 h após a infecção para observar a atividade fagocítica e 72h para observar a atividade leishmanicida. A deficiência de Phox não alterou a atividade microbicida dos macrófagos, porém impediu que houvesse uma redução da porcentagem de macrófagos infectados no período de 1 h após a infecção de macrófagos estimulados com IFNg. Estes dados sugerem que os ROS impedem a entrada de amastigotas em macrófagos ou promovem a morte deste parasitos em uma fase da fagocitose, porém, não alteram a morte do parasito após a fagocitose.

**Palavras-chave**: *Leishmania braziliensis*; fagócito NADPH oxidase , amastigota, macrófago.

## 1-Introdução

As leishmanioses são zoonoses presentes em vários países do mundo, e aproximadamente 350 milhões de pessoas estão sob o risco de infecção (BRASIL, 2007). O ciclo de transmissão da leishmânia se inicia quando o inseto vetor inocula aproximadamente 100 a 100.000 de promastigotas metacíclicas, na pele do hospedeiro vertebrado (KIMBLIN *et al.*, 2008). Essas formas são fagocitadas por células dendríticas e/ou macrófagos residentes na derme. Dentro de 12 a 24 horas as promastigotas transformam-se em amastigotas, que se multiplicam através de divisão binária dentro dos fagolisossomas dos fagócitos. Essas amastigotas, após a ruptura da célula hospedeira, são liberadas e fagocitadas por células vizinhas perpetuando a infecção no hospedeiro (SINGH, 2006; VAN ASSCHE *et al.*, 2011).

A leishmaniose Tegumentar Americana é uma doença infecto-parasitária que pode ser causada por diferentes espécies de parasitos. No Brasil as principais espécies causadoras da doença são a *Leishmania (Viannia) guyanensis*, *L. (Leishmania) amazonensis* e *Leishmania (Viannia) braziliensis*, sendo esta última a espécie mais frequente no país (AMEEN, 2010). As principais formas clínicas causadas pela *L. (V.) braziliensis* são a leishmaniose cutânea localizada (LCL) e a leishmaniose mucosa (LM) (AMATO, DE ANDRADE e DUARTE, 2003). A LCL é a forma mais comum da leishmaniose, geralmente restrita a áreas expostas do corpo como a face, braços e pernas(GOTO e LINDOSO, 2010). Observa-se que apesar de geralmente ocorrer uma cura da lesão primária, uma lesão metastática pode desenvolver-se na mucosa com destruição extensa do tecido mole subjacente e da cartilagem, caracterizando a leishmaniose mucosa (LM) (SARAVIA *et al.*, 1990).

A resposta imune específica na leishmaniose é mediada principalmente por linfócitos T, que através da liberação de citocinas ativam macrófagos para expressam uma grande quantidade da enzima óxido nítrico sintase induzida (iNOS) e da fagócito NADPH oxidase (Phox) que são importantes mecanismos de morte de patógenos (BOGDAN, ROLLINGHOFF e DIEFENBACH, 2000; COLOTTI e ILARI, 2011). Diferentes modelos murinos têm sido utilizados para o estudo da leishmaniose, os quais definiram diversos fatores imunológicos associados à resistência ou susceptibilidade à infecção por estes parasitos. A resistência à infecção por *L. (V.) braziliensis* em camundongos é primariamente associada à IFNγ e IL-12 (DE SOUZA-NETO *et al.*, 2004; ROCHA *et al.*, 2007). Os macrófagos estimulados com IFNγ e infectados com *L.*

*(V.) braziliensis* produzem NO em quantidade suficiente para matar os parasitos *in vitro* (ROCHA *et al.*, 2007). Acredita-se que o controle da infecção murina por *L. (V.) braziliensis* seja então dependente da ativação clássica de macrófagos com a produção de NO.

Em um estudo de Blos e colaboradores, foi demonstrado que a Phox impede a metástase de leishmânia (BLOS *et al.*, 2003), indicando que além do NO, os radicais reativos do oxigênio produzidos pela Phox também estão associados ao controle deste parasito. Como os parasitos que causam diferentes formas clínicas da doença podem ter diferença na resistência aos mecanismos microbicidas dos macrófagos iremos avaliar o papel da Phox na morte de uma *L. (V) braziliensis* obtida de lesão mucosa de pacientes.

## 2-Metodologia

*2.1 Camundongos:*

Neste trabalho foram utilizados camundongos machos de 8 a 12 semanas das linhagens C57BL/6 selvagens ou desprovidos do gene para gp91phox (PhoxKO) ou para o IFNg (IFNγKO). Os animais foram mantidos no Biotério do Instituto de Patologia Tropical s Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás. Os animais foram mantidos em estantes ventiladas (UNO BV, Holanda) com alimentação e água a vontade e iluminação de 12 h claro/ 12h escuro.

*2.2 Obtenção de macrófagos derivados da medula óssea e análise da atividade leishmanicida:*

A medula óssea femural e tibial dos camundongos foi extraída assepticamente. As células foram lavadas com PBS e mantidas em cultura em placas de 6 poços por 10 dias a 36ºC em incubadora contendo 5% de $CO_2$ em RPMI 1640 (SIGMA Chemical Co., St Louis, MD, USA) suplementado com 10% de soro bovino fetal (SBF-CRIPION) inativado (56ºC por 30 min com agitação), 2mM de L-glutamina (SIGMA Chemical Co), 100 U/mL de penicilina (SIGMA Chemical co) e 100µg/mL de estreptomicina (SIGMA Chemical co) e 20% v/v de sobrenadante de cultura de células da linhagem L929 (American Type Cell Collection) como fonte de M-CSF. O sobrenadante das culturas foi trocado a cada 2 dias para renovar os fatores de crescimento. Um total de 5 x $10^4$ células obtidas na derivação foi incubado em placas de 24 poços (COSTAR) em meio RPMI sem sobrenadante de células L929 contendo ou não 100 ng de lipopolissacáride (LPS, *E. coli* 0111:B4, Sigma) e 100 ng de IFNγ e 5 x

$10^5$ formas amastigotas de leishmânia por 1 h. Após este tempo, as células foram lavadas com PBS para remover as leishmânias que não foram fagocitadas. Células de alguns poços de culturas foram removidas neste tempo para observar a infecção dos macrófagos em 1 h e as demais células foram cultivadas por 72 h para avaliação da atividade microbicida. A análise da fagocitose e atividade microbicida foi feita pela quantificação de parasitos no interior dos fagócitos em microscopia de luz no aumento de 100 X.

*2.3 Obtenção de formas amastigotas de L. (V.) braziliensis:*

Amastigotas recém descongeladas de *L. (V.) braziliensis* provenientes de paciente com lesão mucosa (MMHOM/BR/2006/PPS6m) foram obtidas do Leishbank e lavadas duas vezes com PBS. Um total de 1 x $10^6$ amastigotas e foi inoculado no coxim plantar de camundongos IFNγKO. Os animais foram anestesiados e sacrificados por decapitação. As formas amastigotas foram purificadas das patas através de gradiente de densidade utilizando o Percoll$^{TM}$ (GE Healthcare – Sweden) a 40% e 90% (AHMED *et al.*, 2003; LANG *et al.*, 2005) e utilizadas para a infecção de macrófagos *in vitro*.

*2.4 Análise estatística:*

Os resultados foram comparados quanto à significância dos mesmos pelo método de análise não paramétrica do teste de Kruskal-Wallis seguido por Mann-Whitney U-test usando o programa Graph-Pad Prism Sophtware 5.0 (Inc. San Diego, CA, USA). Valores de $p<0,05$ foram considerados significativos.

**3-Resultados**

A quantidade amastigota internalizada por macrófagos de camundongos selvagens ou camundongos Phox-KO foi semelhante, como observado pelo número de amastigotas por macrófagos 1 h após a infecção (Figura 1). A adição de IFNg e LPS para ativar os macrófagos promoveu uma diminuição na internalizarão de parasitos, principalmente nos animais Phox-KO, porém, esta diminuição não foi estatisticamente significativa. Adicionalmente, tanto os macrófagos de animais selvagens quanto dos animais Phox-KO não foram capazes de matar os parasitos internalizados, já que o número de amastigotas por macrófagos foi semelhante nas duas populações celulares 72 h após a infecção.

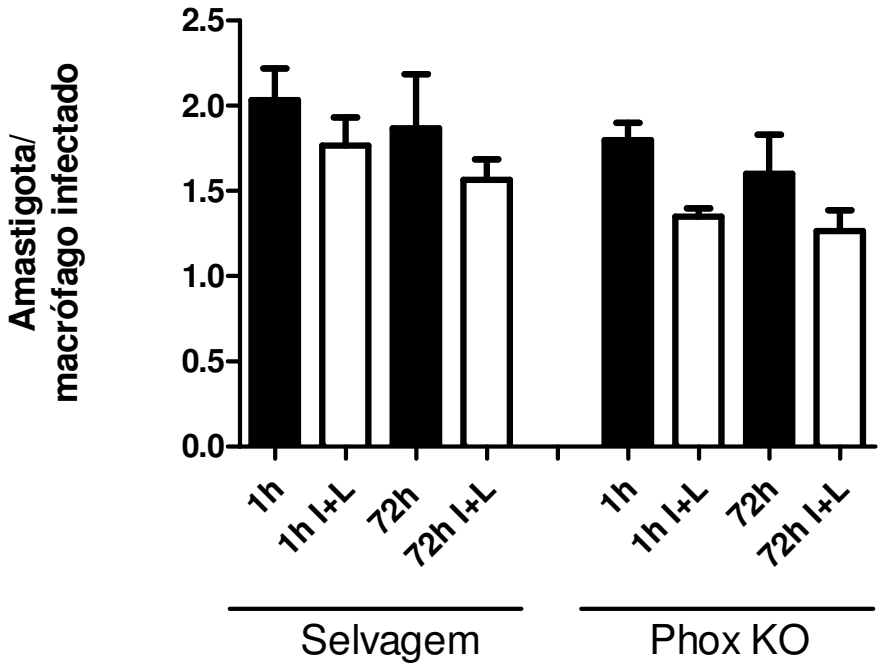



Figura 1: Quantidade de amastigotas por macrófago infectado de camundongos selvagem ou Phox-KO. Macrófagos foram derivados de medula óssea de camundongos selvagens ou Phox-KO e infectados com formas amastigotas de *L. (V). braziliensis* 10 parasitos:1 macrófago. A quantidade de parasitos fagocitados foi observada 1 h e a atividade microbicida 72 h após a infecção, na presença ou ausência do estímulo com IFNg e LPS (I+L). O número de macrófagos infectados foi contado em micrsocopia de luz (100 x). Os dados representam média ± DP de três experimentos.

Embora a quantidade de amastigotas por macrófagos não tenha alterado, o número de células que fagocitou leishmânias diminuiu significativamente quando IFNg foi adicionado aos macrófagos de animais selvagens, porém este número não alterou nas células de animais Phox-KO (Figura 2). Ressalta-se que o número de macrófagos de animais selvagens infectados com leishmânias se manteve constante após 72 h, porém,

o número de macrófagos infectados de animais Phox-KO reduziu significantemente após 72h . Esta diminuição foi independente da adição de IFNg.

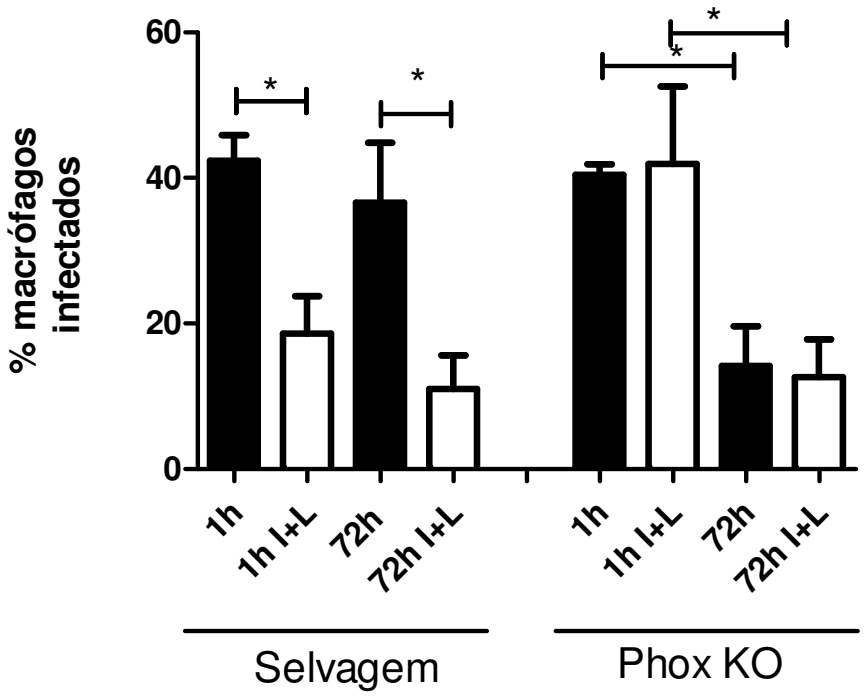



Figura 2: Porcentagem de macrófagos infectados de camundongos selvagem ou Phox-KO. Macrófagos foram derivados de medula óssea de camundongos selvagens ou Phox-KO e infectados com formas amastigotas de *L. (V). braziliensis* 10 parasitos:1 macrófago. A porcentagem de macrófagos que fagocitou parasitos foi observada 1 h e a atividade microbicida 72 h após a infecção, na presença ou ausência do estímulo com IFNg e LPS (I+L). O número de macrófagos infectados foi contado em micrsocopia de luz (100 x). Os dados representam média ± DP de três experimentos.* indica diferença estatística entre os grupos pelo teste Kruskal-Wallis seguido por Mann-Whitney U-test ($p < 0,05$).

**4-Discussão**

Neste trabalho foi comparada a atividade fagocítica e leishmanicida de macrófagos de camundongos selvagens ou Phox-KO. Para avaliar estas atividades, foi

utilizado um isolado de leishmânia obtido de paciente com lesão mucosa. Anteriormente, foi demonstrado que macrófagos de animais Phox-KO não se diferenciavam dos macrófagos de animais selvagens na capacidade de fagocitar e matar *L. (V) braziliensis,* quando estes eram estimulados com IFNg e infectados com formas promastigotas de parasitos obtidos de pacientes com lesão cutânea (ROCHA *et al.*, 2007). Entretanto, alguns isolados como o PPS6m utilizado neste trabalho, eram mais resistentes aos mecanismos microbicidas que outros isolados (LEITE *et al.*, 2012). Nossos resultados estão de acordo com os dados literatura que demonstram que após 72 h de infecção, o número de parasitos por macrófagos e a porcentagem de macrófagos infectados é semelhante nos macrófagos das duas linhagens de camundongos, quando estas células eram ativadas por IFNg (Figura1, Figura 2 e (ROCHA *et al.*, 2007)). O IFNg ativa os macrófagos para expressarem uma grande quantidade da enzima óxido iNOS e da Phox que são importantes mecanismos de morte da leishmânia (BOGDAN, ROLLINGHOFF e DIEFENBACH, 2000; COLOTTI e ILARI, 2011). Em nossos experimentos, não foi possível notar uma ação relevante do IFNg no mecanismo microbicida, já que, em animais selvagens, a porcentagem de macrófagos infectados 72 h após a infecção foi semelhante a porcentagem 1 h. Este resultado confirma o trabalho anterior que utilizou este isolado (LEITE *et al.*, 2012). Além disto, a porcentagem dos macrófagos infectados 72 h após a infecção foi similar para células de animais Phox-KO estimuladas ou não com IFNg. Estes dados confirmam que o isolado PPS6m parece ser mais resistente aos mecanismos microbicidas dos macrófagos , como sugerido anteriormente (LEITE *et al.*, 2012).

Com relação a atividade fagocítica, o IFNg foi capaz de diminuir a porcentagem de macrófagos de camundongos selvagens infectados com leishmânias após1h, enquanto a porcentagem de macrófagos infectados de animais Phox-KO não foi alterada em relação ao controle. Estes dados sugerem que a ausência de Phox interfere com a capacidade do IFNg em diminuir a fagocitose de leishmânias. Como já foi descrito que o IFNg é capaz de aumentar a fagocitose de partículas em alguns sistemas (RAVEH *et al.*, 1998), porém, esta citocina parece não interferir com a fagocitose de *L. amazonensis* (QI *et al.*, 2004), *L. major* (GESSNER *et al.*, 1993) e *L. braziliensis* (LEITE *et al.*, 2012), é provável que este maior número de macrófagos infectados nos animais Phox-KO seja devido a alguma ação de radicais reativos do oxigênio no meio extracelular. Estes radicais estariam impedindo a interação da leishmânia com o macrófago ou mesmo danificando o parasito antes da fagocitose.

Para entrar nos macrófagos, as leishmânias devem interagir receptores, como receptores Fc (do inglês, *Fragment, crystallizable)*, receptores de manose, receptores semelhantes a toll (TLRs) e os CR3/Mac-1(WILSON e PEARSON, 1986; SARAIVA, ANDRADE e DE SOUZA, 1987; KIMA *et al.*, 2000; KEDZIERSKI, MONTGOMERY, BULLEN, *et al.*, 2004; VARGAS-INCHAUSTEGUI *et al.*, 2009). O CR3, que é o receptor mais bem caracterizado nesta interação e as leishmânias parecem utilizar proteínas que contém repetições ricas em leucina (LRRs), como o antígeno de superfície do parasito (PSA)-2, para se ligarem no CR3 do macrófago do hospedeiro (KEDZIERSKI, MONTGOMERY, BULLEN, *et al.*, 2004; KEDZIERSKI, MONTGOMERY, CURTIS, *et al.*, 2004). Entretanto, se a presença de Phox interfere na expressão destes receptores ainda não foi descrito.

Após a entrada do parasito no macrófago, uma das primeiras moléculas a serem produzidas são as ROS (espécies reativas de oxigênio), tais como ânion superóxido ($O_2^-$) e peróxido de hidrogênio ($H_2O_2$). As ROS são induzidas pela fagocitose e pelas citocinas IFN-γ e TNF-α e são geradas através de um processo denominado de explosão respiratória, que pode ser definida como um aumento dos níveis de metabólitos de oxigênio no interior dos macrófagos (BURCHMORE e BARRETT, 2001). Como a Phox é uma das enzimas responsáveis pela produção de ROS, é possível que a maior quantidade de parasitos no interior de macrofagos de camundongos Phox -KO seja devido a ausência da produção de ROS na fase inicial de infecção.

## 5-Conclusão

Nossos dados confirmaram que a enzima Phox foi dispensável para macrófagos murinos matarem *L. (V.) braziliensis*, mesmo quando a infecção dos macrófagos é feita com amastigotas oriundas de pacientes com lesão mucosa. Porém, a ausência desta enzima melhorou a fagocitose destas amastigotas em células tratadas com IFNg.

## 6-Considerações Finais

A razão pela qual aparecem lesões mucosas em indivíduos com leishmaniose é amplamente desconhecido, embora uma forte resposta imune celular esteja associada a estas lesões. Sabes-se que os parasitos devem ter alguma relação com o desenvolvimento destas lesões, pois elas aparecem mais frequentemente em indivíduos

infectados com *Leishmania (V.) braziliensis* e *Leishmania (V) guyanensis*. Este trabalho faz parte de um projeto que está tentando comparar a resistência de diferentes isolados à diferentes mecanismos microbicidas de macrófagos. Esperamos que a continuidade destes estudos tragam uma luz para a compreensão de como os parasitos podem estar contribuindo para o aparecimento de lesões mucosas.

**7-Referências**

AHMED, S. et al. Intradermal infection model for pathogenesis and vaccine studies of murine visceral leishmaniasis. **Infect Immun,** v. 71, n. 1, p. 401-10, Jan. 2003.

AMATO, V. S.; DE ANDRADE, H. F.; DUARTE, M. I. Mucosal leishmaniasis: in situ characterization of the host inflammatory response, before and after treatment. **Acta Trop,** v. 85, n. 1, p. 39-49, Jan. 2003.

AMEEN, M. Cutaneous leishmaniasis: advances in disease pathogenesis, diagnostics and therapeutics. **Clin Exp Dermatol,** v. 35, n. 7, p. 699-705, Oct. 2010.

BLOS, M. et al. Organ-specific and stage-dependent control of Leishmania major infection by inducible nitric oxide synthase and phagocyte NADPH oxidase. **Eur J Immunol,** v. 33, n. 5, p. 1224-34, May. 2003.

BOGDAN, C.; ROLLINGHOFF, M.; DIEFENBACH, A. The role of nitric oxide in innate immunity. **Immunol Rev,** v. 173, p. 17-26, Feb. 2000.

BRASIL, M. D. S. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana**. 2nd Ed. Brasilia: Ministério da Saúde, 2007. 182 Disponível em: < http://dtr2001.saude.gov.br/editora/produtos/livros/popup/07_0454.htm >.

BURCHMORE, R. J.; BARRETT, M. P. Life in vacuoles--nutrient acquisition by Leishmania amastigotes. **Int J Parasitol,** v. 31, n. 12, p. 1311-20. 2001.

COLOTTI, G.; ILARI, A. Polyamine metabolism in Leishmania: from arginine to trypanothione. **Amino Acids,** v. 40, n. 2, p. 269-85, Feb. 2011.

DE SOUZA-NETO, S. M. et al. Leishmania braziliensis: partial control of experimental infection by interleukin-12 p40 deficient mice. **Mem Inst Oswaldo Cruz,** v. 99, n. 3, p. 289-94, May. 2004.

GESSNER, A. et al. Interleukin-7 enhances antimicrobial activity against Leishmania major in murine macrophages. **Infect Immun,** v. 61, n. 9, p. 4008-12, Sep. 1993.

GOTO, H.; LINDOSO, J. A. Current diagnosis and treatment of cutaneous and mucocutaneous leishmaniasis. **Expert Rev Anti Infect Ther,** v. 8, n. 4, p. 419-33, Apr. 2010.

KEDZIERSKI, L. et al. A leucine-rich repeat motif of Leishmania parasite surface antigen 2 binds to macrophages through the complement receptor 3. **J Immunol,** v. 172, n. 8, p. 4902-6, Apr 15. 2004.

KEDZIERSKI, L. et al. Leucine-rich repeats in host-pathogen interactions. **Arch Immunol Ther Exp (Warsz),** v. 52, n. 2, p. 104-12, Mar-Apr. 2004.

KIMA, P. E. et al. Internalization of Leishmania mexicana complex amastigotes via the Fc receptor is required to sustain infection in murine cutaneous leishmaniasis. **J Exp Med,** v. 191, n. 6, p. 1063-8, Mar 20. 2000.

KIMBLIN, N. et al. Quantification of the infectious dose of Leishmania major transmitted to the skin by single sand flies. **Proc Natl Acad Sci U S A,** v. 105, n. 29, p. 10125-30, Jul 22. 2008.

LANG, T. et al. Bioluminescent Leishmania expressing luciferase for rapid and high throughput screening of drugs acting on amastigote-harbouring macrophages and for quantitative real-time monitoring of parasitism features in living mice. **Cell Microbiol,** v. 7, n. 3, p. 383-92, Mar. 2005.

LEITE, P. M. et al. Ecto-nucleotidase activities of promastigotes from Leishmania (Viannia) braziliensis relates to parasite infectivity and disease clinical outcome. **PLoS Negl Trop Dis,** v. 6, n. 10, p. e1850. 2012.

QI, H. et al. Enhanced replication of Leishmania amazonensis amastigotes in gamma interferon-stimulated murine macrophages: implications for the pathogenesis of cutaneous leishmaniasis. **Infect Immun,** v. 72, n. 2, p. 988-95, Feb. 2004.

RAVEH, D. et al. Th1 and Th2 cytokines cooperate to stimulate mannose-receptor-mediated phagocytosis. **J Leukoc Biol,** v. 64, n. 1, p. 108-13. 1998.

ROCHA, F. J. et al. . Cytokines, signaling pathways, and effector molecules required for the control of Leishmania (Viannia) braziliensis in mice. **Infect Immun,** v. 75, n. 8, p. 3823-32, Aug. 2007.

SARAIVA, E. M.; ANDRADE, A. F.; DE SOUZA, W. Involvement of the macrophage mannose-6-phosphate receptor in the recognition of Leishmania mexicana amazonensis. **Parasitol Res,** v. 73, n. 5, p. 411-6. 1987.

SARAVIA, N. G. et al. . Recurrent lesions in human Leishmania braziliensis infection--reactivation or reinfection? **Lancet,** v. 336, n. 8712, p. 398-402, Aug 18. 1990.

SINGH, S. New developments in diagnosis of leishmaniasis. **Indian J Med Res,** v. 123, n. 3, p. 311-30, Mar. 2006.

VAN ASSCHE, T. et al. . Leishmania-macrophage interactions: insights into the redox biology. **Free Radic Biol Med,** v. 51, n. 2, p. 337-51, Jul 15. 2011.

VARGAS-INCHAUSTEGUI, D. A. et al. Distinct roles for MyD88 and Toll-like receptor 2 during Leishmania braziliensis infection in mice. **Infect Immun,** v. 77, n. 7, p. 2948-56, Jul. 2009.

WILSON, M. E.; PEARSON, R. D. Evidence that Leishmania donovani utilizes a mannose receptor on human mononuclear phagocytes to establish intracellular parasitism. **J Immunol,** v. 136, n. 12, p. 4681-8, Jun 15. 1986.

# TUDO QUE NÃO INVENTO É FALSO: INVENÇÃO DA INFÂNCIA E DA POESIA EM MANOEL DE BARROS[1]

Fernanda Pires de Paula[2]; Antônio Fernandes Júnior[3];
Universidade Federal de Goiás/*Campus* Catalão – Departamento de Letras
E-mail: fernanda-.pires@hotmail.com; tonyfer@uol.com.br

**RESUMO**

O presente estudo se propõe a discutir a invenção da memória e da poesia no livro *Memórias inventadas: A primeira infância*, de Manoel de Barros. A escrita desse autor se esforça para não abandonar nenhuma palavra ao sentido estático ou ao desuso que, sem raridade, o tempo lhe confere. A produção poética deste autor desestabiliza significados, desloca a nossa compreensão prévia das palavras e, ao "escová-las", segue em busca de outros sentidos possíveis ("clamores antigos") para a poesia na atualidade. Como uma criança que monta e desmonta seus brinquedos para conhecê-los, Manoel de Barros brinca com a linguagem, deslocando significados cristalizados para que possamos ler/ver de forma diferente a poesia e o mundo. Nesse sentido, este autor, que "não gosta de palavra acostumada", estabelece uma "zona de vizinhança" com a infância, como forma de reinventar a infância e a linguagem. Com este intuito, estudamos a obra de Manoel de Barros a partir das reflexões em torno do conceito de "devir-criança", desenvolvido por Gilles Deleuze e Walter O. Kohan, com o objetivo de problematizar o lugar da infância e do poético na literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Manoel de Barros; devir-criança; infância; memória; invenção.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção poética de Manoel de Barros é construída de uma maneira muito particular, com uma proposta de linguagem bastante inovadora e que possibilita a discussão e problematização de temas muito profundos. Ressaltaremos aqui como tal poética é capaz de encarnar a infância sem diminuir o valor que nela está guardado.

Este ponto vem ao encontro da argumentação sugerida por Bernardina Leal e contida no texto *Leituras da infância na poesia de Manoel de Barros* (2004) na qual ressalta que a infância tem sido tomada como o espaço da falta, da imperfeição, da necessidade, dentre outras categorizações. Se continuarmos nos comportando assim, diminuiremos, pois, a riqueza da infância e nos afastaremos dela enquanto potência criadora da linguagem e da subjetividade.

[1] Revisado pelo orientador!
[2] Graduanda do 7º Período do Curso de Letras (Português e Inglês), da Universidade Federal de Goiás, *Campus* Catalão. Bolsista de Iniciação Científica, modalidade PIBIC.
[3] Professor Doutor do Departamento de Letras da Universidade Federal de Goiás – *Campus* Catalão

Toda a obra de Manoel de Barros é permeada por essa afinidade incrível com a infância, não qualquer uma, mas aquela que pode receber as características supracitadas, e com todas as questões que lhe dizem respeito. Essa característica é responsável pela construção de uma "zona de vizinhança" com o universo infantil. Essa afirmação vai ao encontro das reflexões de Deleuze (1997) sobre a literatura e o devir-criança na mesma.

Por tudo isso, faz-se necessário repensar a conceituação de infância, retirá-la de um tempo-lugar específico e de uma faixa etária determinada para trazê-la mais próxima de todos, fazendo-a receber assim, o caráter de ser muito mais que certo tempo na vida de um ser humano para se tornar condição de experiência continuada, independente do corpo ou da idade que se possua (KOHAN, 2004).

Nesta ordem, este trabalho oferecerá, primeiramente, uma visão panorâmica sobre as principais características da escrita Barreana. Depois fará um preâmbulo acerca da teoria do devir-criança relacionando-a com a ideia da memória e da invenção presentes na obra base para a feitura deste artigo, *Memórias inventadas: A primeira infância*. Finalmente, a última sessão será dedicada à análise de dois contos do livro supracitado.

## 2. OBJETIVOS

A pesquisa possui como principal finalidade refletir sobre a articulação construída entre infância, memória e invenção no livro *Memórias inventadas: A primeira infância,* de Manoel de Barros, buscando problematizar, discutir e, de certo modo, responder a questões relacionadas a tal temática.

O intuito é também o de revisar o lugar de Manoel de Barros no contexto da poesia brasileira contemporânea, contribuindo assim para a ampliação da fortuna crítica do autor em questão e para um maior conhecimento da poesia brasileira. Tudo será redimensionado por meio do estudo e da divulgação de tais pontos.

## 3. METODOLOGIA

O primeiro momento do presente artigo foi dedicado ao contato direto com a obra completa de Manoel de Barros, enfatizando a sequência dos três livros da trilogia *Memórias Inventadas*, recortando somente o primeiro – *Memórias inventadas: A primeira infância* – como foco do trabalho e intuindo certa aproximação com o objeto que seria observado. Em seguida, o trabalho de levantamento bibliográfico, estudo e fichamento de textos que dizem

respeito, tanto ao autor e sua obra, quanto à teoria que fundamenta este escrito, tornaram-se critério da pesquisa.

Obtidos os alicerces para a fundamentação teórica, o próximo passo foi dado em direção à escolha de dois contos do livro *Memórias inventadas: A primeira infância*, que, vale repetir, é o primeiro livro da sequência mencionada e o recorte do nosso trabalho. Concluída essa etapa, deu-se início à construção do texto sobre a teoria previamente estudada com vistas à análise dos contos selecionados.

## 4. DISCUSSÃO

### 1. *CRIANÇANDO* EM MANOEL DE BARROS

Em Manoel de Barros encontra-se uma produção poética muito peculiar e de uma sensibilidade indizível. O uso extremamente criativo da linguagem favorece a discussão de temas profundos, emergidos da simplicidade de uma colocação surreal.

Propor uma caracterização de sua obra é atitude complexa, pois os traços de sua escrita são tortos e arredios, fogem como sapo que pula no brejo. Ele mesmo diz que "não gosta de palavra acostumada" (1996)[4] e a escolha dos temas a serem trabalhados também segue essa mesma lógica. O que se pode fazer então é elencar algumas marcas que o desobrigam do 'cativeiro' de uma escola literária.

Em harmonia com a ordem cronológica, Manoel pertence ao modernismo, lançando seu primeiro livro, *Poemas concebidos sem pecado* (1937), na década seguinte ao auge do ideário desse movimento. O poeta inventa seu próprio estilo, mas carrega a influência do período no que diz respeito ao trato com a linguagem. De acordo com Camargo (1996, p.29), o modernismo cumpriu dois papéis:

> O primeiro foi romper com a linguagem vigente, desconstruí-la, expô-la na sua deficiência. O segundo foi criar uma outra linguagem que estabelecesse novos vínculos com o real, uma linguagem nova que não deveria ficar estática, mas sim se renovasse, incorporasse ao seu movimento interno a novidade.

[4] Com exceção do livro *Memórias inventadas: a primeira infância* todas as citações das obras de Manoel de Barros foram retiradas do livro *Poesia Completa* (2010b), regularmente referendada. As datas relacionadas com esses livros são de sua primeira publicação e foram oferecidas pela edição mencionada.

A escrita de Manoel de Barros se esforça para não abandonar nenhuma palavra ao sentido estático ou ao desuso que, sem raridade, o tempo lhe confere. Ele desestabiliza os significados, desloca a nossa compreensão prévia das palavras e faz, como sugere o primeiro conto de *Memórias inventadas* (2010, p. 15), escovação de palavras, indo "atrás dos clamores antigos que estariam guardados dentro [delas]" e dando um chacoalhão no leitor.

Se fosse aceitável realizar uma comparação entre 'palavra' na poesia barreana e qualquer outro objeto conhecido, este seria um caleidoscópio. Em um verso ela tem uma cor, um formato próprio e surreal, um entendimento e basta olhá-la em outro verso para que apareça de uma forma completamente nova e instigante. Ler Manoel de Barros é desautomatizar a leitura, é se colocar à disposição do novo e da estranheza.

É valioso dissertar sobre quais temas o poeta reveste dessa linguagem. Em *Menino do mato* (2010) se encontram os dizeres:

> 34.
> Ele sabia que as coisas inúteis e os
> homens inúteis
> se guardam no abandono.
> Os homens no seu próprio abandono.
> E as coisas inúteis ficam para a poesia.

Instituir a poesia como o lugar para as coisas inúteis é subverter o imaginário social a cerca do que é tratado nesse tipo de texto. O poeta é inovador ao elevar à condição de poesia temas próprios do esquecimento, do anonimato, temas sem valor e sem grandeza para serem contemplados pela mesma. Ele prioriza e valoriza o minúsculo, os monturos, os trastes, os ciscos, as borras, os sapos, a pedra, as ruínas, os "bocós", o despropósito dessas coisas entre outras, tudo contaminado com uma linguagem nova, livre do desgaste e do sentido cristalizado.

Em entrevista à Folha de São Paulo o escritor diz: "Eu queria mesmo era esta prostituição com as coisas, essa promiscuidade, em que todas as coisas tivessem todos os sentidos, em que o cheiro também fosse o tato..." (COUTO, 1993, p. 08). É dessa maneira que ele desregra os sentidos do leitor, que desloca suas referências e veste de fantasia sua poesia.

A plurissignificação, a ambiguidade, as imagens encantatórias, a ressignificação do mundo e das coisas que ele encerra, a recuperação da inocência das palavras e tantos outros pontos que se confundem com imagens oníricas ou com brincadeiras infantis, são características da escrita desse poeta e é a partir daí que os próximos diálogos serão tecidos.

## 2. RECORTANDO "INVENÇÃO" PARA COLAR NA MEMÓRIA E NA INFÂNCIA

É difícil que o leitor de *Memórias inventadas: A primeira infância* não seja levado pela tentação de vincular o texto literário com a biografia de Manoel de Barros. O fato de ouvi-lo dizer, repetidas vezes, nas inúmeras entrevistas escritas que concedeu a jornais e revistas diversas, que em sua vida só teve infância, ou que nela mora sua liberdade criadora e criativa são pontos muito marcantes para serem desconsiderados.

Já no primeiro contato com o livro, um paradoxo é estabelecido. Ao ler seu título vários questionamentos nos colocam diante de um certo estranhamento. Alguns deles são mais contundentes e, imediatamente, tomam conta dos nossos pensamentos: afinal de contas, é a memória da infância ou a infância que rememora? É a invenção da memória ou a invenção da própria infância? Torna-se mais difícil lidar com essas perguntas quando nos deparamos com a epígrafe do livro que aparece logo em seguida e anuncia: "Tudo o que não invento é falso".

Como bem lembra Kohan (2004), aquilo que é da ordem da memória, não pode ser da ordem da invenção, assim como o conceito de velho, não pode caber no entendimento de "novo", são explicações que se anulam entre si. Quando retomamos o conceito de memória, o primeiro fator que vem em mente é o da ligação com a ordem "da descoberta, da recuperação, da rememoração; em suma, algo da ordem do não-inventado, da des-invenção" (KOHAN, 2004, p.87), este raciocínio encaminha ainda mais para a separação desses dois termos.

Da mesma maneira, se considerarmos a primeira acepção para 'velho' trazida pelo dicionário Houaiss, "1. que não é jovem, novo; que tem muito tempo de vida ou de existência", e a compararmos com a primeira acepção para 'novo', "1. que nasceu ou apareceu recentemente, que tem pouco tempo de vida, de existência", seremos levados para a mesma direção segregada dos conceitos de memória e de invenção.

Mesmo assim, é vinculada a esta quebra de paradigma que a riqueza literária da obra foi constituída. A poética desse livro[5] se instala nesse entremeio, constituindo-se como um desdobramento de possibilidades situando-se sempre sob duas perspectivas que, ao contrário do que se pensava, aqui não se anulam, mas se complementam: é memória e é invenção; é infância e é velhice. A base pode estar no real, mas a imaginação e a invenção são vastas e responsáveis por manter esse diálogo interativo (HATOUM, 1995).

[5] Gostaria de considerar aqui toda a trilogia referente às infâncias de Manoel de Barros.

Tomamos o conceito de invenção como criação/fabricação que se dá na história e na poesia, não como algo nunca visto ou originário, mas como construção poético-discursiva materializada na obra barreana, pois, de acordo com Albuquerque Júnior (2007, p.21),

> objetos e sujeitos se desnaturalizam, deixam de ser metafísicos e passam, pois, a ser pensados como fabricação histórica, como fruto de práticas discursivas ou não, que os instituem, recortam-nos, nomeiam-nos, classificam, dão-nos a ver e a dizer

É esse o movimento que Barros efetua no livro que analisamos, pois estamos diante de uma infância acionada como forma de ressignificar o mundo e a linguagem.

Não obstante, mesmo que a intenção não seja identificar se tal texto é biográfico ou não, a situação pode ser contornada se partirmos do pressuposto imperativo que atenta ao fato de que "o passado rememorado não tem de dar satisfações ao passado vivido, [assim como] o mundo da arte não precisa prestar contas ao mundo empírico" (YOKOZAWA, 2006, p.207). Saber dessa verdade liberta o leitor para as várias possibilidades de leitura.

Deste modo, Manoel de Barros se torna um mero 'eu' despersonalizado dentro de 'suas' memórias inventadas. Memórias essas, vale ressaltar, que podem ser de qualquer um, inclusive suas e minhas. Ele (re)cria as memórias escrevendo poesia, ou seja, ao mesmo tempo é capaz de inventar e rememorar esses fatos sem nenhuma obrigação de fidelidade com o vivido.

> [...] nem o elemento memorialístico que entra na composição das personagens, nem o traço biográfico que participa da criação da obra se sobrepõem ao que essa narrativa é e quer ser: romance, invenção, criação artística (YOKOZAWA, 2006, p.216).

O poeta possui essa liberdade criadora e, principalmente Manoel de Barros, carrega essa licença (e porque não dizer necessidade ou inclinação?) para inaugurar e/ou enriquecer o significado que cada palavra possui isolada ou em conjunto. É dentro desse contexto que observamos que ele brinca com as palavras como uma criança brinca com seu brinquedo. Essa eleição pela "minoria" e pelo que está fora da norma constituída, tanto no que diz respeito à temática, quanto no que diz respeito ao trato linguístico, é algo muito relevante e merece respeito e real reconhecimento.

Nascemos em uma sociedade fortemente marcada por modelos. A educação é calcada em prescrições e proscrições que buscam, paulatinamente, modelar a todos de forma

semelhante. As mídias, as diversas entidades de ensino, a família, os pequenos e grandes espaços, enfim, são os contribuintes para tal massificação.

Para a grande maioria esta máxima é real, entretanto, alguns indivíduos conseguem desviar o curso desse rio caudaloso e se configurar como a exceção. Normalmente, o nome vinculado a tais pessoas não é esse, o da excentricidade, que resguarda um 'quê' de erudito, mas sim aqueles relacionados à loucura, à falta de raciocínio, à infantilização [6] que marginaliza e empobrece quem o carrega. Aqui não os chamaremos assim, contudo, destacaremos um grupo dessa natureza e os nomearemos *poetas*.

Manoel de Barros e sua criação poética encaixam-se nessa natureza de subversão da 'ordem prevista' em muitos pontos, mas tomaremos aqui sua eleição no trato com a infância e como esta peculiar característica pode se configurar como quebra de modelo. Para tal é necessário olhar, panoramicamente, os sentidos que ela abriga ou que são a elas dedicados.

A infância tem sido tomada, por diversas áreas de estudo, como o espaço da falta, da carência, da incompletude, da imperfeição, da necessidade, do vazio que precisa ser preenchido, da incapacidade de compreensão, da falta de autonomia e seriedade etc., deixando subentendido que o universo 'adulto' e seus agentes é que são capazes de sanar essas 'mazelas' e preencher essas 'lacunas' (LEAL, 2004).

Tirando proveito da menção sobredita acerca do universo adulto, é valioso ressaltar a contraposição existente entre essas duas realidades. É consenso que as etapas da vida estejam cerceadas pela temporalidade, na qual uma etapa não pode sobrepor-se à outra. Deste modo, fica claro que a possibilidade da convivência entre as fases é inexistente, visto que uma só pode ter início na falta da outra.

Concordando com estes adjetivos "nossos saberes sobre a infância afastam-nos dela" (*idem*, p.22) e a poesia barreana vem preencher o espaço dessa situação desencontrada, encarnando a infância sem reforçar a significação pejorativa de 'infantilização', sem retirar a importância e o caro valor que nela se encerram, trazendo-a para mais próximo de todos e desvinculando-a de um período particular da existência humana.

A obra desse poeta é, repetidas vezes, atravessada por tal aproximação com a infância, construindo uma "zona de vizinhança" com o universo infantil. Ao referirmo-nos à expressão "zona de vizinhança", dialogamos com Deleuze (1997) e suas reflexões sobre a literatura e o devir-criança na literatura. O devir-criança, na linguagem poética, pode ser compreendido como elo com o lúdico, o desejo, o prazer e o espontaneísmo característico da arte como

[6] Termo ligado àquele que não se desenvolve, mas estaciona-se em uma etapa lógica da vida.

micropolítica (ROLNIK, 2000). Refletir sobre a infância, diante dessas questões, pressupõe abdicar de noções como faixa etária ou de noções "infantilizadas" sobre a criança, concebendo-a como um "outro", com todas as possibilidades de linhas de fuga e capacidades expressivas.

Barros carrega sua criança consigo, mesmo na velhice o encontro com esse ser não deixa de existir, de recomeçar ou de continuar. Essa experiência não cronológica, infelizmente, é incapaz de resguardar aquela infância que está dentro do tempo. Para isso tem-se a memória, mas ela não é confiável. Para isso tem-se a Literatura, capaz não só de guardar, todavia eternizar qualquer coisa. Mas para Manoel isso não basta, é preciso inventar para ser real. E é exatamente isso que ele faz.

É bom deixar claro que não é mera invenção de uma infância deslocada do presente, se não estaríamos desconsiderando o cerne na teoria de Deleuze (KOHAN, 2002). O devir-criança não é voltar a ser criança ou infantilizar-se, são duas pessoas que se encontram dando origem a uma terceira realidade totalmente nova e sem precedentes. É intensidade de experiência continuada fora da cronologia ou da corporeidade, capaz de extrair de qualquer realidade os fluxos que são próprios da juventude.

## 5. RESULTADOS

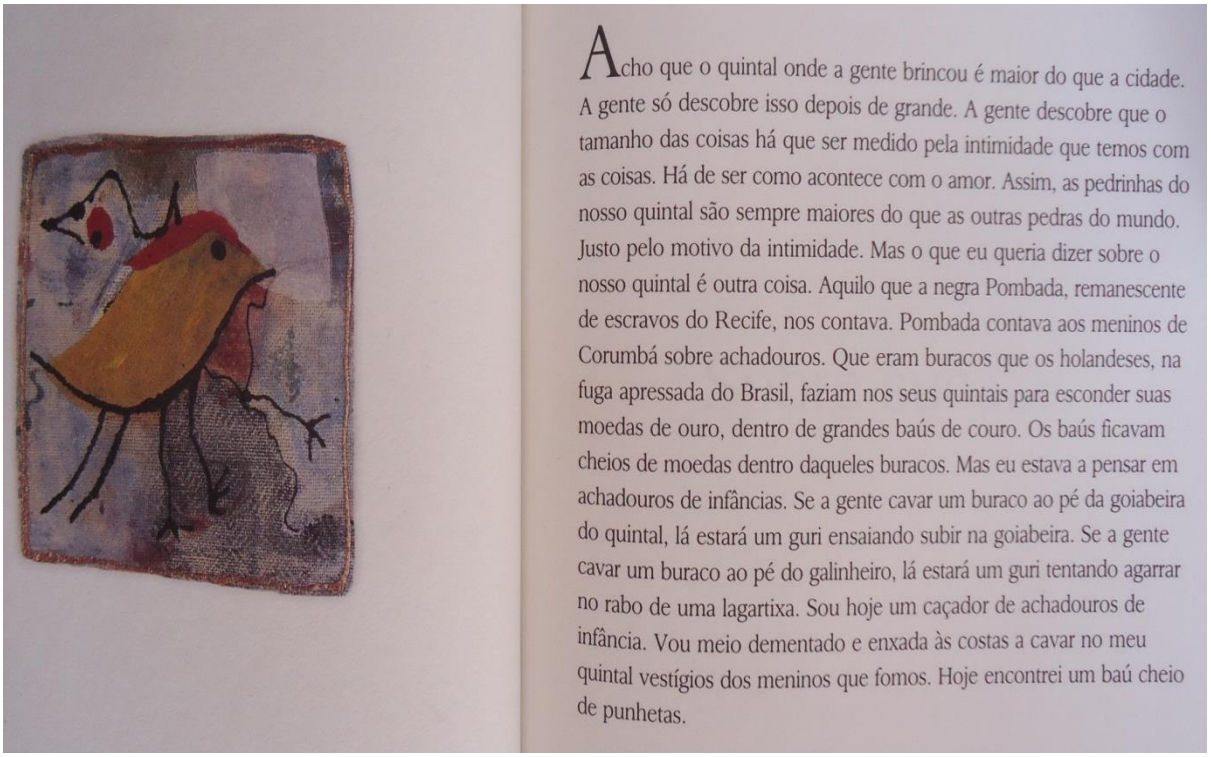
### 1. PALAVRANDO

A primeira edição de *Memórias inventadas: A primeira infância* lançada pela editora Planeta no ano de 2003 é a melhor ilustração para o assunto anteriormente abordado. O livro, na verdade, se torna um brinquedo. Ele vem embalado por uma caixinha com dois cartões colados (a capa e a contracapa) e dentro dele, abraçadas por uma fita de cetim, quinze fichas com os pequenos contos feitos em prosa poética.

Além de toda magia que o próprio material editorial é capaz de despertar em seu leitor, por meio de mais de um sentido e da linguagem estupenda com que cada linha foi inaugurada, cada mini-conto (prosa poética) é precedido por uma incrível iluminura da filha do autor, Martha Barros. É um casamento harmonioso.

Selecionamos, dentre esses quinze contos, apenas dois para serem analisados. O intuito não é o de esgotar as possibilidades analisáveis, mas de oferecer um pequeno comentário sobre a temática do trabalho. O texto, por si só, já é bastante expressivo e, por

esse motivo, vale a pena ter contato com sua integralidade e com a realidade da iluminura antes de tecermos quaisquer considerações:



Acho que o quintal onde a gente brincou é maior do que a cidade. A gente só descobre isso depois de grande. A gente descobre que o tamanho das coisas há que ser medido pela intimidade que temos com as coisas. Há de ser como acontece com o amor. Assim, as pedrinhas do nosso quintal são sempre maiores do que as outras pedras do mundo. Justo pelo motivo da intimidade. Mas o que eu queria dizer sobre o nosso quintal é outra coisa. Aquilo que a negra Pombada, remanescente de escravos do Recife, nos contava. Pombada contava aos meninos de Corumbá sobre achadouros. Que eram buracos que os holandeses, na fuga apressada do Brasil, faziam nos seus quintais para esconder suas moedas de ouro, dentro de grandes baús de couro. Os baús ficavam cheios de moedas dentro daqueles buracos. Mas eu estava a pensar em achadouros de infâncias. Se a gente cavar um buraco ao pé da goiabeira do quintal, lá estará um guri ensaiando subir na goiabeira. Se a gente cavar um buraco ao pé do galinheiro, lá estará um guri tentando agarrar no rabo de uma lagartixa. Sou hoje um caçador de achadouros de infância. Vou meio dementado e enxada às costas a cavar no meu quintal vestígios dos meninos que fomos. Hoje encontrei um baú cheio de punhetas.

**Figura 1.** Reprodução do conto "Achadouros" como publicado no livro *Memórias inventadas: as infâncias de Manoel de Barros*. São Paulo: Planeta, 2010a, p. 66-67.

De acordo com a proposta do artigo, o mini-conto "Achadouros" é o mais expressivo e com maior significação dentro da obra. Nele encontramos explicitamente a predileção do autor e/ou da personagem pela infância, fato que transforma o texto em uma fonte bastante revisitada no quesito em análise, tomando por fundamento as obras nas quais o presente trabalho se firma.

A afirmação "Sou hoje um caçador de achadouros de infância" vem ao encontro da intimidade que o autor estabelece, não só com a infância enquanto faixa etária, mas como experiência intensa, vivida concomitantemente com o presente. Toda essa discussão acerca do não aprisionamento da infância em apenas uma parcela de tempo foi feita por Kohan (2004) quando da conceituação em seu texto da teoria sobre o devir-criança, de Deleuze.

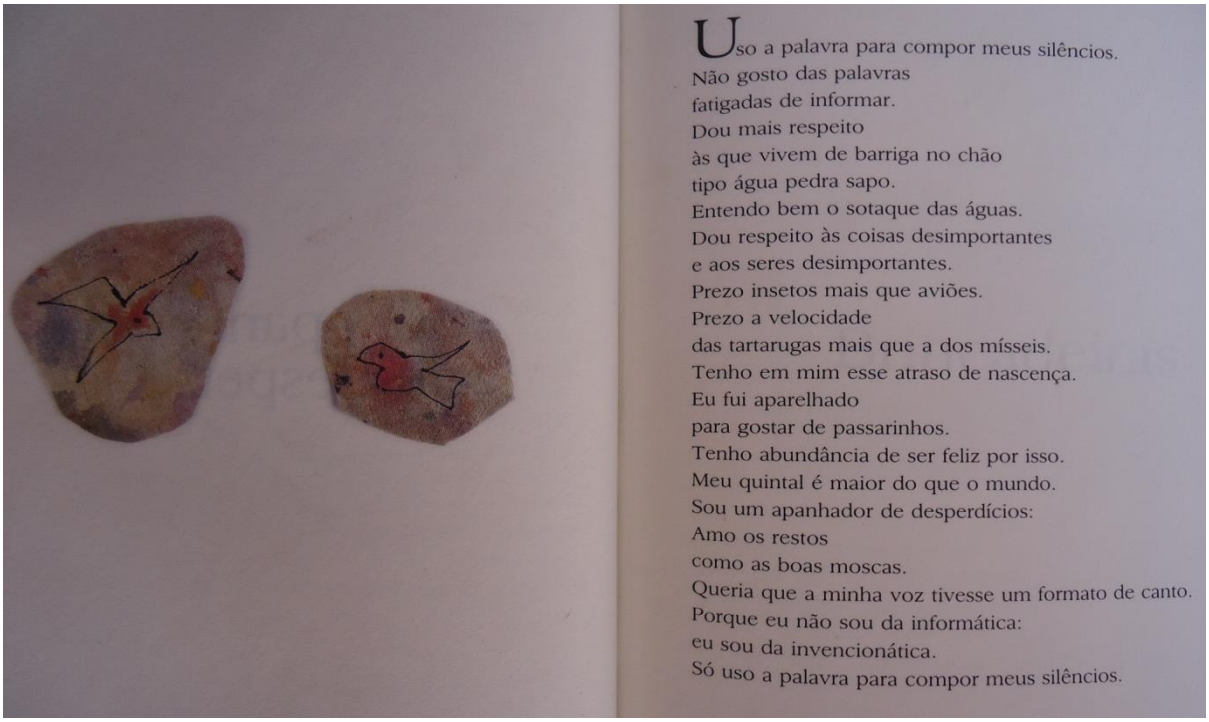
Observe ainda qual valor o poeta relaciona à infância. Ao descrever o que seria um 'achadouro' ele faz questão de mencionar duas vezes que não eram apenas buracos nos quais poder-se-iam guardar coisas, entretanto ressalta que coisas eram essas: moedas de ouro. É isso

que a infância é para ele, tesouro, riqueza, fonte de preciosidade e que precisa ser zelada e nunca abandonada.

Essa "riqueza", a qual o texto se refere, está na infância e no modo infantil de pensar o mundo, abandonados pelo automatismo da vida do adulto. Quando o narrador contrapõe o modo de pensar da criança e do adulto, como forma de problematizar como ambos concebem a imagem do quintal, evidencia-se a predileção pela imaginação do menino que, pela intimidade e liberdade associativa, vê outro quintal, do tamanho do mundo. A integração entre sujeito e o espaço é "inventada" na tessitura do texto, agenciada por outra forma de ver a infância. Por isso, o sujeito do texto, notadamente um adulto, se vê às buscas de "achadouros da infância", querendo trazer o menino para conviver consigo e "brincar" com esses "lugares", reinventando-se.

Ao "cavar no quintal vestígios dos meninos que foi", não se sabe ao certo se é na memória ou na invenção que a poesia barreana vai colocar a enxada, mas estamos certos de que é na literatura que essa meninice será eternizada, é *palavrando* que se dá essa criação.

Direcionemo-nos, pois, ao segundo conto selecionado para retomar as características utilizadas pelo poeta na feitura de seu trabalho com a palavra e observar como ele anuncia, por meio de "O apanhador de desperdícios", o tratamento que dará aos contos nesta obra:



Uso a palavra para compor meus silêncios.
Não gosto das palavras
fatigadas de informar.
Dou mais respeito
às que vivem de barriga no chão
tipo água pedra sapo.
Entendo bem o sotaque das águas.
Dou respeito às coisas desimportantes
e aos seres desimportantes.
Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade
das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim esse atraso de nascença.
Eu fui aparelhado
para gostar de passarinhos.
Tenho abundância de ser feliz por isso.
Meu quintal é maior do que o mundo.
Sou um apanhador de desperdícios:
Amo os restos
como as boas moscas.
Queria que a minha voz tivesse um formato de canto.
Porque eu não sou da informática:
eu sou da invencionática.
Só uso a palavra para compor meus silêncios.

**Figura 2.** Reprodução do conto "O apanhador de desperdícios" como publicado no livro *Memórias inventadas: as infâncias de Manoel de Barros*.São Paulo:Planeta, 2010a, p.46-47.

O pequeno conto em forma de versos (poema em prosa) é um daqueles capazes de caracterizar a obra barreana. Nele estão contidas as preferências do autor por temas, geralmente desprezados pelo senso comum, tais como o desperdício, as coisas ínfimas ou desimportantes. No texto encontramos, também, a informação sobre qual a utilidade da palavra na sua poesia. Isso tanto é verdade que Manoel de Barros inicia e finda o conto com a mesma afirmação, qual seja, "uso a palavra para compor meus silêncios". A diferença entre os dois versos se acentua no final, quanto o autor utiliza a palavra 'só' para reforçar o dado no último verso e deslocando o nosso olhar para outros sentidos, sempre deslocados da lógica habitual.

Dois outros versos chamam a nossa atenção. Um, "porque não sou da informática:", pode recuperar aquela discussão acerca da ideia de escrita biográfica ou não, pois, afinal de contas, Manoel de Barros é um escritor contemporâneo e que 'acompanhou' toda a revolução computacional e tecnológica, e o verso faz alusão a este contexto histórico.

O outro, "eu sou da invencionática", que acompanha o primeiro e completa seu sentido, caminha em direção contrária de pensamento, nos fazendo recordar da epígrafe "Tudo o que não invento é falso", colocando o leitor, mais uma vez, na dúvida de como se posicionar ante a leitura do texto.

> Manoel de Barros nos ensina que a nossa condição é de ruína, que nossa experiência é a da dispersão, de nós mesmos e das coisas, que não há mais unidade possível, nem totalidade que nos explique, por isso cabe aos historiadores (e aos poetas) narrar a experiência de nosso tempo [...] A história, em nosso tempo, não pode ser um discurso de construção, mas descontrução, discurso voltado para compreender as diferenças, o fragmentário e o dessemelhante que nos habita. (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2007, p. 87)

Esta maneira de pensar o mundo também é retomada por aqueles dois versos. Enquanto a ordem da 'informática' está para o que é igual, automático e utilitário, a 'invencionática' está para o que é ruína, para o que está à margem e para o que é intensidade. Um é cinza, estéril, visto que necessita da padronização adulta; o outro é arco-íris, caleidoscópio, visto que, assim como a característica da obra barreana e da infância, não suporta mesmice, mas sempre inaugurações.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestes dois pequenos contos estão condensadas todas as características que nos propusemos a analisar. O primeiro, com maior ênfase, abarca a questão da preciosidade da infância. Infância essa que não mais está vinculada à faixa etária, mas a um outro 'tempo intenso' que sobrevive independente da idade.

No texto ela recobra sua real significação de ser potência criadora, anulando a pré-ideia da carência, da incompletude, da necessidade de direcionamento engessado e principalmente a noção de que ela não poderia conviver com o universo adulto, recuperando e dialogando com o conceito do devir-criança abordado por Deleuze (1997) e Kohan (2004).

O segundo texto recupera os pontos dedicados ao trato com a linguagem. Nele o autor abre as portas de suas características e se mostra nu, como sempre, no que tange suas preferências que caminham na contra-mão do escrito erudito. Ambos dialogam com os conceitos de memória e de invenção que foram implantados na consciência do leitor como um emaranhado de questionamentos.

Todos os pontos mencionados acima permitem uma aproximação da poética do autor com o brincar da criança. Por essas e por outras questões ler Manoel de Barros tem se tornado cada vez mais relevante. Sua poesia encarna questões caras a todo e qualquer ser humano numa roupagem de sonho, de invenção e de inauguração. Ele nos instiga a não nos acostumar com a palavra e é nossa função desdobrar a dica para o que quer que seja.

Assumindo as ações acordadas com esta opinião, aderimos à ideia de Albuquerque Júnior (2007, p.92) quando diz que o trabalho do poeta e do historiador é sempre dar novo sentido ao que, convivendo com o presente, nos chega do passado, pois "só é possível mudar o mundo mudando a forma de pensá-lo, vê-lo e dizê-lo".

## 7. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE JÚNIOR, Durval Muniz de. **História:** A arte de inventar o passado. Bauru, SP: Edusc, 2007.

BARROS, Manoel. **Memórias inventadas***:* as infâncias de Manoel de Barros / iluminuras de Martha Barros. São Paulo: Planeta, 2010a.

_____. **Poesia Completa**. São Paulo: Leya, 2010b.

CAMARGO, Goiandira de F. Ortiz de. **A poética do fragmentário**: Uma leitura da poesia de Manoel de Barros. Rio de Janeiro: UFRJ, Fac. De Letras, 1996. 299 fl. Tese de Doutorado em Literatura Brasileira.

COUTO, José Geraldo. Manoel de Barros busca na ignorância a fonte da poesia. In: **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 14 nov. 1993. Mais. 8-9.

DELEUZE, Gilles. **Crítica e clínica.** Trad. Peter Pál Pelbart. São Paulo: Editora 34, 1997.

HATOUM, Milton. **Literatura & Memória**: Notas sobre Relato de um Certo Oriente. São Paulo: PUC de São Paulo, dez. 1995.

HOUAISS, Antônio *et al*. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Editora Objetiva. Versão 2.0a, Abril 2007.

KOHAN, Walter. A infância da educação: o conceito de devir-criança. In: ___ (org.). **Lugares da Infância**: filosofia. Rio de Janeiro: DP&A, 2004, p. 51-71.

_____. A infância da educação: o conceito de devir-criança. In: LARROSA, Jorge; KOHAN, Walter(coord.). **Educação**: Experiência e Sentido. Belo Horizonte: Autêntica, 2002, p. 85-98.

LEAL, Bernandina. Leituras da infância na poesia de Manoel de Barros. In: KOHAN, Walter (org.). **Lugares da Infância**: filosofia. Rio de Janeiro: DP&A, 2004, p.18-30.

ROLNIK, Suely. Os mapas movediços de Öyvind Fahstön. 2000. Disponível em: http://www.pucsp.br/nucleodesubjetividade/Textos/SUELY/Fahlstrom.pdf. Acesso em 15/01/2007.

YOKOZAWA, Solange Fiuza Cardoso. **A memória lírica de Mário Quintana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

**Revisado pelo orientador!**

# Saúde e doenças em Goiás no século XIX: As impressões de George Gardner, Johann Emanuel Pohl e de Hugh Weddel[1]

**Orientadora:** Profª. Drª. Sônia Maria de Magalhães
**Unidade Acadêmica/Departamento:** Faculdade de História
**Endereço Eletrônico:** soniademagalhaes@yahoo.com.br

**Orientanda:** Fernanda Soares Rezende
**Unidade Acadêmica/Departamento:** Faculdade de História
**Endereço Eletrônico:** fernanda.soares.ufg@gmail.com

## 1. Resumo

Esta pesquisa investiga as condições de existência dos goianos no século XIX, atentando, sobretudo, para as doenças que acometiam a população a partir das visões de três médicos estrangeiros: George Gardner, Johann Emmanuel Pohl e de Hugh Weddel. As condições sociais e intelectuais, as atividades profissionais dos viajantes, obviamente, influíram nas suas observações e impressões. Assim, aqueles que possuíam formação médica, ou relacionada às ciências biológicas, tinham maior competência para elaborar um diagnóstico das patologias reinantes, revelando com maior nitidez o quadro clínico, uma vez que tiveram contato direto com os seus pacientes.

**2. Palavras-chave:** Saúde, doença, Goiás, viajantes estrangeiros.

## 3. Introdução

Percebemos que os estudos sobre a medicina oitocentista foram escritos em sua grande maioria por médicos com o intuito de estabelecer certa memória que conduziria à celebração da medicina vigente. Neste tipo de literatura, fatos, personagens, e instituições do passado encontram-se articulados em narrativas que buscam estabelecer um contraste com crenças e valores equilibrado pela prática médica vigente, traduzindo uma concepção evolucionista das ciências médicas. Dessa forma, a medicina, ao final do século XIX, legitimara-se por meio de novos conhecimentos científicos, que conferiram aos discursos médicos diferentes bases de fundamentação.

[1] Texto revisado pelo orientador.

Neste sentido a pesquisa em apreço, apresenta o panorama nosológico da província de Goiás a partir do olhar de três viajantes médicos provenientes da Europa: Gardner, Pohl e Weddel, atentando para a situação sanitária da região e sua gente dispersa no interior do Brasil do século XIX.

## 4. Metodologia

Os diários dos viajantes estrangeiros, enquanto mananciais de informações, permitem leituras inesgotáveis. A forma de narrativa característica dessa literatura também possibilita mapear a incidência das moléstias pelo território goiano no Oitocentos.

Iniciamos a pesquisa através do arrolamento da bibliografia sobre o tema. Em seguida, analisamos e fichamos detalhadamente todas as informações relacionadas à salubridade e doenças em Goiás contidas nos diários de viagens, atentando para a forma da narrativa e a concepção de doença vigente nelas.

Também confeccionamos um quadro elucidativo atentando para a percepção do viajante acerca das doenças vigentes, a região, o tipo de moléstia e as principais causas, remédios e órgãos afetados. Elaboramos também um glossário para melhor compreensão e concepção das enfermidades à época, pois os registros apresentam as denominações diversas variáveis no tempo e no espaço.

Os resultados desse levantamento foram analisados em pleno diálogo com a bibliografia específica sobre a temática, vislumbrando esclarecer aspectos que ainda permanecem obscuros sobre as condições sanitárias de Goiás no século XIX.

## 5. Resultados

Mapeamento das moléstias difundidas no território e a práticas médica do período a partir das impressões de três viajantes médicos estrangeiros.

O cientista Johann Baptist Emanuel Pohl viajou ao Brasil como integrante da missão científica austríaca. Permaneceu no Brasil de 1817 a 1821 percorrendo os atuais estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás e Tocantins. Pohl visitou parte do território brasileiro coletando material mineral e vegetal, que transportou para a Europa. Registrando em diário suas observações sobre a paisagem e o cotidiano das populações dos locais por onde passou.

Com relação à alimentação Pohl relata que, o consumo da população goiana consistia em alimentos como o milho, feijão, toucinho, alguns legumes, carne seca, galinha em algumas ocasiões, arroz, cana-de-açúcar, um pouco de frutas, mandioca e farinha. Sendo que a

produção de alimentos era constituída principalmente de feijão, mandioca, milho, fumo, arroz e trigo, variando um pouco os itens conforme a região. A produção de aguardente, carne seca e a criação de porcos complementavam a dieta da população local.

Pohl descreve sobre a precariedade dos lugares para o descanso e reabastecimento das tropas e boiadas que faziam o comercio terrestre. Para Pohl, as más condições dos caminhos dificultavam o comércio entre as regiões, reforçando desse modo o isolamento de Goiás e impossibilitava o adequado abastecimento de gêneros alimentícios.

O viajante Johann Emanuel Pohl também considerava o norte uma região insalubre, sendo um mau para a saúde. Chegando a dizer que poucos viajantes tem a felicidade de escapar aos ataques da doença. Além disso, concluiu que a principal causa deste mal deve ser procurado na água estagnada que os habitantes são obrigados a beber.

O viajante George Gardner chegou ao Brasil em 1838, permanecendo aqui até 1843. Era um botânico, zoólogo e médico. Percorreu algumas regiões do Nordeste e do Brasil Central, recolhendo, analisando e catalogando diversas espécies animais e vegetais, mas não se restringiu à observação da natureza, mais também as impressões sobre o cotidiano da população que encontrou. De acordo com George Gardner os caminhos de Goiás são pouco usados, percorridos em grande parte por tropeiros e boiadeiros que atravessavam a província, sendo extremamente mal cuidados e, por isso, difíceis de atravessar. As estradas ruins encareciam os produtos destinados a uma população já pobre para adquirir até mesmo o essencial para a manutenção da vida. Os relatos de George Gardner são repletos de descrições da penúria e do abandono a que as populações das regiões onde a mineração declinou encontravam- se. A falta de alimento era recorrente, até mesmo com relação aos itens básicos, como por exemplo, o feijão, a farinha e o milho.

George Gardner descreveu que nas terras baixas, onde a estação chuvosa abundavam os rios e pântanos, as febres intermitentes são prevalentes e são frequentemente fatais para as pessoas dos distritos mais elevados. Por sua vez, as pessoas raramente morriam da doença propriamente dita e sim de seus efeitos. Gardner observou que o principal órgão afetado era o baço que crescia preenchendo toda a cavidade abdominal, e o fígado era raramente afetado. Em seu relato, afirmou que as doenças daquele distrito eram muito semelhantes às mais comuns, encontradas no norte. Onde, o termo “febres terçãs” encontra-se intimamente relacionado às febres da malária, onde o único tratamento utilizado no período era o chá da cascara da quina para a recuperação dos doentes.

O naturalista Hugh Algernon Weddel viajou pelo Brasil, Bolívia e Peru entre os anos de 1845 e 1848, era medico da expedição de Castelnau. Weddel percorreu as cidades do Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Goiás Velho.

Elaboração de um glossário que possibilite a definição das doenças encontradas pelos viajantes estrangeiros a partir da definição proposta pelo o *Diccionário de medicina popular e das sciências accesorias para uso das famílias* (Chernoviz);

Incentivar o debate em torno da temática da história da saúde e das doenças entre os alunos do curso de graduação em historia.

## 6. Discussão

Podemos perceber que a produção historiográfica referente à história da saúde e da doença tem aumentado gradativamente nas últimas décadas. E a respectiva atenção que vem sendo atribuída à temática, demonstra claramente as transformações da historiografia e a ampliação do campo do historiador, como a incorporação de novos objetos e abordagens que proporcionaram a evidência do homem doente e sua história.

Todavia, ocorreram inúmeras transformações na medicina ao longo dos séculos XVIII e XIX, nas quais o objetivo dessa nova medicina se desloca da doença para a saúde, representando desse modo, um novo conhecimento sobre o homem, mas não somente sobre ele. A medicina desse modo passa a ser uma medicina do social, uma vez que intervém em todos os espaços e torna-se política.

Dessa forma, no final do século XIX, a medicina legitimou-se por meio de novos conhecimentos científicos, que conferiram ao discurso médico diferentes bases de fundamentação. Caracterizada como profissão que vislumbrava os problemas encontrados na vida cotidiana, para além do corpo doente, a medicina os considerou passíveis de reinterpretação e a ciência médica alcançou maior poder na sociedade, logrando atingir o processo reconhecido como medicalização. Refiro-me ao corpo na perspectiva de Roy Porter que em seu texto intitulado *História do Corpo*, presente na coletânea *A Escrita da História Novas Perspectivas*, considera o corpo como um eixo na relação com o mundo e que deixou de ser visto apenas a partir de uma perspectiva biológica, mas como "uma construção simbólica".

Na década de 1970 o texto de Jean-Pierre Peter e Jacques Revel, intitulado *O corpo: o homem doente e sua história* mostra a doença como objeto de estudo autêntico do historiador. Trata-se de uma investigação que conta uma história das percepções de uma sociedade quanto

a corpos atingidos pela doença, ou seja, como sujeitos pertencentes a uma determinada sociedade se articulam perante a presença de corpos doentes. Mostram as tensões geradas em uma sociedade quando da eclosão de algumas doenças.

De acordo com Roy Porter, em seu livro intitulado *Das tripas Coração*, as epidemias surgiram processualmente nas sociedades, assim como a doença, que é um produto social, bem como a luta da medicina contra ela. Os processos históricos de expansão territorial, ocorridos a partir do final do século XV, facilitaram o crescimento de agentes patogênicos, uma vez que a mistura de diversas sociedades fizeram com que as doenças também se instalassem, e assim, os vermes construíram residência permanente no corpo humano. O número elevado de seres humanos gerou mais doenças, principalmente em populações puras. Devemos considerar que o comércio, a guerra e a expansão sempre exportaram doenças. Desse modo, a doença no século XX, passou a ser conceituada como um fenômeno tanto social quanto biológico.

Quando fazemos referencia a medicina no contexto do século XIX procuramos demonstrar a sua associação como a arte de curar doenças e restabelecer a saúde, tendo em vista sintomas e diagnósticos. No respectivo século, quando se desconheciam as causas de muitas patologias e os médicos por sua vez dispunham de meios bastante limitados para curar as doenças ou, mesmo, para combater o sofrimento. Quando o desespero se instalava perante a impotência para impedir o agravamento das situações, não se admitia que a saúde e a doença fossem aceitas em função de boa ou má sorte, numa atitude fatalista. Primeiramente, a "saúde" era entendida como "ausência de doença", tendo o médico, como agente. Dessa forma, o centro das atenções era a patologia em si, o controle da sua evolução e o retorno ao estado de não doença eram os objetivos de todas as atividades. A doença, desse modo era inversamente, conceituada como "falta ou perturbação da saúde".

Foi a partir da década 1970 por iniciativa dos intelectuais da Escola dos Annales, sobretudo Fernand Braudel[2] e Emanuel Le Roy Ladurie,[3] que a doença angariou o seu lugar na História por meio da Cultura Material, sendo que através desta, podemos analisar e interpretar as atitudes adotadas no período estudado em relação aos humores corporais. Tânia Maria de Andrade concede esse enfoque ao tema no seu artigo intitulado *Humores e Odores: Ordem Corporal e Ordem Social no Rio de Janeiro, século XIX,* quando enfatiza a cultura

[2]BRAUDEL, F. *Civilização material, economia e capitalismo.* São Paulo: Martins Fontes, 1996

[3]LADURIE, E. *Histoire du climat depuis de An Mil*. Paris: Flamarion, 1967; Em Montaillou, Ladurie demonstra que os códigos alimentares e o vestuário parecem ser predeterminações mais efetivas na vida dos grupos sociais do que as instituições políticas e as regras jurídicas e administrativas. LADURIE, E. *Montaillou.* Cátaros e católicos numa aldeia francesa. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

material vem sendo recuperada por meio das escavações arqueológicas empreendidas em lixos domésticos do século XIX. Com base na coleta desse material, Andrade aponta como a implantação de uma ordem corporal foi fundamental para a construção e manutenção da ordem social do século XIX e mostra a ideologia de higienização como uma das mais consequentes e eficazes estratégias para a sustentação do projeto vitorioso de hegemonia da burguesia.

De acordo com Roy Porter (2002), a história da medicina está longe de ser uma narrativa simples de um progresso triunfante. Uma vez que as epidemias surgiram com a sociedade, e a doença foi e continuará sendo um produto social, tanto quanto a medicina que luta contra ela. É importante perceber que a civilização não traz apenas mal-estar, mas também doenças. Nessa mesma perspectiva Lena Castelo Branco Ferreira de Freitas em seu livro intitulado, *Saúde e doenças em Goiás*: *A medicina possível* propõe conhecer a saúde e a doença que foram vistas e vivenciadas pelos goianos com relação a fatores cotidianos como, a alimentação, a habitação, a higiene, o clima, as águas e outros componentes do modo de vida. A partir da leitura de alguns artigos, presentes no livro pode-se perceber que os autores em grande parte apoiam-se principalmente nas observações dos viajantes estrangeiros, como Johann Emmanuel Pohl, George Gardner, buscando reforçar e confirmar suas hipóteses.

Com relação à saúde publica em Goiás, o artigo intitulado "*Hospital de Caridade São Pedro de Alcântara: assistência e saúde em Goiás ao longo do século XIX*" de autoria de Sônia Maria de Magalhães demonstra que a saúde publica no Brasil, antes da implantação do Hospital de Caridade de São Pedro de Alcântara, sempre foi relegada a segundo plano. Sendo que cada morador individualmente deveria ser responsável pelas suas necessidades medicas. Todavia, pode-se perceber que a medicina era praticada sem a existência dos hospitais, circunstância em que a população estava era entregue a própria sorte. Nesta situação, valiam-de ervas medicinais oriundas do cerrado, amuletos e rituais religiosos.

A partir da Lei do 1º de outubro de 1828, verificou-se um aumento das preocupações com os odores sociais e urbanos. Na cidade de Goiás, os interesses de classe estavam representados pela junta de caridade que administrava o Hospital de São Pedro de Alcântara. No entanto, os doentes carentes de socorro somente eram admitidos no Hospital de Caridade São Pedro de Alcântara mediante atestado de um pároco que justificasse sua pobreza. Os escravos também poderiam ser atendidos desde que seus senhores pagassem duzentos réis por dia, a serem adiantados de 5 em 5 dias pelos seus senhores.

As poucas verbas e os escassos recursos orçamentários destinados ao setor da saúde indicam a pouca importância e das limitações de intervenção da saúde publica em Goiás.

Podemos perceber através dos relatos dos viajantes que em Goiás muitas vidas se perdiam diante das doenças, sendo as principais vítimas índios, soldados, escravos africanos, crianças e mulheres.

Desse modo, a capital de Goiás não era considerada pelos viajantes como saudável, por causa de sua localização baixa onde a água era pouco salubre, o calor quase sempre sufocante durante a seca e a alta umidade na estação das chuvas. Como os habitantes não tinham "saúde, vigor e energia", os viajantes não consideravam Vila Boa "propícia aos homens de sua raça". Pohl concluiu que a quantidade de brancos a cada ano estava diminuindo em Vila Boa, os poucos brancos que restavam eram mais franzinos em relação aos negros e mulatos considerados mais robustos e sadios. Mas estes também não estavam isentos das moléstias.

Para relatar sobre todos esses problemas de saúde, verificamos através dos relatos que não havia nenhum médico na província de Goiás até a fundação do Hospital de Caridade de São Pedro de Alcântara, em 1825. De acordo com Pohl, em diversas localidades da capitania o tratamento é feito por práticos, que compram o direito de medicar através do pagamento de uma taxa ao cirurgião-mor.

No século XIX, a população de Goiás utilizava a prática preventiva da medicina, utilizando amuletos para proteger-se de seus inimigos, ou para se livrar das doenças e da morte. Acreditavam no mau-olhado, tinham fé nas causas sobrenaturais, bem como em bruxas e feitiçarias, para manipulação do espírito e também do inimigo. Os rituais religiosos ganharam destaque nesse período, especialmente as cerimônias de adivinhação e descrições das crenças através dos amuletos e copias de rezas que serviam para proteger a pessoa da morte súbita ou da má sorte. A cura era constatada pela alimentação, pelo uso das ervas medicinais, vacinação e também pelos banhos, especialmente em Caldas Novas.

Os estudos ligados a historia da medicina, dentre os anos de 1826 e 1930, são extremamente raros no interior de Goiás. Sendo que o *Diccionário de medicina popular e das sciências accesorias para uso das famílias* se fazia presente no interior de cada família precavida.

Com relação ao *Centro-Sul de Goiás* a autora Gilka Vasconselos Ferreira de Salles descreve que, a partir de 1826, passe-se a observar as mudanças sanitárias na província, havendo por parte do governo um incentivo para a instalação de hospitais nas capitais do Império. É exatamente por meio da instalação do Hospital de São Pedro de Alcântara (inaugurado em 1826) e da demarcação de terrenos adequados para o sepultamento dos mortos (que antes eram sepultados dentro das igrejas) que percebemos as principais medidas

para o saneamento dos povoados da região. De acordo com Chernoviz conclui-se que no século XIX, a pureza do ar que se respira é uma das principais necessidades da vida.

Todavia, as viagens dos naturalistas têm um marco na história cultural da ciência no país. A organização de tais viagens exigia meses de preparo: definir o itinerário, organização do material científico, provisões, ajudantes, cartas de recomendações do governo brasileiro e autoridades locais das regiões visitadas. A maior parte do financiamento dessas expedições partia dos governos europeus.

As viagens eram marcadas por contemplações e observações da natureza. Por outro lado, relatavam as situações difíceis e inusitadas que acometiam os viajantes: problemas como doenças, travessias de rios perigosos, picadas de animais e insetos, confrontos com índios, chuvas fortes.

Os interesses das viagens de Pohl, Castelnau e Gardner ao Brasil, no século XIX, foram estudos e pesquisas de caráter botânico, geomorfológico, zoológico, antropológico: conhecer os recursos naturais e o homem. Desse modo, as impressões dos respectivos viajantes são primordiais para a análise das patologias reinantes em Goiás.

## 7. Conclusões

Os viajantes estrangeiros visitaram a Província de Goiás com a finalidade observar o ambiente, a realidade natural e física circundante, para a posteriori comparar com a realidade europeia. As impressões Pohl, Castelnau e Gardner são de extrema importância para a análise das patologias reinantes em Goiás. Pois além de serem viajantes eram também médicos. Portanto capazes de visualizar e lançar um olhar especializado para a sociedade goiana oitocentista.

Os viajantes europeus em suas andanças pela Província de Goiás tinham sempre como perspectiva e espelho o olhar do "civilizador europeu" etnocêntrico, onde a cientificidade e racionalidade constroem os olhares desses naturalistas. Interpretam o ambiente a partir de si mesmo, dos seus próprios signos e significados, valores e visões de mundo europeu. No entanto Johann Emanuel Pohl, George Gardner e Weddel, procuravam descrever e compreender o ambiente físico, como era a fauna e flora, a geografia brasileira, quais as influencias que o clima proporcionava na expectativa de vida da população, quais eram os tipos de doenças mais frequentes e os hábitos da população brasileira. Os relatos desses viajantes sobre a Província de Goiás foram de fundamental importância para reconstituir a

historia regional, uma vez que deixaram uma documentação preciosa sobre os relatos das enfermidades em Goiás e na primeira metade do século XIX.

Ao descrever sobre a Capitania de Goiás, no século XVIII e início do século XIX, percebemos que havia uma ambiguidade em relação à "saúde", por causa das diversidades dos ambientes. Nesse período, havia diferenças entre as regiões/comarcas do norte, e do sul.

A comarca do norte, hoje representa pelo estado do Tocantins, no respectivo período era conhecida como a pior região, por haver uma maior frequência de febres letais, da qual muitas pessoas morriam. Por causa da constante povoação as margens dos rios a Comarca do sul também possuía rios infectados, com característica de peste, tais como o Araguaia e o Paranaíba. Havia uma grande dificuldade com relação à identificação da doença.

Com relação às doenças encontradas pelos viajantes estrangeiros, percebemos através da presente pesquisa a incidência de determinadas doenças em cada região de Goiás. Sendo elas:

| Mapeamento das principais doenças encontradas em Goiás pelos viajantes estrangeiros do século XIX | | | |
|---|---|---|---|
| *Viajantes* | *Região* | *Doenças* | *Principais Causas/Remédios/Órgãos Afetados* |
| *George Gardner* | Natividade | ➢ Papeira[1]<br>➢ Febres intermitentes e malignas[2]<br>➢ Oftalmia<br>➢ Sífilis | [1]Alguns habitantes atribuem a incidência da papeira ao uso do sal marítimo trazido do Pará, outros descrevem que é devido ao fato de que as águas das serras são pouco salinas principalmente na época da seca;<br>[1]O principal remédio para a doença utilizado nessa região é a esponja queimada;<br>[2]As febres intermitentes e malignas ocorriam principalmente no inicio e no fim das estações chuvosas |
| | Vila dos Arraias | ➢ Bócio[1]<br>➢ Paralisia[2]<br>➢ Oftalmia<br>➢ Resfriados,<br>➢ Doenças inflamatórias<br>➢ Reumatismo<br>➢ Dispepsia | [1]Sua causa ocorria pelo uso da água insalubre;<br><br>[2]Os habitantes da vila preveniam a paralisia através do um grosso anel de ferro retorcido, feito na sexta-feira da Paixão e benzido por um padre. |
| | Arraial de Trairás | ➢ Febres terças e intermitentes | Sua cura era feita com remédicos, purgantes, cascas amargas de arvores da mata e apesar de difícil acesso usava-se também o sulfato de quinino.<br><br>O principal órgão afetado é o baço, que geralmente crescia a ponto de preencher toda a cavidade abdominal. O fígado também foi raramente atacado, devido à intemperança no ato de comer, beber e pelo uso constante do fumo. |
| | Jaraguá | ➢ Bócio | |
| | Água Quente | ➢ Febre pútrida | |
| | Vila Boa | ➢ Bócio/papos[1]<br>➢ Apoplexias nervosas<br>➢ Hidropisia<br>➢ Gota<br>➢ Ataques catarrais com inflamação<br>➢ Elefantíase[2]<br>➢ Desinteria[3]<br>➢ Sífilis<br>➢ Varíola | [1]Causado pelo uso de água insalubre<br><br>[2]A ocorrência acontecia entre os negros<br><br>[3]De acordo com Pohl, a desinteria acometia somente as populações indígenas. |
| | Goiás | ➢ Febre pútrida | |
| | Aldeia de São José de Mossâmedes | ➢ Bócio[1]<br>➢ Bexigas[2] | [1]De acordo com Pohl, o bócio atingia somente os europeus e negros residentes |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Johann Emmanuel Pohl* | Pilar | ➢ Febre pútrida[1] | na aldeia, pois os índios eram imunes<br>[2]Tal doença incidia sobre os índios caiapós |
| | | | [1]Transmitida pelo Riacho da Água Quente. Recomendava-se não tomar água pura, ou seja, sem a adição de bebida alcoólatra. |
| | Trairás[2] | ➢ Febre<br>➢ Sifilis[1]<br>➢ Hidropisia<br>➢ Indisposições estomacais | [1]Causada devido ao próprio desleixo ou ao tratamento mal feito. Todavia, de acordo com Pohl a sífilis pode degenerar em diferentes males, podendo chegar a desenvolver a elefantíase.<br>[2]Raramente na região de Trairás apareciam as febres intermitentes e gástrica inflamatória |
| | São Felix | ➢ Febres endêmicas | |
| | São João Del Rei | ➢ Sífilis[1] | [1]Com relação a sua cura, grande parte da população utilizavam a raiz de poaia ou *ipecacuanha* |
| | Arraial de Muquém | ➢ Febre pútrida[1] | [1]Causada pelos charcos de água estagnada no Rio Preto, que consequentemente exalavam miasmas. |
| | Vila de São José da Palma | ➢ Febres malignas[1] | [1]De acordo com Pohl tal região não era muito povoada, devido ao aparecimento da doença |
| | Aldeia do Cocal Grande | ➢ Sifilis[1]<br>➢ Oftalmia[2]<br>➢ Bexiga | [1]O tratamento ocorre apenas com pequenas lavagens<br>[2]Em sua cura, são utilizadas bênçãos e formulas de magia.<br>Nas feridas de um modo geral, utilizava-se a semente mastigada de *Bixa Brasiliensis* |
| | Arraial de Morro do Chapéus | ➢ Febres endêmicas | |
| | Arraial Cavalcante | ➢ Febres pútridas e intermitentes[1] | [1]Sua incidência ocorria devido ao grande numero de lagoas |
| *Hugh Weddel* | Catalão | ➢ Sarcocele | |
| | Palmital | ➢ Bócio | |
| | Boa Vista | ➢ Afecções do Aparelho respiratório<br>➢ Clorose<br>➢ Elefantíase do escroto<br>➢ Oftalmia<br>➢ Pênfico | |
| | Amaro Leite | ➢ Bócio | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Pilar | ➢ Febres | |
| | Conceição | ➢ Febres | |

**Fonte:** GARDNER, 1975; POHL, 1951; CASTELNAU, 2000.

Para melhor compreensão das enfermidades por parte dos médicos no período, tornou-se de extrema necessidade a elaboração do glossário a seguir:

| **Glossário das Doenças encontradas por George Gardner, Johann Emanuel Pohl e de Hugh Weddel** | |
|---|---|
| Doenças | Significado |
| Apoplexias nervosas | Designa-se como uma congestão de sangue no cérebro, seguida ou não de derramamento do respectivo liquido na substancia do cérebro. Apresenta como sintoma principal a perda súbita dos sentidos e do movimento. |
| Bexigas/Varíola | Designa-se como uma erupção geral de borbulhas pelo corpo, que se convertem em grandes postulas redondas e purulentas. Caracteriza-se como uma moléstia contagiosa, onde o individuo a contrai apenas uma vez. |
| Bócio/Papeira | Na parte anterior e inferior do pescoço encontra-se a glândula da tireoide Sendo que esta quando está em seu estado normal não faz nenhum mal. No entanto quando o seu volume aumenta, apresenta-se de forma muito visível e é nomeada como papeira, papo ou bócio. Essa afecção é própria de certas localidades. |
| Clorose | _____ |
| Dispepsia | _____ |
| Elefantíase | É uma moléstia cutânea, que caracteriza-se em seu maior grau de desenvolvimento em pequenos tumores ou *tubérculos* que aparecem principalmente na região do rosto e das orelhas, em seguida ocorre na boca e nos membros. Podendo ter duração longa chegando ao ponto de ocorrer ulcerações. |
| Elefantíase do escroto | Na maioria das vezes no escroto existem tumores volumosos que provem da acumulação de succos *lymphaticos, albuminosos.* Essa moléstia é muito comum nos países quentes e úmidos. |
| Febres terças e intermitentes | O principal órgão afetado é o baço, que geralmente crescia a ponto de preencher toda a cavidade abdominal. O fígado também foi raramente atacado, devido à intemperança no ato de comer, beber e pelo uso constante do fumo. A febre intermitente aparece e desaparece sucessivamente, por intervalos mais ou menos longos, durante os quais não existe nenhum vestígio de febre. |
| Febres malignas | Designa-se as inflamações do cérebro, seja pelas suas membranas, pelos acidentes nervosos que predominam em certas inflamações do tubo digestivo ou por certas moléstias convulsivas, acompanhadas de acidentes graves que na maioria das vezes terminam de maneira fatal. |
| Febre Pútrida | O sintoma que predomina sobre esta moléstia é a tendência a corrupção ou a podridão dos humores. Desse modo dizia que a pessoa acometida tinha uma febre pútrida, uma febre nervosa e uma febre biliosa. Acumulando deste modo, três febres sobre o mesmo doente, pois no respectivo período em vez de |

| | |
|---|---|
| | se estudar a moléstia e seus elementos os estudos eram limitados apenas aos sintomas. |
| Gota | É uma moléstia constitucional com uma inflamação especifica das articulações e aparece de forma mais ou menos irregular. E pode ser caracterizada como aguda ou crônica. |
| Hidropisia | Dar-se o nome de hidropisia a todo o derramamento de serosidade em uma cavidade qualquer do corpo ou do tecido celular subcutâneo. |
| Oftalmia | É o nome dado a inflamação do olho, sendo uma das moléstias mais comuns que atingem a espécie humana. O nome *ophthalmia* aplica-se a todas as inflamações do olho e das pálpebras que se manifestam exteriormente por qualquer tipo de vermelhidão. É importante atentar para o fato de que existem inúmeras espécies de oftalmia. |
| Paralisia | Entende-se por paralisia a perda total ou a diminuição do movimento ou do sentimento de ambos. E de acordo com a sua extensão apresenta nomes específicos. |
| Pênfico | _____ |
| Reumatismo | É uma afecção cuja principal característica consiste em uma dor aguda nos músculos ou nas articulações (juntas). O reumatismo por sua vez pode ser agudo ou crônico. Sua principal causa é o frio úmido. |
| Sarcocele | É o nome que do cancro do testículo. Esta moléstia que acomete o testículo e promove uma inchação lenta e com o tempo, o testículo torna-se duro e desigual. Sendo este o principio das dores lancinantes que são características do cancro. Provoca a inflamação na pele, chegando ao estagio de uma ulceração. |
| Sífilis | Causada devido ao próprio desleixo ou ao tratamento mal feito é uma moléstia caracterizada por inúmeros sintomas e caracteriza-se como contagiosa, transmitida por um vírus cuja natureza ainda não é conhecida. É transmitida através do contado sexual e também através do contato direto com as feridas expostas da pessoa acometida Todavia, de acordo com Pohl a sífilis pode degenerar em diferentes males, podendo chegar a desenvolver a elefantíase. |

Fonte: CHERNOVIZ, Pedro *Dicionário de medicina popular*. Luiz Napoleão. Paris: A. Roger & F. Chernoviz.1890.

## 1. Considerações finais e referências

Os viajantes assimilaram a tradição oral e o seu caráter épico como "verdades", resguardando os descobridores como heróis de uma época, descrevendo suas conquistas e a coragem de terem percorrido uma região considerada inóspita. Ao mesmo tempo, destacavam as dificuldades enfrentadas por eles. Todavia, Goiás sob o olhar dos viajantes era apenas um deserto de homens, sem estrutura e perspectivas de vida, sem estradas e meios de comunicações, inertes, parados diante do ócio, muito diferente das atitudes e valores da vida europeia. Perplexos diante da realidade que lhes ofuscava não conseguiam perceber as razões econômicas e sociais que levaram a Província àquela situação.

Por fim, como resultado de suas viagens e a publicação de seus relatos, esses homens-viajantes saíam de suas terras como aventureiros e voltavam como heróis. Ao produzirem suas narrativas, propiciaram a criação de uma imagem e impressão, pondo-se, ao mesmo tempo, como tradutores e intérpretes de uma realidade natural, física e humana diferente das suas: a intenção era sempre realçar as diferenças.

A documentação de viagem contribui para localizar e perceber o ímpeto das enfermidades em Goiás na primeira metade do século XIX, silenciadas, muitas vezes, em outras fontes institucionais. Convém lembrar, todavia, que nem sempre os diagnósticos feitos pelos viajantes ou por seus informantes permaneceram e se confirmaram em decorrência da própria circunscrição da medicina.

**Referencia Bibliográfica**

CASTELNAU, Francis. *Expedição às regiões centrais da América do Sul*. Belo Horizonte/Rio de Janeiro: Itatiaia, 2000.

CHERNOVIZ, Pedro *Dicionário de medicina popular*. Luiz Napoleão 2. ed. Rio de Janeiro: Tipografia Laemmert. 1851

CHERNOVIZ, Pedro *Dicionário de medicina popular*. Luiz Napoleão 6. ed. Paris: A. Roger & F. Chernoviz.1890

FREIRY, Gilberto, 1900-1987, *Casa-grande & senzala*: formação da família brasileira sob o regime da economia patriarcal / Gilberto Freyre; apresentação de Fernando Henrique Cardoso. — 51ª ed.rev. — São Paulo : Global, 2006. — (Introdução à história da sociedade patriarcal no Brasil ; 1)

FREITAS. Lena C. B. Ferreira (org.). *Saúde e doenças em Goiás*: *uma medicina possível*. Goiânia: UFG, 1999.

GARDNER, George. *Viagens no Brasil. Principalmente nas províncias do norte e nos Distritos de ouro e do diamante*. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/Edusp, 1975.

LE GOFF, Jacques. *A doença tem história*. Lisboa: Terramar, 1985

LIMA, Tânia Andrade. Humores e odores: ordem corporal e ordem social no Rio de Janeiro, século XIX. *Revista História, Ciências, Saúde*. Manguinhos, vol.II, nº 3, p. 44-96, 1995-6.

POHL, Johann Emanuel. Viagem no interior do Brasil; empreendida nos anos de 1817 a 1821. Rio de Janeiro, Instituto Nacional do Livro, 1951.

PORTER, Roy, 1946-2002. *Das tripas coração* / Roy Poter; tradução Vera Ribeiro. – Rio de Janeiro: Record, 2004.

PORTER, Roy. *História do corpo*. In: BURKE, Peter. A escrita da história: novas perspectivas. São Paulo: Edusp, 1991.

REVEL, Jacques; PETER, Jean-Pierre. *O corpo: o homem doente e sua história*. In: LE GOFF, Jacques; NORA, Pierre. História: novos objetos. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.

SANTOS FILHO, Lycurgo de Castro. Medicina no Brasil colonial. In: Sérgio Buarque de Holanda (Org.). *História geral da civilização brasileira*. São Paulo, Difel, 1985, tomo I, vol 2, p.467-89.

# A Formação do bom crítico no ensaio "Do padrão do gosto", de David Hume

Fernando Ferreira da Silva - Bolsista PIBIC/CNPQ

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Carla Milani Damião

Faculdade de Filosofia – FAFIL

E-mail: fer13fsilva@gmail.com

RESUMO: No ensaio "Do padrão do gosto", David Hume trata da dificuldade de se estabelecer um padrão para o gosto, ou seja, uma regra que determine a apreciação das obras de arte como belas ou disformes. Nesse ponto, tanto o senso comum quanto uma filosofia cética concordam com o provérbio de que "gosto não se discute", o que elimina a possibilidade de um padrão e relega o gosto a um relativismo. A solução de Hume para tal problema parece se concentrar na construção da figura do bom crítico. Este, obedecendo a critérios específicos, estabeleceria seus juízos como uma referência para a aprovação ou reprovação de uma obra artística. O presente trabalho pretende analisar em que medida os critérios explicados por Hume são etapas de uma educação estética que prepararia o bom crítico para ser uma referência em matéria de gosto, além de mostrar como essa solução combateria o relativismo do provérbio.

PALAVRAS-CHAVE: Hume; Estética; Moral; Gosto; Sentimento; Iluminismo Escocês.

## 1. Introdução

O debate sobre o gosto se desenvolveu de maneira notável no contexto intelectual britânico do século XVIII, em especial no Iluminismo Escocês. Embora a discussão sobre o gosto existisse desde o Renascimento, tendo como participantes artistas e críticos, no contexto britânico ela contou com a participação de nomes não diretamente ligados à arte, mas filósofos, moralistas, políticos ou, para usar o termo que comumente designa esses intelectuais, "homens de letras" (*men of letters*). Podemos indicar, através de Laurent Jaffro, que a grande diferença entre o tratamento que esses homens de letras dão as questões estéticas, e o modo que elas foram anteriormente tratadas, está na perspectiva como o belo é abordado (JAFFRO, 2011, p. 117). Segundo Jaffro, na perspectiva da crítica de arte e da poética clássica, o belo era estudado a partir de obras de arte particulares. Na perspectiva dos britânicos, o estudo do belo é feito a partir do estudo das relações entre o espectador e o

objeto, entre a forma da obra artística e seu conteúdo, entre as possíveis relações entre ética e estética. O interesse pela questão do gosto e pelas artes nesse período específico (século XVIII) se deve ao desenvolvimento e proliferação de espetáculos artísticos nas grandes cidades da Europa, aliado a ascensão e influência social da burguesia. Dessa conjuntura, surge a preocupação de formar um público, no qual uma habilidade específica de apreciar se faz necessária, não apenas para a percepção dos objetos artísticos próprios da cultura de origem do indivíduo, como também os de culturas estrangeiras (KORSMEYER, 2008, p.230-231).

David Hume, filósofo escocês comumente associado ao empirismo e ao ceticismo, dirigiu seu pensamento precisamente à discussão sobre o gosto e sua relação com a vida social. Tendo recebido influência de alguns intelectuais anteriores a ele nessa discussão, como Francis Hutcheson e o terceiro Conde de Shaftesbury, contribui também para o debate em questão com alguns ensaios dedicados ao assunto. Destes podemos citar: "Da delicadeza do gosto e da paixão", "Do padrão do gosto" e "Da arte de escrever ensaios".

O ensaio que é nosso objeto de estudo, "Do padrão do gosto", foi publicado originalmente em 1757, em um volume com outros três ensaios, "Da Tragédia", "História Natural da Religião" e "Dissertação sobre as paixões". Nele, Hume propõe-se a buscar, na esfera do gosto, "uma regra pela qual se possam conciliar os vários sentimentos dos homens, ou ao menos garantir uma decisão confirmando um sentimento e condenando o outro" (HUME, 2008a, p. 175). Antes disso, porém, Hume considera a dificuldade da tarefa e os argumentos que se colocam contra ela. Com relação a isso, tanto o cético quanto o senso comum concordam com o provérbio segundo o qual "gosto não se discute"[1]. Entretanto, a certa altura do ensaio, Hume parece dirigir seus argumentos à formulação, ou enunciação, de fatores que devem ser considerados para um gosto que se queira como referência. É na figura do bom crítico que o padrão do gosto surge, como uma forma de solucionar querelas dessa natureza. O presente trabalho pretende analisar em que medida os fatores explicitados e explicados por Hume são etapas ou critérios de uma educação estética, que prepararia o bom crítico para ser uma referência em matéria de gosto.

## 2. Metodologia

[1] Como se pode ver em CARROLL (1984, p. 181), o ditado possui sua origem na máxima latina *de gustibus non est disputandum.* Literalmente: "sobre questões de gosto não se pode disputar".

A metodologia utilizada teve por base a pesquisa bibliográfica comum à pesquisa filosófica, consistindo na leitura, fichamento e análise das obras de autoria do filósofo David Hume. Além disso, foram feitas leituras cotejadas de alguns dos textos mais relevantes à pesquisa no original em inglês com as traduções existentes em português, bem como a leitura assistida dos textos originais em língua inglesa.

O ensaio "*Of The Standard Of Taste*", fundamental à pesquisa, foi cotejado com quatro diferentes traduções: a primeira tradução está presente na edição das obras de Hume na coleção Os Pensadores (HUME, 1999); a segunda, pertencente a Luciano Trigo, se encontra no volume *Ensaios Morais, Políticos e Literários* da Editora Topbooks (HUME, 2004b)[2]; a terceira foi feita como parte da dissertação de mestrado de Rafael de Souza Marques (MARQUES, 2012); a quarta tradução, que adotamos como referência nesta pesquisa, foi feita por Márcio Suzuki e Pedro Pimenta, e está presente em *A Arte De Escrever Ensaio* da Editora Iluminuras (HUME, 2011). Os ensaios *Of The Delicacy Of Taste And Passion* e *My Own Life* tiveram sua leitura acompanhada no grupo de estudos *Taste Matters*.

Também foram lidos e estudados comentários sobre a estética no Iluminismo Britânico e sobre a teoria moral e do gosto de David Hume. Estes outros textos foram adotados para adicionar novos elementos à leitura e compreensão dos textos de Hume e do contexto intelectual no qual suas teorias se desenvolvem. Foram adotados tanto bibliografia de pesquisadores nacionais quanto de pesquisadores estrangeiros.

## 3. Resultados

O primeiro resultado obtido com a pesquisa foi a participação no grupo de estudos *Taste Matters*. O grupo esse criado pelo professor orientador com o objetivo de ler, juntamente com outros alunos interessados em Estética, os textos de David Hume relativos à questão do gosto no idioma original.

Além disso, tivemos como resultado a apresentação de trabalhos acadêmicos em dois eventos de pesquisa na área de Filosofia realizados em 2013.

O primeiro evento foi o XVI Encontro Nacional de Pesquisa em Graduação em Filosofia da USP, realizado de 15 a 19 de abril, em São Paulo-SP. Nesse evento foram

[2] Utilizaremos o sistema de chamadas da ABNT para distinguir textos diferentes do mesmo autor publicados no mesmo ano. É por esse motivo que algumas referências trazem letras ao final do ano de publicação.

apresentados os resultados parciais do objetivo geral da pesquisa, a saber, compreender a formação do bom crítico na teoria do gosto de Hume.

O segundo evento foi a XX Semana de Filosofia e XV Semana de Integração Graduação/Pós-Graduação da Faculdade de Filosofia da UFG, realizada entre os dias 08 e 12 de Julho, em Goiânia-GO. Nesse evento, por sua vez, apresentamos um trabalho a respeito da importância do gosto no pensamento de Hume, tanto para a moral quanto para o conhecimento.

## 4. Discussão

### O gosto em Hume

Embora não possamos abordar com profundidade essa relação, é necessário enfatizar que, para Hume, o gosto se associa diretamente com a moral. Tal fato é recorrente no debate sobre o gosto, e atesta o modo como aquilo que mais tarde será englobado em uma disciplina autônoma, a Estética, se encontrava dependente de outras áreas da investigação filosófica, como a Ética. Na *Investigação sobre os princípios da moral* (HUME, 2004c), essa relação aparece através de uma similitude existente entre a apreciação do bom moral e do belo. Parece-nos, inclusive, que Hume encontra no gosto um critério de avaliação da ação moral além de um caráter normativo, que orientaria a ação moral do agente de acordo com a felicidade, experimentada ou presenciada, opondo-se a frieza da avaliação racional:

> Assim, os distintos limites e atribuições da razão e do gosto são facilmente determinados. A razão transmite o conhecimento sobre o que é verdadeiro ou falso; o gosto fornece o sentimento de beleza e deformidade, de virtude e vício. A primeira exibe os objetos tal como realmente existem na natureza, sem acréscimo ou diminuição; o segundo tem uma capacidade produtiva e, ao ornar ou macular rodos os objetos naturais com as cores que toma emprestadas do sentimento interno, erige, de certo modo, uma nova criação. A razão, sendo fria e desinteressada, não é um motivo para a ação, e apenas direciona o impulso recebido dos apetites e inclinações, mostrando-nos os meios de atingir a felicidade ou evitar o sofrimento. O gosto, como produz prazer ou dor e com isso constitui felicidade ou sofrimento, torna-se um motivo para a ação e é o princípio ou impulso original do desejo e da volição. A partir de circunstâncias e relações conhecidas ou supostas, a primeira nos conduz à descoberta das que são ocultas ou desconhecidas. O segundo, quando todas as circunstâncias e relações estão dispostas à nossa frente, faz-nos experimentar diante desse todo um novo sentimento de censura ou aprovação (HUME, 2004c, p. 377-378).

A passagem acima demonstra o local prioritário em que o sentimento se encontra no pensamento de Hume. Esse aspecto retoma o caráter imediato do sentimento e do gosto na natureza humana, configurando-se como aquilo que permite sentir imediatamente a virtude e a

beleza de uma ação. O que é transmitido através dos sentidos recebe, pelo gosto, uma qualidade afetiva. Nas palavras de Dabney Townsend: "Como um termo crítico, 'gosto' está bem estabelecido. Ele faz do sentimento e do prazer a evidência primária para a virtude e a moral. Tem uma função de julgamento e é produtivo, no sentido em que está ligado ao humor e ao gênio" (TOWNSEND, 2001, p. 180, tradução nossa).

Assim, podemos afirmar que "o problema de um padrão do gosto consiste essencialmente em estender o evidente valor de um sentimento [individual e subjetivo] para uma comunidade" (TOWNSEND, 2001, p. 187, tradução nossa). Passemos à análise do ensaio "Do padrão do gosto".

**Do padrão do gosto**

Inicialmente, Hume faz um levantamento a respeito das dificuldades referentes a sua tarefa de encontrar um padrão para os juízos de gosto. A principal vertente contrária partiria de "uma espécie de filosofia" (HUME, 2008a, p. 175), identificada por Hume como "uma filosofia cética", que concorda com o senso comum na afirmação de que "gosto não se discute". Isso porque os juízos de gosto não ofereceriam outro padrão de correção além do sentimento individual daquele que os enuncia, diferentemente dos juízos de natureza científica, cuja veracidade pode ser confirmada na realidade. Essa visão afirmaria um relativismo no gosto, já que este, como sugere Hume, varia mesmo entre pessoas de uma mesma classe social, cultura, língua e educação recebida. Em todo caso, o autor enfatiza que haverá outra espécie de senso comum que se oporá à visão do provérbio, entendendo que a completa igualdade entre gostos seria uma extravagância. A partir da ideia de que diferentes autores podem apresentar em suas composições alguns elementos, como gênio e elegância no exemplo de Hume, em maior ou menor grau, esse outro senso comum nos possibilitaria a busca por um padrão de gosto.

Em primeiro lugar, aquele que deseja que seu juízo sobre o sentimento da beleza valha como referência deve ter a "perfeição dos sentidos", ou, dito de outra forma, deve gozar da saúde dos órgãos e faculdades dos sentidos. A perfeição dos sentidos é o primeiro critério apresentado por Hume. Ele exemplifica a importância desse critério chamando a atenção para o fato de que determinadas doenças distorcerem o funcionamento dos sentidos, dificultando a própria percepção dos objetos. Assim, não se deve dar ouvidos a um homem febril que queira

ser juiz em matéria de sabores, nem a um homem com icterícia que queira ser referência em cores. Este é um critério da natureza física que parece apenas tirar de discussão aqueles cujos órgãos sensoriais não estejam em plena saúde. A adequada percepção da beleza, bem como o padrão do gosto, não reside apenas nesse critério, de modo que Hume não deixa de manifestar uma desconfiança para com os sentidos ao dizer que certos "incidentes e situações particulares podem lançar uma falsa luz sobre os objetos, ou impedir que a luz verdadeira transmita à imaginação o sentimento e a percepção próprios" (HUME, 2008b, p. 179). Tais incidentes ocasionam equívocos na avaliação da beleza, promovendo a variedade nos juízos de gosto.

É importante notar que uma "variedade de gostos" é distinta de um "relativismo de gostos". Dizer que há uma variedade de gostos é reconhecer que há um padrão de gosto possível de ser alcançado, mesmo que o que se encontre na vida cotidiana, em matéria de gosto, sejam apenas discordâncias. Essas podem ser vistas como desvios em relação ao verdadeiro padrão de gosto, de acordo com variações relativas à cultura, à época e à língua. Por outro lado, dizer que há um relativismo de gosto é assumir que não há um padrão a ser buscado e adotar a visão do provérbio, de que "gosto não se discute", na qual tanto o senso comum quanto o cético concordam.

O próximo critério apresentado por Hume, na sequência do ensaio, como que complementa a saúde dos sentidos para apreciar a beleza, sem correr o risco dos "incidentes particulares" que turvariam a percepção. Trata-se da delicadeza de gosto. A delicadeza é também um fator importante para um gosto de referência, pois a delicadeza dá ao seu possuidor a fina sensibilidade para o entendimento de beleza, e sua falta é fonte de irregularidade e variedade nos sentimentos de beleza e deformidade. A falta de delicadeza, assim como a imperfeição dos sentidos, deve ser evitada para que um padrão gosto seja alcançado.

Ao mencionar a delicadeza, é necessário nos voltarmos para outro ensaio de Hume: "Da delicadeza do gosto e das paixões"[3]. Nesse ensaio, Hume aborda dois tipos de delicadeza: a delicadeza de paixão e a delicadeza de gosto. A primeira delicadeza "amplia tanto a esfera de nossa felicidade como a de nossa miséria, tornando-nos sensíveis tanto a dores quanto a prazeres que escapam ao resto dos homens" (HUME, 2011b, p. 14). A delicadeza de paixão

[3] HUME, David. Da delicadeza do gosto e das paixões In: *A arte de escrever ensaio*. Tradução de Márcio Suzuki e Pedro Pimenta – São Paulo: Iluminuras, 2008a.

torna os homens mais sensíveis aos sentimentos que temos no dia-a-dia, nas práticas do convívio social e nos incidentes da vida, favores e injúrias que recebemos no cotidiano, abrindo caminho pra paixões violentas que venham a acometer seus possuidores. A delicadeza de gosto se refere à sensibilidade para a beleza ou deformidade, para "julgar o caráter dos homens, as composições do gênio e as produções das artes mais nobres", proporcionando paixões clamas. Segundo Hume, a delicadeza de gosto é tão desejada quanto a delicadeza de paixão é lastimada:

> A delicadeza de gosto tem, em suma, o mesmo efeito que a delicadeza de paixão: ela amplia tanto a esfera de nossa felicidade como a de nossa miséria, tornando-nos sensíveis tanto a dores quanto a prazeres que escapam ao resto dos homens (HUME, 2008a, p. 14).

Ambas as delicadezas nos tornam mais sensíveis. A delicadeza de gosto, à beleza ou à deformidade. A delicadeza de paixão à felicidade ou ao sofrimento. A delicadeza do gosto é uma paixão calma, em oposição às paixões violentas provenientes da delicadeza de paixão[4]. Assim, a delicadeza de gosto não apenas amplia nossa sensibilidade ao belo, como também auxilia a delicadeza de paixão, já que um gosto cultivado através dela resguarda o indivíduo dos inconvenientes de uma paixão delicada. Nas palavras de Lívia Guimarães:

> Gosto é a paixão calma em que as paixões violentas são convertidas depois de repetida exposição a cenas agradáveis e desagradáveis da vida. [...] Em sua visão, embora os efeitos do infortúnio nunca possam ser totalmente neutralizados, o cultivo de gosto fortalece o entendimento do agente e do senso comum. Torna possível contrabalançar hipersensibilidade, bem como para intensifica a sensibilidade às paixões "ternas e agradáveis" (GUIMARAES, 2003, p. 189, tradução nossa).

É a partir do refinamento do gosto e do desenvolvimento dessa delicadeza que o indivíduo pode lidar com as paixões violentas, pois "ele aprimora nossa sensibilidade para todas as paixões ternas e agradáveis, ao mesmo tempo em que torna a mente inapta para as emoções mais tumultuosas e rudes" (HUME, 2008a, p. 15).

Maria Isabel Limongi, no artigo "O fato e a norma do gosto" (LIMONGI, 2006), enxerga, em matéria de gosto, uma relação regular entre uma determinada forma, presente na composição artística, e o sentimento que ela provoca. Essa interpretação remete ao princípio de causação da epistemologia humeana aplicada ao gosto, de modo que a forma seria uma causa e o sentimento seu efeito. Na epistemologia, a irregularidade (ou contingência) de uma

[4] Essa distinção remete a uma nota de rodapé presente na tradução da editora Topbooks (HUME, 2004a, p. 95), retirada da edição original (HUME, 1987b, p. 3), onde é dito que o gosto, em si mesmo, é uma paixão calma. Já a delicadeza de paixão é "a predisposição a ser fortemente afetado por paixões violentas em face dos favores e ofensas, honrarias e desfeitas e outros acidentes da vida que escapam ao nosso controle".

relação de causação, segundo Limongi apresenta, reside nas circunstâncias acidentais que se associam à causa e que por isso podem provocar efeitos diversos. A menos que se conheça a totalidade de circunstâncias acidentais que estão presentes junto à causa, não podemos dizer que um determinado efeito sempre se seguirá de uma causa. Na esfera do gosto, se alcança essa percepção das circunstâncias acidentais através da delicadeza de gosto. Assim pode-se notar perfeitamente qual sentimento é provocado por qual forma, sem se deixar confundir por outra forma acidental ligada a ela. Aqueles que não possuem a delicadeza de gosto não percebem essas circunstâncias acidentais, que muitas vezes ocultam a forma que causa o verdadeiro sentimento, e podem tomar como belo algo que não o é ou ignorar a beleza de uma forma sem a perceber.

Voltando ao ensaio "Do Padrão do Gosto", Hume explica a delicadeza de gosto através de um exemplo extraído do *Dom Quixote* de Cervantes:

> É com boa razão, diz Sancho ao cavaleiro narigudo, que pretendo saber julgar de vinhos: esta é uma qualidade hereditária em nossa família. Dois de meus parentes foram certa vez chamados a opinar sobre um barril de vinho supostamente excelente, pois era antigo e de boa safra. Um deles saboreia, considera e, após madura reflexão, declara que o vinho é bom, não fosse por um ressabio de couro que percebera nele. O outro, depois de usar as mesmas precauções, também dá veredicto favorável ao vinho, com a ressalva de um gosto de ferro que facilmente distinguira ali. Não podes imaginar o quanto foram ridicularizados por seus juízos. Mas quem riu por último? Esvaziado o barril, encontrou-se no fundo dele uma velha chave de ferro presa a uma correia de couro (HUME, 2008b, p. 180).

Através desse exemplo, Hume faz uma analogia entre gosto físico, referente ao paladar (ou ao que é meramente sensório), e o gosto mental, que se refere aos sentimentos de beleza e deformidade. Como a situação descrita sugere, ambos os gostos são passíveis de delicadeza. Hume explica que, do mesmo modo que o delicado gosto físico dos parentes do Sancho lhes permitiu identificar no vinho o couro e o ferro, um delicado "gosto mental" permite que seu possuidor perceba as mais diminutas belezas presentes em uma composição artística. Como se pode perceber pela ampla discussão a respeito desse conceito, a delicadeza – como paixão calma – é o critério norteador da teoria do gosto de Hume e, portanto, é essencial para o padrão do gosto.

A delicadeza mantém estreita relação com aquilo que Hume chama de "regras gerais da beleza", sendo através daquela que podemos percebê-las na composição artística, por

menor que seja o seu grau[5]. Para ele, tais regras não podem ser definidas *a priori*, mas através da experiência, "e elas não passam de observações gerais sobre aquilo que tem sido universalmente considerado como agradável em todos os países e épocas" (HUME, 2008b, p. 177). Isso não significa que essas regras sejam facilmente reconhecidas. Na verdade, elas são tão sutis que demandam uma série de circunstâncias[6] para que o funcionamento da mente produza o sentimento que seja conforme essas regras. Ao reconhecer tais regras pela delicadeza, tem-se um parâmetro ou princípio reconhecido para justificar o veredito de um juízo estético. Usando ainda a analogia do *Dom Quixote*, essas regras são como a chave pressa à correia de couro que, quando encontrada, justificou o juízo dos parentes de Sancho, confirmando sua perícia em matéria de vinhos.

A utilidade de se poder reconhecer/produzir tais regras gerais é importante para superar as disputas ou conflitos relacionados com uma obra de arte particular. Essas possíveis disputas se relacionam com o entrave contra a figura do mau crítico que, não podendo reconhecer esses princípios com a clareza e totalidade do bom crítico, emite juízos equivocados. A maneira de subjugar o mau crítico, em uma possível controvérsia sobre uma obra particular, é apresentar-lhe o princípio que ele ignora ao emitir seu juízo ou mostrar como este se opõe a uma reconhecida regra de composição, levando-o assim a concluir que ele próprio não possui suficiente delicadeza para ser uma referência em matéria de gosto. Daí a necessidade de alguém livre de preconceitos e capaz de enxergar tais princípios de arte de aceitação geral, para que sirva de autoridade contra o mau crítico, mostrando-lhe que princípios ele ignora ao formular seus juízos.

Para estabelecer os juízos de beleza, Hume nomeia práticas guiadas pelo critério de delicadeza. A primeira delas é a frequente contemplação de uma beleza particular, para que o estranhamento do primeiro contato com uma obra não turve o sentimento a respeito dela, evitando assim juízos inadequados. Segundo ele, nossos julgamentos se tornam mais exatos e sutis quando adquirimos experiência na prática da contemplação. A segunda prática é a comparação entre os diversos tipos de beleza que se contempla, para que haja segurança ao indicarmos os méritos de uma determinada obra. Essa segunda prática só é possível a partir da primeira. A comparação é como um degrau que se tem que chegar conforme se avança na prática da contemplação. A importância das práticas reside também na possibilidade de

[5] Em Hutcheson corresponderia a encontrar a "uniformidade em meio à variedade", embora Marques (2011) indique muitas divergências entre as noções de regras da arte entre ele e Hume.
[6] Dentre as quais podemos citar: a "serenidade da mente", "concentração de pensamento", "devida atenção ao objeto", bem como "o lugar e a hora apropriados" para observar a obra.

refinar o gosto mental, aperfeiçoando a delicadeza de gosto. Tal como a prática facilita a execução das obras de arte (pelo aperfeiçoamento técnico do artista), as práticas de contemplação e comparação são passos para a consecução do juízo de gosto.

O último critério apresentado por Hume necessário ao bom crítico é a ausência de preconceitos na avaliação de uma obra. Isso significa dizer que ele deve avaliar apenas o que é apresentado na obra. O bom crítico não deve, ao formular seus juízos, levar em consideração opiniões alheias, particularidades ou interesses que estejam em jogo. Para mitigar a ação do preconceito, bem como para entender a obra como um todo (entender a totalidade de suas propriedades e fins) e o fim que o artista visa com ela, Hume traz para a discussão o bom senso. Para alguns intérpretes, como Carroll, o bom senso figura como um critério a parte. Todavia, nos parece que esse critério vem complementar a importância da ausência de preconceitos para a justa consideração da obra de arte. O bom senso permite ao bom crítico considerar o único interesse que merece ser observado: se a obra alcança o objetivo que o artista pretendia ao produzi-la, se seus meios são adequados aos seus fins. O bom crítico deve ainda ter o cuidado de considerar o contexto cultural de produção da obra, o local e o tempo no qual ela foi concebida, e ser tolerante com a possível estranheza dessa cultura, onde a obra foi produzida, em relação a essa onde agora ela se apresenta. Para que isso seja feito é necessária tanto a ausência de preconceitos quanto o bom senso.

Retomando a importância dos critérios para a formação do bom crítico, Hume afirma:

> Quando o crítico não tem delicadeza, julga sem nenhuma distinção e só é afetado pelas qualidades mais grosseiras e palpáveis do objeto: os toques mais finos não são notados e levados em conta. Quando não é auxiliado pela prática, seu veredicto é acompanhado de confusão e hesitação. Quando nenhuma comparação foi empregada, as belezas mais frívolas, que antes mereciam o nome de defeitos, são o objeto de sua admiração. Quando se encontra sob a influência do preconceito, todos os seus sentimentos naturais são pervertidos (HUME, 2008b, p. 186).

Assim, ao mostrar nessa passagem aquilo que deve ser evitado para um gosto de referência, Hume constrói a imagem do bom crítico, figura que incorporaria os critérios enunciados, estabelecendo-se como autoridade em matéria de gosto. Ele deve: gozar de plena saúde dos sentidos; ter delicadeza de gosto; praticar a contemplação e a comparação de belezas e não ter preconceitos e ter bom senso. Os juízos do bom crítico erigiriam, em acordo com o objeto, o padrão do gosto, e serviram de matéria para a resolução de discordâncias sobre a beleza de uma ou outra obra de arte problemática. O problema de legar à figura do

crítico a responsabilidade pelo padrão do gosto está no fato de que, com isso, chegamos a uma nova aporia reconhecida pelo próprio autor: onde encontrar o bom crítico?

O problema final do ensaio é este: encontrar o bom crítico de que nos fala Hume. Se qualquer um dos critérios enunciados por ele não for observado, não teremos um juízo confiável sobre a beleza. Encontrar esses críticos, que apresentam todas as características necessárias para se fazer referência, é uma tarefa que, segundo o autor, levaria nos a uma incerteza tão grande como a do início do ensaio. O motivo da dificuldade de se encontrar o bom crítico se deve ao rigor dos critérios em relação à tendência dos homens de ceder às imperfeições que os critérios pretendem justamente superar. Nas palavras de Hume:

> [...] E é por isso que o verdadeiro juiz nas artes finas é um caráter raro de ser observado, mesmo durante as épocas mais polidas; só um senso forte, unido a um sentimento delicado, aprimorado pela prática, aperfeiçoado pela comparação e despido de todo o preconceito, pode dar aos críticos um direito a esse caráter valoroso; e a confluência de tudo isso no veredicto, onde quer que ele se encontre, é o verdadeiro padrão de gosto e beleza (*ibidem*).

Após essa nova aporia, "Onde encontrar o bom crítico?", o ensaio retoma sua forma paradoxal. Hume passa a analisar outros fatores menores que despertariam nossa estima ou reprovação em relação às obras artísticas. No caso de fatores que causam reprovação, Hume dedica especial ao fanatismo religioso e às obras que descrevem comportamentos imorais por parte dos personagens. Nota-se que o autor não oferece, explicitamente, uma solução definitiva para o padrão do gosto. Se o padrão reside no bom crítico, mas não temos como encontrá-lo objetivamente, não temos um padrão do gosto.

## 5. Conclusão

Da aporia final do ensaio, baseado na exposição e análise dos critérios, podemos inferir algumas orientações afirmativas:

1. A possibilidade de uma educação estética por meio das práticas referidas (contemplação e comparação) a partir de uma seleção de indivíduos que satisfizessem os critérios enunciados. Isso implica buscar o bom crítico entre aqueles que apresentem plena saúde de seus sentidos, delicadeza de gosto (que não sabemos dizer de onde seria proveniente, mas cujas práticas de contemplação e comparação aperfeiçoariam) e uma atitude sem preconceitos para com as obras de

arte, gêneros artísticos e práticas culturais, o que de certo modo também poderia ser passível de uma educação.

2. A afirmação da variedade de gosto e não do relativismo. Esta última conclusão aproxima Hume de Hutcheson e o afasta do relativismo do senso comum e do ceticismo. Parece-nos também que essa via não elimina a tarefa do bom crítico, que é julgar as obras problemáticas.
3. Constitui-se na figura do bom crítico o espaço de subjetividade que reúne sensibilidade e entendimento. Dada a posição de Hume em relação ao equilíbrio do convívio social e à natureza moral do gosto, podemos inferir também que o modelo de cidadão mais adequado é aquele que mais se aproxima da conjunção dessas duas esferas: sensibilidade e entendimento.

Hume não deixa de salientar a importância de se ter bom gosto. Segundo ele, no caso de um homem atento às belezas do discurso (ou, dito de outro modo, com perfeito gosto mental), dentro da esfera social da conversação, "a perfeição do homem e a perfeição do senso e do sentimento se encontram unidas" (HUME, 2008b, p. 182). O bom gosto mental é uma qualidade sempre desejável no contexto social e o melhor modo de identificá-lo é "recorrer aos modelos e princípios estabelecidos pelo consentimento e experiência uniforme das épocas e nações" (IDEM, *ibidem*). Além da relevância social do gosto, este se relaciona diretamente com o uso da razão, como o próprio Hume afirma:

> Sem mencionar que a mesma excelência nas faculdades, que contribui para o aprimoramento da razão, a mesma clareza de concepções, a mesma exatidão nas distinções, a mesma vivacidade na apreensão, são essenciais para as operações do verdadeiro gosto e são seus acompanhantes infalíveis. É raro, se não impossível, que o homem de senso com experiência numa arte não possa julgar a beleza desta, e não menos raro é encontrar homem dotado de gosto justo desprovido de entendimento sadio (HUME, 2008b, p. 185-186).

Entretanto, em vias de terminar o ensaio, Hume parece satisfeito em apontar o fato que os homens possuem gostos diferentes, e que alguns o têm melhor que outros (ou seja, estão mais de acordo com o sentimento universal), já que não lhe será possível apresentar um padrão do gosto. Assim, novamente é aceita a variação ou variaedade de gostos, na forma de preferências que indivíduos particulares podem ter por aspectos específicos de uma obra artística, como, por exemplo, a preferência de um pelo gênero da tragédia, outro pela comédia, etc. Hume ainda considera que em um mesmo homem o gosto pode variar conforme o estágio de sua vida. "Essas preferências são inocentes e inevitáveis, e não seria razoável

transformá-las em objeto de disputa, porque não há padrão pelo qual possam ser decididas" (HUME, 2008b, p.190). As preferências pessoais não podem ser colocadas em disputa, mas as obras artísticas que merecem o aplauso universal sim. O que nos mostra que o padrão do gosto não pode ser um padrão de correção absoluto ao qual todos os gostos devem se reportar, ou que todos devem ter o gosto do bom crítico, que estaria dentro do padrão.

Sobre o padrão de gosto, assim como Marques, nós o vemos como "tão somente uma referência para os sentimentos, indicando quais autores que têm provocado uma admiração universal, logo, quais são os objetos que devemos conceder aplauso" (MARQUES, 2011, p.93). Para usar uma expressão de Hume, é uma regra para se "reconciliar os vários sentimentos dos homens", muitas vezes em conflito, a respeito de uma obra artística. É importante notar, embora não tenhamos nos atido a esta relação, que Hume lega ao gosto, juntamente com o sentimento, o fundamento da moral, e é interessante notar que, na sua "Investigação sobre os princípios da moral" (obra que ele considerava a mais relevante de sua produção[7]), ele não encontra problemas de relativismo nos juízos morais que tem a mesma base que os de gosto. No caso da Moral, o critério que orienta a aprovação (em grande parte) é a utilidade da virtude ou da ação moral em questão. O gosto, para Hume, vai além da apreciação das belezas artificiais. Este vai até a apreciação (se assim podemos dizer) das belezas morais[8]. No caso das "belezas artificiais" (em que se enquadram as obras de arte), aquilo que agrada não teria fundamento tão certo quanto na moral, sendo talvez mais sujeitos a variabilidade, fazendo-se necessária a figura do bom crítico como uma autoridade que resolve as disputas que podem se originar.

Podemos entender que as duas possibilidades de resolução da aporia, a educação estética do bom crítico e a variedade de gostos, não se excluem. A tarefa do bom crítico parece se dirigir apenas à indicação de quais obras de arte merecem o aplauso universal e resolução de conflitos e pontos de discordância que podem ter origem aí, de modo que o padrão que ele erige não fundamenta os gostos particulares. Assim, a variedade de gostos é tolerada por Hume, já que as pessoas têm preferências próprias que podem, inclusive, mudar com o passar do tempo e amadurecimento intelectual. A oposição de Hume parece ser contra o ceticismo do provérbio, que, na medida em que lança o gosto no relativismo, "contribui ativamente para a perversão do gosto, no que presta um desserviço aos homens" (LIMONGI,

[7] HUME, 1987, p. xxxvi
[8] O próprio "bom" da designação "bom crítico" já nos remete à dimensão moral do gosto. Outros autores, como Hutcheson, abordaram o gosto em analogia com a moral, de modo que não é improvável que Hume tenha sido influenciado por eles.

2006, 110), pois sem sentir a necessidade de refinar, aperfeiçoar e educar o gosto, estes abrirão mão de vantagens anteriormente descritas, no âmbito do conhecimento e da moral.

## 6. Considerações Finais

Por fim, devemos analisar se o plano de trabalho proposto nesta pesquisa que se encerra atingiu seus objetivos.

Dentre os objetivos propostos, geral e específicos, pudemos cumprir todos. Compreendemos a teoria do gosto de David Hume e o local em que esta se insere através de suas contribuições a respeito do padrão do gosto. Investigamos o modo como os critérios enunciados por Hume, no ensaio Do padrão do gosto, se articulam para formar a referência em matéria de gosto, na figura do bom crítico, e a possibilidade desse padrão fornecer um meio de formação estética para o cidadão. E, principalmente, obtivemos a experiência e o método necessários à pesquisa científica no campo da Filosofia.

A pesquisa foi executada em prazo hábil. Todas as etapas estipuladas no Plano de Trabalho foram respeitadas e os resultados esperados, até aqui, alcançados. Ainda que se encontrem tópicos que não foram abordados pela pesquisa, relativos ao padrão do gosto de David Hume, lembramos que isso se deve ao recorte por nós adotado e à limitação de um ano referente ao prazo da pesquisa.

Entre os aspectos positivos que podemos enumerar em relação a competências e habilidades adquiridas na pesquisa, enfatizamos: o desenvolvimento da leitura e estudo de material em língua estrangeira; o aperfeiçoamento da escrita acadêmica, sempre atenta as orientações e normas da ABNT; o trabalho de levantamento de bibliografia relevante para a pesquisa, em fontes nacionais (livros, artigos, teses e dissertações) e internacionais (artigos e livros).

As atividades do grupo de estudos Taste Matters foram providenciais para a compreensão dos textos de língua inglesa e o desenvolvimento da leitura da bibliografia neste idioma.

Em geral, a pesquisa de iniciação científica que agora encerramos nos proporcionou um ponto de entrada favorável no estudo da Estética, através deste tópico que, embora pouco estudado, está na origem dessa disciplina filosófica. Os problemas movimentados pelo debate sobre o gosto, como é o caso da atitude estética, o prazer estético, as relações entre o belo e o bom, bem como o lugar da crítica de arte, em virtude do primeiro contato proporcionado por

essa pesquisa, se apresentam a nós como possibilidades futuras de investigação e aprofundamento.

## 7. Referências

CARROLL, Noel. Hume's Sandard of Taste. In*: The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, Vol. 43, No. 2 (Winter, 1984), pp. 181-194.

GUIMARAES, Lívia. A Melancholy Skeptic. In: *KRITERION*. Belo Horizonte, nº 108, 2003; pp. 180-190.

HUME, David. Da delicadeza de gosto e de paixão. In: *A arte de escrever ensaio*. Tradução de Márcio Suzuki e Pedro Pimenta – São Paulo: Iluminuras, 2011a.

_____ Da Delicadeza de gosto e da paixão. In: *Ensaios morais, políticos e literários*. Tradução de Luciano Trigo – Rio de Janeiro: Topbooks, 2004a.

_____ Do padrão do gosto. In: *A arte de escrever ensaio*. Tradução de Márcio Suzuki e Pedro Pimenta – São Paulo: Iluminuras, 2011b.

_____ Do padrão do gosto. In: *Ensaios morais, políticos e literários*. Tradução de Luciano Trigo – Rio de Janeiro: Topbooks, 2004b.

_____ Do padrão do gosto. In: *Investigação acerca do entendimento humano*; *Ensaios morais, políticos e literários* (Os Pensadores). Tradução de: Anoar Aiex, João Paulo Gomes Monteiro, Armando Mora D'Oliveira. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999; pp. 333-350.

_____ *Investigação sobre os princípios da moral*. Tradução de José Oscar de Almeida Marques – São Paulo: Editora UNESP, 2004c.

_____ My Own Life. In: *Essays Moral, Political, Literary*. Indianapolis: Liberty Fund,1987a; pp. xxxi-xli.

_____ Of The Delicacy Of Taste And Passion. In: *Essays Moral, Political, Literary*. Indianapolis: Liberty Fund,1987b; pp. 3-8.

_____ Of The Standard Of Taste. In: *Essays Moral, Political, Literary*. Indianapolis: Liberty Fund,1987c; pp. 226-249.

JAFFRO, Laurent. Francis Hutcheson et l'héritage shaftesburien : quelle analogie entre le beau et le bien ? In: *Le beau et le bien.* C. Talon-Hugon et P. Destrée (org.). Nice: Éditions Ovadia, 2011. Disponível em: <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/17/43/17/PDF/Jaffro_Hutcheson_analogie.pdf> Acesso em: 28 de março de 2013.

KORSMEYER, Carolyn. Taste: Modern and Recent History. In: KELLY, Michael (ed.). *Encyclopedia of Aesthetics – Vol. 4*. New York: Oxford Univeristy Press, 1998; pp. 360-362.

LIMONGI, Maria Isabel. O fato e a norma do gosto: Hume contra um certo ceticismo. In: *Analytica*: Vol. 10, nº 2, p. 107-124, 2006.

MARQUES, Rafael de. *O padrão do gosto na filosofia de Hume: um argumento e seus aspectos*. 2011. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TOWNSEND, Dabney. *Hume's Aesthetic Theory: Taste and Sentiment*. London: Routledge (Taylor and Francis Group), 2001.

# As representações do sujeito lírico na obra poética de Arnaldo Antunes[1]

Orientando: Fernando Marinho FERREIRA (G - UFG) - fernandomferreir@gmail.com
Orientadora: Goiandira Ortiz de CAMARGO (PQ 2/CNPq - UFG) - g.ortiz@uol.com.br

RESUMO: No presente relatório analisamos como ocorrem algumas representações do sujeito lírico na obra poética de Arnaldo Antunes. Refletimos acerca dos fundamentos teóricos e poéticos que constroem base para a formação do sujeito lírico contemporâneo em suas diversas possibilidades de representação e, a partir dessa fundamentação, descrevemos como se dão tais representações em cinco poemas do autor estudado. Das cinco obras, duas contém um sujeito representado de maneira distanciada – uma voz infantil em "as árvores" (2006, p. 35) e outra niilista em "pessoa" (2006, p. 118) –; em "O meu tempo" (2009, p. 69) encontramos um sujeito lírico construído a partir das relações com a tecnologia atual; já em "nome-não" (1990, p. 07 à 09) é notável a representação de um sujeito que nega suas relações as mundo real; por fim, no poema "n.d.a." (2010, p. 14 à 17), encontramos um sujeito que se relaciona com a formação do sujeito empírico. São referências para este trabalho Hegel (1993), Staiger (1997), Hamburger (2007), Krisinski (2007), dentre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Sujeito lírico; representações; Arnaldo Antunes;

## INTRODUÇÃO

Encontramos na contemporaneidade um sujeito fragmentado, cindido, sem parâmetros claros para que possa se apoiar, ou ainda, que definam o que é o próprio eu. Este sujeito reconhece ter pouco domínio de suas ações e do mundo que o rodeia, não possuindo a autonomia e liberdade necessária que, não obstante, procura incessantemente afirmar como desejo íntimo. Atualmente, os alicerces que configuram o sujeito são demasiadamente complexos e múltiplos. O homem constitui-se a partir de fragmentos de experiências em realidades individuais que nos impossibilitam de configurar o sujeito empregando ideias de integridade e completude teorizadas por Descartes, instaurador do sujeito no século XVI. Embora Descartes seja o ponto de partida para discutir o sujeito na modernidade, suas ideias já não abarcam a complexidade histórica e filosófica que se apresenta ao homem contemporâneo.

[1] Revisado pela Orientadora

Do mesmo modo, o sujeito da poesia transforma-se segundo as aspirações e características do homem de seu tempo, partindo dele ou inovando-o. No romantismo, Hegel, primeiro grande pensador da lírica, postula que essa poesia tem sua unidade na expressão da interioridade subjetiva do poeta. Ou seja, para o pensador, o poema se forma num movimento de interiorizar o real, transformando-o em objeto de sua experiência interna e, por fim, exteriorizando-o sob um revestimento verbal. Deste modo, a poesia lírica é o instrumento no qual o eu compõe sua impressão única da realidade. Entretanto, o sujeito dessa poesia também passou por algumas transformações e agregou graus de complexidade que fazem com que necessitemos ir além do pensamento hegeliano para o compreendermos hoje.

Percebemos, ainda no romantismo, em artistas como Edgard Allan Poe, os irmãos Schlegel, entre outros, o poeta tomando maior consciência de seu fazer poético, agregando à sua arte estudos sobre a materialidade do poema e reflexões sobre a composição artística que vão além do movimento de interiorização proposto por Hegel.

Emil Staiger, já no século XX, propõe em seu *Conceitos Fundamentais da Poética* (1997) que o lírico tem como uma de suas características certo rompimento com as formas sintáticas padrões. O gênero em questão se constrói, para o autor, com "saltos da imaginação, como tendemos a falar em relação à linguagem de saltos gramaticais" (1997, p. 45 e 46). "A linguagem lírica parece desprezar as conquistas de um progresso lento em direção à clareza, - da construção paratática à hipotática, de advérbios a conjunções, de conjunções temporais a causais" (1997, p. 39).

Esse rompimento com a sintaxe padrão ocorre, segundo Staiger, pelo fato da obra lírica ser composta em momento de inspiração e não por estudo da língua e labor formal do poeta. Além disso, para o pensador alemão, o lírico é composto através da relação entre a significação das palavras e sua música e esse valor sonoro que resultaria na "disposição anímica" que o poema possibilita independe da lógica ou clareza.

Tais definições e características do lírico têm suas causas explicadas a partir da visão idealista própria de Staiger – visão esta que não tomaremos aqui. Entretanto, vale destacar que tanto o rompimento com a linguagem usual quando o hibridismo do lírico – permeando a sonoridade musical e a palavra significativa – são características inerentes ao gênero aqui estudado, independendo da explicação do porquê delas. Há em Staiger, portanto, apesar de sua visão idealista, um estudo acerca da materialidade do gênero lírico.

Estes estudos e reflexões acerca da materialidade do poema tornam-se cada vez mais uma constante no fazer poético moderno. Os concretistas seguem a constatação de Staiger acerca da desconstrução sintática ao bradar que

> o poema concreto, usando o sistema fonético (dígitos) e uma sintaxe analógica, cria uma área lingüística específica – "verbivocovisual" – que participa das vantagens da comunicação não verbal, sem abdicar das virtualidades da palavra, com o poema concreto ocorre o fenômeno da metacomunicação; coincidência e simultaneidade da comunicação verbal e não-verbal, com a nota de que se trata de uma comunicação de formas, de uma estrutura-conteúdo, não da usual comunicação de mensagens. (TELES, 2009, p. 563 e 564)

Toda essa gama de estudos, reflexões e tomadas de consciência acerca do fazer poético e da materialidade do poema possibilitaram a instauração de categorias muito singulares na arte contemporânea – dentre elas, o sujeito lírico. O sujeito poético atual se difere em muito daquele hegeliano que apenas interioriza o mundo ou do eu inspirado de Staiger. Na pesquisa, analisamos como as representações do sujeito lírico aparecem na poesia contemporânea de Arnaldo Antunes, poeta, músico, artista plástico e *performer*. Antunes é um artista que potencializa as conquistas modernistas de experimentação.

## METODOLOGIA

Partimos da leitura, fichamento e análise dos principais teóricos que estudam o sujeito lírico contemporâneo. Não obstante, não deixamos de lado os grandes expoentes do estudo da categoria em todos os tempos, como Descartes, na figura do instaurador do sujeito, e Hegel como primeiro grande teórico da lírica, entre outros que contribuíram para a pesquisa. A leitura da obra poética de Arnaldo Antunes foi contínua, ocorrendo durante todo o andamento do projeto. Levantamos e mantivemos diálogo com a fortuna crítica já existente sobre o poeta, compondo dessa forma bases teóricas e críticas sólidas para o desenvolvimento da pesquisa em questão.

Mantivemos encontros periódicos e regulares com a orientadora, no intuito de traçar possibilidades de escrita e leitura, sanar dúvidas, discutir análises e comentar relatórios elaborados no decorrer da pesquisa. Todas as etapas realizadas durante a pesquisa foram devidamente registradas e descritas e poderão constituir material útil para o desenvolvimento de futuras pesquisas relacionadas à poesia lírica contemporânea.

## DISCUSSÃO E ANALISE DO CORPUS

O sujeito lírico, na obra de Arnaldo Antunes está envolvido em um processo de criação consciente das possibilidades de manipulação do material poético, de seus meios de execução, distribuição e transformação que as tecnologias atuais oferecem. Nos poemas do autor, são perceptíveis os avanços alcançados pelos modernistas no estudo e manipulação da palavra, intensificados pelas possibilidades de criação advindas com os computadores, a

internet, o CD e tantas outras mídias da atualidade. Estas possibilidades instrumentalizam a composição de um sujeito lírico característico da contemporaneidade.

Arnaldo Antunes é um homem de seu tempo. Segundo o próprio autor (2009), ele é fruto de um tempo em que a diferenciação entre alta e baixa cultura já não fazem sentido. Cresceu em um momento em que as linguagens já haviam se misturado em função da tecnologia. Esse contexto de transformações e inovações é um *a priori* do qual o artista partiu com naturalidade, porque vem de uma geração posterior à da Tropicália, da Poesia Concreta, do Cinema Novo e do cinema *underground*. Arnaldo Antunes é um artista pós grandes inovações da arte da segunda metade do século XX e vive num tempo em que o poeta tem em mãos inúmeras ferramentas, propiciadas pela tecnologia, para criar e manipular o material artístico de maneira nunca antes alcançada.

O poeta em questão é um estudioso da arte e, principalmente, da escrita, seja pela própria observação do fazer poético de gerações anteriores, como a dos concretistas, seja pelo estudo universitário, ainda que interrompido (o artista cursou Letras na USP, com intenções de habilitação em licenciatura em português e bacharelado em linguística, embora não tenha se graduado em nenhuma). É um artesão da palavra com ferramentas de alta tecnologia. Conhecedor das possibilidades de criação e manipulação do século XXI, Arnaldo abraça toda a herança cultural que tem à disposição, de maneira consciente.

Ainda sobre as novas tecnologias no *fazer* artístico, vale citar um comentário de Haroldo de Campos (2009), presente na contracapa do livro *2 ou + corpos no mesmo espaço*. No pequeno trecho, o fundador concretista relembra uma afirmação de Walter Benjamin, na qual dizia que "a escrita estaria destinada a avançar *cada vez mais fundo no domínio gráfico de sua nova e excêntrica figuralidade*, que estaria reservada para o futuro a emergência de uma *escrita icônica (Bildschrift)*, na qual os poetas, antes de mais nada, *como nos primórdios, seriam expertos em grafia"* [os grifos designam a voz de Walter Benjamin e foram feitos por Haroldo de Campos]. Arnaldo Antunes, para Haroldo de Campos, é um artista "multimediatico e intersemiótico" que "representa, na jovem poesia brasileira, a assunção, na prática – na dimensão do fazer –, desse vaticínio benjaminiano". Essa assunção, na poesia de Arnaldo, só é possível através do contexto tecnológico em que está inserido.

Arnaldo Antunes é, portanto, um sujeito empírico inserido no contexto tecnológico e também estudioso da tradição moderna da arte, com todas as suas inovações e experimentações. Esse sujeito empírico influencia na construção de uma voz poética na obra de arte. Ressaltamos que essa "uma voz" não representa, e nem poderia representar, todo o complexo que é o sujeito empírico. Entretanto, há correlação entre o sujeito presente na obra

de arte e o seu autor. Na representação de uma voz que fala, o autor realiza uma manipulação e mediação de códigos estéticos, culturais e literários em que está inserido (KRISINSKI, Wladimir, 2007, p. 63). Observemos agora como ocorre essa correlação entre sujeito empírico, lírico e contexto em um poema de Arnaldo Antunes.

No poema "O meu tempo", presente em *2 ou + Corpos no mesmo espaço* (2009, p. 69), Arnaldo contrapõe dois tempos, o "meu" e o "seu":

> O meu tempo não é o seu tempo.
> O meu tempo é só meu.
>
> O seu tempo é seu e de qualquer pessoa, até eu.
>
> O seu tempo é o tempo que voa.
> O meu tempo só vai onde eu vou.

Sendo "o meu tempo" diferente do "seu tempo", visto que pertence apenas à "mim", enquanto "o seu tempo é o tempo que voa", o autor constrói uma representação dicotômica entre o tempo interno ao sujeito e o que corre no exterior:

> O seu tempo está fora, regendo.
> O meu dentro, sem lua e sem sol.
>
> O seu tempo comanda os eventos.
> O seu tempo é o tempo, o meu sou.

A primeira pessoa opõe as velocidades de si e do mundo, que é o interlocutor. Nesse dialogo, a realidade interna, "sem lua e sem sol", e externa, que "que comanda os eventos" são contrapostas. Refletindo apenas no poema escrito, poderíamos ficar inclinados a classificar a voz que diz "eu" como sendo o sujeito lírico do poema, enquanto o interlocutor, o mundo, seria o outro. Entretanto, esse específico livro de Arnaldo Antunes, no qual está inserido o poema em questão, vem acompanhando de um CD. Nele, o próprio poeta vocaliza alguns poemas e, dentre eles, "o meu tempo". Na leitura, notamos que não apenas uma voz representada, mas sim duas. Com a utilização da tecnologia, Arnaldo Antunes sobrepõe duas leituras, simultaneamente. Uma, lê os versos em que o "eu" fala. Diz, portanto, "o meu tempo não é o seu tempo", "o meu tempo é só meu", "o meu tempo só vai onde eu vou", etc. A outra, vocaliza "o seu tempo é seu e de qualquer pessoa, até eu", "o seu tempo é o tempo que voa", "o seu tempo é só um para todos", assim por diante. Essa leitura faz saltar aos olhos uma outra interpretação. Notamos que não apenas é sujeito lírico no poema a representação que fala "eu", mas também a que se relaciona com o mundo. Pensando dessa maneira,

percebemos que o poeta constrói uma espécie de fragmentação do sujeito em dois, o eu, isolado em si, e o sujeito no mundo:

> O seu tempo é só um para todos,
> O meu tempo é mais um entre muitos.
>
> O seu tempo se mede em minutos,
> O meu muda e se perde entre outros.
>
> O meu tempo faz parte de mim,
> não do que eu sigo.
>
> O meu tempo acabará comigo
> no meu fim.
>
> ANTUNES, Arnaldo. O meu tempo. In: ____. *2 ou + Corpos no mesmo espaço*. São Paulo: Perspectiva, 2009. p. 69.

Não diremos aqui que esta interpretação só é possível através da leitura gravada por Arnaldo Antunes, visto que os versos "o seu tempo é seu e de qualquer pessoa, / até eu", "O seu tempo é só um para todos", "O meu tempo acabará comigo", entre outros, nos permitiriam tal leitura.

Entendemos também que esta dicotomia já foi, naturalmente, abordada, mesmo que fundindo o eu e a realidade, como faz Arnaldo neste poema. Basta verificarmos alguns poemas de Drummond, como "O sentimento do mundo" (1980, p. 105), para confirmarmos isso. Entretanto, é notável a capacidade do poeta de utilizar novas ferramentas, como a gravação de vozes, a fim de colaborar com a representação do sujeito lírico em seu poema. Arnaldo Antunes recorre à tecnologia contemporânea para tratar de uma temática recorrente na modernidade, o sujeito na relação entre o eu e o mundo. A interpretação da construção desse poema, anexada à vocalização gravada em CD, só é possível considerando a tecnologia contemporânea e, consequentemente, levando em conta o contexto em que a obra foi produzida.

Por outro lado, é necessário sempre lembrar que o contexto dado de uma criação – autor, momento de produção, estilo, etc. – não devem ser considerados como condições únicas e *si ne qua non* para a interpretação de uma obra. A poesia do final do século XIX e do século XX consolidaram a capacidade do poeta de ser o criador de individualidades inventadas. Da construção, como fez Baudelaire, da figura de um Dândi favorável a carniças para estarrecer a sociedade parisiense à incrível capacidade de Fernando Pessoa em criar diversos heterônimos, tão singulares e expressivos, longo trajeto foi feito. Classificado por Keats como "a mais antipoética das criaturas na existência", o poeta deixa para trás, na

modernidade, sua identidade fixa, empírica, e passa a estar "o tempo todo esperando e ocupando algum outro corpo." (HAMBURGER, 2007, p. 68). Nas palavras do próprio Baudelaire, o poeta torna-se aquele que "goza do incomparável privilégio de ser, à sua vontade, ele mesmo e outrem" (HAMBURGER, 2007, p. 74).

Essa descoberta da capacidade criativa do poeta, ausentando seu "sujeito empírico" das obras poéticas, leva-nos à reflexão de Susanne Langer, citada por Michael Hamburger:

> A poesia, de fato, faz com que a vida apareça em certas formas, mas isso não é comentá-la. O próprio comentário, quando usado como um elemento poético, não é o comentário do poeta, mas do falante imaginário que o faz no poema. Seu nome pode ser simplesmente "eu"; mas isso também é uma parte da criação poética. (HAMBURGER, 2007, p. 160)

Todo "eu" que se apresenta na poesia é, portanto, representação. Poderíamos afirmar que, ainda que tenha a intenção por parte do poeta de ser confessional, a poesia é composta por palavras que criam sujeitos imaginários, virtuais.

A partir dessa concepção, pensemos o poema "nome-não", de Arnaldo Antunes, presente no livro *Tudos* (1990, p. 07 à 09):

os nomes dos bichos não são os bichos
o bichos são:
macaco gato peixe cavalo
macaco gato peixe cavalo
vaca elefante baleia galinha

Constata-se, nele, a imaterialidade da poesia, arte simbólica que está presa à sua simbologia. Nunca encontraremos poemas pela rua, não poderemos tocar neles, sentir o cheiro deles, a textura. Há vezes em que as artes plásticas constroem obras com o formato dos termos de um poema, mas o significante puro, a palavra, sem empréstimos do mundo material, é, por essência, tessitura de som. O poema "nome-não" é a constatação disso:

os nomes das cores não são as cores
as cores são:
preto azul amarelo verde vermelho marrom

os nomes dos sons não são os sons
os sons são

só os bichos são bichos
só as cores são cores
só os sons são
som são, som são
nome não, nome não
nome não, nome não

O sujeito que afirma que "os nomes das cores não são as cores/ as cores são / preto azul amarelo verde vermelho marrom" é a representação de um artista moderno, herdeiro de Baudelaire, Rimbaud e Pessoa, que conhece a arte como espaço de expansão da realidade, âmbito de criação que não é cópia do real e nem o precisa ser. Essa voz lírica não fala de si, não trata do eu de maneira explícita. Esse tipo de sujeito é comum na poética de Arnaldo Antunes. Há, em geral, representações de um observador do mundo, das palavras ou do próprio homem que se mantem distante, quase ausente. A subjetividade é demonstrada mais na maneira de observar do que por sentimentalismos ou reflexões sobre si mesmo:

> os nomes dos bichos não são os bichos
> os bichos são:
> plástico pedra pelúcia ferro
> plástico pedra pelúcia ferro
> madeira cristal porcelana papel
>
> os nomes das cores não são as cores
> as cores são:
> tinta cabelo cinema sol arco-íris tevê
>
> os nomes dos sons não são os sons
> os sons são
>
> só os bichos são bichos
> só as cores são cores
> só os sons são
> som são, nome não
> nome não, nome não
> nome não, nome não
>
> ANTUNES, Arnaldo. Nome-não. *In:* ____. *Tudos*. São Paulo: Iluminuras, 2000. p. 07 à 09.

No poema em prosa "pessoa" (2006, p. 118), encontramos um sujeito representado que tenta aproximar seu discurso daquele encontrado nos dicionários, que define e quer transmitir objetividade e verdade no seu falar.

> Coisa que acaba. Troço que tem fim. Sujeito. Que não dura, que se extingue. Míngua. Negócio finito, que finda. Festa que termina. Coisa que passa, se apaga, fina. Pessoa. Troço que definha. Que será cinzas. Que o chão devora. Fogo que o vento assopra. Bolha que estoura.

O poema se constrói na repetição dos termos "pessoa" e "sujeito" e, em seguida, definições para os mesmos, como em: "Pessoa. Troço que definha. Que será cinzas. Que o chão devora. Fogo que o vento assopra. Bolha que estoura." ou ainda "Que não dura, que se extingue. Míngua. Negócio finito, que finda".

Através dessa construção, é possível perceber um sujeito lírico que se reveste de uma máscara de distanciamento do objeto falado, que não apresenta envolvimento claro com o assunto que trata e muito menos transparece reflexões acerca de si. O poema inteiro é voltado para o objeto. Entretanto, esse posicionamento não elimina o sujeito lírico da composição. Através das definições dadas para "sujeito" ou "pessoa", é notável uma representação de sujeito niilista acerca do homem.

> Sujeito. Líquido que evapora. Lixo que se joga fora. Coisa que não sobra, soçobra, vai embora. Que nada fixa. A foto amarela o filme queima embolora a memória falha o papel se rasga se perde não se repete. Pessoa. Pedaço de perda. Coisa que cessa, fenece, apodrece. Fome que se sacia. Negócio que some, que se consome. Sujeito. Água que o sol seca, que a terra bebe. Algo que morre, falece, desaparece. Cara, bicho, objeto. Nome que se esquece.
>
> ANTUNES, Arnaldo. Pessoa. In: ____. *Como é que chama o nome disso: Antologia*. São Paulo: Publifolha, 2009. p. 118.

O pessimismo marcado na maneira como a voz poética interpreta o objeto tratado, dizendo que pessoa é "Pedaço de perda. Coisa que cessa, fenece, apodrece.", declara um posicionamento de quem diz no poema. Transparece então na descrição do objeto o olhar do sujeito que observa, ainda que este esteja distante, pretendendo imparcialidade com o seu posicionamento.

Esse mesmo posicionamento é encontrado em uma série de poemas do livro "As coisas" (2006). Em "as árvores" (2006, p. 35):

> As árvores são fáceis de achar. Ficam plantadas no chão. Mamam do sol pelas folhas e pela terra bebem água. Cantam no vento e recebem a chuva de galhos abertos. Há as que dão frutas e as que dão frutos. As de copa larga e as que habitam esquilos. As que chovem depois da chuva, as cabeludas. As mais jovens; mudas.

A voz lírica diz "As árvores são fáceis de achar, ficam plantadas no chão. Mamam do sol pelas folhas e pela terra bebem água.", descrevendo as árvores com certo distanciamento de dicionário, o mesmo presente em "pessoa" (2006, p. 118), acima citado. Entretanto, aqui há uma nova representação do sujeito que não coincide com o niilismo apresentado no primeiro poema. O sujeito lírico define o objeto com um tom de inocência e imaginação próprio de uma voz infantil. O falar de uma criança transparece em definições como quando o sujeito lírico diz que as árvores "cantam no vento e recebem a chuva de braços abertos". Da mesma forma que em "pessoa" (2006, p. 118), o sujeito lírico é identificado a partir de uma análise da maneira de olhar o objeto, visto que quem fala no poema está distante e não tem pretensões de tratar de si:

> As árvores ficam paradas. Uma a uma enfileiradas na alameda. Crescem pra cima como as pessoas. Mas nunca se deitam. O céu aceitam. Crescem como as pessoas, mas não são soltas nos passos. São maiores mas ocupam menos espaço.
>
> ANTUNES, Arnaldo. As árvores. In: ____. *As coisas*. São Paulo: Iluminuras, 1992. p. 35.

Através constatações infantis como a que as árvores "são maiores mas ocupam menos espaço" que as pessoas, é possível caracterizarmos a representação do sujeito lírico deste poema como um alguém engajado nas relações do homem com a natureza que, utilizando-se de uma voz infantil, promove a atenção no óbvio que ninguém mais vê.

Através da análise desses dois poemas, é possível perceber que Arnaldo Antunes sabe que o poeta "goza do incomparável privilégio de ser, à sua vontade, ele mesmo e outrem" (HAMBURGER, 2007, p. 74). Construindo duas vozes poéticas tão distintas entre si e que não se relacionam diretamente com o sujeito empírico ou com o contexto de escrita, Antunes prova a capacidade do artista contemporâneo de construir representações de sujeito com máscaras para a invenção de novas personas.

Esta capacidade de invenção faz-nos constatar, ao observar a obra de Arnaldo Antunes como um todo, que não é possível dizer que há um tipo específico de representação de sujeito lírico em sua poética. Ao contrário, existe uma grande multiplicidade de vozes líricas que se diferem em muito, não permitindo-nos, então, rotular o artista aqui analisado dentro de alguma alternativa de classificação.

A inconstância de uma representação de voz homogênea na poesia de Antunes é o reflexo de um artista múltiplo e complexo, retrato mesmo do homem contemporâneo. Observemos o poema "n.d.a." (*n.d.a*, 2010, p. 14 à 17):

> nenhuma das alternativas
> me atrai-
> nem a lua que brilha
> nem a folha que cai
> nem a fome da filha
> nem o nome do pai
>
> nenhuma das alternativas
> me dá medo-
> nem olhar a mulher
> nem saber o segredo
> nem a bruxa de Blair
> nem o bispo Macedo

nenhuma das alternativas
me seduz-
nem a voz do deserto
nem a mão que conduz
nem o sonho desperto
nem o lustro da luz

nenhuma das alternativas
me convence-
nem a bola que rola
nem o time que vence
nem a chuva que chora
nem a água que benze

Nele, encontramos um sujeito lírico listando uma série de alternativas que não o completam ou atingem de alguma maneira. Nenhuma o atrai, nem dá medo, seduz, convence, desperta, alivia, liberta ou jaz em seu peito. “Nem a lua que brilha / nem a folha que cai”, “nem a bruxa de Blair / nem o bispo Macedo”.

nenhuma das alternativas
me desperta-
nem a borda que alarga
nem a corda que aperta
nem a boca que amarga
ou o açucar que empedra

nenhuma das alternativas
me alivia-
nem a lâmpada acesa
nem o sol da Bahia
nem o dom da beleza
nem a anestesia

nenhuma das alternativas
me liberta-
nem a cama desfeita
nem a página aberta
nem o peito que aceita
o que a cuca deserta

nenhuma das alternativas
jaz
em meu peito-
nem o gordo salário
nem o alto conceito
nem o traço precário
nem o plano perfeito

Na longa descrição de possibilidades que não entram em conformidade com o sujeito, listam-se, por um lado, elementos abstratos que se enquadrariam numa cultura mais erudita, como “a voz do deserto” ou “o alto conceito”. Por outro lado, também não agradam ao sujeito que fala “a bola que rola” ou “o gordo salário”, elementos cotidianos, muito mais presentes numa cultura popular.

> nem a pústula
> nem a pétala
> nem a ruga
> nem a rédea
> nem a curva
> nem a reta
> nem a dúvida
> ou a vida
>
> só
> a que nega
> o resto
> ao redor
> resta
> e cega
> me leva
> pelo cor
> redor
> à porta
> (certa, in
> certa, não
> importa)
> da saída
>
> ANTUNES, Arnaldo. n.d.a. In: ____. n.d.a. São Paulo: Iluminuras, 2010. p. 14 à 17.

Somente a negação é encontrada como saída possível para esse sujeito. E essa negação, confirmada na estrofe final, é até mesmo a negação da própria palavra “comum” ou “inteira”. O poeta constrói o fim de seu poema com a desconstrução, primeiramente, da sintaxe lógica dos versos, terminando fragmentando até mesmo as palavras “corredor” em “cor” e “redor” e “incerta” em “in” e “certa”. Notamos, então, uma representação de sujeito lírico sem um lugar de conforto, seja na cultura popular ou erudita. Nem mesmo a escrita convencional o abarca, necessitando ele fragmentá-la para expressar-se. Somente na negação de todo o contexto que o cerca, mesmo o linguístico, o sujeito lírico encontra saída.

Lembremo-nos aqui da formação do sujeito empírico Arnaldo Antunes. Músico de uma banda de rock e profundo conhecedor das técnicas de fragmentação e iconização da

palavra, bandeiras da corrente concretista. Podendo ser descrito como um intelectual popular, Arnaldo contém na sua própria formação a mescla das ditas alta e baixa cultura. Entretanto, transita entre as duas, afirmando mesmo não ver sentido na diferenciação entre elas. Não encontra lugar claro em que possa se enquadrar. Esse é o mesmo caso do sujeito lírico do poema "n.d.a." Não afirmamos, é claro, que Arnaldo Antunes está inteiro inserido nesses versos, mas, em consonância com Krisinski, podemos dizer que esse sujeito lírico é uma voz do sujeito empírico, humano que ocupa um lugar polêmico e conflituoso no real.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Arnaldo Antunes é, pois, um autor complexo que merece um estudo detalhado acerca das diversas representações do sujeito lírico em sua poesia – analisando desde a voz distante, com marcas pessimistas ou infantis, até a voz mais presente, influenciada pela cultura contemporânea que envolve o poeta e as possibilidades de criação do agora. A marca da multiplicidade de possibilidades que um autor tem hoje, diante do advento do poeta fingidor ao qual Hambuger trata, é um *a priori* que Antunes possui e utiliza muito bem. Além desse "incomparável privilégio de ser, à sua vontade, ele mesmo e outrem" (HAMBURGER, 2007, p. 74), o artista aqui analisado soube aproveitar magistralmente das possibilidades do "lugar polêmico, e até conflituoso, [que ocupa] no mundo real" (KRISINSKI, Wladimir, 2007, p. 63). As inovações poéticas do século XX, aliadas ao mundo contemporâneo com suas tecnologias, resultam, na obra de Arnaldo Antunes, em um complexo e instigante campo de criação. Seus poemas nos levam a repensar as relações entre sujeito empírico e seu tempo na formação de representações de sujeitos líricos que possuem toda a história da literatura como principio de criação. Posterior a tudo, Arnaldo Antunes demonstra o quão amplo pode ser o campo de estudos dessa instância – o sujeito lírico – dentro dos estudos literários hoje.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Carlos Drummond de. *Antologia poética*. 14 ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1980.

ANTUNES, Arnaldo. *Como é que chama o nome disso: Antologia*. São Paulo: Publifolha, 2009.

____. *2 ou + Corpos no mesmo espaço*. São Paulo: Perspectiva, 2009.

____. *As coisas*. São Paulo: Iluminuras, 1992.

____. *n.d.a*. São Paulo: Iluminuras, 2010.

HAMBURGER, Michael. Identidades perdidas. In: *A verdade da poesia: tensões na poesia modernista desde Baudelaire*. São Paulo: CosacNaify, 2007

HEGEL, G.W.F. *Estética*. Trad. Orlando Vitorino. Lisboa: Guimarães Editora, 1993.

KRISINSKI, Wladimir. Questões sobre o sujeito e sua incidência no texto literário. In: ____, *Dialéticas da transgressão: o nomo e o moderno na literatura do século XX*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

STAIGER, Emil. *Conceitos fundamentais da poética*. Trad. Celeste Aída Galeão. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.

TELES, Gilberto Mendonça. *Vanguarda européia e modernismo brasileiro*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2009.

# Estrutura Dinâmica de Modelos de Membranas Biológicas Contendo Esfingomielinas[1]

Fernando Marques Carvalho[1+] & Sheila Gonçalves do Couto Carvalho[1*]

[1]Instituto de Física, Universidade Federal de Goiás, Goiânia 74001-970, GO, Brasil

[+]Orientando: e-mail: fernandomcar@gmail.com

*Orientadora; e-mail: sgcouto@if.ufg.br

**Resumo**

A esfingomielina (SM) é um dos lipídios mais relevantes nas membranas celulares, SM participa ativamente da sinalização celular e produtos do seu metabolismo, como ceramidas, atuam como mensageiros no apoptose celular. Entretanto, pouca atenção experimental é voltada para esse lipídio até o momento e com isso muitas das suas propriedades estruturais e dinâmicas são ainda desconhecidas. Neste trabalho utilizamos a técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) aliada ao uso de marcadores de spin como ferramenta para o estudo da estrutura dinâmica de vesículas multilamelares de estereoil esfingomielina (ESM). Mudanças na organização dos lipídios induzidas pela variação da temperatura, foram monitoradas. Além disso, uma análise mais quantitativa da estrutura lipídica e de suas alterações pode ser alcançada através de simulações espectrais baseadas na teoria estocástica de Liouville e modelos para a dinâmica dos spins desenvolvidos por J. Freed e colaboradores. Nossas análises mostram a coexistência de duas componentes espectrais para as amostras de ESM/16-PC no intervalo de temperatura de 21 a 44 $^0$C, o que sugere que nesta faixa de temperatura o sistema vesicular deva estar na fase *gel ripple*. Uma pré-transição da fase gel lamelar para a fase gel *ripple* em 21 $^0$C e outra transição da fase gel *ripple* para a fase liquido cristalino em 44 $^0$C são também observadas. A construção de um gráfico de Van't Hoff possibilitou a obtenção das variações de entalpia, entropia e energia livre de Gibbs envolvidas nas transições de fase.

Palavras-chave: RPE, membranas, esfingomielina

## Introdução

Em essência, toda célula é um compartimento aquoso, com água em seu interior, que separa o ambiente externo por uma membrana superficial, que controla o fluxo livre de moléculas que entram e saem da mesma [1,2]. Esta camada é denominada membrana celular, e nosso entendimento atual se baseiam que a mesma é constituída principalmente por lipídios, proteínas e esteróis organizados em uma bicamada de acordo, com o modelo do *mosaico fluido* (Figura 1) [2,3]. Para estabelecer a membrana os grupos apolares dos fosfolipídios arranjados para o interior da bicamada, e seus grupos polares permanecem em contato direto com a água [1-3]. Proteínas estão embebidas nessa lâmina da bicamada, mantidas por

[1] Revisado pela orientadora.

interações hidrofóbicas entre os lipídios da bicamada e os domínios hidrofóbicos das mesmas, enquanto os esteróis se ligam a cadeia de gordura dos lipídios por interações hidrofóbicas [1,2]. Estes componentes estão distribuídos de forma assimétrica entre as lâminas externa e citosólica, caracterizando suas distintas funcionalidades [1,3]. Assim, membrana biológica é um sistema de bicamada formado pela mistura de diversos lipídios e proteínas. As duas lâminas, que formam a bicamada, possuem composições distintas, e heterogeneidade lateral devido a existência de microdomínios no plano da membrana [5].

Em 1880, Johann L. W. Thudicum isolou um componente lipídico do tecido cerebral, o qual mais tarde recebeu o nome de esfingomielina (SM), contudo sua estrutura só foi desvendada em 1927 [2,4]. Hoje se sabe que a SM ganha ênfase dentre a classe dos esfingolipídios por sua alta concentração em organismos eucariotos, sendo importante componente estrutural nas membranas. Somente a SM e a fosfatidilcolina (PC) – outra classe lipídica bastante comum em membranas – são responsáveis por mais da metade de todos os fosfolipídios que compõem a membrana [5].

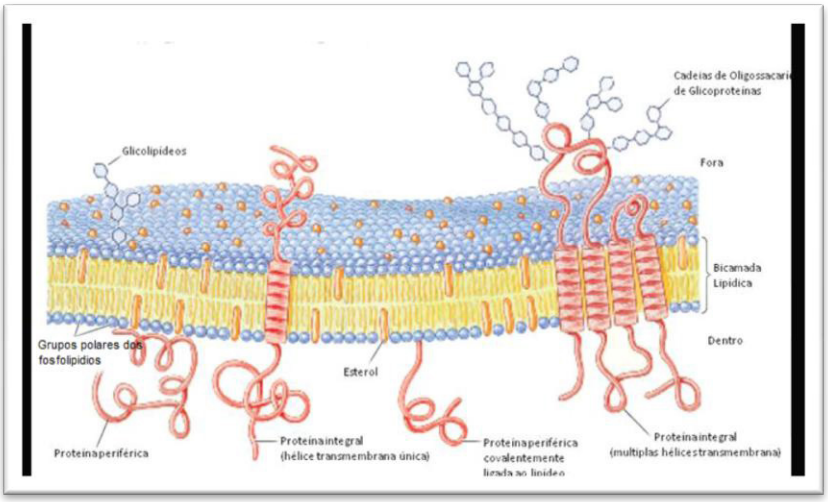



**Figura 1:** Modelo do Mosaico Fluido. Os grupos de cabeça polar interagem com a água em ambos os lados da bicamada, de modo a restringir o contato d'água com as cadeias gordurosas dos fosfolipídios. Os esteróis e as proteínas transmembranas são estabilizados por interação hidrofóbica com as cadeias acil dos fosfolipídios. O movimento lateral - no plano da bicamada – de proteínas e lipídios é permitido, contudo é restrita a difusão dos mesmos entre as lâminas da bicamada. Imagem adaptada de [2].

As SMs de ocorrência natural possuem uma grande cadeia apolar geralmente saturada ligada ao segundo carbono de sua longa base - a esfingosina ou esfingamina - por um grupo amida, enquanto o carbono 1 da mesma base se conecta a fosfocolina através da ligação fosfodiéster [1-3,6]. A SM possui uma natureza assimétrica intrínseca que tem origem na ampla diversidade de suas cadeias acil, diferindo tanto em tamanho quanto em composição

[4,6]. A esfingosina (1.3-dihydroxy-2-amino-4-octadecene) é a principal base para a SM quando nos restringimos aos mamíferos, compondendo a cerca de 90 a 95% de todas as SM [4,6]. A mesma é muito similar a ceramida, portanto a esfingosina é um aminoácido linear com grande cadeia gordurosa (> 20 carbonos) contendo uma característica dupla ligação *trans* entre os carbonos 4 e 5 [2,4-6]. A esfingamina é um derivado dihidro saturado da esfingosina também comum em mamíferos, contudo em menor quantidade [4]. A dihidroesfingomielina (DHSM) é a forma da SM mais comum em humanos, sendo responsável por mais de 50% da composição fosfolipidica do cristalino ocular [4,6,7].

As membranas do cristalino do olho possuem alta concentração de colesterol, uma vez que, tem-se em média três colesteróis ligados a cada fosfolipídio [5]. A heterogeneidade lateral da membrana está sempre ligada a alta concentrações de colesterol, formando o que chamamos de *rafts* – microdomínios ordenados na membrana sobre o qual se tem poucas informações na literatura [4,5]. Devido a essas e a outras propriedades, a SM se torna forte candidato a ser a responsável por influenciar na formação dos *rafts* [4-6]. O papel principal da SM juntamente com outros fosfolipídios é estrutural, contudo ela também exerce outras funções como sinalizador celular sendo de vital importância durante a apoptose, possuindo como produto de seu metabolismo a ceramida, esfingosina dentre outros [4]. Estruturalmente as SMs são semelhantes as PCs, ambas contendo o grupo polar fosfocolina, há algumas distinções entre suas cadeias gordurosas diferindo de maneira mais significativa na região interfacial (Figura 2) [4,5]. As SMs de ocorrência naturais possuem temperatura de transição ($T_m$) da fase gel para a fase líquido cristalino próximas as temperaturas fisiológicas, muito maiores que as $T_m$ caracterisitcas das PCs [4-6]. A maior distinção na região interfacial entre as duas moléculas está no fato que a esfingosina possui um grupo hidroxila livre ligado ao $C_3$ [4]. Estes grupos amida e hidroxila permitem a ligação de hidrogênio na região interfacial da SM, portanto estes grupos podem tanto doar quanto receber hidrogênios [4,5]. Em comparação a PCs, estes podem apenas receber os hidrogênios com o auxilio de seus dois carbonos do grupo éster [5].

Em geral, em organismos eucariontes há maior concentração de PCs do que de SMs, entretanto as SMs de ocorrência natural são mais saturadas que as PCs [5,7]. Isto juntamente com o comportamento termotrópicos complexo da SM quando comparada a PC, deve explicar a carência na literatura de modelos de membranas contendo a SM. Nesta perspectiva, tem-se por principal objetivo deste trabalho realizar a caracterização das transições de fases termotrópicas, determinando os parâmetros termodinâmicos envolvidos em cada transição do modelo de membrana contendo a esteroil esfingomielina. Para isto usou-se a técnica de

ressonância paramagnética eletrônica (RPE), e compararam-se os resultados recém-obtidos com os já conhecidos do último trabalho com a palmitoil esfingomielina.

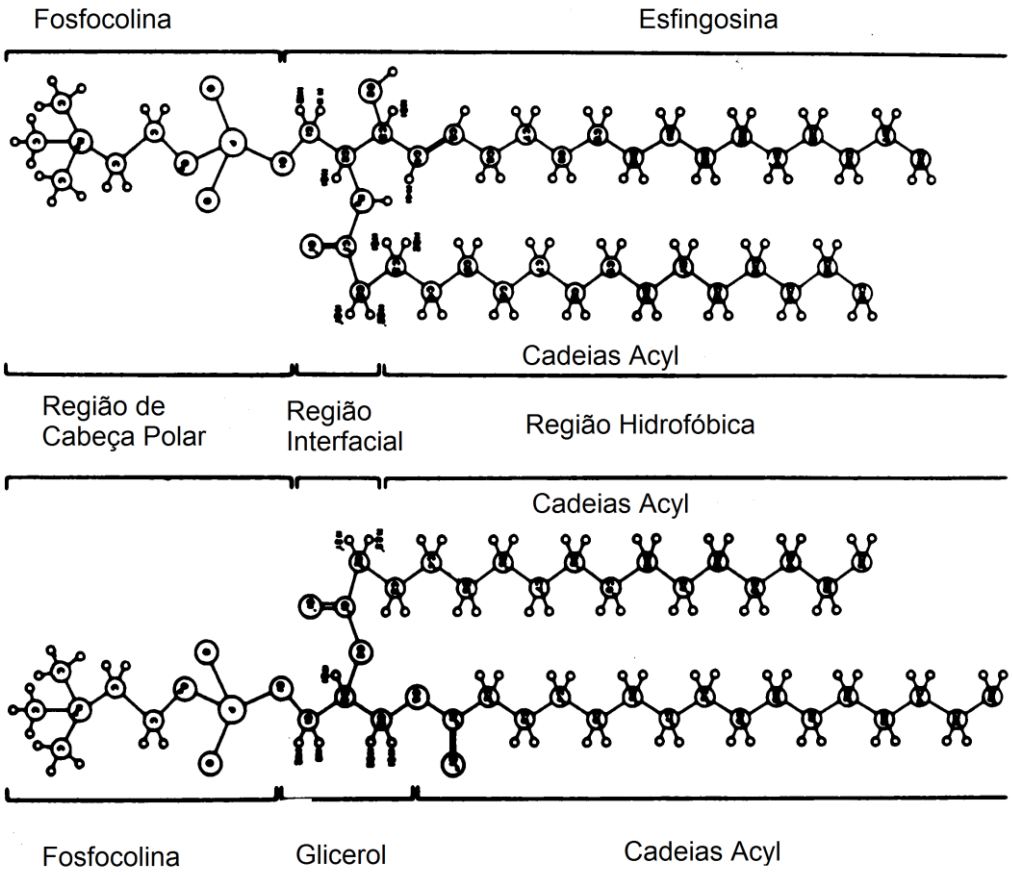



**Figura 2:** Estruturas moleculares de SM (acima) e PC (abaixo) típicas em membranas. Ambas possuem o mesmo grupo de cabeça polar, entretanto são bastante distintas na região interfacial. A cadeia acil da SM tem uma ligação amida enquanto a mesma da PC é esterificada na conexão com o glicerol. Imagem adaptada de [5].

O pré-requisito básico para o uso da espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE) é a existência de elétrons desemparelhados na amostra em estudo, ou seja, spins desemparelhados, para que assim haja interação da amostra com o campo magnético externo [8]. Desta forma sua aplicação permanece restrita a moléculas com paramagnetismo intrínseco, contudo como a maioria dos sistemas são diamagnéticos, o que reduz de maneira considerável sua gama de aplicações [8,9]. Para que este estudo também possa contemplar amostras diamagnéticas foi proposto por Mc Cornell e col. em 1965, o método de marcadores de spin, que se baseia na agregação de uma molécula estável com paramagnetismo intrínseco na amostra em estudo, sendo ela a responsável por fornecer informações moleculares [9]. A agregação do marcador pode ser através de difusão simples ou por meio de ligação covalente [9]. Pode-se *a priori* ser utilizada qualquer espécie paramagnética como marcador de spin, no entanto na prática é bastante comum o uso dos marcadores nitróxido - moléculas que possuem

o fragmento paramagnético N-O [8,9]. A utilização destes marcadores conduz as seguintes vantagens: excelente sensibilidade - mesmo no estudo de sistemas opacos como membranas -, alta estabilidade em condições fisiológicas, além da simplicidade do espectro resultante [9].

A técnica de RPE é muito utilizada tanto para o estudo estrutural quanto para o estudo funcional de membranas, ácidos nucleicos, proteínas e outros sistemas biológicos [9,11]. Tal técnica consiste na aplicação de um campo magnético estável para que haja a separação dos níveis energéticos degenerados do spin eletrônico, ou seja, o efeito *Zeeman eletrônico* (Figura 3) [8,9]. Desta forma, as populações de marcadores de spins devem pertencer a um dos níveis de energia fundamental ou excitado (de maior energia). Geralmente, as moléculas se encontram em seu estado fundamental, contudo por meio da absorção da radiação pode-se ter a transição para o nível excitado. A diferença de energia (ΔE) entre estes dois estados é exatamente igual à energia que chega da fonte de radiação – pelo quantum de Planck tem-se

$$\Delta E = h\upsilon, \tag{1}$$

onde $h$ é a constante de Planck e υ é a freqüência da radiação emitida –, onde esta diferença de energia é uma função do campo magnético estático (Figura 3) [8,9]. Para uma dada fonte de radiação pode-se ajustar esta diferença pela alteração do campo magnético, a fim de estabelecer a condição de ressonância, i.e., igualar a energia oriunda da radiação e a diferença energética entre os estados (Figura 4) [8,9,11]. Na espectroscopia de RPE a radiação utilizada para induzir transições entre os níveis energéticos se localiza na região de microondas no espectro eletromagnético [8-11].

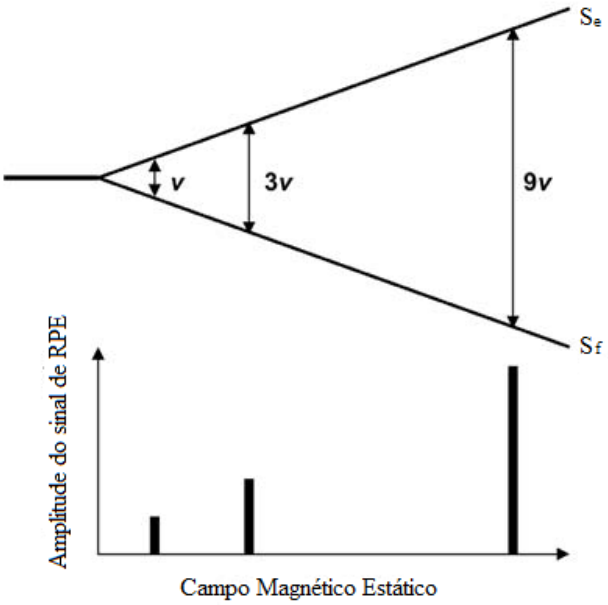



**Figura 3:** Efeito Zeeman eletrônico. Com a aplicação do campo magnético estático tem-se a separação dos níveis energéticos degenerados para o spin eletrônico. Onde as legendas $S_e$ e $S_f$ remetem ao estado de energia fundamental e excitado. Figura adaptada de [11].

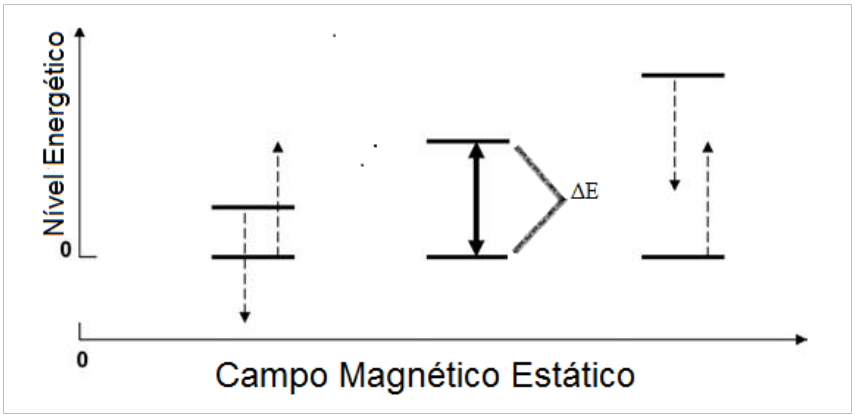



**Figura 4:** Conceito de Ressonância Magnética Eletrônica. A diferença de energia entre os dois níveis aumenta com o acréscimo do campo. Existe um valor de campo no qual a energia da radiação é igual à diferença de energia entre os níveis (fundamental e excitado), assim se estabelece a condição de ressonância. Figura adaptada de [8].

O elétron desemparelhado do marcador nitróxido se localiza próximo do átomo de nitrogênio, que possui spin nuclear (I) igual a 1, desta forma a interação deste campo com o marcador de spin dá origem ao que chamamos de *acoplamento hiperfino* [9,13,. consequentemente, o marcador fica sujeito a interação de três campos locais distintos o que gera o desdobramento dos níveis de energia em três, correspondentes aos números quânticos de spin nuclear $m_I = -1, 0, +1$ (Figura 5) [8,9,13]. Devido ao desdobramento dos níveis energéticos em três naturalmente têm-se três diferentes valores para o campo no qual é satisfeita a condição de ressonância, consequentemente o espectro resultante também será composto por três linhas. Desta forma, definiu-se **A** como constante hiperfina, onde a mesma é obtida pela separação das linhas do espectro resultante, com unidades de Gauss (G), outro parâmetro importante é **g** que ajusta a linha central em relação ao campo [9,13].

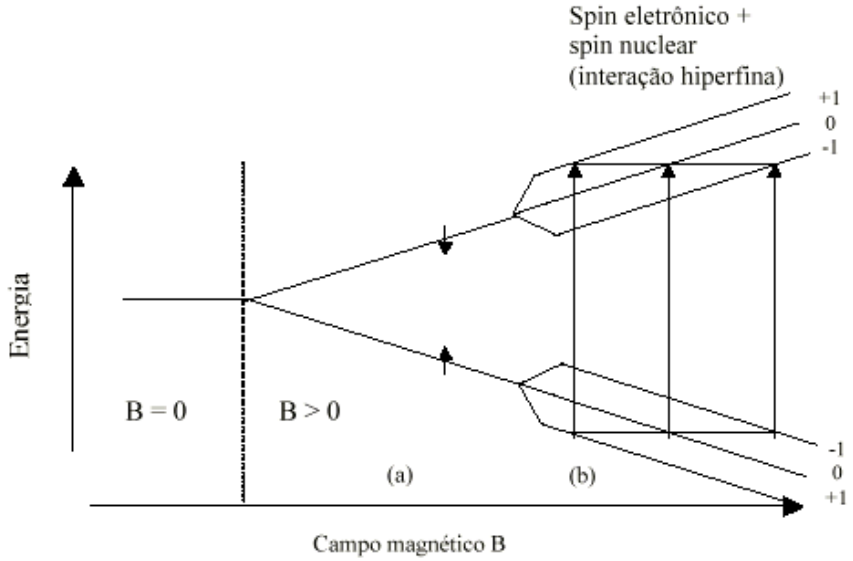



**Figura 5:** Níveis degenerados de energia do marcador nitróxido em um campo magnético estático. Na ausência (a) e na presença (b) da interação hiperfina.

O sinal de RPE é proporcional ao número de elétrons desemparelhados na amostra, desta forma pode-se determinar a concentração de marcador contida na amostra pela dupla integral do espectro. Devido a grande sensibilidade do sinal de RPE com respeito a fase, a aquisição dos dados é feita pela primeira derivada da curva de absorção (Figura 6) [9,13].

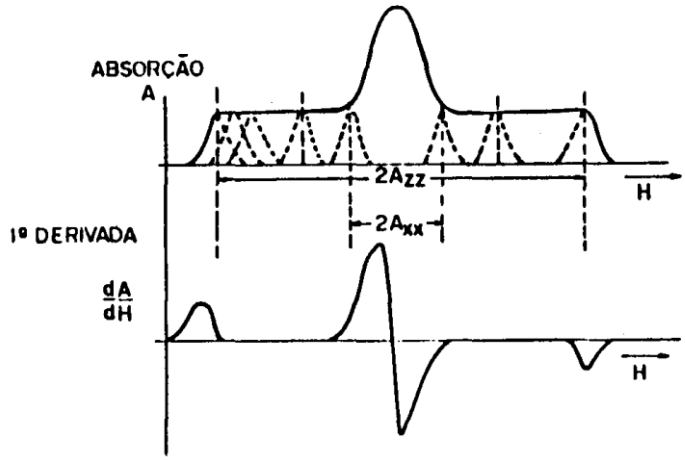



**Figura 6:** Aquisição dos dados em RPE. Devido a grande sensibilidade do espectro de RPE as informações são mais bem exibidas pelo gráfico da primeira derivada da absorção, ao invés do gráfico da absorção propriamente dito. Temos os ilustrados como obter as constantes hiperfinas (**A)** a partir do espectro, a posição da linha central é definida pelo valor de **g.** Imagem adaptada de [9].

O "casamento" das técnicas de marcadores de spin e a RPE tem rendido excelentes trabalhos, o que nos permite investigar a estrutura, a dinâmica e até o sítio de ligação de moléculas biológicas [9,13]. Como o sinal de RPE é muito sensível nos possibilita determinar a mobilidade do marcador, assim pode-se relacionar o nível de mobilidade com a fase ternária dos lipídios que compõem a membrana.

## Metodologia

*Materiais*

O marcador de spin 1-estereoil-2-(16-doxilstearoil) fosfatidilcolina (16-PC), bem como a esteroil esfingomielina (ESM) foram adquiridos da empresa Avanti Polar Lipids (Alabaster, AL). Os solventes orgânicos (clorofórmio e metanol), e o fosfato de sódio foram comprados da empresa Sigma Chem. Co. (St. Louis, MO).

*Preparações das membranas modelo*

Alíquotas de soluções estoque de estereoil esfingomielina em clorofórmio/metanol (1:1) foram colocadas em tubos cônicos de vidro, juntamente com uma alíquota do marcador de spin 16-PC também em clorofórmio:metanol (1:1). A massa total de lipídios em cada

preparação foi de 1mg e a concentração de marcador de spin foi mantida em 0,5 mol% dos lipídios presentes na amostra. Uma vez misturados lipídios e marcador de spin, a solução final foi evaporada em fluxo de N2, com os lipídios secos formando um filme fino nas paredes do tubo de vidro. A fim de garantir a completa eliminação de resíduos de clorofórmio/metanol da amostra, esta foi mantido durante 1h sob vácuo em centrifuga *speedvac*. A amostra foi hidratada em 50 µL de tampão 5 mM fosfato de sódio (pH 7,4). A solução de lipídios/marcador de spin foi, então, resuspendida por agitação em vórtex e mantida no escuro a temperatura ambiente por 30 minutos para hidratação da membrana. Após a hidratação, as amostras foram centrifugadas até que se formasse um precipitado, o qual foi transferido para um tubo capilar adequado (I.D. 1,5 mm).

*Medidas de RPE*

As medidas de RPE foram realizadas no espectrômetro modelo E109 (Varian) operando em modo de onda contínua e equipado com ponte de microondas em banda X (9,5 GHz). As condições de medida foram: modulação 100 kHz, amplitude de modulação 1,0 G; potência 20 mW e varredura 100 G. A temperatura foi controlada por sistema de fluxo de nitrogênio VT controler E257-X (Varian).

As simulações dos espectros de RPE foram realizadas utilizando um pacote de programas de mínimos quadrados o *non-linear least Square* (NLSL) desenvolvido por Freed e colaboradores [13]. O NLSL é baseado na equação estocástica de Liouville [14,15] e permite a montagem de um espectro único com duas ou mais componentes com diferentes mobilidades e parâmetros magnéticos, fornecendo as populações relativas e os tempos correlação rotacionais associados. Os tensores magnéticos g e **A** são fixados no anel nitróxido. Por convenção, o eixo x aponta ao longo da ligação N-O, o eixo z é paralelo ao eixo 2pz do átomo de nitrogênio, e do eixo y é perpendicular aos eixos X e Z [8,13,14]. As constantes de taxas de difusão de rotação em torno dos eixos x, y e z também são definidas neste sistema de referência fixo à molécula. O sistema de referencia do laboratório é definido com o eixo z ao longo do campo magnético. Com base na teoria estocástica de Liouville, o programa monitora a transformação entre dois sistemas, que é modulada pelos movimentos do nitróxido. O programa permite levar em conta a ordenação local, descrita por um potencial de restauração que é definido em relação ao sistema de referência do diretor local [14,15].

## Resultados e Discussões

Ao se manter a pressão atmosférica e permitir alterações na temperatura, sabe-se que as bicamadas lipídicas admitem varias transições de fase termotrópicas. Através de uma análise qualitativa dos espectros do sistema ESM/16-PC, entre as temperaturas de 5 a 63°C (Figura 7), percebe-se alterações no formato da linha de campo central e baixo campo em temperaturas na faixa de 15 a 18°C e 45 a 48°C, respectivamente. Tais alterações no espectro são característica de transições de fases lamelares de gel *ripple* (Pβ) e Líquido-Cristalino (Lα) em torno da temperatura de 45°C, e outra transição da fase lamelar Líquido-Ordenado (Lc) para a $P_\beta$ na faixa de temperatura entre de 24 a 25°C.

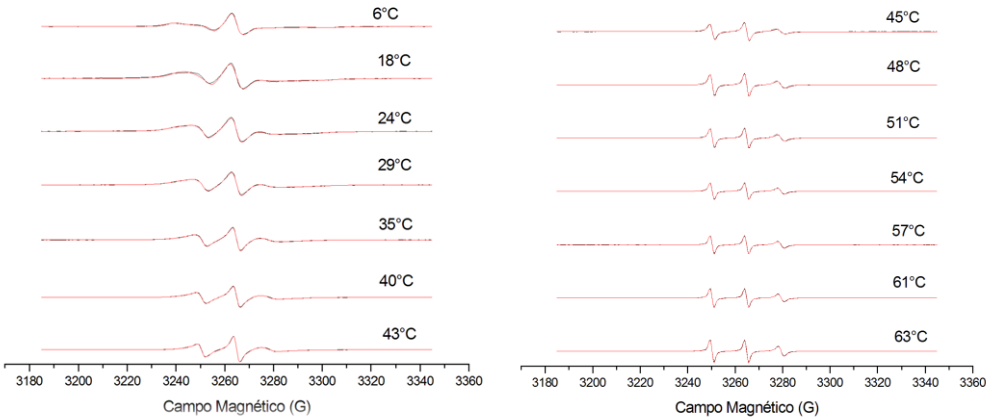



**Figura 7**: Comparação entre os espectros de RPE experimentais (linha preta) e simulados (linha vermelha) através do programa NLSL, do marcador 16-PC em vesículas multilamelares de ESM para determinadas temperaturas dentre 6 e 63°C.

A partir do pacote de programas NLSL, fez-se neste trabalho uma análise quantitativa assim, foram obtidos importantes parâmetros termodinâmicos envolvidos em cada uma destas transições além, da evolução dinâmica do sistema com o aumento da temperatura – caracterização dos parâmetros de ordem e taxas de difusão rotacional. Pode-se descrever do tanto ambiente molecular quanto da dinâmica da membrana através, do comportamento dos parâmetros de ordem e das taxas de difusão rotacional.

Ao se realizar a simulação percebe-se o surgimento de duas componentes espectrais para o sistema ESM/16-PC na faixa de temperatura entre 22 a 41°C. Isto significa que o marcador interage simultaneamente com dois ambientes estruturalmente diferentes. Portanto, o espectro de RPE resultante é a soma de duas contribuições, sendo cada uma delas proporcional a quantidade de marcador presente nesta configuração.

O parâmetro $R_{prp}$ está associado à dinâmica desenvolvida pelo marcador de spin, o comportamento do mesmo com a variação da temperatura é apresentada na Figura 8. Próximo da temperatura de 21°C, o $R_{prp}$ se estabiliza, enquanto em torno de 44°C, há um rápido acréscimo no movimento do marcador. Pode-se observar ainda na faixa de temperatura (21 a 44 °C) é o surgimento de uma segunda componente espectral, uma mais fluída (componente 2) e outra mais rígida (componente 1) indicando a existência de duas populações de marcadores de spin. Outro parâmetro importante é o parâmetro de ordem ($S_0$), que está relacionado com o ordenamento do marcador de spin, o seu comportamento é exibido na Figura 9. Abaixo de 21°C, a amostra exibe um rápido decréscimo no ordenamento da membrana, i.e., à medida que se aproxima desta temperatura a fluidez da membrana aumenta rapidamente. O ordenamento da membrana se torna cada vez menor com o aumento da temperatura (>44°C) após o desaparecimento das duas componentes. A partir das Figuras 8 e 9, as alterações nos parâmetros $R_{prp}$ e $S_0$ são características de uma pré-transição da fase gel *tilted* para a fase gel *ripple* ($L_\beta$) (Figura 10) por volta de 21°C. Enquanto as mudanças nestes mesmos parâmetros em temperaturas próximas a 44°C indica outra transição da fase *gel-ripple(* $P_\beta$) para a Lα.

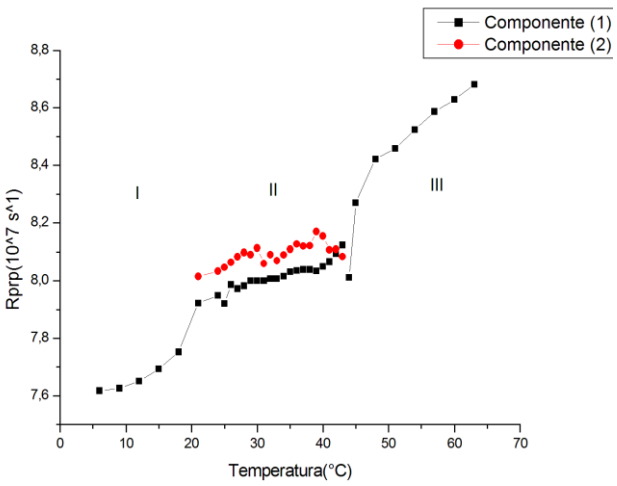



**Figura 8**:A partir das simulações foi obtido a seguinte dependência da taxa de difusão rotacional ($R_{prp}$) com a temperatura. As legendas I, II e III remetem as fases ternárias gel *tilted*, Pβ e Lα, respectivamente.

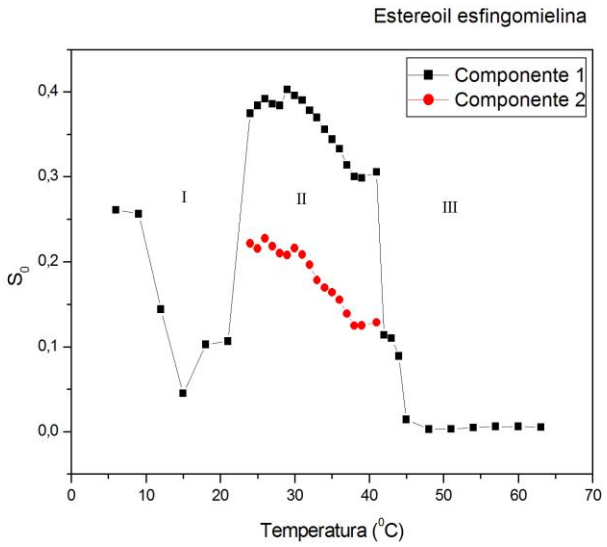



**Figura 9**: O comportamento do parâmetro de ordem ($S_0$) em função da temperatura. Este gráfico é resultado do processo de simulação do pacote de programas NLSL. As legendas I, II e III remetem as fases ternárias gel *tilted*, Pβ e Lα, respectivamente.

A análise do $R_{prp}$ e do $S_0$ nos permite concluir que a fase gel *ripple* ($P_\beta$) (região II das Figuras 8 e 9), é uma muito heterogênea e se estende desde temperatura de 21 a 44°C. Assim a mesma possui certo grau de ordenamento característico da fase $L_\beta$ e determinada fluidez muito comum na fase $L_\alpha$. E segundo Heimburg (2000) a fase $P_\beta$ apresenta a superfície da bicamada ondulada de maneira periódica [13]. Em temperaturas inferiores a 21°C, o sistema exibe alto nível de ordenamento, caracterizado pela fase gel *tilted*, $L_\beta$ (região I), já em temperaturas superiores a 44°C o sistema apresenta propriedades similares à fase Líquido-Cristalino,$L_\alpha$. Portanto, o nosso sistema modelo é composto de uma pré-transição da fase $L_\beta$ para a fase $P_\beta$ seguida de uma transição principal que ocorre da fase $P_\beta$ para a fase $L_\alpha$, com sua $T_m$ da ordem de 44°C (Figura 10).

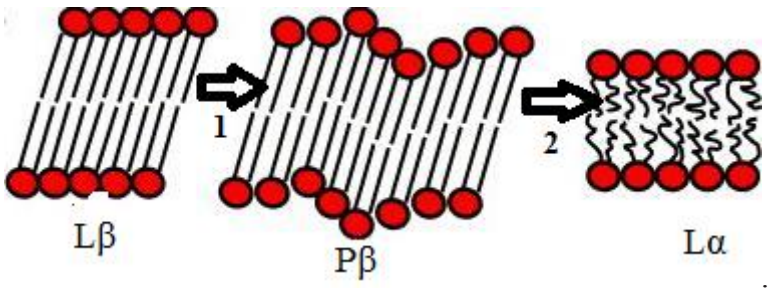



**Figura 10:** Ilustração esquemática que mostra as transições que ocorrem nas bicamadas de ESM. A pré-transição segue indicada no evento 1, onde a membrana segue da fase gel *tilted* ($L_\beta$) para a fase gel *ripple* ($P_\beta$) e o evento 2, denominado transição principal, da fase gel *ripple* ($P_\beta$) para a fase liquido - cristalino ($L_\alpha$).

A simulação através do pacote de programas NLSL também fornece como resultado as populações pertencentes a cada uma das componentes ($N_1$ e $N_2$) do espectro na fase $P_\beta$. A evolução destas populações com o aumento da temperatura e em diferentes fases termotrópicas é exibida na Figura 11.

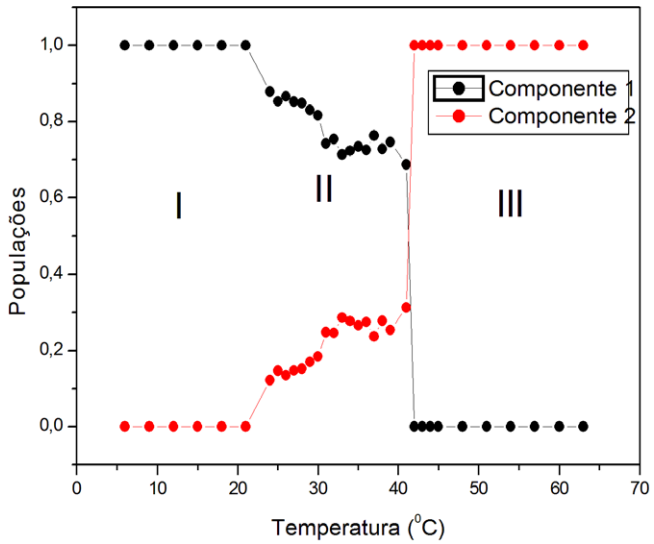



**Figura 11:**Mostra a dinâmica das populações de marcadores de spins com o aumento da temperatura, e em diferentes fases termotrópicas.

Pode-se construir um gráfico do logaritmo da razão entre as populações de marcador de spin em função do inverso da temperatura absoluta (Figura 12), o que permite o cálculo dos parâmetros termodinâmicos (entalpia, entropia e energia livre de Gibs) envolvidos na transição de fase.

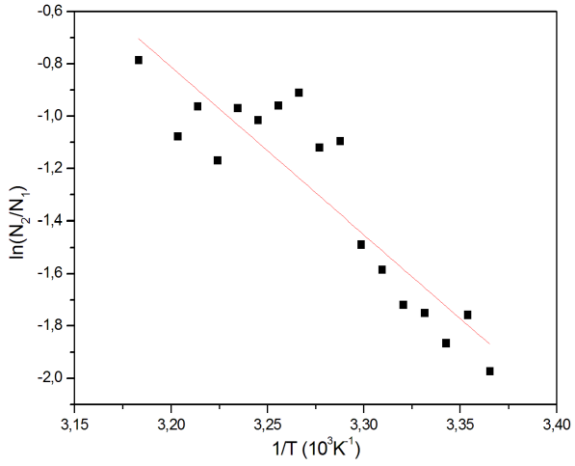



**Figura 12:** Gráfico do logaritmo de $N_2/N_1$ em função do inverso da temperatura. Este gráfico segue uma tendência de decrescimento linear. A linha vermelha representa a regressão linear.

Ao considerarmos que a dinâmica das populações dos marcadores de spin pode ser modelada pela distribuição de Boltzmann, contendo apenas dois estados energéticos ($N_1$ e $N_2$), no entanto cada nível possui *N* estados de degenerados, portanto:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{W_2}{W_1} \exp\left[-\frac{(E_2-E_1)}{RT}\right] \quad (2)$$

A razão $W_2/W_1$ é um fator pré-exponencial que reflete a divisão entre o número de configurações para formar as componente 1 e 2, $E_1$ e $E_2$ são as energias do marcador em determinada configuração, *T* a temperatura na escala absoluta e *R* é a constante de Boltzmann.

Tomando o logaritmo desta equação e definindo $^{N_2}/_{N_1} = K$, tem-se:

$$lnK = ln\frac{W_2}{W_1} - \frac{(E_2-E_1)}{RT} \quad (3)$$

onde ***K*** é a constante de equilíbrio do sistema. Como as populações de spin estão em equilíbrio termodinâmico. E sabe-se que no equilíbrio a variação da energia livre de Gibbs é nula, ou seja, $\Delta G = 0$. A variação $\Delta G$, pode ser escrita em termos da energia livre padrão, da seguinte forma [13]:

$$\Delta G = \Delta G° + RTlnK \quad (4)$$

Impondo a condição de equilíbrio ($\Delta G = 0$) tem-se:

$$lnK = -\frac{\Delta G°}{RT} \quad (5)$$

Sabe-se que, a energia livre de *Gibbs* se relaciona com a entalpia e entropia pela relação, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$. Então ao se comparar a relação (4) com a equação (2) pode-se concluir que $\Delta S = Rln\, W_2/W_1$ e que $\Delta H = E_2 - E_1$. Onde a diferença entre as energias, é a energia de ativação necessária para a transição do marcador de spin. Desta forma, podem-se determinar os parâmetros termodinâmicos ($\Delta H$ e $\Delta S$) através do gráfico de *Van't Hoff* como mostrado na Figura12. Onde os coeficientes linear e angular são dados por $^{\Delta S}/_{R}$ e $^{\Delta H}/_{R}$, respectivamente. Considerando que as moléculas de fosfolipídios que estão em equilíbrio termodinâmico entre a na fase menos fluida, tipo gel (componente 1 dos espectros), e a fase menos ordenada (componente 2), o que nos permite calcular a constante de equilíbrio K, além da energia livre de Gibbs e entalpia. Desta forma, a Tabela 2 apresenta estes parâmetros termodinâmicos calculados a partir da Figura 12.

**Tabela 1:** Energia livre padrão de Gibbs, entalpia e entropia, relacionadas à transferência de um fosfolipídio da região associado a componente 2 em relação a componente 1.*

| **Amostra** | ΔG(cal/mol) | ΔH(cal/mol) | ΔS(calK/mol) |
|---|---|---|---|
| ESM/16-PC | $+40 \pm 7$ | $+12 \pm 1$ | $+38 \pm 6$ |

*Os valores numéricos apresentados foram calculados a partir das equações (5) e (6) e dos dados obtidos no gráfico da Figura 9.

A entalpia envolvida na transição de $L_\beta$ para $P_\beta$ é positiva $(12 \pm 1)$ cal/mol, assim sugere-se que esta transição é entalpicamente favorecida. Desta forma, esta transição deve ter o inicio com o desordenamento das cadeias hidrofóbicas devido ao aumento de temperatura, portanto a variação da entropia $(38 \pm 6)$ cal/mol é positiva. Estes resultados implicam que a energia livre de *Gibbs* também deve ser positiva $(+40 \pm 7)$ cal/mol.

## Considerações Finais

O principal objetivo deste trabalho foi a caracterização das diferentes fases lipídicas em membranas ternárias contendo esfingomielina. Para tanto, utilizou-se estereoil-esfingomielina (ESM) a qual contém longa cadeia hidrocarbonada (16 carbonos). Para realizar esta análise foi utilizada a técnica de Ressonância Paramagnética Eletrônica aliada ao uso de marcadores de spin como grupo repórter no final da cadeia acila do fosfolipídio esteroil (16-DOXIL) glicerolfosfatidilcolina (16-PC). A transição da fase gel para a fluida foi sugerida pela análise qualitativa das alterações nas linhas espectrais de RPE, sendo vistas com maior rigor após um extenso e cansativo processo de simulação espectral baseado no pacote de programas NLSL [14].

Os resultados mostraram a existência de duas componentes espectrais simultaneamente para as amostras de ESM/16-PC no intervalo de temperatura de 21 a 44 °C, desta forma o sistema esta presente na fase *ripple*, que é uma fase mista assim contendo algumas propriedades da fase gel *tilted* e Líquido-Ordenado. Na faixa de temperatura 21°C foi observado uma pré-transição da fase gel *tilted* para a *ripple*, e uma transição da fase principal por volta de 44°C, da fase gel *ripple* para a Líquido-Ordenado. Tais temperaturas de transição são influenciadas por outros fatores como pH, hidratação e força iônica. Os estudos realizados com a ESM/16-PC em tampão 5 mM fosfato de sódio (pH 7,4), de forma que outras soluções tamponantes com concentrações diferentes de fosfato de sódio precisam ser testadas para avaliarmos como as transições de fase da ESM se comportam.

O gráfico de Van`t Hoff apresenta um comportamento linear dentro de intervalo de temperatura em que coexistem duas componentes no espectro de RPE. Tal gráfico forneceu a variação da entalpia de transferência (+12,7 cal/mol) de um fosfolipídio da região associada a componente 2 (mais fluida) em relação a região da componente 1 (menos fluida), Podemos comparar este resultado com o obtido na referência [13], assim a transição entre as fases gel e fluida da ESM é ainda mais favorecida que a mesma realizada pela palmitoil-esfingomielina – PSM (resultados apresentados no relatório anterior – PIBIC 11/12). A ESM possui maior $T_m$

do que a PSM, sugerindo assim que a ESM apresenta maior interpenetração das cadeias hidrocarbonadas entre os fosfolipídios de diferentes monocamadas na membrana [13].

## Referências

[1] LODISH H. et al. Biomembrane Structure. In:_____. **Molecular Cell Biology**. 6. ed. New York: W.H. Freeman and Company, 2008. cap.10, p. 409-433.

[2] NELSON, D. L.; MICHAEL M. C. Membranas Biológicas e Transporte. In:_____. **Principios de Bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011 p. 371-374.

[3] ALBERTS, B. et al. Estrutura da Membrana.. In:_____. **Biologia Molecular da Célula**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010 p.617-648.

[4] RAMSTED, B.; SLOTTE, P. Membrane properties of sphingomyelins. **FEBS Letters**, v. 531, n. 1, p. 33-37, out. 2002.

[5] BARENHOLZ, Y.; THOMPSON, T. E.. Sphingomyelin: biophysical aspects. **Chemistry and physics of lipids**. v. 102, n. 1-2, p.29–34, nov. 1999.

[6] RAMSTEDT B., KUIKKA M., OHYO-REKILÄ H., TUUF J., AND SLOTTE J. P. Membrane Properties of D-Erythro-N-Acil Sphingomyelins and Their Corresponding Dihydro Species. **Biophysical Journal**. v.80, p. 2327-2337, mai. 2001.

[7] RAMSTEDT B., LEPPIMÄKI P., AXBERG M., AND SLOTTE P. Analysis of Natural and Synthetic Sphingomyelins Using High-Performance Thin-Layer Chromatography. **FEBS,** v.266, p. 997-1002, out. 1999.

[8 ]HAGEN, W. R. (2009). The Spectrometer. In:_____. **Biomolecular EPR Spectroscopy.** 1.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009 p. 9-31.

[9] PERUSSI, J.P.; RUGGIERO, A.C.; TABAK, M. Método de marcadores de spin aplicado à bioquímica, **Química Nova**, v. 85, p. 313-324, out. 1985.

[10] FREED et al. 250-GHz Electron Spin Resonance Studies Of Polarity Gradients Along the Aliphatic Chains in Phospholipid Membranes. **Boiphysical Journal,** v.66, pp. 1213-1221, abr. 1994.

[11] COUTO, S. G. RPE de proteínas marcadas nos resíduos de lisina: efeitos da uréia em estrato córneo e albumina. 2003. 107 f. Dissertação (mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal de Goiás., Goiânia, 2003

[12] SALMON C. E. G., NETO D. S.,TABAK M., FILHO A. J. C. (2007). Simulação de Espectros de Ressonância Paramegnética Eletrônica (RPE) através do programa NLSL. **Quimica Nova** , v.30, p. 1240-1248, ago. 2007.

[13] CARVALHO, S. G. C., FILHO, A. J. C., VIEIRA, E. D., CARVALHO, F. M.Estrutura Dinâmica de Modelos de Membranas Biológicas Contendo Esfingomielinas In:CONPEEX, 9., 2012. Goiânia. *Anais*... Goiânia, 2012.

[14] SCHNEIDER D. J.; FREED, J. H., Spin labeling: theory and application, in: L.J. Berliner, J. Reuben (Eds.), **Biological Magnetic Resonance**, 8, ed. New York: Plenum Press, 1989 p. 1– 76.

[15] BUDIL, D.E. et. al. Nonlinear-least-squares analysis of slow-motion EPR spectra in one and two dimensions using a modified Levenberg–Marquardt algorithm, **Journal of Magnetic Resonance A**. v. 120, n. 8, p. 155–189. 1996 .

# SENTENÇAS DECLARATIVAS, NEGATIVAS E INTERROGATIVAS DO KATUKINA (PÁNO)[1]

Flávia Leonel Falchi[2], Maria Suelí de Aguiar[3]
Faculdade de Letras – Universidade Federal de Goiás
falchifl@gmail.com, aguiarmarias@gmail.com

**Resumo**: Este trabalho apresenta um estudo sintático sobre a língua Katukina da família Páno. Essa língua é falada pelo grupo indígena também denominado Katukina, que vive no estado do Acre, Brasil. O estudo apresentado é uma descrição preliminar das sentenças declarativas, negativas e interrogativas dessa língua indígena. Tal descrição se baseia numa abordagem de caráter formalista. Vale ressaltar que a maioria dos aspectos da sintaxe da língua Katukina descritos neste trabalho já foi abordada por Oliveira (1985), Barros (1987) e Aguiar (1988, 1994). No presente trabalho, assinala-se que a ordem padrão das sentenças da língua Katukina é sujeito - objeto - verbo. São identificados morfemas responsáveis pela negação e interrogação das sentenças. Estabelece-se que, em relação ao parâmetro do sujeito nulo, o Katukina é uma língua mista. Ademais, discutem-se questões relacionadas com os padrões ergativo-absolutivo e nominativo-acusativo nessa língua.

Palavras-chave: Família Páno. Língua Katukina. Sentenças declarativas. Sentenças negativas. Sentenças interrogativas.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata de aspectos gerais das sentenças declarativas, negativas e interrogativas da língua indígena Katukina da família Páno. Conforme Aguiar (2007), essa língua é falada diariamente pelo grupo Katukina. Esse grupo vive na Amazônia, no estado brasileiro do Acre e, segundo Lima e Labate (2010), é formado por aproximadamente 600 pessoas.

Os Katukina se encontram no município de Tarauacá (AGUIAR, 2007), em duas terras indígenas: na Terra Indígena Rio Gregório e na Terra Indígena Campinas/Katukina. De acordo com Aguiar (1988), a primeira terra indígena é cortada pelo rio Gregório e a segunda

1 Trabalho revisado pela orientadora, Profa. Maria Suelí de Aguiar. Agradecemos ao Prof. Leosmar Aparecido da Silva, à Vanessa Leonel Falchi, à Lorena de Souza Machado e à Amanda Moreira Primo a leitura que realizaram deste trabalho. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil pelas bolsas de Iniciação Científica concedidas e ao Programa Institucional de Iniciação Científica e Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Goiás.
2 Flávia Leonel Falchi, bacharelanda em Linguística pela Universidade Federal de Goiás e bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, sob a orientação da Profa. Maria Suelí de Aguiar.
3 Maria Suelí de Aguiar, doutora em Linguística pela Universidade Estadual de Campinas e professora Associada IV da Faculdade de Letras da Universidade Federal de Goiás.

se situa na região do rio Campinas.

Para o estudo sintático da língua Katukina, analisam-se dados gravados por Maria Suelí de Aguiar, de 1984 a 2004, com falantes dessa língua que moram na Terra Indígena Campinas/Katukina. A análise dos dados é feita em conformidade com uma abordagem de caráter formalista.

A seguir, apresenta-se o breve estudo realizado sobre as sentenças declarativas, negativas e interrogativas do Katukina. Quanto às análises aqui expostas a respeito dessa língua indígena, vale ressaltar que o presente trabalho é fruto de um estudo preliminar.

## 2 SENTENÇAS DECLARATIVAS

Na língua Katukina, há alta frequência da ordem sujeito - objeto - verbo (SOV) nas sentenças declarativas. Essa ordem pode ser observada no exemplo (1). A sequência SOV, no Katukina, também é descrita por Oliveira (1985), Barros (1987) e Aguiar (1988).

(1)

| ia | kamaN | aa[4] |
|---|---|---|
| ‘eu’ | ‘cachorro’ | ‘ter’ |

‘Eu tenho um cachorro.’

4 Para uma melhor compreensão das representações subjacentes dos dados apresentados neste trabalho, vale mencionar que essas representações foram feitas com base na seguinte proposta para a estruturação fonológica da língua Katukina:

| | | | |
|---|---|---|---|
| **/p/** | [p], [b], [ɸ], [β]; | **/ʂ/** | [ʂ], [ʐ]; |
| **/t/** | [t̪], [d̪]; | **/ʃ/** | [ʃ], [ʒ]; |
| **/tʲ/** | [tʲ], [dʲ]; | **/w/** | [w]; |
| **/k/** | [k], [g], [c], [ɟ], [q], [ɢ]; | **/j/** | [j]; |
| **/m/** | [m]; | **/i/** | [i], [ɪ], [e], [ɛ]; |
| **/n/** | [n̪]; | **/ɨ/** | [ɨ]; |
| **/ɲ/** | [ɲ]; | **/a/** | [a], [ɐ], [ə], [ɑ]; |
| **/ɾ/** | [ɾ]; | **/u/** | [u], [ʊ], [o], [ɔ]; |
| **/ts/** | [ts], [dz]; | **/N/** | [m], [n], [ɲ], [ŋ]. |
| **/s/** | [s], [z]; | | |

Todavia, essa proposta para a fonologia do Katukina não foi empregada para a representação subjacente dos dados retirados de outros trabalhos. Tais dados permaneceram com a representação feita pelo autor.

Há ainda, na língua Katukina, a ordem objeto - sujeito - verbo (OSV), como já aponta Barros (1987) e Aguiar (1994), sendo tal ordem identificada em apenas um dos dados analisados para o presente trabalho:

(2)

| ni | pana | ʃi | iNta | ʂiki | maku-na | aN | pi | pai |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ?[5] | 'plantar' | ? | ? | 'milho' | 'rato'- caso ergativo | ? | 'comer' | tempo passado |
| | | | | | | | | |

'o milho que eu plantei' 'o rato comeu'

'O rato comeu o milho que eu plantei.'

Barros (1987, p. 92) apresenta os seguintes dados como exemplos de sentenças que obedecem à ordem OSV:

(3)

[eˈa kaˈmə̃na naˈšavaˌʔeʔ] 'o cachorro me mordeu'

| /ia/ | + | /kamã/ | + | /-na/ | + | /naša/ | + | /-vaʔi/ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| '1ª p. s.' | | 'cachorro' | | 'Suj. Trans.' | | 'Verbo' | | 'Passado' |

(4)

[haˈa kaˈmə̃na naˈšavaˌʔeʔ] 'o cachorro o mordeu'

| /ʔaa/ | + | /kamã/ | + | /-na/ | + | /naša/ | + | /-vaʔi/ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| '3ª p. s.' | | 'cachorro' | | 'Suj. Trans.' | | 'Verbo' | | 'Passado' |

5 O sinal **?** indica que, até então, não se sabem a tradução do item para a língua portuguesa ou mesmo sua função gramatical.

Encontram-se, nos dados, sentenças declarativas em que o sujeito é nulo, não é expresso fonologicamente, mas, com certeza, foi recuperado pelo contexto. São exemplos dessas sentenças:

(5)

| mapu | kaʃpi | pai |
|---|---|---|
| 'cabeça' | 'machucar' | tempo passado |

'Eu machuquei a cabeça.'

(6)

| mia | waka | iɲa | pai |
|---|---|---|---|
| 'você' | 'água' | 'dar' | tempo passado |

'Eu dei água para você.'

(7)

(a)

| mia-ɾa | ʃupu | aki |
|---|---|---|
| 'você' - interrogação | 'casa' | 'ter' |

'Você tem casa?'

(b)

| aa |
|---|
| 'ter' |

'Tenho.'

Em outros dados o sujeito também é nulo, mas vem representado pelo sufixo **-pu**, que, na língua Katukina, designa um sujeito humano de terceira pessoa do plural, masculino ou feminino. O morfema **-pu** aparece como sufixo do verbo ou dos itens que marcam tempo. Aguiar (1994) também trata desse caso de sujeito nulo no Katukina.

(8)

ɾama pi ai-pu

‘agora’ ‘comer’ tempo presente - sujeito humano de terceira pessoa do plural

‘Agora, eles estão comendo.’

Algumas das sentenças declarativas da língua estudada apresentam um morfema de caso ergativo, cujos alomorfes são **-N** e **-na**. Assim, tais alomorfes aparecem como sufixos em sujeitos de algumas orações transitivas do Katukina. Vale observar que, conforme os dados analisados, o alomorfe **-N** tem uma distribuição menos marcada. Desse modo, ele será tomado para a representação subjacente do morfema de caso ergativo. Vale ressaltar que Barros (1987) e Aguiar (1988, 1994) também descrevem a marca de ergatividade no Katukina. Seguem exemplos do morfema **-N**:

(9)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ia-N | kaɾi | iu | ai |
| ‘eu’- caso ergativo | ‘batata’ | ‘gostar’ | tempo presente |

‘Eu gosto de batata.’

(10)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ia-N | ʂiki | pana | pai |
| ‘eu’- caso ergativo | ‘milho’ | ‘plantar’ | tempo passado |

‘Eu plantei o milho.’

(11)

| | | | |
|---|---|---|---|
| maku-na | ʂiki | pi | pai |
| ‘rato’- caso ergativo | ‘milho’ | ‘comer’ | tempo passado |

‘O rato comeu o milho.’

De acordo com Sandalo (2006, p. 194), “nas línguas com padrão ergativo-absolutivo, o objeto e o sujeito de um verbo intransitivo são marcados da mesma maneira, e o sujeito de um verbo transitivo conta com uma marca especial”. Diferentemente das línguas com padrão nominativo-acusativo, que “marcam o sujeito, de verbos transitivos ou intransitivos, da mesma maneira”, sendo o objeto, por sua vez, marcado de forma especial (SANDALO, 2006, p. 194). Assim, no Katukina, os sujeitos das orações intransitivas, do mesmo modo que os objetos das sentenças dadas anteriormente como exemplos, não apresentam nenhuma marca especial.

(12)

mia kai

‘você’ ‘ir embora’

‘Você vai embora.’

(13)

ipi paki pai

‘árvore’ ‘cair’ tempo passado

‘A árvore caiu.’

Nos dados, foram identificadas poucas orações formadas por verbos transitivos nas quais o morfema **-N** aparece como sufixo do sujeito. A maioria delas não apresenta esse morfema de caso ergativo. Seguem alguns exemplos de orações transitivas que não contêm **-N**:

(14)

ia jumɨ ai kai

‘eu’ ‘filho’ ‘ter’ tempo futuro

‘Eu vou ter um filho.’

(15)

| ajpu-pu | mani | pitʲa | pai |
|---|---|---|---|
| ‘mulher’ - plural para humano[6] | ‘banana’ | ‘buscar’ | tempo passado |

‘As mulheres buscaram banana.’

(16)

| uni | ia | tʲaka | pai |
|---|---|---|---|
| ‘homem’ | ‘eu’ | ‘dar tapa’ | tempo passado |

‘O homem me deu um tapa.’

A oscilação entre a presença e a ausência da marca de ergatividade nas sentenças do Katukina provavelmente se deve à semântica, à pragmática e à relativa fixidez da ordem SOV nessa língua. Essa relativa fixidez, de certo modo, garante que o primeiro sintagma nominal da sentença seja interpretado como sujeito e que esse, por sua vez, não seja confundido com o objeto. Tal fixidez proporciona, por exemplo, que a sentença (16) seja compreendida como ‘O homem me deu um tapa’ e não ‘Eu dei um tapa no homem’. Quanto à pragmática e à semântica, essas asseguram que as sentenças (14) e (15), por exemplo, não sejam entendidas como ‘O filho vai me ter’ ou ‘A banana buscou as mulheres’.

Ademais, conforme os dados analisados, na língua Katukina, os sintagmas adverbiais vêm no início da sentença, antes ou depois do sujeito. Quanto ao sintagma adjetival, esse aparece após o nome a que ele se refere. Os itens que marcam posse são colocados antes do nome a que fazem referência, já os numerais são colocados depois desse. Através dos dados, não foi possível saber se o sintagma adjetival vem, depois do nome, primeiro que o numeral ou o contrário. Os itens que marcam tempo passado, presente e futuro, **pai**, **ai** e **kai**, respectivamente, aparecem, nas sentenças declarativas, logo após o verbo, levando o sufixo que marca sujeito humano de terceira pessoa do plural, **-pu**, quando esse sufixo se faz presente na sentença. Há ainda, no Katukina, o item **iki**, que, até então, não se entendeu ao certo sua função. Todos esses elementos são descritos por Aguiar (1988, 1994). Os itens que marcam tempo são também identificados por Oliveira (1985).

6 Segundo Aguiar (1986, 1994), **-pu** é morfema de plural para humanos na língua Katukina.

## 3 SENTENÇAS NEGATIVAS

De acordo com os dados analisados, as sentenças negativas do Katukina seguem a ordem SOV e apresentam, antes dos itens que marcam tempo, o morfema **-ma** como sufixo do verbo, sendo esse morfema responsável pela negação. O sufixo **-ma** pode vir também junto do item **iki**. No Katukina, o que diferencia as sentenças negativas das declarativas é a presença do morfema **-ma** nessas posições.

(17)

| ia | iɲa | pani-ma | ai |
|---|---|---|---|
| 'eu' | 'cavalo' | 'andar' - 'não' | tempo presente |

'Eu não ando a cavalo.'

(18)

| jaNta | ui | iki-ma | iki |
|---|---|---|---|
| 'ontem' | 'chover' | ? - 'não' | ? |

'Ontem não choveu.'

Como exemplifica a oração (18), da mesma forma que nas sentenças declarativas, nas negativas, há sujeito nulo: na língua Katukina, o verbo **ui**, 'chover', não tem argumento. Outros exemplos de sujeito nulo na língua podem ser observados em (19b) e (20b), que são respostas às perguntas (19a) e (20a).

(19)

(a)

| mia-ra | kai |
|---|---|
| 'você' - interrogação | 'ir embora' |

'Você vai embora?'

(b) kai-ma

‘ir embora’ - ‘não’

‘Não vou.’

(20)

(a) ma-ɾa mia tsaiN ita naʃu pitʲa pai

? - interrogação ‘você’ ? ‘Rita’ ‘casa’ ‘ir’ tempo passado

‘Você foi à casa da Rita?’

(b) iki-ma

? - ‘não’

‘Não fui.’

Nas sentenças negativas, a marca de caso ergativo também oscila entre a presença e a ausência do morfema **-N**, como mostram os dados (21) e (22):

(21)

nipaɾi ia-N paɾi iɲa-ma

‘hoje’ ‘eu’- caso ergativo ‘sol’ ‘ver’ - ‘não’

‘Hoje não vi o sol.’

(22)

ia ipi pia-ma

‘eu’ ‘raia’ ‘comer’ - ‘não’

‘Eu ainda não comi raia.’

Vale apontar que Aguiar (1994) analisa as sentenças negativas da língua Katukina. As sentenças interrogativas, descritas no próximo tópico deste trabalho, são também analisadas por Oliveira (1985) e Aguiar (1988, 1994).

## 4 SENTENÇAS INTERROGATIVAS

No Katukina, as sentenças interrogativas geralmente obedecem à ordem SOV. Nos dados analisados, a ordem OSV também foi encontrada nesse tipo de sentença. Normalmente, as sentenças interrogativas apresentam o morfema **-ɾa**, que marca a interrogação. Tal morfema aparece como sufixo do primeiro elemento da sentença, seja esse sujeito, uma expressão interrogativa e/ou um sintagma adverbial.

(23)

| | | | |
|---|---|---|---|
| mia-ɾa | kaɾi | iu | ai |
| 'você' - interrogação | 'batata' | 'gostar' | tempo presente |

'Você gosta de batata?'

(24)

| | | |
|---|---|---|
| juNka-ɾa | uNʃiN | iki |
| 'goiaba' - interrogação | 'madura' | ? |

'A goiaba está madura?'

(25)

| | | | |
|---|---|---|---|
| api-ɾa | matu | jaNta | iki |
| 'o que' - interrogação | 'você' | 'ontem' | ? |

'O que você fez ontem?'

(26)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ninu-ɾa | nua | uɾa | maki |
| 'daqui' - interrogação | 'rio' | 'perto' | 'ficar' |

'O rio fica perto daqui?'

(27)

| | | |
|---|---|---|
| aNtu-ɾa | mia-N | kai |
| ‘aonde’ - interrogação | ‘você’ - caso ergativo | ‘ir’ |

‘Aonde você vai?’

Conforme os dados analisados, são raras as sentenças interrogativas que apresentam o morfema de caso ergativo. A única sentença encontrada com o morfema **-N**, nos dados analisados, foi a (27).

Ademais, algumas sentenças interrogativas do Katukina não apresentam o morfema **-ɾa**. Até então, não se identificou o que marca a interrogação nessas sentenças. Um exemplo delas é:

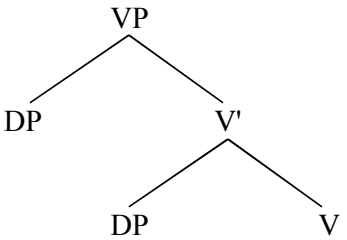
(28)

| | | | |
|---|---|---|---|
| mia | tinuN | naʃi | kai |
| ‘você’ | ‘igarapé’ | ‘tomar banho’ | tempo futuro |

‘Você vai tomar banho no igarapé?’

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, conclui-se que SOV é a ordem padrão das sentenças da língua Katukina, como já foi apontado por Oliveira (1985), Barros (1987) e Aguiar (1988, 1994). Assim, para a ordem parametrizada do Katukina, tem-se a seguinte representação:



A partir das ocorrências apontadas como sujeito nulo na língua, do mesmo modo que Aguiar (1994), entende-se que o Katukina é uma língua mista em relação ao parâmetro do sujeito nulo. Isso porque o Katukina não possui mecanismos que permitam que o sujeito seja nulo para todas as pessoas da língua em todos os contextos, o que somente é permitido para a terceira pessoa do plural, devido ao sufixo **-pu**.

Quanto à oscilação da presença ou não do morfema de caso ergativo nas sentenças, é válido apresentar o seguinte dado:

(29)

| jaNta | ia | juNka-N | pia-ma | iki |
|---|---|---|---|---|
| 'ontem' | 'eu' | 'goiaba' - ? | 'comer' - 'não' | ? |

'Ontem eu não comi goiaba.'

Na sentença apresentada, **juNka**, 'goiaba', recebe uma nasal que tem a mesma estrutura de um dos alomorfes do morfema de caso ergativo analisado neste trabalho. Contudo, **juNka** é objeto na sentença (29) e não sujeito do verbo transitivo. Sentenças como a (29) não são tão raras nos dados analisados, sendo que nelas há objetos que recebem a nasal, como em (29), e objetos que recebem a nasal /n/ seguida de /a/, o que configura a estrutura do outro alomorfe do suposto morfema de caso ergativo.

Se o Katukina fosse uma língua com padrão ergativo-absolutivo, o sujeito de verbos transitivos é que deveria ser marcado. No caso de (29), **ia**, 'eu', é que teria recebido a nasal, não **juNka**. O que ocorre nessa sentença é característico de línguas com padrão nominativo-acusativo.

Seria, então, o Katukina uma língua com padrão ergativo-absolutivo ou com padrão nominativo-acusativo? Ou ainda com um sistema de casos cindido?

Ao se levar em conta a oscilação entre a presença e a ausência do morfema de ergatividade nas sentenças da língua Katukina, oscilação essa já apontada por Aguiar (1994), pode-se afirmar que o Katukina está passando por um processo de mudança em relação a esse aspecto, como Aguiar (1994) também afirma. Estaria o Katukina deixando de ser uma língua com padrão ergativo-absolutivo rumo ao padrão nominativo-acusativo? Ou o contrário?

Estaria a língua Katukina abandonando o padrão nominativo-acusativo rumo ao padrão ergativo-absolutivo? Ou ainda, teria o morfema **-N** identificado neste trabalho realmente a função de marcar o sujeito de verbos transitivos ou objetos num processo de mudança? Não teria esse morfema, na língua Katukina, outra função, que não essa?

Quanto às sentenças interrogativas, o que marca a interrogação de orações como a (28)?

Detalhes das sentenças da língua indígena Katukina ficam, então, por ser investigados, sendo que muitos deles nem sequer foram mencionados neste trabalho. Uma língua é realmente muito complexa.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Maria Suelí de. *Análise descritiva e teórica do katukina-pano*. 1994. 405 f. Tese (Doutorado em Linguística)-Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1994. Disponível em: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000076988>. Acesso em: 18 mar. 2011.

_____. *Aspectos da morfologia nominal da língua katukina-pano*. Campinas, SP, 1986 (manuscrito).

_____. *Elementos de descrição sintática para uma gramática do katukina*. 1988. 84 f. Dissertação (Mestrado em Linguística)-Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1988. Disponível em: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=000036522>. Acesso em: 31 mar. 2011.

_____. The Brazilian Panoan languages. In: WETZELS, Willem Leo (Ed.). *Language endangerment and endangered languages*: linguistic and anthropological studies with special emphasis on the languages and cultures of the Andean-Amazonian border area. Leiden: CNWS, 2007. p. 39-50.

BARROS, Luizete Guimarães. *A nasalização vocálica e fonologia introdutória à língua katukína (páno)*. 1987. 119 f. Dissertação (Mestrado em Linguística)-Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1987. Disponível em: <http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000043970>. Acesso em: 18 mar. 2011.

LIMA, Edilene Coffaci de; LABATE, Beatriz Caiuby. A expansão urbana do kampo (*Phyllomedusa bicolor*): notas etnográficas. [S.n., s.l.], 2010. p. 315-344. Disponível em: <http://www.bialabate.net/wp-content/uploads/2010/10/Lima_Labate_Expansao_Urbana_Ka

mbo1.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2011.

OLIVEIRA, Gilvan Müller de. *Aspectos da morfologia verbal da língua katukina-pano*. Campinas, SP, 1985 (manuscrito).

SANDALO, Maria Filomena Spatti. Morfologia. In: MUSSALIM, Fernanda; BENTES, Anna Christina. *Introdução à linguística*: domínios e fronteiras. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2006. p. 181-206.

# BIOLOGIA FLORAL DE TOMATEIRO (*Solanum lycopersuim L.*)

Orientando: Fláviana Lima Gomes (flavianalg@gmail.com)

Orientador: Profa. Dra. Edivani Villaron Franceschinelli (edivanif@gmail.com)

Unidade acadêmica: Universidade Federal de Goiás/ Departamento de Biologia Geral

## RESUMO

Os polinizadores têm grande importância para o ecossistema natural e agrícola. No caso do tomateiro que possui uma antera poricida, é necessária a ação vibratória destes organismos para melhor produção de frutos. O objetivo deste trabalho é avaliar as características florais e as contribuições dos polinizadores para o sucesso reprodutivo da planta. Foram realizadas observações de abertura das flores e coleta das mesmas em diferentes horários. Efetuou-se também a contagem e viabilidade dos grãos de pólen em uma câmara de Newbauer, além de sua caracterização morfológica. Através das analises de regressão linear simples, obteve-se como resultado, uma média de produção de grãos de pólen por flor, sendo que há uma redução deste recurso ao longo do dia. Conclui-se que as estruturas morfológicas das flores, faz com que os potenciais polinizadores interajam com a planta. Desta maneira, leva-se a uma transferência de grão de pólen e uma possível melhora na produção de fruto e sementes.

**PALAVRA-CHAVE:** polinização vibrátil, serviço ecossistêmico.

## INTRODUÇÃO

Os polinizadores são fundamentais para a polinização de diversas espécies dos ecossistemas naturais e das culturas agrícolas (Santos, 2010). O serviço oferecido por estes organismos exercem um grande papel para reprodução vegetal e produção de alimento (Fonseca, 2010). Na agricultura, a atividade dos polinizadores favorecem a produção de frutos maiores e um numero maior de sementes (Santos, 2010). Sem estes agentes, o custo com a mão de obra no campo para a realização da polinização manual seria bem elevado (Vieira *et* al, 2010).

O tomateiro é uma planta pertencente à família das Solanaceae e do gênero *Solanum*, nativo da América do Sul, de origem dos Andes, sendo introduzido no Brasil pelos Europeus no século XIX, que é cultivado em diferentes regiões brasileiras (Carelli, 2003). É uma planta anual, que pode atingir até dois metros de altura. Sua inflorescência desenvolve-se

na axilas das folhas, possuem flores amarelas, pequenas com cinco a seis pétalas, cinco a seis estames, as anteras se unem formando um tubo cônico que circunda o pistilo (Santos, 2009). Esta planta tem como característica importante que as anteras poricidas com deiscências por meio de poros apicais, das quais dependem da polinização por vibração (Bezerra & Machado, 2003).

A polinização por vibração é um método de coleta realizado por abelhas das famílias Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae, para retirada do pólen em flores com anteras poricidas (Silva *et* al, 2010). Ao visitarem as flores, as abelhas utilizam sua musculatura torácica para segurarem nas anteras com suas pernas ou mandíbulas, que ao vibrarem extraem o pólen que é oferecido pelas flores (Silva *et* al, 2010). Este processo vibratório realisado por estas abelhas é de grande importância para o fornecimento de pólen para o estigma de modo a aumentar, o desenvolvimento do fruto e aumento da sua qualidade (Higuti, 2008).

O tomate é um dos frutos mais consumidos do mundo (Brandão *et* al, 2005). O aumento da demanda deste produto esta relacionado com a utilização desta hortaliça fresca e processada pelas indústrias de fabricação de massa de tomate (Carvalho & Pagliuca, 2007). No Brasil, nenhum estudo mostra a relação direta da importância dos polinizadores na produção de frutos do tomate em cultivo aberto. Acredita-se que o vento é o responsável pelo balanço das flores, e que isto levaria a liberação dos grãos de pólen das anteras e a autopolinização dos estigmas. O estado de Goiás é o maior produtor de tomate do Brasil (AGRODEFESA-GO, 2013). Contudo, neste estado, nada se sabe sobre os polinizadores desta cultura e como eles contribuem na produção de seus frutos. Desta forma, o objetivo deste estudo é identificar quais são as espécies polinizadas desta cultura em plantações de tomate tutorado da região de Goiânia GO. Além disso, o presente trabalho deve averiguar os aspectos da biologia floral do tomateiro e seus efeitos na relação das flores com seus polinizadores.

## MATERIAIS E METODOS

### Biologia Floral do Tomateiro

As flores dos tomateiros foram observadas buscando estudar seus aspectos morfológicos e funcionais. Os horários e período da abertura floral, receptividade do estigma e abertura das anteras foram registrados. Também foram quantificados os grãos de pólen

produzido em diferentes períodos da antese floral, além da viabilidade do mesmo (modificado de Dafni & Firmage 2000, Dafni, Pacini & Nepi 2005). Para contagem dos grãos de pólen foram coletadas flores nas plantações de tomates em diferentes horários e fixadas em fixadas em FAA (Formaldeído a 40% - 9 partes, Ácido acético- ½ parte e Etanol 95% - ½ parte). Das flores coletadas foram separadas duas anteras e colocadas em uma placa de Petri. As anteras foram maceradas e coradas em carmim acético (5%). A contagem do pólen foi realizada em câmara de *Newbauer* em microscópio óptico com objetiva de 10 x de aumento. A contagem foi realizada em duas áreas da câmara e o resultado de ambas foi somado. Este valorfoi multiplicado por 2000, dividido por quatro, por último multiplicando pelo número de anteras da flor. Totalizando assim o número de grãos de pólen produzido pela flor. O grão de pólen do tomateiro também foi caracterizado morfologicamente (Maêda, 1985).

Para testar a viabilidade do grão de pólen, o mesmo procedimento de coleta, fixação e coloração foi realizado. Após o procedimento, em lâmina e no microscópio óptico com objetiva de 40 x foram contatos 100 grãos de pólen, separando os viáveis e não viáveis. Os grãos de pólen que apresentaram defeitos morfológicos e ou não corados foram considerados não viáveis. Para comparação da quantidade e viabilidade destes grãos em horários diferentes foi utilizada uma regressão linear simples.

A receptividade do estigma foi testada a partir da abertura da flor no início da manhã (6:00 h) até o final do dia a cada 3h:00, utilizando peróxido de hidrogênio para observar se o estigma destas flores reagem com a solução. Para realização da fenologia floral da planta, foi marcada uma inflorescência por planta em 20 plantas diferentes, assim acompanhando a antese floral até a senescência de todas as flores das inflorescências.

Para determinar os principais polinizadores das culturas estudadas, observou-se e as abelhas que realizaram a polinização vibrátil durante suas visitas as flores do tomateiro. Deste modo, quatro fileiras de 120 plantas foram percorridas em duas culturas durante 30 minutos e as presenças dos polinizadores foram registrados. O número de visitas por espécies de polinizadores foi observado. Visitantes florais foram coletados para identificação. Quando essa coleção não foi possível, a identificação em nível de gênero foi realizada em campo. Esses dados foram coletados durante dois dias em cada propriedade para melhor amostragem. As atividades aconteceram entre 9:00-12:00 hs, observando o pico de visitantes florais nesta cultura e período de maior quantidade de pólen nas anteras de tomate.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O tomateiro apresenta hábito herbáceo-arbustivo, podendo apresentar até 2 m de comprimento. O ciclo de vida da espécie é curto, podendo produzir frutos maduros de 90 a 120 dias após a germinação da semente, ou 45 a 55 dias após o florescimento. As inflorescências são em forma de cimeira, apesar de ocorrerem modificações de acordo com a variedade. As flores são bissexuais, actinomorfas, com diâmetro de 1,5 a 2 cm (Naika *et al.* 2006).

Os botões florais começam a antese floral por volta de 6h30 da manhã. A flor permanece aberta até às 18h: 00, fechando novamente e no dia seguinte reabrindo no mesmo horário. A antese floral tem duração de aproximadamente uma hora, já expondo o estigma da flor. O fechamento parcial apresenta a mesma duração da abertura. As flores tem duração de aproximadamente 73 horas e três dias. Em *Solanum melongena* (berinjela) as flores permaneceram abertas aproximadamente 3 dias (Montemor & Malerbo-Souza, 2009). As flores abertas apresentam inclinação para baixo, pétalas deflexas e tubo estaminal excertos (Figura 01). Na inflorescência ocorre abertura de 2 flores por vez. Quando as duas primeiras começam o processo de senescência, as próximas duas começam sua antese floral.

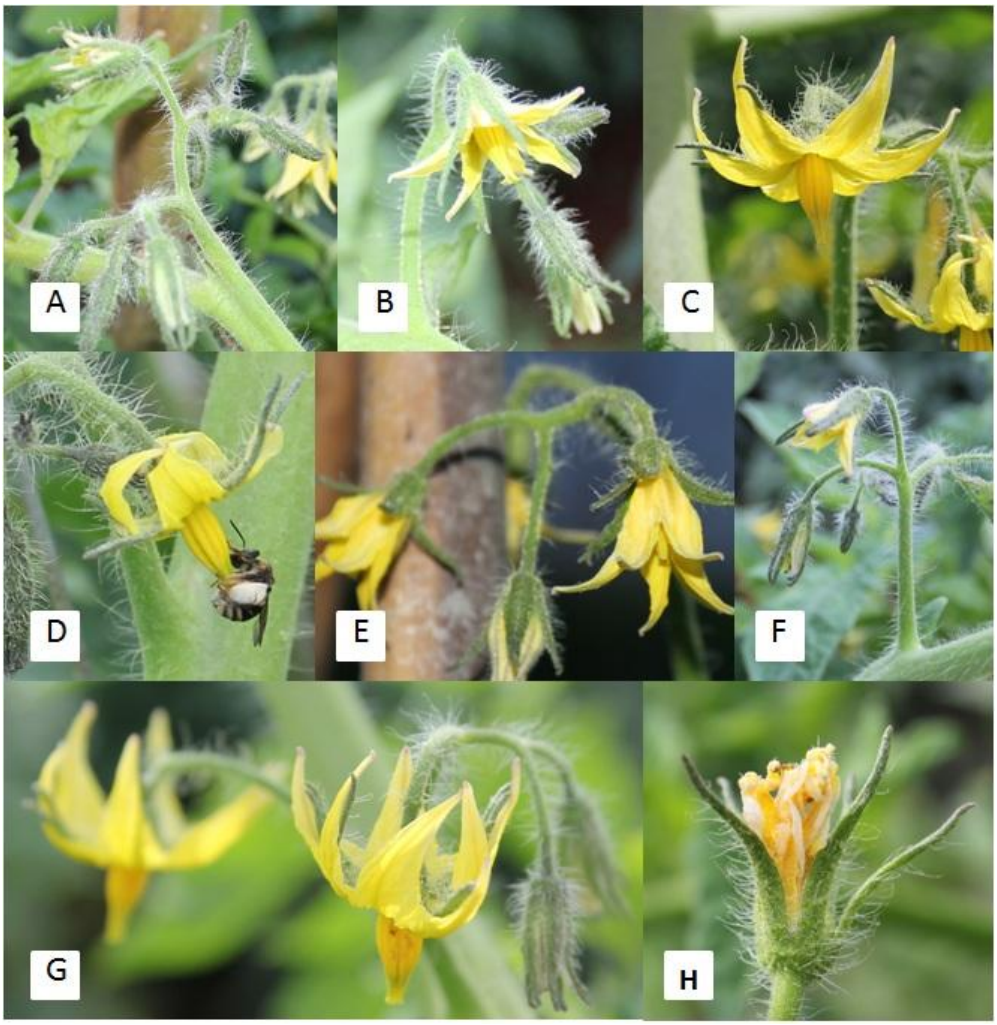



**Figura 01. A.** Começo da Antese floral (6h30); **B.** Exposição das anteras (7h30); **C.** Pétalas de flexas (12h00); **D.** Polinização por *Exomalopsis*; **E.** Fechamento parcial da flor (18h00); **F.** Abertura floral no 2°dia (6h30); **G.** Inclinação da flor e das pétalas (com anteras com marca de polinizadores); **H.** Senescência floral (3° dia).

O estigma é receptivo a partir das 6h30 com a abertura floral e se mantém até as 18h00, quando há o fechamento parcial da mesma. Flores de primeiro ao terceiro dia apresentavam os estigmas receptivos.

As inflorescências dos tomateiros são cimeiras que apresentam modificações em forma de dicásio e drepânio. Cada indivíduo dessa espécie apresenta o pecíolo da inflorescência de aproximadamente 3,7±2,17 cm, contendo em média 7±2,13 flores por inflorescência. As flores apresentaram em média 5,62±0,71 pétalas; 5,56±0,72 sépalas e o número de anteras em média 6,51±0,75 anteras por flor. O tubo de estames apresentado na flor tem em média 1,05±0,09 cm.

Os resultados demonstram produção em média de 333.244±299.460 grãos de pólen por flor, ocorrendo considerável redução da oferta de pólen ao longo do dia, com o pico de

oferta entre 7 e 8 horas da manhã e estabilização da redução do número de grãos de pólen por volta do meio dia ($r = 0,3153$; $r = -0,5616$; $p = 0,000$; $y = 8,2339E^{5} - 56131,3774*x$)(Gráfico 03). Esse resultado coincide com os principais horários de visitação dos polinizadores que variam das 7 da manhã ao meio-dia, havendo pico de visitação as 11h00, corroborando com resultados encontrados por Bispo dos Santos (2004) e Santos & Nascimento (2011).

Uma vez que a quantidade de óvulos por flor do tomateiro fica em torno de 300 óvulos, se realizado a proporção pólen/óvulo o resultado será de aproximadamente 700. Assim segundo Cruden (1977) definiria a planta como xenogamica facultativa. É importante ressaltar que o tomateiro por ser espécie cultiva possui diversas variações e variedades, sendo que provavelmente características como quantidade de óvulo e grãos de pólen variam entre as variedades, assim como ocorre com outras espécies cultivadas, como o pimentão (*Capsicum* sp) (Faria-Júnior, Bendini & Barreto, 2008).

Já a viabilidade polínica dos grãos mostrou alta a viabilidade dos grãos, com cerca de 97±12,59% variando ao longo do dia, porém sendo resultado pouco robusto ($r^2 = 0,0395$; $r = -0,1987$; $p = 0,0031$; $y = 97,3931 - 0,8985*x$)(Figura 04). As altas taxas de viabilidade polínica são comuns no gênero *Solanum* nativo (Forni-Martins *et* al, 1998) e também comum em espécies do gênero cultivadas (*Solanum melongena*) (Santos-Neto *et* al., 2006). O grão de pólen se apresenta arredondado, com cerca de 22,17±1,05 µm do diâmetro longitudinal e 22,37±0,99 µm do diâmetro latitudinal, sendo tricolpado apresentado microreticulações na exina (Figura 02).

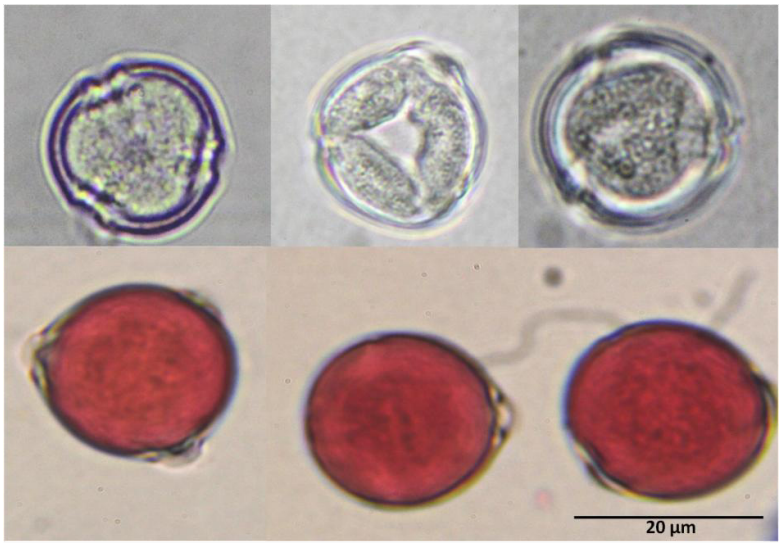



**Figura 02.** Grão de pólen de *Solanum lycopersicum* diafanizados com hipoclorito de sódio 1% (superior) e corados com carmim acético 50% (inferior).

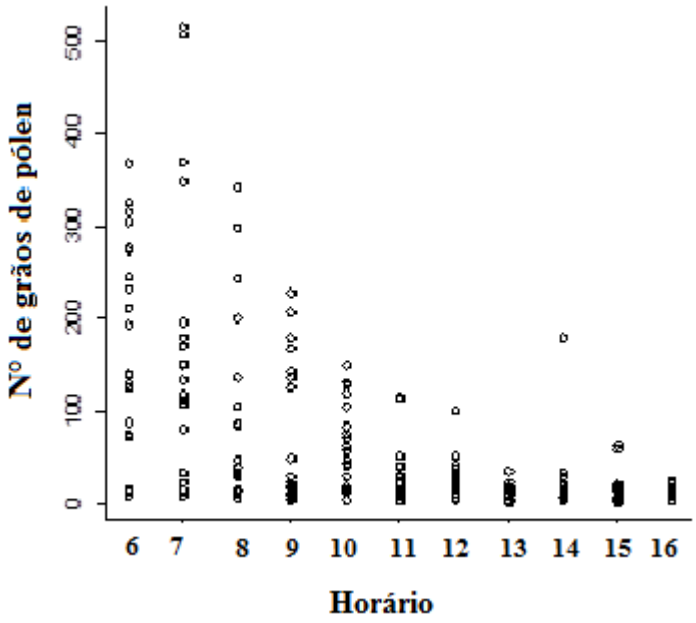



**Gráfico 03 -** Número de grãos de pólen ao longo das horas após abertura da flor.

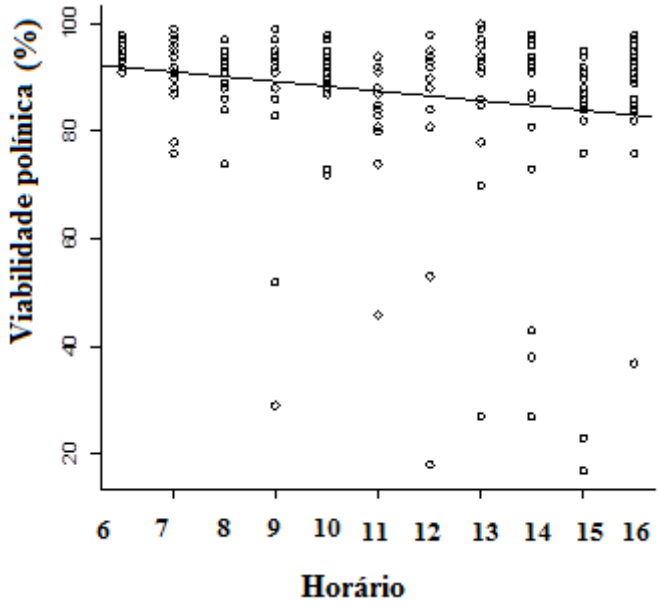



**Gráfico 04 -** Viabilidade polínica ao longo das horas após abertura da flor.

O tomateiro com 50 dias de idade, em seu ciclo reprodutivo apresenta em média 10,7±1,44 inflorescências com cerca de 7±2,13 flores por inflorescências. Assim grandes quantidades de grãos de pólen serão produzidas e estarão disponíveis para os visitantes florais. Esse recurso floral, além da importância para a polinização da espécie, é de grande

importância para as abelhas nativas como fonte alimentar, porém pode se tornar grande fonte de contaminação das abelhas nativas com agrotóxicos da cultura.

As espécies de abelhas observadas nas culturas do estudo foram *Exomalopsis analis, Centris tarsata, Bombus morio, Eulema nigrita* e *Epicharis sp. Exomalopsis analis* foi o polinizador mais comum. Em três horas de observações, foram vistas 47 vezes visitando flores de tomate. As abelhas que realizaram polinização vibrátil se aproximam das flores de tomate a partir da frente, agarrando o cone de anteras. Elas se agarravam ao cone, vibram as anteras e o pólen é expulso e se aderem ao abdômen e outras partes do seu corpo. As mesmas abelhas realizadam movimentos circulares na antera, vibrando muitas vezes e mais de uma anteras. Quando grande quantidade de pólen é depositado em seu corpo, a abelha para a vibração e limpa-se para coletar o pólen do próprio corpo e colocá-los em suas escopa.

## CONCLUSAO

Concluímos assim que as características morfológicas das flores faz com que a planta interaja com as abelhas nativas que vibram. Em sua estrutura morfológica podemos citar a presença de uma antera poricida na qual a planta necessita da ação vibratória do polinizador. Deste modo ocorre-se a transferência de grãos de pólen, no que favorece para a planta uma possível melhor produção de fruto e sementes. As espécies de abelhas observadas nas culturas do estudo foram *Exomalopsis analis, Centris tarsata, Bombus morio, Eulema nigrita* e *Epicharis sp.*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos cultivos de tomateiros foram encontradas várias espécies nativas de abelhas que podem polinizar a cultura. O horário de visita destas abelhas coincidem com os horários de disponibilidade e esgotamento do pólen, demonstrando a capacidade destes polinizadores na coleta deste recurso e na polinização da flor do tomateiro, podendo assim também contribuir com a produção de seus frutos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO. S. Elizabeth. ; BHERING. B. Silvio. ; COSTAC. F. P. Júlio Roberto. , TÔSTO. G. Sergio. ; MACEDO. R. José. ; RANGEL. M.; MARINHO. G. Alex. *2005.* **Análise Comparativa dos Custos de Produção de Tomate nos Sistemas Convencional e TOMATEC no Município de São José de Ubá, RJ.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 82.

BISPO. S. Antonio. ; BEGO, L. R.; ROSELINO, A. **Pollination in tomatoes, Lycopersicon esculentum, by *Melipona quadrifasciata* anthidioides and *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apinae)**. In: Proc. Of 8th IBRA Int. Conf. On Trop. Bees And VI Encontro Sobre Abelhas, 2004a. Ribeirão Preto, SP, Brasil. p. 688.

CARELLI. P. Bernadete. 2003. **Estimativa de variabilidade genética em acessos crioulos e cultivares comerciais de tomates (*Licopersicon esculentum* Mill.) do sul do Brasil e avaliação da presença do gene Mi.** , Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós –Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, visando a obtenção do grau de doutor em ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

CARVALHO. L. Por Jefferson.; PAGLIUCA. G. Larissa. 2007**. Hortifruiti Brasil.**

CRUDEN, Robert Willian. . **Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants.** Evolution, Iowa, p. 32-46. mar. 1977.

DAFINI, A. & FIRMAGE, D. 2000. **Pollen viability and longevity: pratical, ecological and evolutionary implications.** Plant Systematics and Evolution. 222: 113-132.

DAFINI, A. Pacini; E. NEPI, M. 2005. Pollen **and stigma biology. In: Dafni, A., Kevan, P., Husband, B., editors. Practicalpollination biology.** Ontario: Enviroquest; p. 83-142.

FARIA-JÚNIO, L. R. R.; BENDINI, J. N.; L.; BARRETO, M. R. C. 2008. **Eficiência polinizadora de *Apis mellifera* L. e polinização entomófila em pimentão variedade cascadura ikeda.** Bragantia, Campinas, v.67, n.2, p.261-266.

FORNI-MARTINS, E. R.; MARQUES, M. C. M.; LEMES, M. R**. Biologia floral e reprodução de *Solanum paniculatum* L. (Solanaceae) no estado de São Paulo, Brasil.** Revista Brasileira Botânica, v.21, n.2, p.117-24, 1998.

HIGUTI. O. Andréa Reiko. 2008**. Produção de tomate em função da vibração das plantas.** Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de Concentração em Horticultura.

FONSECA, I. Vera Lucia. & NUNES, S. Patrícia. 2010. **As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro.** Biota Neotropica. 10(4): 59-62.

MAÊDA, J. M. 1985. **Manual para uso da câmara de Newbauer para contagem de pólen em espécies florestais.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Silvicultura, Seropédica.

MONTERMOR, K.A. Malerbo-Souza, D.T. 2009**. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*).** Zootecnia Tropical. FONAIAP, v. 27, p. 97-103.

NAIKA, S.; JEUDE, J.V.L. Gouffau, M.; HILMI, M. Dam, B. V. 2006**. A cultura do tomate - Produção, processamento e comercialização**. Agrodok 17, 2006, 104 p.

Nunes-Silva, P.; Hrncir, M. Imperatriz-Fonseca, V.L. 2010. A Polinização por Vibração. Oecologia Australis, v. 14, p. 140-151.

SILVA, N. Patrícia. ; HRNCIR, M.; VENTURIERI, G. C. & FONSECA, I. Vera Lucia. 2010**. O potencial das abelhas Melipona na polinização de plantas polinizadas por vibração, considerando as características físicas da vibração.** In: IX Encontro sobre Abelhas, 2010, Ribeirão Preto, 2010.

SANTOS, B. Aline. 2009**. Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) em cultivos orgânicos e tradicionais.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

SANTOS, B. Aline & NASCIMENTO, S. Fábio. 2011. **Diversidade de visitantes florais e potenciais polinizadores de *Solanum lycopersicum* (Linnaeus) (Solanales: Solanaceae) em cultivos orgânicos e convencionais.** Neotropical Biology and Conservation 6(3):162-169.

NETO, S. O. D.; KARSBURG, I. V.; YOSHITOME, M. Y. **Viabilidade e Germinabilidade polínica de populações de jurubeba (*Solanum paniculatum* L.)** Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.67-74, 2006.

SILVA, Patrícia. N.; HRNCIR, Micheal. ; VENTURIERI, Giogio. C.; FONSECA, Vera Lucia. I. 2010. **O potencial das abelhas melípona na polinização por vibração, considerando as características físicas da vibração.** Subprojeto 3.3 Anexo 43.

VIEIRA, P. S. Patrícia Fernanda. ; CRUZ, Darci. O. ; GOMES, M. Marília Fernandes.; CAMPOS, O. Lucio Antonio; LIMA, E. João. 2010. **Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo**. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 15: 43-53.

Zar, J.H. 1999. **Biostatistical analysis**. 4ªed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.

# Clonagem e produção da enzima recombinante β-1,4 glicosidase (1,4 BGL) na levedura *Pichia pastoris*

Francielly Pinheiro da Silva Borges[1], Fabrícia Paula de Faria[2] e Rosália Santos Amorim Jesuíno[3]

[1]Orientanda bolsista PIBIC/CNPq, acadêmica do curso de Biomedicina; [2]Professora colaboradora do Laboratório de Biotecnologia de Fungos; [3]Professora orientadora do Laboratório de Biotecnologia de Fungos, Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Depto. de Bioquímica e Biologia Molecular, Lab. Biotecnologia de Fungos – Goiânia – GO –74001-970, Brasil

Endereços eletrônicos: fran_ciellypinheiro@hotmail.com
fabriciapfaria@hotmail.com
rosaliajesuino@gmail.com

**RESUMO:** Celulases são enzimas que constituem um complexo capaz de atuar sobre materiais celulósicos, promovendo sua hidrólise. O desenvolvimento de processos eficientes e otimizados para a produção de enzimas em escala industrial é fundamental para garantir a viabilidade econômica da produção de etanol celulósico. No entanto, para tal desenvolvimento, deve-se dispor da peça chave deste processo, que é o microrganismo produtor de enzimas. Na natureza, existe uma grande variedade de microrganismos que produzem celulases. As β-glicosidases têm a propriedade de hidrolisar celobiose e oligossacarídeos solúveis em glicose. Assim como as celobiohidrolases, elas também são reportadas por sofrerem inibição por seu produto de hidrólise. O presente projeto teve por objetivo clonar o cDNA *BglM*1, que corresponde à β-glicosidase da bactéria *Marinomonas* MWYL1, na levedura metilotrófica *Pichia pastoris*. Além disso, outros fungos que foram isolados e pertencem à biblioteca do Laboratório (D2, K1, M3 e X7) foram analisados quanto à atividade β-glicosidásica. Os isolados foram submetidos à fermentação submersa em meio contendo bagaço de cana-de-açúcar (BCA) ou farelo de trigo (FT) como fonte de carbono. O sobrenadante de cultura foi analisado quanto à atividade enzimática pelo método do pNP-β-D-glicopiranosideo. O isolado X7 apresentou superioridade enzimática tanto em BCA quanto em FT, sendo o último, o melhor indutor. O pico de atividade deu-se em 72 horas de incubação, o pH ótimo e a temperatura ótima foram caracterizados em 4,0 e 50°C, respectivamente. A enzima possui elevada estabilidade a 40°C e pH 4. O isolado X7 foi identificado como *Aspergillus fumigatus*.

**Revisado pela orientadora**

**PALAVRAS-CHAVE**: celulases, β-glicosidase, clonagem, bactérias, fungos e atividade enzimática.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o sistema energético internacional é fortemente dependente de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), pois cerca de 80% do consumo mundial de energia se originam dessas fontes. Esta é uma situação que merece mudanças não só pela exaustão gradativa das reservas de combustíveis fósseis como também pelos efeitos negativos ao meio ambiente que resultam do seu uso, entre os quais o aquecimento global. A busca por combustíveis alternativos levou alguns países a optar por biocombustíveis, devido principalmente ao interesse na energia da biomassa, que gera combustíveis líquidos tais como o etanol produzido pela fermentação de açúcares (etanol de primeira geração) extraído, principalmente, da cana-de-açúcar, do milho, da beterraba, entre outras fontes (MARQUES, 2008). Outra via para a produção de etanol é pela hidrólise de biomassa celulósica (celulose, hemicelulose e lignina), com geração de glicose, a qual pode ser fermentada produzindo etanol (etanol de segunda geração) (POMPEU, 2010; WYK, 2001).

A etapa de sacarificação pode também ser alcançada pelo processo de hidrólise enzimática. Este processo vem sendo amplamente estudado e consiste na utilização de enzimas para a bioconversão da biomassa a açúcares fermentáveis para a produção de etanol, e possui a vantagem de não gerar compostos tóxicos aos microrganismos da etapa de fermentação alcoólica (WYMAN, 2007). Um dos desafios para que este processo se torne viável é a produção de enzimas celulolíticas em larga escala a um menor custo, e isso vem sendo buscado através de estratégias como: a seleção de microrganismos produtores de enzimas celulolíticas, a obtenção de microrganismos superprodutores de celulases por programas de melhoramento genético e ainda a obtenção de enzimas recombinantes que possam complementar o complexo de enzimas celulolíticas produzidas por microrganismos (LYND et al., 2002).

A biomassa vegetal, produzida nas florestas e demais vegetações é composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, todos constituintes da parede das células vegetais (DEKKER, 1985). A celulose é encontrada em maior quantidade (40 – 50%) sendo um homopolissacarídeo de cadeia longa composta por unidades de glicose, unidas por ligações glicosídicas do tipo β-1,4 (SANDGREN et al., 2005).

Microrganismos que atuam na degradação de materiais celulósicos têm capacidade de produzir enzimas chamadas de celulases, que constituem complexos de diversas moléculas que atuam diretamente na degradação de substratos lignocelulósicos (CASTRO, 2006).

A hidrólise completa da celulose é um processo que requer a ação de enzimas que foram classificadas na forma de catálise da fibra de celulose, sendo: endoglucanases (EGLs - EC 3.2.1.4), que hidrolisam ligações glicosídicas no interior da cadeia, principalmente nas regiões amorfas, liberando fragmentos menores; celobiohidrolases ou exoglucanases (CBHs EC 3.2.1.; 3.2.1.91), que hidrolisam ligações glicosídicas nas extremidades redutoras ou não redutoras da cadeia, possuindo maior afinidade por celulose insolúvel ou microcristalina, liberando dímeros de glicose (celobiose) e, β-glicosidases (BGLs - EC 3.2.1.21), que hidrolisam as celobioses, liberando unidades de glicose (ARO; PAKULA; PENTTILA, 2005; GILKES et al., 1991).

As β-glicosidases (β-D-glicosídeo glicohidrolases) formam uma classe de enzimas biologicamente importantes que ocorrem em inúmeros organismos, tanto procarióticos quanto eucarióticos, desempenhando diversas funções (DAROIT, 2007). A principal reação catalisada por estas enzimas é a hidrólise de ligações β-glicosídicas em glicosídeos de baixa massa molecular. Desta forma, o nome β-glicosidase é dado a diferentes tipos de enzimas capazes de hidrolisar ligações β-glicosídicas em dissacarídeos, oligossacarídeos e glicosídeos conjugados (COULON et al., 1998; SANZ-APARICIO et al., 1998; BHATIA et al., 2002).

A bactéria *Marinomonas* MWYL1 foi isolada a partir da superfície radicular de grama (*Spartina anglica*), crescendo perto do norte de Norfolk (Inglaterra), na aldeia de Stiffkey, sugerindo que a β-glicosidase desta bactéria pode ter alta eficiência hidrolítica em baixas temperaturas (ZHAO et al., 2012). A expressão heteróloga do gene *BglM*1 em *Escherichia coli,* por Zhao et al. (2012), levou esta bactéria a produzir uma β-glicosidase recombinante, cuja temperatura e pH ótimos caracterizados foram de 40ºC e 7,0, respectivamente. Estes dados de temperatura e pH desta enzima, a tornaram objeto de interesse pelo grupo para expressão do gene que codifica esta enzima na levedura *Pichia pastoris* e obtenção da proteína recombinante a ser aplicada em ensaios de hidrólise enzimática.

A levedura metilotrófica *P. pastoris* é comumente utilizada para a produção de proteínas recombinantes de interesse industrial, pois apresenta vantagens como: taxa de crescimento rápido, acoplado com a facilidade de fermentação de alta densidade celular; níveis elevados de produtividade em meio isento de proteína; eliminação de contaminação por

endotoxinas e bacteriófago; facilidade de manipulação genética de vetores de expressão bem caracterizados; ausência de patogenicidade humana conhecida no espectro de vírus líticos que atacam em *P. pastoris*; diversas modificações pós-traducionais, como glicosilação e metilação; e a capacidade de secretar proteínas que podem ser purificadas a partir do meio de crescimento sem colheita das células da levedura (LI, 2007).

O grupo vem estudando várias enzimas celulolíticas produzidas por microrganismos presentes na biomassa, no solo e também tem realizado a busca em banco de dados por genes que codifiquem para estas enzimas, com o intuito de cloná-los em vetor de expressão específicos de *P. pastoris* e obter a proteína recombinante. Com base nestas duas estratégias, este trabalho de iniciação científica tem conduzido a estratégia de clonagem gênica e expressão, e o isolamento de microrganismos (bactérias e/ou fungos) com notável capacidade de hidrolisar a celulose.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi produzir a enzima recombinante β-glicosidase (BGLr) na levedura *P. pastoris,* para posterior caracterização enzimática e estudo de sua aplicação em processos biotecnológicos.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Sequência de β-glicosidase

A sequência de cDNA selecionada para síntese foi a sequência de β-glicosidase da bactéria *Marinomonas* MWLY1, designada de *BglM*1 (genoma completo disponível no banco de dados *GenBank*, do *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), código de acesso: CP000749.1, adicionada de sítios de restrição para as enzimas *Not*I, na extremidade 3', e *EcoR*I, nas duas extremidades (5' e 3').

O plasmídeo pEX-K-BGL (sequência com o vetor pEX-K) foi diluído em 20 ng/µL (concentração de trabalho) com tampão TE (pH 7,4).

### 3.2 Microrganismos

#### 3.2.1 Bactéria

A linhagem bacteriana utilizada para manipulação de DNA foi DH5-α (**Tabela 1**). Tanto as células selvagens quanto as transformadas foram cultivadas em meio LB e estocadas a -80 ºC em glicerol 50% estéril.

**Tabela 1 - Linhagem de *E. coli* utilizada e seu respectivo genótipo.**

| Linhagem | Genótipo | Referência do fornecedor |
|---|---|---|
| DH5-α | *end*A1 *rec*A1 *hsd*R17 *sup*E44 *gyr*A96 thi-1 *rel*A1 Δ*lac*U169 (φ80lacZΔM15) Tetr Δ(mcrA)183Δ(mcrCB hsdSMR-mrr)173 | (Sambrook e Russel , 2001) |

### 3.3 Vetor

#### 3.3.1 pPIC9

Possui 8,0 Kb, o promotor *AOX*1 regulável por metanol, o terminador de transcrição do gene *AOX*1 (TT), a sequência codificadora do peptídeo sinal (sinal de secreção) do gene do fator α de *Saccharomyces cerevisae* flanqueando o sítio de policlonagem, a origem de replicação e o gene de resistência a ampicilina funcionais em *E. coli*, os sítios para integração no genoma de *P. pastoris* em *HIS*4 ou *AOX*1, em uma região de múltiplos sítios de clonagem, marca de seleção auxotrófica para leveduras (HIS4) e sequência para anelamento dos oligonucleotídeos 5' *AOX*1 e 3' *AOX*1.

### 3.4 Enzimas

- Endonucleases de restrição

| Enzima | Sítio de clivagem | Tampão | Temperatura de incubação | Procedência |
|---|---|---|---|---|
| *EcoR* I | G^A A T T C | FastDigest Buffer | 37º C | Thermo Scientific |
| *Not* I | G C^G G C G C | Buffer Tango | 37º C | Thermo Scientific |

- Enzima *T4 DNA ligase* (Thermo Scientific)
- RNAse A (Thermo Scientific)

- FastAP Thermosensitive Alkaline Phosphatase (Thermo Scientific)

### 3.5 Marcador de DNA

- GeneRuler 1 Kb Plus DNA Ladder, 75-20000 bp (Thermo Scientific, número de catálogo: SM1331.

### 3.6 Kit de uso específico em Biologia Molecular

- Eluição do DNA do gel de agarose: Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System (Promega Corporation©, número de catálogo: A9281).

### 3.7 Preparação de células bacterianas competentes para eletroporação

Foi feito o pré-inóculo de uma colônia isolada de *E. coli* em 10 mL de meio SB. Cultivou-se essas células durante 16 horas sob agitação de 250 rpm a 37°C. Após este período, 500 µL deste pré-inóculo foram transferidos para um Erlenmeyer contendo 500 mL de meio SB. O inóculo foi incubado por 3 h sob agitação de 250 rpm a 37°C até atingir uma densidade óptica (OD) a 600 nm de 0,7 a 0,9. Coletou-se as células por centrifugação de 40 mL a 3.000 x g por 20 min a 4°C. Ressuspendeu-se as células em 25 mL de glicerol 10% (v/v) gelado. Adicionou-se 75 mL de glicerol 10% (v/v) gelado e centrifugou-se a 3.000 x g por 20 min a 4°C. O sobrenadante foi descartado e este procedimento foi repetido mais duas vezes. As células foram ressuspendidas para uma densidade óptica a 600 nm de 200 a 250. As células competentes foram armazenadas em alíquotas de 100 µL em tubos Eppendorf novos e estéreis e mantidas a -80°C.

### 3.8 Transformação de *E. coli* por eletroporação

As bactérias competentes (100 µL) foram transformadas por eletroporação (1,8 kV, 25µF, 200Ω) sendo acrescentadas às mesmas 5 µL de DNA (sistema pEX-K-BGL ou vetor pPIC9). As células acrescidas de DNA foram transferidas para as cubetas de eletroporação. A cubeta foi devidamente secada externamente e colocada na câmara. Apertou-se o botão de choque e imediatamente após sua ocorrência, adicionou-se 100 µL de meio SOB e retirou-se a solução da cubeta com a pipeta Pasteur, passando-a para um falcon com 3 mL do mesmo meio, o qual foi incubado a 37 ºC por 1 hora sob agitação de 200 rpm. Após este período, as células foram transferidas para placas contendo meio LB ágar com kanamicina (10 mg/mL), para o plasmídeo pEX-K-BGL, e meio LB ágar com ampicilina (50mg/mL) para o vetor pPIC9. As placas foram incubadas a 37°C durante a noite.

### 3.9 Extração de DNA plasmidial em pequena escala (mini-prep)

Uma colônia da linhagem bacteriana com pEX-K-BGL foi inoculada em 5 mL de meio LB contendo kanamicina (10 mg/mL), e uma colônia da bactéria com pPIC9 foi inoculada também em 5 mL de meio LB, mas este com ampicilina (50 mg/mL). Esse pré-inóculo foi incubado por aproximadamente 16 horas a 37 ºC sob agitação de 200 rpm. No dia seguinte, foi coletado 1,5 mL da cultura, que foi submetida à centrifugação a 3.000 *g* por 5 min e uma alíquota de 1 mL foi retirada e adicionada glicerol 50% e armazenada a – 20 ºC. Descartou-se o sobrenadante e adicionou-se 1,5 mL da cultura ao mesmo tubo e repetida a centrifugação. As células foram ressuspensas por agitação em 200 µL de solução I (Tampão TE, pH 8,0) e incubadas à temperatura ambiente por 5 min. A suspensão foi homogeneizada gentilmente por inversão do tubo com 360 µL de Solução II (NaOH 0,2 M e SDS 1%), e posteriormente foram adicionados 300 µL de Solução III (Acetato de Sódio 5 M, pH 4,8), homogeneizada novamente por inversão. O lisado foi submetido a centrifugação a 12.000 rpm por 8 min e o sobrenadante foi transferido para um novo tubo ao qual se adicionou 750 µL de isopropanol, seguindo-se uma homogeneização e posterior centrifugação a 10.000 *g* durante 5 minutos à temperatura ambiente. O precipitado foi ressuspenso em 200 µL de tampão TE, e seguidamente foi adicionado 110 µL de acetato de amônio 7,5 M e homogeneizado vigorosamente. Essa suspensão foiá submetida centrifugação a 10.000 *g* por 10 min, e o sobrenadante transferido para outro tubo, ao qual foi adicionado 750 µL de etanol 100% e homogeneizado por inversão. Essa solução foi centrifugada a 10.000 g por 10 min e o sedimento foi ressuspenso em 50 µL de água MilliQ contendo 0,5 µL de RNAse 10 mg/mL.

### 3.10 Digestão de DNA com endonucleases

As digestões de DNA (sistema pEX-K-BGL e Vetor pPIC9) com enzimas de restrição (*EcoR*I e *Not*I) foram realizadas em sistemas de 10 a 100 µL, durante 0,5 a 1 h (estipulados de acordo com a quantidade de DNA a ser digerido). Os tampões e as temperaturas de reação foram utilizadas de acordo com as indicações dos fabricantes, utilizando-se cerca 10 a 20 U de enzima para cada micrograma de DNA a ser digerido.

### 3.11 Eletroforese de ácidos nucléicos em gel de agarose

A eletroforese em gel de agarose foi utilizada para análise e avaliação da qualidade, quantificação do DNA e análise do perfil de digestão do DNA (DE-SOUSA, 2003). A agarose foi preparada em concentração de 0,8% (p/v) em tampão de corrida TEB 0,5X e contendo 0,5 µg/mL de brometo de etídio. As amostras eram aplicadas no gel e submetidas à eletroforese, como descrito por Sambrook e Russel (2001). Para visualização e fotodocumentação do DNA utilizou-se o fotodocumentador Gel Doc™ EZ Imager (Bio-Rad Laboratories, Inc.)

### 3.12 Eluição dos fragmentos de DNA em gel de agarose

O processo de eluição dos fragmentos de DNA em gel de agarose foi realizado utilizando-se o kit *Wizard® SV Gel and PCR Clean-Up System* (Promega), de acordo com as especificações do fabricante.

### 3.13 Reação de defosforilação

Para prevenir a religação do vetor linearizado contendo extremidades coesivas, foi utilizada a enzima SAP (*FastAP Thermosensitive Alkaline Phosphatase*) para catalisar a hidrólise de grupos 5'- fosfato terminais. A reação foi realizada seguindo as instruções do fabricante (Thermo Scientific).

### 3.14 Ligação de fragmentos de DNA (Vetor-Inserto)

Os sistemas de ligação foram feitos de modo que a razão molar entre o vetor e o inserto ficasse entre 1:3. A enzima T4 DNA ligase foi utilizada com os tampões de reação fornecidos pelo fabricante. Os sistemas foram incubados a 22 ºC durante 1 h e, então, utilizados para a transformação de bactérias.

### 3.15 Seleção dos isolados produtores de celulases

A partir das pesquisas já realizadas pelo Laboratório com outros isolados, foram selecionados quatro isolados para determinação da atividade de β-glicosidase: D2, K1, M3 e X7.

### 3.16 Manutenção dos isolados

Os isolados foram mantidos em Meio Mínimo (MM), segundo Pontecorvo (1953).

### 3.17 Substratos lignocelulósicos

Para a indução da produção de enzimas, os isolados foram cultivados em MM suplementado com bagaço de cana-de-açúcar (BCA) e farelo de trigo (FT).

### 3.18 Preparo dos substratos lignocelulósicos

O BCA e o FT foram lavados em água deionizada por 5 minutos, descartou-se o sobrenadante e novamente estes substratos foram lavados com água deionizada, procedimento este que foi realizado por cinco vezes. Para secagem dos substratos, estes foram mantidos a 60°C por um dia, sendo revirados a cada duas horas. Os substratos foram moídos em moinho de facas e peneirados para 20 *mesh*.

### 3.19 Produção de β-glicosidase pelos isolados cultivados em diferentes substratos lignocelulósicos

Para a produção de enzimas, os isolados foram inoculados em dois frascos contendo 100 mL de MM, em um foi acrescido 1% de BCA, e em outro 1% de FT. O cultivo foi a 40°C, sob agitação de 120 rpm pelo período de 6 dias.

Para a análise da cinética, foram retiradas alíquotas a cada 24 horas e submetidas à centrifugação 5.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante de cultura coletado foi analisado quanto a atividade de β-glicosidase pela metodologia do pNP-β-D-glicopiranosideo (solução na concentração de 2,5 mM, preparada em tampão citrato de sódio 50 mM pH 4,8).

### 3.20 Determinação da atividade de β-glicosidase

A atividade de β-glicosidase foi realizada pelo método de Coston e Loomis (1969), adicionando-se 40 µL do reagente pNP-β-D-glicopiranosideo (pNPG - Sigma®) e 10 µL do sobrenadante de cultura. A reação foi incubada por 20 minutos, e em seguida, adicionou-se 100 µL de carbonato de sódio 0,5 M para cessar a reação. A leitura foi realizada a 405 nm. A curva padrão foi realizada utilizando-se p-nitrofenol-cristalino (Sigma®) de 0,002 a 0,08 µmol. Os resultados foram enunciados em unidades enzimáticas, definidas como a quantidade

de enzima capaz de liberar 1 µmol de açúcar redutor por minuto nas condições do experimento.

### 3.21 Caracterização bioquímica de β-glicosidase

A influência da temperatura sobre a atividade de β-glicosidase foi determinada realizando-se os ensaios enzimáticos na faixa de temperatura entre 30ºC a 80ºC em pH 4,8.

A influência do pH sobre a atividade de β-glicosidase foi determinada realizando-se os ensaios enzimáticos na faixa de pH de 3,0-8,2, com os seguintes tampões (0,05 $mol.L^{-1}$) incubados a 37ºC: Citrato de sódio 3,0-5,5; Fosfato de sódio 6,0-7,4; Tris-HCl 7,7 e 8,2.

Para o estudo da estabilidade da enzima em relação ao pH, o sobrenadante de cultura foi pré-incubado em pH 3,0, 4,0 e 5,0, por 0,5, 1, 2, 3, 4 e 6 h.

Para o estudo da termoestabilidade das enzimas, o sobrenadante do meio de cultura foi pré-incubado a 40°C, 50°C e 60º C por 0,5, 1, 2, 3, 4 e 6 h. Todos os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados expressos em valores médios.

### 3.22 Coloração de Gram

Os três isolados com características bacterianas (D2, K1 e M3) foram submetidos à técnica de Gram. Colocou-se parte do isolado na lâmina, adicionaram-se gotas de cristal violeta e aguardou-se por 1 min. Descartou-se o cristal violeta e foi colocado lugol, que permaneceu por 2 min. Foi descartado o lugol e a lâmina foi lavada com álcool etílico absoluto. Colocou-se fucsina e foi aguardado por 1 min. Esperou-se secar e, em seguida, a lâmina foi observada no microscópio a 40X e 100X.

### 3.23 Identificação do isolado X7

Para a identificação do isolado X7, a metodologia empregada foi a análise morfológica. Foi realizado o microcultivo em lâmina para fungos filamentosos, no Laboratório de Micologia do IPTSP, com o auxílio do doutorando Fábio Silvestre. Foram preparadas placas de Petri contendo uma lâmina apoiada sobre um suporte. Esse aparato, juntamente com outro recipiente contendo lamínulas, foi acondicionado e esterilizado de forma adequada. Com o aparato montado e esterilizado, selecionou-se uma placa de ágar batata (espessura de 4-5 mm) e com auxílio de um bisturi estéril, retirou-se

dessa placa blocos retangulares de meio (1 cm²). Foi escolhida uma colônia em estudo e foram realizados 4 repiques nas 4 faces do retângulo de ágar batata, que posteriormente foi coberto com lamínula estéril. Montada a cultura, colocou-se 1 mL de água destilada estéril dentro da placa, tendo cuidado para não molhar a lâmina que contém o bloco de meio de cultura. O sistema foi incubado à temperatura ambiente (TA) até o aparecimento visual evidente do crescimento fúngico sob a lamínula. Para observação final, retirou-se a lamínula com uma pinça estéril colocando-a sobre uma lâmina com uma gota de lactofenol azul de algodão; a outra lâmina foi preparada retirando o bloco de ágar, colocando uma gota do corante e lamínula. As lâminas foram vedadas com esmalte.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Obtenção de cDNA/*BglM*1 e pPIC9

O plasmídeo pEX-K-BGL e o vetor pPIC9 foram inoculados em bactérias competentes por eletrotransporação para obtenção de grande quantidade de material. Em seguida, foi realizada extração do DNA plasmidial (miniprep) dos transformantes obtidos e realizada digestão do DNA plasmidial com as enzimas *EcoR*I e *Not*I, para linearização do vetor e liberação do cDNA/*BglM*1 do vetor pEX.

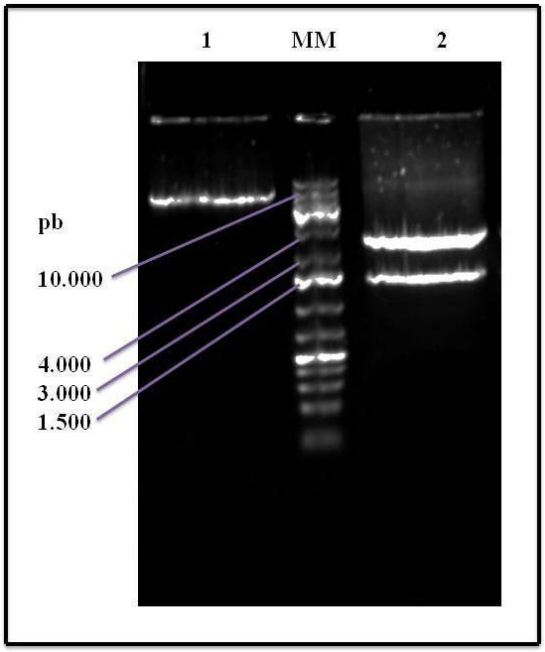



**Figura 1.** Análise eletroforética em gel de agarose 0,8%, corado com brometo de etídio, dos produtos das digestões do DNA plasmidial correspondentes aos transformantes contendo o vetor pPIC9 e o cDNA/*BglM*1. **1** – Produto da digestão do transformante contendo vetor pPIC9 (fragmento de 8.000 pb); **MM** – Marcador de massa

molecular – 1 Kb (Thermo Scientific); **2** – Produto da digestão do transformante contendo o plasmídeo pEX-K-BGL, liberando o inserto cDNA/*BglM*1 (fragmento de 1.354 pb).

### 4.2 Clonagem do cDNA/*BglM*1 no vetor pPIC9

Os fragmentos de interesse oriundos da digestão foram purificados do gel de agarose. O fragmento correspondente ao cDNA/*BglM*1 foi ligado ao fragmento correspondente ao vetor pPIC9, essa construção foi designada como pPBGL. O vetor pPIC9 foi previamente defosforilado para evitar sua recircularização. Em seguida, foram selecionados aleatoriamente seis transformantes da construção pPBGL para extração de DNA plasmidial para verificação da presença do inserto por clivagem.

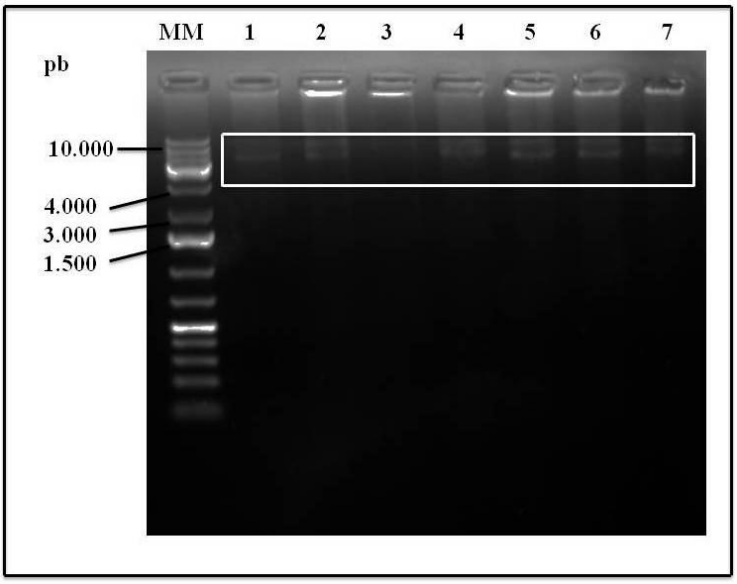



**Figura 2.** Análise eletroforética em gel de agarose 0,8%, corado com brometo de etídio, dos produtos das digestões do vetor pPBGL. **MM** – Marcador de massa molecular – 1 Kb (Thermo Scientific); **1** – Vetor intacto; **Transformantes 2 a 7** – é possível observar o produto da digestão no retângulo branco (fragmento de aproximadamente 8.000 pb), correspondendo ao fragmento do vetor pPIC9, sem liberação do inserto.

### 4.3 Cinética de produção de β-glicosidase pelos isolados testados

Para a análise da cinética de produção de β-glicosidase, os isolados foram cultivados em diferentes resíduos lignocelulósicos por fermentação submersa. Os quatro isolados selecionados foram cultivados em MM contendo 1% BCA ou 1% FT. A cada 24 h, o sobrenadante de cultura foi analisado pela determinação da atividade de β-glicosidase.

A figura 3 mostra a atividade enzimática determinada no sobrenadante de cultura pelos isolados testados. O sobrenadante de cultura do isolado X7 apresentou os maiores níveis de

atividade enzimática quando cultivado nas fontes de carbono testadas e, na realização de uma análise de variância (ANOVA), utilizando-se o teste de Tukey pelo programa *InStat*, observou-se que a diferença entre a atividade do X7 e a dos outros isolados é significativa (P<0,05). A maior atividade de β-glicosidase foi obtida pelo cultivo do X7 em 1% FT após 72 h de incubação (0,0644 U/mL/min).

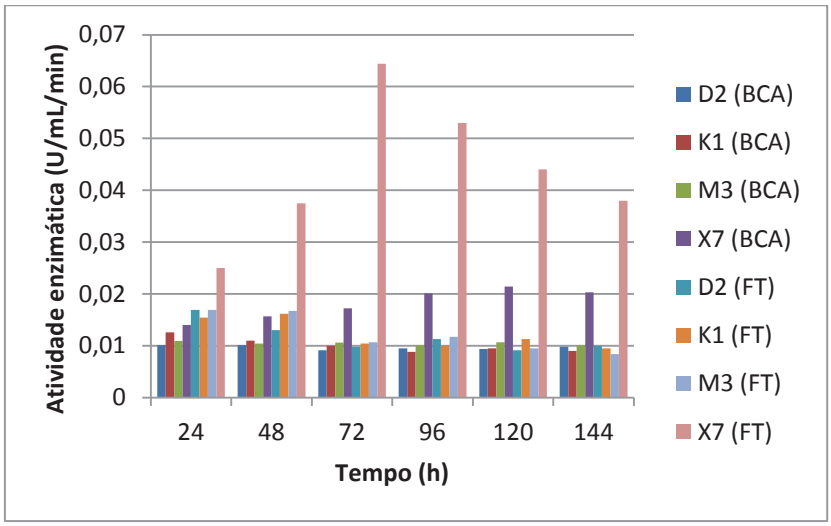



**Figura 3.** Atividade de β-glicosidase no sobrenadante de cultura dos isolados D2, K1, M3 e X7 cultivados em diferentes fontes de carbono**.** Os isolados foram cultivados durante 6 dias, a 40°C a 120 rpm, em MM suplementado com 1% BCA e 1% FT.

Várias fontes de carbono foram utilizadas em estudos envolvendo a produção de β-glicosidases. Alguns estudos mostraram que a maior produção de β-glicosidase foi obtida quando o FT foi utilizado como fonte de carbono pelos fungos *Thermoascus aurantiascus* (PALMA-FERNANDEZ, 2002) e *Aspergillus niger (*DELABONA, 2011). Estes resultados demonstram a importância de se avaliar a fonte de carbono na produção de celulases, especialmente β-glicosidases.

### 4.4 Coloração de Gram dos isolados D2, K1 e M3

A partir da técnica de Gram submetida aos isolados D2, K1 e M3, pôde-se classificá-los quanto à composição de sua parede celular. Os isolados D2 e M3 foram classificados em bacilos Gram-negativos, enquanto o isolado K1, em coco Gram-positivo.

### 4.5 Identificação do isolado X7

Através da observação da superioridade de produção de β-glicosidase do isolado X7 em relação aos outros isolados, surgiu a necessidade de identificação deste isolado. O microcultivo em lâmina, seguido pela análise microscópica feita mediante lâmina a fresco em

lactofenol azul de metileno (Figura 4), revelou estruturas e morfologias mais próximas daquelas descritas para a espécie de *Aspergillus fumigatus* (LACAZ, 1998).

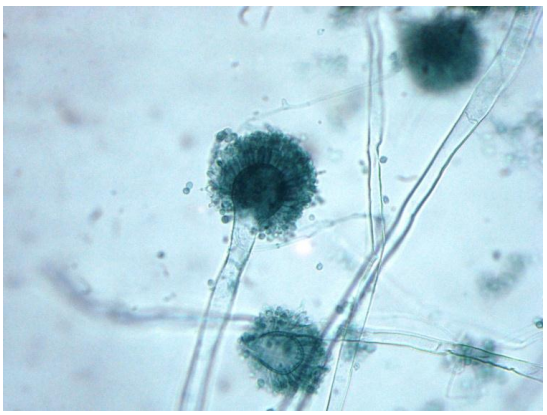


**Figura 4**. Microscopia do fungo *A. fumigatus* (X7), em amplificação de 100 vezes, mostrando cabeças conidiais.

### 4.6 Caracterização bioquímica de β-glicosidase de *A. fumigatus*

A influência do pH (pH de 3 a 8,2) e da temperatura (temperatura de 30 a 80°C) na atividade de β-glicosidase secretada pelo *A. fumigatus* foi avaliada. Nestas análises utilizou-se os sobrenadantes de cultura deste fungo cultivado em MM suplementado com 1% de FT por 3 dias (72 h).

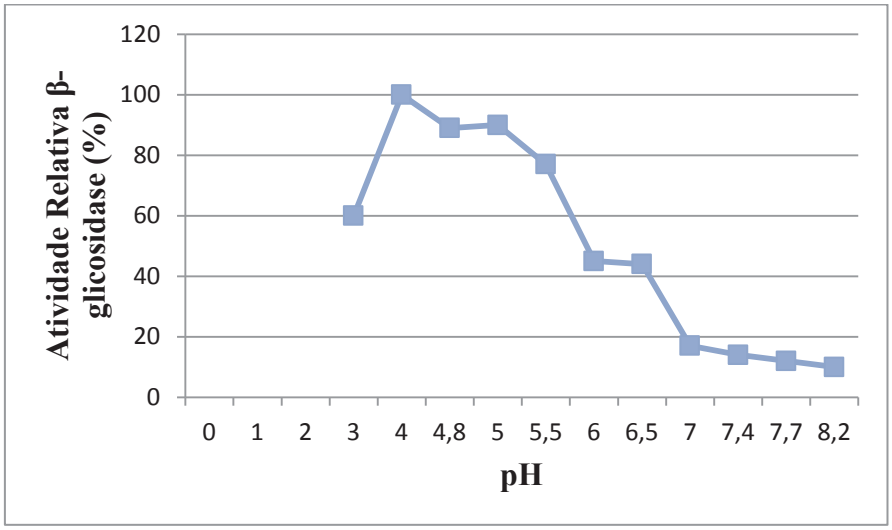
Na figura 5A pode-se concluir que a maior atividade de β-glicosidase foi obtida em pH 4,0. É importante observar que mais de 60% dessa atividade é mantida na faixa de pH entre 3,0 a 5,5. Essa característica é bastante interessante sob o ponto de vista biotecnológico, visto que essa enzima poderia ser utilizada em uma ampla faixa de pH.

A figura 5B demonstra a influência da temperatura sobre a atividade de β-glicosidase, e revela que o sobrenadante apresentou maior atividade nas temperaturas de 40°C e 55°C, sendo a maior atividade verificada a 50°C. Pode-se observar que nas temperaturas de 30°C a 70°C ocorreu a manutenção de aproximadamente 40% da maior atividade.

Para Delabona (2011), o pH ótimo para *A. fumigatus* foi entre 4,0 e 5,5, atingindo atividade máxima em pH 4,0, resultado compatível com os observados neste estudo. Quanto à temperatura ótima, no mesmo trabalho foi observada atividade máxima de β-glicosidase de *A. fumigatus* foi entre 50°C e 60°C. Vaithanomsat *et al.* (2011) avaliaram a atividade de β-glicosidase de *Aspergillus niger* SOI017 e obtiveram pH ótimo entre 3,0 e 5,0. Workman e Day (1982) obtiveram atividade máxima de β-glicosidase em torno de 50 °C em fermentação em estado sólido utilizando como agente da fermentação o fungo *Aspergillus terreus.* Ao

analisar os resultados apresentados por estes autores citados acima com os apresentados pelo *A. Fumigatus*, isolado X7, nota-se que os dados de pH e temperatura corroboram com os apresentados neste estudo, sendo a atividade de β-glicosidase máxima em pH ácido e em temperatura de 50 °C.

**A**




**B**

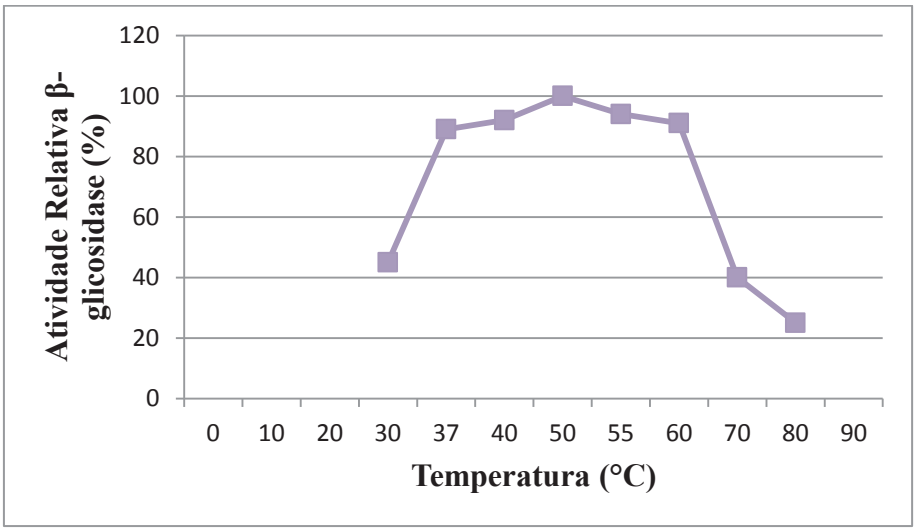



**Figura 5. A)** Efeito do pH na atividade da β-glicosidase (37 °C) secretada pelo *A. fumigatus* cultivado em 1% FT. A concentração iônica para todos os tampões foi de 0.05 mol L-1: citrato de sódio (pH 3 a 5,5), fosfato de sódio (pH 6 a 7,4) e Tris-HCl (pH 7,7 e 8,2). **B)** Efeito da temperatura sobre atividade da β-glicosidase (pH 4) secretada pelo *A. fumigatus* cultivado em 1% FT. Atividade foi expressa em relação à maior atividade.

### 4.7 Estudo da estabilidade frente ao pH

Na figura 6, observa-se a estabilidade da atividade de β-glicosidase em diferentes pH. Na primeira hora de ensaio em pH 3, a atividade declinou para 52% da atividade inicial, enquanto que nos outros ensaios, a atividade praticamente permaneceu a mesma (91% em pH 4 e 100% em pH 5). No final do ensaio, a atividade em pH 3 foi de 48%; em pH 4 foi de 80% e em pH 5, de 66% da atividade inicial. So *et al.* (2010) em ensaio de avaliação da estabilidade da atividade de β-glicosidase em função do pH em intervalo de tempo de 24 horas da estabilidade de pH, verificaram que a enzima, produzida por *A. usamii* D5, permaneceu estável entre os pH 3 e 7, sendo que manteve cerca de 80% de sua atividade inicial em pH 4.

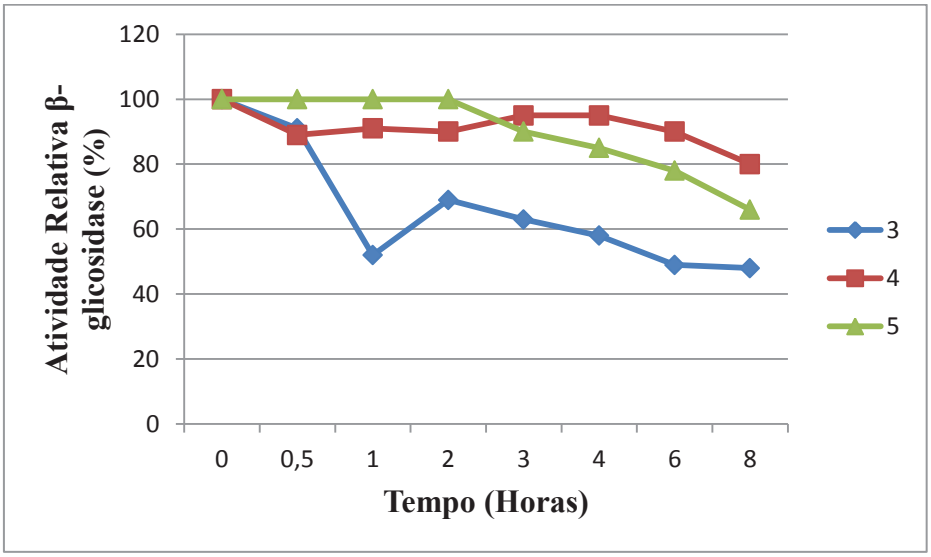



**Figura 6.** Estabilidade frente ao pH da atividade de β-glicosidase em pH 3, 4 e 5 a 37°C. Atividade Relativa expressa em relação à atividade original (100%).

### 4.8 Estudo da termoestabilidade

Na figura 7 está demonstrada a termoestabilidade da atividade de β-glicosidase. Após 60 minutos de incubação foram mantidos praticamente 80% da atividade a 50°C e 60°C, e 100% da atividade a 40°C. Após 8 horas de incubação a enzima reteve sua atividade em 89%, 52% e 65% de sua atividade inicial a 40°C, 50°C e 60°C, respectivamente. Delabona (2011) em seu ensaio de 60 minutos de termoestabilidade a 60°C demonstrou que a β-glicosidase de *A. fumigatus* manteve certa de 95% de sua atividade inicial após 15 min de incubação, mas a atividade declinou para 50% após 1 h de incubação. Este resultado difere do encontrado neste trabalho. Isso pode ter ocorrido devido a análise ter sido realizada com sobrenadante de cultura e não com a enzima purificada, o que significa que pode haver mais de um tipo de β-

glicosidase neste sobrenadante, com pI e massas moleculares distintas; além da distinção entre as linhagens desta espécie fúngica.

Com base nos dados de termoestabilidade obtidos no presente trabalho pode-se constatar que as enzimas produzidas por *A. fumigatus* apresentaram estabilidades à temperatura avaliada bastante satisfatórias, em relação à sua aplicação em processos industriais de interesse. Os desempenhos revelaram a potencialidade das enzimas produzidas, visto que foram avaliados extratos brutos, que não foram submetidos a prévias purificações.

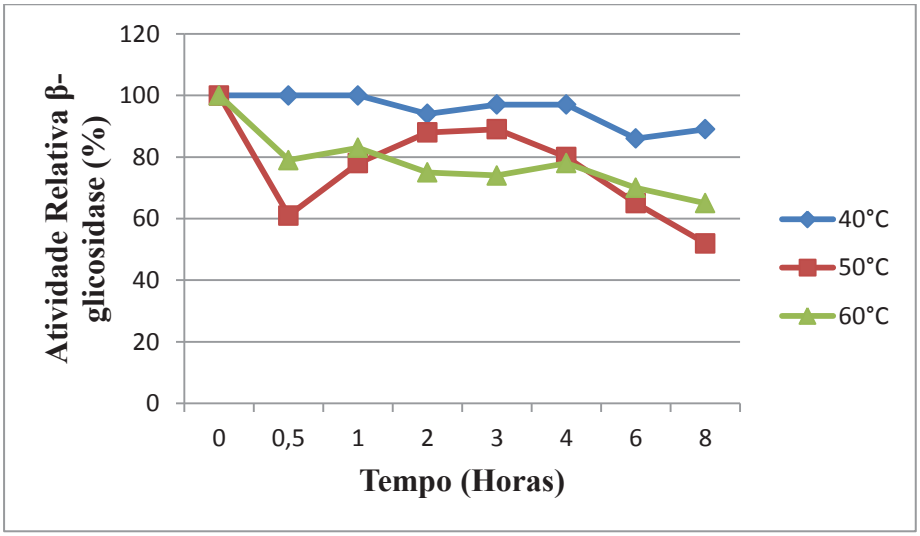



**Figura 7.** Termoestabilidade da atividade de β-glicosidase às temperaturas 40°C, 50°C e 60°C em pH 4. Atividade Relativa expressa em relação à atividade original (100%).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O cDNA correspondente ao gene *BglM*1 de *Marinomonas* MWYL1 não foi clonado no vetor de expressão pPIC9, para expressão extracelular. Esse processo foi confirmado por clivagem do DNA plasmidial, que apresentou somente o vetor. Em função destes resultados, outros ensaios de transformação estão sendo realizados para obtenção de transformantes produtores de β-glicosidase recombinante.

- Dentre os quatro isolados selecionados para dosagem da atividade de β-glicosidase, o isolado X7 apresentou maior atividade, tanto em BCA quanto em FT.

- O isolado X7 foi identificado como *Aspergillus fumigatus*

- A β-glicosidase apresentou melhor atividade em 1% de FT, sendo observado pico de atividade em 72 horas de incubação. A melhor atividade foi em pH 4 e temperatura de

50°C, e após uma hora de incubação, apresentou estabilidade de 91% em pH 4 a 37°C e 80% em pH 4 a 50°C.

## 6 REFERÊNCIAS

ARO, N.; PAKULA, T.; PENTTILA, M. Transcriptional regulation of plant cell wall degradation by filamentous fungi. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 29, p. 719-739, 2005.

BHATIA, Y.; MISHRA, S.; BISARIA, V. S.; Microbial β-glucosidases: cloning, properties and applications. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 22, p. 375-407, 2002.

CASTRO, A. M. **Produção e propriedades de celulases de fungos filamentosos, obtidas a partir de celulignina de bagaço de cana de açúcar (*Saccharum* spp.)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

COSTON, M. B.; LOOMIS, JR., W. F. Isozymes of β-glucosidase in *Dictyostelium discoideum*. **Journal of Bacteriology**, p. 1208-1217, 1969.

COULON, S.; CHERMARDIN, P.; GUEGUEN, Y.; ARNAUD, A.; GALZY, P. Purification and Characterization of an intracellular β-glucosidase from *Lactobacillus casei* ATCC 393. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 74, p. 105-114, 1998.

DAROIT, D. J. **Caracterização de uma Beta-glicosidase de *Monascus purpureus***. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.

DEKKER, R. F. H. The enzymatic hydrolysis of biomass. IN: **Seminário de Hidrólise Enzimática de Biomassa 2**. Maringá, 1985.

DELABONA, P. S. **Bioprospecção de fungos produtores de celulases da região amazônica para a produção de etanol celulósico**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

DE-SOUSA, M.T. Análise de DNA por eletroforese em gel de agarose. In: AZEVEDO, M.O. et al. (Org.) **Técnicas básicas em biologia molecular**. Brasília : UNB, 2003. p.11-128.

GILKES, N. R.; HENRISSAT, B.; KILBURN, D. G.; MILLER, R. C. JR.; WARREN, R. A .J. Domains in microbial β-1-4-glycanases: sequence conservation, function, and enzyme families**. Microbiological Reviews**, v. 55, p. 303-315, 1991.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; HEINS-VACCARI, E. M.; MELO, N. T. **Guia para identificação de fungos, actinomicetos e algas de interesse médico**. São Paulo: Sarvier/FAPESP, 445p., 1998.

LI, P.; ANUMANTHAN, A.; GAO, X.; ILANGOVAN, K.; SUZARA, V. V.; DÜZGÜNES, N.; RENUGOPALAKRISHNAN V. Expression of Recombinant Proteins in *Pichia Pastoris*. **Applied Biochemistry Biotechnology**. v.142, p.105-124, 2007.

LYND, L.R.; WEIMER, P.J.; ZYL, W.H. & PRETORIUS, I.S. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. **Microbiology and molecular biology reviews**, v. 66, p. 506-577, 2002.

MARQUES, F. Vias para avançar como líder do etanol. **Revista Pesquisa FAPESP**, n. 149, p. 20-25, 2008.

PALMA-FERNANDEZ, E. R. D. **Purificação e caracterização de duas β-glicosidase do fungo termofílico *Thermoascus aurantiascus***. Tese (Doutorado em Microbiologia Aplicada). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

POMPEU, G. **Comportamento enzimático de quatro fungos lignocelulolíticos crescidos em bagaço e palha de cana-de-açúcar e expostos a duas concentrações de nitrogênio, visando à produção de etanol.** Tese de Doutorado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP, 2010.

PONTECORVO, G.; ROPER, J. A.; MACDONALD, K. D; BUFTON, A. W. J. The genetics of *Aspergillus nidulans*. **Advances in Genetics**, San Diego, n.5, p.141-238, 1953.

SAMBROOK, J., RUSSEL, D. W. Molecular Cloning – **A Laboratory Manual**, 3rd Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 2001.

SANDGREN, M.; SAHLBERG, J.; MITCHINSON, C. Structural and biochemical studies of GH family 12 cellulases: improved thermal stability, and ligand complexes. **Progress in Biophysics and Molecular Biology**, v.89, p.246-291, 2005.

SANZ-APARICIO, J.; HERMOSO, J. A.; MARTINEZ-RIPOLL, M.; GONZALEZ, B.; LOPEZ-CAMACHO, C.; POLAINA, J. Crystal structure of β-Glucosidase A from *Bacillus polymyxa*: Insights into the catalytic activity in Family 1 glycosyl hydrolases. **Journal of Molecular Biology**, v. 275, p. 491-502, 1998.

SO, J. H.; DO, H. J.; RHEE, I. K. Purification and Characterization of *β*-Glucosidase from *Aspergillus usamii* D5 Capable of Hydrolyzing Isoflavone Glycosides in Soybean and Astragali Radix. **Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry**, v. 53, p. 626-633, 2010.

VAITHANOMSAT, P.; SONGPIM, M.; MALAPANT, T.; KOSUGI, A.; THANAPASE, W.; MORI, Y. Production of *β*-Glucosidase from a Newly Isolated Aspergillus Species Using Response Surface Methodology. **International Journal of Microbiology**, v. 2011, 9p., 2011.

WORKMAN, W. E.; DAY, D. F. Purification and properties of ß-Glucosidase from *Aspergillus terreus*. **Applied Enviromental Microbiology**, v. 44, p. 1289-1295, 1982.

WYK, J. P. H. van; Biotechnology and the utilization of biowaste as a resource for bioproduct development. **Trends in Biotechnology**, v. 19, p. 172-176, 2001.

WYMAN, C.E. What is (and is not) vital to advancing cellulosic ethanol. **Trends in Biotechnology**, v. 25, p. 153-157, 2007.

ZHAO, W.; PENG, R.; XIONG, A.; FU, X.; TIAN, Y.; YAO, Q. Expression and characterization of a cold-active and xylose-stimulated β-glucosidase from *Marinomonas* MWYL1 in *Escherichia coli*. **Molecular Biology Reports**, v. 39, p. 2937-2943, 2012.

# Estudo das alterações do hemograma e análises bioquímicas em pacientes com infecção por dengue em Goiânia-GO, 2012-2013

Rocha, Francyne Santos[1]; Rocha, Benigno Alberto[2]; Junqueira, Isabela Cinquini[2]; Silva, Priscila Teixeira[2]; Féres, Valéria Christina de Rezende[1].

1-Orientando FF-UFG, 2-IPTSP-UFG, 4-Orientador FF-UFG. E-mail: franzinhafarmacia@hotmail.com; vcrisrezende@gmail.com

## RESUMO

O Brasil tem sido responsável por 70% dos casos de dengue relatados na região das Américas, sendo considerado um importante problema de saúde pública. O Ministério da Saúde recomenda para o manejo clínico e diagnóstico inespecífico da dengue a realização do hemograma, dosagem de albumina e AST/ ALT. Neste estudo objetivamos avaliar os parâmetros referidos em amostras de pacientes com infecção por dengue em Goiânia, 2012/2013. 386/593 (65,1%) foram confirmados como dengue pela detecção do antígeno viral NS1 e/ou de anticorpos IgM anti-dengue. Destes, 306 (51,8%) pacientes do sexo feminino, 496 (84,1%) maiores de 18 anos, 483 (82%) das raças branca e parda. A comparação da média dos parâmetros do hemograma em pacientes com dengue em relação ao grupo negativo caracterizou o paciente com dengue por leucopenia, plaquetopenia e hemoconcentração ($p$<0,001). Observou-se alterações nas enzimas ALT e AST ($p$<0,001) refletindo comprometimento hepático nos pacientes com dengue. Nos parâmetros analisados entre hospitalizados e ambulatoriais observou-se alteração significativa para a hemoglobina, hematócrito e plaquetas (p<0,001) e AST/ALT. Entre menores de 18 anos a plaquetopenia mostrou alteração entre os pacientes com dengue, sendo que, entre os hospitalizados e ambulatoriais, o hematócrito e enzimas hepáticas apresentaram valores alterados significativamente. Neste estudo observou-se que os pacientes apresentaram extravasamento plasmático, tendências hemorrágicas e comprometimento hepático, interpretados a partir do hemograma e análises bioquímicas. A dosagem de ALT, AST, albumina e creatinina devem compor os critérios clínicos para evitar a evolução da doença para quadros mais graves, auxiliando como marcador mais precoce de casos de FHD.

Palavras-chave: dengue, diagnóstico inespecífico, hemograma, alterações bioquímicas.

## 1. Introdução

A dengue é uma doença infecciosa considerada da atualidade um importante problema de saúde pública por atingir anualmente cerca de 50 milhões de pessoas especialmente no Sudeste Asiático, na América Latina e nas ilhas do Pacífico Ocidental e aproximadamente 500 mil casos graves de dengue notificados[1]. Nas últimas duas décadas, o Brasil tem sido responsável por 70% dos casos relatados de dengue na região das Américas, com registro de 4 234 049 casos de dengue durante epidemias importantes e co-circulação dos quatro sorotipos virais[2,3,4].

Em Goiás, 424.285 casos de dengue foram notificados nos últimos 12 anos, prevalecendo a doença em adultos jovens e com circulação viral sucessiva dos sorotipos desde sua introdução na região, DENV-1 (1994), DENV-2 (1998), DENV-3 (2002) e DENV-4 (2011) com aparecimento de maior incidência de casos graves[2,5,6,7].

Os vírus dengue (DENV1-4), família *Flaviviridae,* gênero *Flavivírus* são transmitidos ao homem pelo mosquito *Aedes aegypti,* a principal espécie transmissora. A infecção pelos diferentes sorotipos virais da dengue pode cursar com doença febril aguda debilitante, de evolução variável, desde febre indiferenciada e auto-limitada, até formas graves, como febre hemorrágica da dengue (FHD). Sintomas frequentes em adultos incluem: cefaleia, mialgia, artralgia e dor retroocular, ocorrendo em mais de 80% dos casos. Exantema, vômitos, diarréia, dor abdominal e hepatomegalia aparecem com menor frequência[1,8].

Em crianças a dengue pode se manifestar com sintomas inespecíficos, tais como apatia, sonolência, anorexia, irritabilidade, que podem passar despercebidos e neste grupo, a evolução para o choque ocorre mais precoce e abruptamente, geralmente entre o 3° e 5° dia da doença[8].

A classificação de risco do paciente com dengue (Grupo A, B, C e D), proposta pelo Ministério da Saúde recomenda para o manejo clínico e diagnóstico inespecífico da dengue a realização do hemograma, cuja principal finalidade é avaliar o hematócrito, para identificação de hemoconcentração, o qual indica provável alteração de permeabilidade capilar (extravasamento plasmático), associado à gravidade, e o nível de plaquetas para avaliar a plaquetopenia (<100.000/mm³) e complicações hemorrágicas[8].

Os testes bioquímicos (dosagem de albumina e dos níveis de AST e ALT) junto com o hemograma, embora não constituam exames específicos para diagnóstico de febre hemorrágica da dengue (FHD), atuam como fatores que podem ajudar na sua classificação. *Revisado pelo orientador.*

Achados de hipoalbuminemia e elevação nos níveis de AST e ALT em casos de dengue hemorrágica tem sido relatados na literatura, sendo recomendados para avaliar o envolvimento hepático e a gravidade da doença[9,10,11].

Pouco se tem registrado sobre as manifestações clínicas e achados hematológicos e bioquímicos, bem como sua correlação com casos de dengue em pacientes na nossa região. Neste estudo estamos propondo avaliar essas alterações correlacionando-as com casos confirmados de dengue, dentre pacientes com suspeita clínica da doença, atendidos durante as epidemias de 2012-13. Assim, buscamos estabelecer fatores preditivos da infecção e contribuir para o melhor entendimento da doença em nossa região, respondendo questões consideradas prioritárias na atualidade, com relação ao melhor subsídio à conduta clínica.

## 2. Objetivo geral

Avaliar os parâmetros do hemograma e resultados dos testes bioquímicos em amostras de pacientes com infecção por dengue atendidos nas unidades de saúde de Goiânia, durante as epidemias de 2012 e 2013.

### 2.1 Objetivos específicos

a) realizar o hemograma e a dosagem de ALT, AST, albumina e creatinina nas amostras de sangue coletadas dos pacientes do estudo;

b) realizar sorologia para pesquisa de antígeno NS1 e anticorpos IgM nas amostras de sangue coletadas dos pacientes do estudo;

c) correlacionar os resultados encontrados com os casos confirmados de dengue dentre adultos e crianças.

## 3. Metodologia

*Local de estudo:* Goiânia, capital do estado de Goiás, localiza-se na região Centro-Oeste com aproximadamente 1,3 milhões de habitantes (IBGE 2010). Os pacientes foram recrutados em unidades ambulatoriais e hospitalares de Goiânia. As amostras foram coletadas no período de março a junho de 2012 e janeiro a maio de 2013, durante o período de epidemia de dengue na região.

*Critérios de inclusão e exclusão:* Foram incluídos no estudo os pacientes atendidos nas unidades de saúde pública de Goiânia, independente da condição clínica, e com

consentimento livre e esclarecido assinado. Foram excluídos os pacientes menores de idade sem autorização do adulto responsável e aqueles que não consentiram em participar do estudo.

*Coleta de amostras:* Após consulta clínica os pacientes tiveram amostras de sangue coletadas para confirmação sorológica e para realização do hemograma e análises bioquímicas. Para obtenção de dados referentes a episódios de dengue e do atendimento clínico, foi realizada entrevista com questionário padronizado e digitados em base de dados.

*Testes laboratoriais:* O hemograma foi realizado pelo Celdyn-Ruby (Abbott) e análise do esfregaço sanguíneo. As análises bioquímicas foram realizadas no analisador automático Labmax 240 (Labtest Diagnóstica) que utiliza um sistema fotométrico com grade de difração de comprimento de onda entre 340 e 800 nm. Os testes foram realizados nos laboratórios das unidades de saúde de Goiânia e no Laboratório Rômulo Rocha da Faculdade de Farmácia – UFG.

*Diagnóstico sorológico:* A confirmação de infecção pelos vírus dengue foi realizada pelo método imunoenzimático para pesquisa de antígeno viral NS1 utilizando o kit Platélia NS1 (Bio-Rad) e pesquisa de anticorpos antidengue ELISA captura IgM (PANBIO). Para os testes sorológicos realizados (IgM, NS1ag) os resultados positivos, negativos e indeterminados foram obtidos por cálculo do ponto de corte. O ponto de corte foi calculado utilizando-se calibradores que acompanham os kits e testados em triplicata. Após leitura das densidades óticas (DO), obtém-se a média dos calibradores e multiplica-se por um fator de calibração determinado pelo fabricante. Valores situados acima do ponto de corte são positivos e valores situados abaixo do ponto de corte são negativos. As amostras com resultado indeterminado são aquelas cujos valores de densidade óptica estão incluídos na zona cinza *(borderline),* que compreende a faixa de valores de DO incluídas no intervalo de 10% abaixo ou acima do valor do ponto de corte. Nestes ensaios foram utilizados controles positivos e negativos que validam a reação ao reproduzirem valores dentro da faixa esperada e determinada pelo fabricante.

*Considerações éticas:* O projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CPqAM/FIOCRUZ-PE nº 11/2011 e Hospital de Doenças Tropicais Annuar Auad em 12/11/2011.

*Análise de dados:* Os dados coletados durante o estudo foram digitados em base de dados Epi-info (CDC versão 7). Foi realizada a análise exploratória das variáveis com descrição das características da população estudada com seus respectivos intervalos de 95% de confiança (IC95%). A comparação entre as variáveis foi realizada pela ANOVA e teste de qui-quadrado e valores de p menores que 0,05 considerados estatisticamente significantes usando os programas SPSS 17.0 e EpiInfo (CDC versão 7 e 3.5.1).

## 4. Resultados

No período do estudo foram recrutados 625 pacientes com suspeita clínica de dengue nas unidades de saúde ambulatoriais e hospitalares públicas de referência para dengue em Goiânia. A sorologia foi realizada em 593 amostras de soro e 386 (65,1%) foram confirmados como dengue pela detecção do antígeno viral NS1 e/ou de anticorpos IgM anti-dengue. A tabela 1 mostra a descrição da população de estudo com relação aos dados válidos em cada variável estudada. Daqueles, 306 (51,8%) pacientes eram do sexo feminino, 496 (84,1%) maiores de 18 anos, 483 (82%) das raças branca e parda e escolaridade relativa ao ensino fundamental e médio 423(72,4%) (Tabela 1).

**Tabela 1. Caracterização da população de estudo, Goiânia 2012- 2013.**

| Variáveis | N | (%) |
|---|---|---|
| **Sexo** | | |
| Masculino | 284 | (48,13) |
| Feminino | 306 | (51,86) |
| Total | 590 | (100) |
| **Faixa etária** | | |
| <= 18 anos | 94 | (15,93) |
| > 18 anos | 496 | (84,07) |
| Total | 590 | (100) |
| **Raça** | | |
| Branca | 215 | (36,46) |
| Preta | 43 | (7,31) |
| Parda | 268 | (45,58) |
| Amarela | 3 | (0,51) |
| Ignorado | 59 | (10,03) |
| Total | 588 | (100) |
| **Escolaridade** | | |
| Analfabeto | 11 | (1,88) |
| Fundamental | 204 | (34,93) |
| Médio | 219 | (37,50) |
| Superior | 88 | (15,07) |
| Ignorado | 62 | (10,61) |
| Total | 584 | (100) |

A tabela 2 mostra a comparação da média dos parâmetros do hemograma em pacientes com dengue em relação ao grupo negativo. O número de leucócitos totais, o hematócrito e plaquetas foram estatisticamente significativos ($p$<0,001), caracterizando o paciente com dengue por leucopenia, plaquetopenia e hemoconcentração. Das análises bioquímicas observaram-se alterações nas enzimas ALT e AST ($p$<0,001) refletindo comprometimento hepático em pacientes com infecção por dengue.

**Tabela 2. Análise dos parâmetros do hemograma e análises bioquímicas em relação aos pacientes com infecção por dengue, Goiânia 2012-2013.**

| | Dengue | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sim | | Não | | |
| Variáveis | N | Média | N | Média | *p* |
| **Leucócitos** | 313 | 4.116 | 217 | 6.246 | <0,001 |
| **Hemoglobina** | 310 | 14,4 | 211 | 14,4 | 0,810 |
| **Hematócrito** | 314 | 43,0 | 218 | 41,5 | 0,001 |
| **Plaquetas** | 314 | 134.350 | 218 | 158.831 | <0,001 |
| **AST** | 261 | 68,2 | 189 | 42,2 | <0,001 |
| **ALT** | 261 | 59,9 | 189 | 43,0 | 0,001 |
| **Albumina** | 256 | 3,82 | 182 | 3,81 | 0,925 |
| **Creatinina** | 257 | 0,94 | 184 | 0,88 | 0,109 |

Nos parâmetros analisados entre hospitalizados e ambulatoriais observou-se alteração significativa para a hemoglobina, hematócrito e plaquetas (p<0,001). A média do hematócrito no grupo de hospitalizados (39,2%) foi menor que no ambulatorial (43,1%). As enzimas AST e ALT apresentaram-se alteradas, em ambos os grupos, assim como a dosagem de albumina e creatinina apresentaram pequena variação, no entanto não foram estatisticamente significativas (Tabela 3).

**Tabela 3. Análise dos parâmetros do hemograma e análises bioquímicas em relação ao tipo de atendimento dos pacientes com infecção por dengue, Goiânia 2012-2013.**

| | Hospitalizado | | Ambulatorial | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variáveis | N | Média | N | Média | *p* |
| **Leucócitos** | 89 | 5.086 | 425 | 5.001 | 0,813 |
| **Hemoglobina** | 87 | 12,6 | 418 | 14,7 | <0,001 |
| **Hematócrito** | 90 | 39,2 | 426 | 43,1 | <0,001 |
| **Plaquetas** | 90 | 99.783 | 426 | 154.259 | <0,001 |
| **AST** | 88 | 60,1 | 347 | 55,5 | 0,568 |
| **ALT** | 88 | 50 | 347 | 52,1 | 0,744 |
| **Albumina** | 81 | 3,95 | 342 | 3,79 | 0,093 |
| **Creatinina** | 86 | 0,95 | 340 | 0,91 | 0,292 |

A análise dos resultados dos exames laboratoriais entre menores de 18 anos mostrou a plaquetopenia como alteração entre os pacientes com dengue (Tabela 4) e entre os hospitalizados e ambulatoriais, sendo que nestes, o hematócrito e enzimas hepáticas apresentaram valores alterados significativamente (Tabela 5). Em nenhuma das análises realizadas houve alteração no valor da creatinina.

**Tabela 4. Análise dos exames laboratoriais em relação às crianças e adolescentes com infecção por dengue, Goiânia 2012-2013.**

| | Dengue | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sim | | Não | | |
| Variáveis | N | Média | N | Média | *p* |
| **Hematócrito** | 41 | 42 | 39 | 41 | 0,139 |
| **Hemoglobina** | 39 | 13,8 | 36 | 15,8 | 0,249 |
| **Leucócitos** | 41 | 4.908 | 39 | 6.262 | 0,104 |
| **Plaquetas** | 41 | 131.248 | 39 | 174.051 | 0,008 |
| **AST** | 33 | 46,61 | 37 | 42,68 | 0,690 |
| **ALT** | 33 | 39,79 | 37 | 33,14 | 0,473 |
| **Albumina** | 32 | 3,96 | 36 | 3,90 | 0,715 |
| **Creatinina** | 33 | 0,79 | 34 | 0,73 | 0,276 |

**Tabela 5. Análise dos exames laboratoriais entre crianças e adolescentes com infecção por dengue em relação ao tipo de atendimento dos pacientes com infecção por dengue, Goiânia 2012-2013.**

| | Hospitalizados | | Ambulatorial | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Variáveis | N | Média | N | Média | *p* |
| **Hematócrito** | 15 | 38,9 | 61 | 42,1 | 0,040 |
| **Hemoglobina** | 13 | 12,40 | 58 | 15,37 | 0,205 |
| **Leucócitos** | 15 | 5.526 | 61 | 5.716 | 0,863 |
| **Plaquetas** | 15 | 111.689 | 61 | 165.468 | 0,009 |
| **AST** | 15 | 68,93 | 51 | 37,10 | 0,008 |
| **ALT** | 15 | 41,80 | 51 | 32,27 | 0,393 |
| **Albumina** | 15 | 3,96 | 49 | 3,95 | 0,971 |
| **Creatinina** | 15 | 0,70 | 48 | 0,78 | 0,261 |

## 5. Discussão

No presente estudo, conduzido em Goiânia, uma região endêmica para dengue, caracterizada pela co-circulação dos quatro sorotipos virais, e durante a segunda maior epidemia já registrada na região, 65,1% dos pacientes apresentaram infecção pelos vírus dengue. Esta frequência de casos confirmados de dengue na população estudada, embora possa ser incrementada por resultados da pesquisa viral ainda não concluída, parece ser compatível com o cenário epidemiológico regional, com sucessivas epidemias por diferentes sorotipos, no qual foram observadas prevalências de 53,9% de infecção viral prévia detectada em estudo realizado pelo grupo em parturientes nas maternidades públicas de Goiânia, e em soroprevalências globais de aproximadamente 40% obtidas nos inquéritos de base populacional realizados na cidade de Goiânia, no início da década entre os anos de 2001 e 2002[6,10,12,13].

Os dados obtidos demonstraram que a dengue atinge homens e mulheres de forma igualitária e podem refletir as exposições virais na população adulta jovem em geral para a região. Os pacientes incluídos no estudo eram predominantemente maiores de 18 anos (84,07%), à semelhança dos dados de Goiás, que entre os anos de 2000 e 2011 notificou na maioria dos casos de dengue a faixa etária entre adultos, 20-34 e 35-49 anos[7].

Em relação às analises laboratoriais realizadas neste estudo, os pacientes com dengue mostraram alterações como leucopenia, plaquetopenia e hemoconcentração que caracterizam a infecção por dengue e permitem a classificação clínica dos casos. Segundo as organizações de saúde[1,8] dos quatro critérios estabelecidos para a FHD, três deles podem estar presentes na dengue clássica (clínica compatível com dengue, plaquetas inferior a 100.000 e alguma manifestação hemorrágica).

Dados semelhantes encontrados na literatura mostram que a combinação de plaquetopenia e leucopenia em casos de dengue confirmados por exames específicos apresentou alto valor preditivo para dengue[14]. O nível de plaquetas também é um bom alarme de complicações pela dengue e os pacientes que apresentam plaquetopenia (<100.000/mm³) devem ser monitorados clínica e laboratorialmente a cada 12 horas[8], sendo um ótimo fator para controle de gravidade.

A alteração de permeabilidade capilar pode ser caracterizada pela hemoconcentração maior ou igual a 20%, hipoalbuminemia e derrame cavitário que classifica a FHD. Porém, no atendimento realizado nas unidades de saúde, apenas a hemoconcentração tem sido

rotineiramente utilizada, o que leva a discussões sobre tais procedimentos e redefinição de critérios diagnósticos e clínicos, reportando a dosagem de albumina como importante ferramenta diagnóstica para classificação de casos graves e, na possibilidade, o uso de RX e ultrassonografia[9].

Em nosso estudo observamos que os pacientes hospitalizados apresentaram hematócrito menor que o grupo de pacientes atendidos ambulatorialmente, o que pode ser explicado pelo relato de atendimento anterior deste paciente, na unidade básica de saúde, e chegam ao hospital, possivelmente hidratados. Como limitação do estudo apontamos a não classificação de casos clínicos entre DC, FHD e DCC, o que poderia reportar melhor os resultados de hemoconcentração e a dosagem de albumina na identificação dos casos graves.

As análises laboratoriais mostraram comprometimento hepático em pacientes com infecção confirmada de dengue e em hospitalizados em consonância com os dados da literatura que reportam a importância das dosagens das enzimas hepáticas no acompanhamento clínico do paciente. GUILARDE et al (2008) relatam que o envolvimento do fígado, como indicado por níveis de ALT e AST, foi maior entre os pacientes com manifestações de dengue hemorrágica e grave do que entre os pacientes com DF[10].

As disfunções hepáticas são comuns em pacientes com infecção por dengue devido ao ataque direto sobre as células do fígado ou a resposta imune não regulamentada do hospedeiro contra o vírus. A elevação de enzimas hepáticas de pequena monta pode chegar a ocorrer em até 50% dos pacientes, podendo nas formas graves evoluir para insuficiência hepática, associado a icterícia, distúrbios de coagulação e encefalopatia[11,18]. Assim, a medição das enzimas AST e ALT seriam obrigatórias para o acompanhamento clínico para se valiar envolvimento hepático[10,11,18].

Os resultados dos exames laboratoriais entre menores de 18 anos mostraram as mesmas alterações observadas nos adultos. A tendência à hemorragias pela plaquetopenia e o comprometimento hepático foram observados neste grupo em consonância com relatos na literatura sobre gravidade da doença em crianças. Em estudos que relatam manifestações hemorrágicas espontâneas, as petéquias foram as mais freqüentes, tanto em adultos, quanto em crianças[17]. Na Nicarágua investigaram as diferenças de sinais e sintomas em diferentes idades e observaram que sinais como choque, extravasamento plasmático e trombocitopenia acentuada foram mais prevalentes à medida que se diminuía a idade do paciente, enquanto a frequência de hemorragia interna aumentou com o aumento da idade[19]. No Brasil, alguns estudos objetivaram identificar grupos de riscos em relação a incidência e severidade da

doença demostraram um crescente número de indivíduos menores de 15 anos de idade[15,16]. Segundo estudo feito em Manaus a frequência da febre hemorrágica da dengue/síndrome do choque da dengue em 2007 foi elevada, principalmente no grupo de 5 a 14 anos [16].

## 6. Conclusão

Este estudo é um subprojeto dentro de uma proposta mais abrangente, que buscou estabelecer um perfil de alterações laboratoriais obtidas na prática clínica como fatores preditivos da infecção. Observou-se que os pacientes apresentaram extravasamento plasmático, tendências hemorrágicas e comprometimento hepático, interpretados a partir do hemograma e análises bioquímicas. Em especial a dosagem de ALT, AST, albumina e creatinina são exames simples realização e baixo custo, e apesar de serem recomendados muitas vezes não são realizados na prática clínica, devendo compor os critérios clínicos para evitar a evolução da doença para quadros mais graves, auxiliando como marcador mais precoce de casos de FHD.

Na atualidade o diagnóstico da febre hemorrágica da dengue (FHD) tem sido definida com base em critérios clínico-laboratoriais, sendo importante a busca de marcadores biológicos precoces para detecção de casos com risco potencial de FHD e desta forma diferenciar os cuidados durante o seguimento dos pacientes[11]. Portanto, estes resultados podem contribuir para o melhor entendimento da doença em nossa região, respondendo questões consideradas prioritárias na atualidade, com relação ao melhor subsídio à conduta clínica.

## Referências

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Scientific Working Group. **Report on Dengue**. World Health Organization. Geneva. 1-168 pp. 2006.

2. SIQUEIRA J. B., Jr. et al. Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil, 1981-2002. **Emerg Infect Dis** *11*: 48-53. 2005.

3. NOGUEIRA R. M., de Araujo J. M., Schatzmayr H. G. Dengue viruses in Brazil, 1986-2006. **Rev Panam Salud Publica** *22*: 358-363. 2007.

4. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. CGPNCD/DEVEP/SVS/MS CGVS/SES RRSVS/SMS-BV- **NOTA TÉCNICA**: Isolamento do sorotipo DENV 4 em Roraima / Brasil. 2010c.

5. MACIEL I. J. Avaliação epidemiológica do dengue no município de Goiânia no período de 1994 a 1997. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 120 pp. 1999.

6. FÉRES V. C., et al. Laboratory surveillance of dengue virus in Central Brazil, 1994-2003. **J Clin Virol** *37*: 179-183.2006.

7. SES-GO/SUVISA/GVEDT, 2013. Secretaria de Estado da Saúde, Superintendência de Vigilância em Saúde, Gerência de Vigilância Epidemiológica de Doenças Transmissíveis. **Boletim Semanal de Dengue** - Goiás 2013 de 11 de janeiro de 2013. Disponívelem:<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/links/arq_578_RelatorioABoletimASemanalASE-01.pdf.> Acessado em 24 de Julho de 2013.

8. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretoria Técnica de Gestão. Dengue: diagnóstico e manejo clínico – adulto e criança / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Diretoria Técnica de Gestão. – 4. ed. – Brasília : Ministério da Saúde. 2011.

9. BRITO C.A.A. Evidência de alterações de permeabilidade vascular na dengue: quando a dosagem de albumina sérica define o quadro? **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**. 40:220-223. 2007.

10. GUILARDE A. O. Dengue and dengue hemorrhagic fever among adults: clinical outcomes related to viremia, serotypes, and antibody response. **J Infect Dis** *197*: 817-824. 2008.

11. OM PARKASH et al. Severity of acute hepatitis and its outcome in patients with dengue fever in a tertiary care hospital Karachi, Pakistan (South Asia). **BMC Gastroenterol.** 2010; 10: 43. Published online. 2010.

12. ARGOLO A.F.L.T. Prevalência e incidência de infecção pelos vírus dengue em parturientes e neonatos, Goiânia-Goiás, 2009-2010 **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 120 pp. 2010.

13. SIQUEIRA J. B.. Spatial point analysis based on dengue surveys at household level in central Brazil. **BMC Public Health** *8*: 361. 2008.

14. WICHMANN O.. Clinical features and pitfalls in the laboratory diagnosis of dengue in travellers. BMC Infect Dis; 6: 120. 2006.

15. TEIXEIRA M. G., et al. Recent shift in age pattern of dengue hemorrhagic fever, Brazil. **Emerg Infect Dis** *14*: 1663. 2008.

16. ROCHA L. A., TAUIL P. L. Dengue em criança: aspectos clínicos e epidemiológicos, Manaus, Estado do Amazonas, no período de 2006 e 2007. **Rev Soc Bras Med Trop** *42*: 18-22. 2009.

17. LIBRATY D.H. et al. Differing influences of virus burden and immune activation on disease severity in secondary dengue-3 virus infections**. J Infect Dis**; 185:1213–21.

18. SOUZAL.J. et al. Aminotransferase changes and acute hepatitis in patients with dengue fever: analysis of 1,585 cases. Brazil. **J Infect Dis.** 8:156–63). 2004.

19. HAMMOMND S.N. Differences In Dengue Severity In Infants, Children, And Adults In A 3-Year Hospital-Based Study In Nicaragua. **Am. J. Trop. Med. Hyg**, 73(6), pp. 1063–1070. 2005.

# DIMENSIONAMENTO DA REDE SDH PARA A INTERCONEXÃO DE BTSS EM UM SISTEMA 3G COM PREVISÕES IMPRECISAS DE CUSTO E DEMANDA

**[1]Fábio Júnior C. de Souza, [2]Marcos Antônio de Sousa, [3]Fernando Ferreira de Melo**

Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação – Universidade Federal de Goiás. Av. Universitária, n. 1488, Qd. 86, Bloco A, 3º Piso, Sala 08, 74605-010, St. Leste Universitário, Goiânia-GO, Brasil.

fabio_jr91@hotmail.com, marcos@emc.ufg.br, fernando.melo@emc.ufg.br

**Resumo**

Uma das principais estratégias de mercado adotadas pelas operadoras de sistemas de telecomunicações móveis celular, para atualizar a capacidade da sua rede de interconexão de ERBs, tem sido alugar seus enlaces de transmissão de outras operadoras de rede. Este aporte tecnológico pode ser garantido através das tecnologias SDH e fibra ótica. Este artigo apresenta um estudo de caso para o dimensionamento da rede SDH de interconexão ERBs-CCC em um sistema móvel celular. O estudo utiliza como suporte no processo decisório um modelo de Programação Linear Inteira Mista (MILP). A metodologia permite um alto grau de interatividade com o planejador e flexibilidade que possibilita analisar variados aspectos do compromisso entre serviço e tecnologia, demanda e custo. O dimensionamento da rede é feito admitindo-se previsões imprecisas de demanda e custo. A avaliação técnico-econômica é orientada à minimização de custo e está baseada no conceito de números *fuzzy*. Resultados de experimentos computacionais de aluguel de rede são apresentados e suas implicações são discutidas.

*Palavras-chave*: Sistema móvel celular, sistemas SDH, Otimização, Modelagem Fuzzy.

## 1. Introdução

A área de tecnologia voltada para o setor de telecomunicações móveis vem sofrendo um crescente desenvolvimento desde a realização da primeira chamada a partir de um aparelho portátil em 1973. A unidade móvel evolui para plataformas multimídia com capacidade de acesso a múltiplos serviços de dados (Alencar, 2004). Paralelo a evolução dos

*Revisado pelo Orientador.* [1]Orientando [2]Orientador [3]Colaborador.

aparelhos segue o progresso das redes de comunicação móvel. O cenário atual são os sistemas de quarta geração (4G) que prometem transmissões de dados a altíssimas velocidades. Contudo, a tecnologia 4G, no Brasil, ainda é novidade. Com isso, os sistemas de terceira geração (3G) dominam o mercado das comunicações móvel celular no país. Estes tipos de sistemas estão sendo implantados progressivamente pelas operadoras de acordo com a demanda de usuários. O objetivo é oferecer vários tipos de serviços, privilegiando os de acesso banda larga à internet.

Essas tecnologias são ofertadas através das operadoras de telefonia por meio de contratos de prestação de serviços, que podem contemplar o fornecimento de tecnologia para a viabilização do produto final e/ou a comercialização de equipamentos. Por outro lado, o cliente pode fazer a escolha de acordo com as suas necessidades. Menor preço, melhor qualidade e maior velocidade de transmissão são algumas condições a serem avaliadas.

Dimensionar os equipamentos destes sistemas de forma a atender uma demanda variável de usuários torna-se uma tarefa complexa. À medida que se aumenta a diversidade de serviços, aumenta também a indefinição sobre a quantidade de usuários que os serviços podem atingir. Isto torna a demanda um dado impreciso e difícil de ser estimado.

Nos sistemas de comunicação móvel celular, as BTSs - *Base Transceiver Station* (Estações Radio-Base – ERBs) - devem estar conectadas com a Central de Comutação e Controle (CCC), seja para trafegar dados de gerência ou dados de usuários. Assim, o crescimento de demanda obriga a rede de interconexão ERBs-CCC a estar em constante atualização na sua capacidade de transmissão.

Para tentar acompanhar as mudanças tecnológicas as empresas operadoras de comunicação móvel optam por alugar os enlaces de empresas operadoras de telefonia fixa que, por outro lado, enxergam esta necessidade como uma nova oportunidade de mercado. A implantação de uma rede cabeada costuma ser bastante onerosa e demorada. Consequentemente, o dimensionamento destas redes acaba sendo feito de forma a permitir atualizações tecnológicas preferencialmente nas extremidades (nós de acesso e/ou de comutação), evitando modificações no cabeamento. Este plano de negócios é amparado pela tecnologia de transmissão SDH (Hierarquia Digital Síncrona) e pelo cabeamento ótico (Jeszensky, 2004).

A comercialização dos serviços pelas operadoras de comunicação móvel precisa levar em consideração estes aspectos mercadológicos. O porte dos problemas, a velocidade das transformações e as inúmeras possibilidades a analisar exigem metodologias de planejamento consistentes, flexíveis e apoiadas em ferramentas computacionais. Os valores

significativos geralmente envolvidos neste tipo de situação tornam desejável o uso de modelos matemáticos de otimização. Rouskas et al.(2008), Gaivoronski e Zoric (2008), Bolia e Kulkarni (2008), Kasap et al. (2007) e, Niyato e Hossain (2006) são exemplos de trabalhos que utilizam modelos de otimização para avaliar o problema de alocação de recursos em redes sem fio. Os modelos matemáticos desenvolvidos são fortemente dependentes de dados de demanda e custo. Entretanto, muitos destes dados não são precisamente conhecidos no momento da elaboração do plano.

Neste artigo é realizado um estudo de caso com um modelo de Programação Linear Inteira Mista *(Mixed Integer Linear Problem* – MILP), implementado para auxiliar no planejamento de redes de comunicação móvel. Em suma, são avaliados a alocação e o dimensionamento de *links* de transmissão para o problema de interconexão de Estações Rádio Base – ERB (*Base Transceiver Station – BTS*) com a Central de Comutação e Controle – CCC (*Mobile Switching Center - MSC*), levando em consideração a imprecisão de dados de custo e demanda.

É adotado para o desenvolvimento deste estudo o modelo matemático proposto em DeSousa et al. (2013a), com algumas adaptações. A avaliação é feita a partir do ponto de vista da operadora de comunicação móvel celular que deseja alugar os *links* de transmissão SDH. A imprecisão é incorporada através do uso de números *fuzzy* trapezoidais (Pedrycz e Gomide, 1998) para modelar os dados de custo e demanda em DeSousa et al (2013b).

A seção 2 apresenta os principais elementos de um sistema de comunicação móvel celular. A configuração da tecnologia SDH para a oferta de *links* de interconexão de ERBs com a CCC é descrita na seção 3. A seção 4 mostra o modelo de Programação Linear Inteira Mista, utilizado como ferramenta de apoio na tomada de decisão, além do tratamento dos dados imprecisos. O estudo de caso com simulação computacional encontra-se na seção 5. E, por fim, a seção 6 é dedicada aos comentários finais.

## 2. O Sistema de Acesso Móvel Celular

A finalidade de um sistema de comunicação móvel celular é permitir a comunicação entre duas Estações Móveis (EM) ou entre uma EM e as redes fixas de telefonia e internet.

### 2.1. Elementos do Sistema de Comunicação Móvel Celular

Uma rede móvel celular é composta dos elementos indicados na Figura 1. Informações mais detalhadas podem ser obtidas em Jeszensky (2004) e Garg (2007).

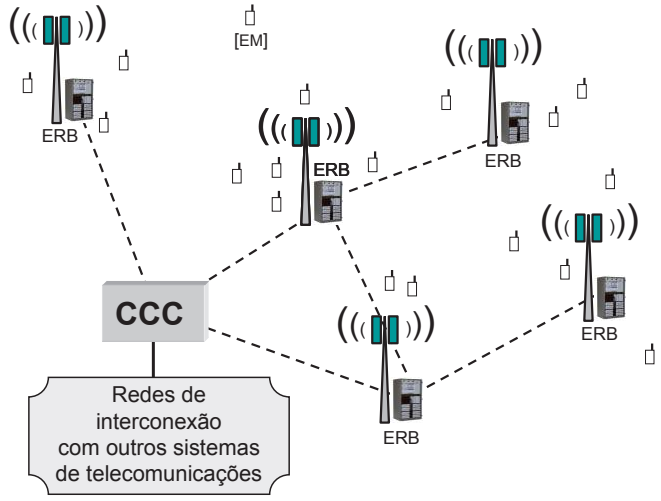



Figura 1 – Elementos de um sistema de comunicação móvel celular.

Central de Comutação e Controle (CCC) – *Mobile Switching Center* (MSC)

A CCC é o "coração" do sistema, sendo basicamente computadores de alta capacidade de processamento, que usam pacotes de softwares projetados para endereçar aplicações específicas de telecomunicações. A CCC é responsável pelo processamento das chamadas, monitoração, tarifação, conexão com outros sistemas de telecomunicações, entre outras funções.

Estação Radio Base (ERB) – *Base Transceiver Station* (BTS)

O termo "Estação Rádio Base" é utilizado para nomear um conjunto de equipamentos que realizam a interface aérea entre o assinante e o sistema. O equipamento de rádio tem potência limitada, o que restringe a sua área geográfica de atendimento, chamada de célula. Para garantir o acesso ao usuário, a ERB é composta de fontes de energia, sistemas de emergência (baterias e grupos geradores), sistema de controle da estação, transceptores de rádio frequência, amplificadores de potência e sistema irradiante.

Estação Móvel (EM) – *Mobile Station* (MS)

A estação móvel é um equipamento de rádio que é formado por uma unidade transceptora que transmite e recebe o sinal de RF (radiofrequência). Essa unidade móvel tem potência limitada e normalmente são fabricadas de acordo com as configurações de acesso do sistema. Atualmente, podem ter agendas, organizadores de compromissos, *palmtops*, máquina fotográfica, reprodutores de vídeo, entre outros.

Equipamentos de Transmissão

A interconexão entre as ERBs e a CCC é realizada através de *links* de canais E1 (sistema de transmissão bidirecional com taxa básica de 2,048Mbps). Dependendo da localização das ERBs em relação a CCC e da demanda de usuários prevista para ser atendida em cada ERB, os canais E1 que serão utilizados para a interconexão podem ser implantados pela própria operadora de comunicação móvel ou serem alugados de outra operadora de telecomunicações que já possua infraestrutura de rede nas localidades a serem cobertas pelas ERBs. A modelagem matemática para o planejamento estratégico da infraestrutura de interconexão entre ERBs, e destas com a CCC, é parte integrante deste trabalho.

## 3. Tecnologia para a Interconexão entre ERBs e a CCC

A solução tecnológica mais utilizada para interconectar ERBs entre si e ERBs com a CCC em um sistema de comunicação móvel tem sido os sistemas SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) transmitindo sobre fibra ótica. Outras soluções também podem ser encontradas no mercado, tais como: *modems* SHDSL (*Symmetric high-speed digital subscriber line* ou Linha Digital Simétrica de Assinante de Alta Velocidade) (Digitel, 2013) e rádio micro-ondas (Ericsson, 2013).

### 3.1. Modem Ótico

A solução de transmissão utilizando fibra ótica permite maior largura de banda, ou seja, maior quantidade de informações por unidade de tempo. Sendo uma solução ponto-a-ponto possui maior alcance, é imune a interferências eletromagnéticas e possui maior confiabilidade.

Levando em consideração a constituição modular e o sistema de gerenciamento, os sistemas SDH podem ser classificados em várias versões de capacidade, como por exemplo, 16xE1, 21xE1, 42xE1, 63xE1 ou 252xE1, nas configurações 1+0, ou seja, sem reserva de *link* e 1+1 com reserva de *link*. A sua capacidade pode ser ampliada com a adição de novos módulos, mesmo com o equipamento estando em operação.

A Figura 2 representa o cenário mercadológico avaliado neste trabalho, onde a operadora de comunicação móvel celular pretende interligar as suas ERBs com a CCC através de *links* alugados de outra operadora de rede. A possibilidade de aluguel de rede existe porque os sistemas SDH possuem capacidade de transmissão muito mais elevada do que aquelas necessárias para atender as demandas das ERBs. Existindo folga no seu sistema a operadora de rede pode disponibilizar *links* para outras operadoras. Especificações técnicas mais

detalhadas sobre os *modems* SDH, ver Asga (2013).

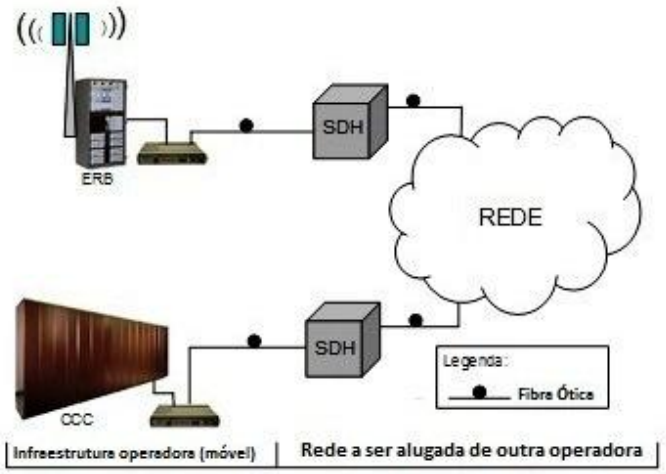



Figura 2 – Interconexão ERBs-CCC utilizando sistemas SDH.

## 4. Modelagem do Problema

O objetivo do estudo é alocar e dimensionar os equipamentos na rede de interconexão de ERBs e ao mesmo tempo buscar uma solução economicamente viável. A demanda a ser atendida em cada célula (ERB), o comprimento dos enlaces, as rotas alternativas para escoamento de demanda e as limitações de modularidade (capacidade) dos equipamentos SDH também fazem parte do processo de decisão. Os custos de aluguel de *links* são divididos em duas parcelas: uma em função da capacidade do *link* SDH, a outra em função do comprimento do enlace.

### 4.1. Representação da Rede

A área geográfica de uma cidade de médio é divida em células. Cada célula recebe um nó de ERB que deve necessariamente estar conectada a CCC por meio de *links* de rede SDH. Os principais elementos desta representação são:

Nós de ERBs

Os nós de ERBs são pontos concentradores e geradores de demanda (em canais E1) para o atendimento da demanda local. Estes nós devem estar fisicamente associados a um equipamento de transmissão SDH. Cada nó é identificado pelo número da ERB, por exemplo, o nó ERB [*i*] está associado a uma ERB qualquer de número [*i*], e o nó CCC está associado a uma única CCC. Esta modelagem pode ser generalizada para números maiores de CCCs.

Os nós ERB [i] devem escoar toda a demanda gerada e recebida de outros nós de ERB de modo que toda demanda prevista para ser atendida pelo sistema chegue à CCC.

Arcos de Escoamento de Demanda

Os arcos de escoamento que ligam todos os nós de ERB entre si e a CCC são definidos por índices $[i, j]$, que representam respectivamente as ERB de origem $[i]$ e destino $[j]$. O fluxo de demanda escoado por estes arcos é utilizado para definir a capacidade dos *links* de transmissão a serem alugados da operadora de rede SDH.

Embora a tecnologia SDH permita a implementação da topologia de atendimento em anel, a modelagem desenvolvida aqui contempla duas possibilidades de atendimento para os arcos de escoamento:

- *Arcos diretos*: arcos $[i, j]$ que ligam individualmente todas as ERBs à CCC;
- *Arcos indiretos*: arcos $[i, j]$ que ligam as ERBs entre si, formando assim rotas alternativas de atendimento.

*Links* Candidatos

O fluxo de demanda escoado pelos arcos da rede é utilizado para garantir o atendimento das necessidades de demanda da empresa contratante. O menor custo total de aluguel é o objetivo principal do modelo de otimização. Este custo depende da capacidade do *link* escolhido e das tarifas cobradas pelo aluguel dos sistemas de transmissão SDH e da rede ótica, os quais são diretamente influenciados pelo fluxo de demanda nestes arcos de escoamento. A tecnologia SDH utilizando o modo de transmissão STM-1 (*Synchronous Transport Module level – 1*), com taxa de transmissão de 155,52 Mbps, permite quatro configurações de atendimento: 16xE1, 21xE1, 42xE1 e 63xE1 (Asga, 2013).

## 4.2. Formulação Matemática

O modelo matemático utilizado é um problema de Programação Linear (binária) Inteira Mista (PLIM) que utiliza a abordagem nó-arco (Bazaraa, 1990). O problema pode ser formulado conforme segue (Desousa et al., 2013a; Desousa et al., 2013b). A Tabela 1 apresenta a nomenclatura da modelagem.

Tabela 1 - Nomenclatura (Parâmetros *fuzzy* são apresentados com til [~])

| **Conjuntos** | | **Variáveis de Decisão** | |
|---|---|---|---|
| $A_e$ | Arcos de escoamento de demanda (diretos + indiretos) | $X_{ijn}$ | Variável binária – representa a escolha ou não do *link* SDH de capacidade [n] candidato no arco $[i,j] \in A_e$ |
| $O_{SDH}$ | Modularidades (capacidades) dos *links* SDH candidatos | $Y_{ab}$ | Variável real – representa o fluxo de demanda atendido pelo arco $[a,b] \in A_e$ saindo de [a] e chegando em [b] |
| $O_{ERB}$ | Nós de ERB da rede | | |

| Parâmetros | |
|---|---|
| $\widetilde{C}_n$ | Custo impreciso de aluguel do sistema de transmissão SDH de capacidade n $\in O_{SDH}$ |
| $\widetilde{D}_k$ | Demanda imprecisa prevista, em canais $E_1$, para ser atendida em cada nó [k] $\in O_{ERB}$ |
| $l_{ij}$ | Comprimento do arco $[i,j] \in A_e$ |
| $r$ | Custo de aluguel de rede ótica (por km) |
| $Cap_{ij}^{n}$ | Capacidade do *link* SDH de modularidade [n] candidato no [i,j] $\in A_e$ |

$$Min \sum_{[i,j]\in A_e} \sum_{[n]\in O_{SDH}} (\widetilde{C}_n + r.l_{ij}) X_{ijn} \qquad (1)$$

Sujeito a :

$$\sum_{[k,i]\in A_e} Y_{ki} - \sum_{[j,k]\in A_e} Y_{jk} = \widetilde{D}_k \quad \forall k \in O_{ERB} \qquad (2)$$

$$\sum_{[n]\in O_{ERB}} Cap_{ij}^{n} X_{ijn} \cdot \geq Y_{ij}, \ \forall [i,j] \in A_e \qquad (3)$$

O modelo é composto por:

Função Objetivo (1): refere-se ao custo gerado pelo aluguel da rede de interconexão SDH. É calculada somando-se os custos de aluguel de *link* escolhido para o escoamento da demanda dos nós de ERB, até o nó de CCC.

Restrições de satisfação de demanda (2): garantem o balanço de fluxo de demanda em todos os nós do grafo (ERBs), exceto para o nó da CCC, por ser uma equação redundante.

Restrições de capacidade técnica para a tecnologia SDH (3): ocorrem em cada arco previsto pelo planejador para escoar a demanda das ERBs. Esta restrição assegura que a capacidade do *link* SDH escolhido seja capaz de atender a demanda escoada pelo arco.

### 4.3. Representação dos Dados Imprecisos

Tanto o custo de aluguel de link quanto a demanda a ser atendida em cada ERB são parâmetros difíceis de estimar com precisão por serem influenciados por vários fatores tais como flutuação de preços de mercado, surgimento de novas tecnologias que atraem novos consumidores, entre outros. Uma vez que a variação destes fatores afeta o dimensionamento da rede, estes se tornam pontos cruciais no processo de decisão. Diante desta situação, optou-se por modelar estes parâmetros utilizando números *fuzzy*, abrangendo assim, uma faixa de valores possíveis resultando em simulações mais realísticas e com maior flexibilidade.

A cada uma das demandas das ERBs ($\widetilde{D}_k$) e, também, dos custos de *link* SDH ($\widetilde{C}_n$) foi associado um número *fuzzy*: $\widetilde{D}_k = (d_a, d_b, d_c, d_d)$ e $\widetilde{C}_n = (c_a, c_b, c_c, c_d)$, que definem o intervalo de variação do dado. Empregou-se uma função de pertinência trapezoidal simétrica, conforme apresentado na Figura 3. O valor médio ($V_m$) representa o valor de maior pertinência.

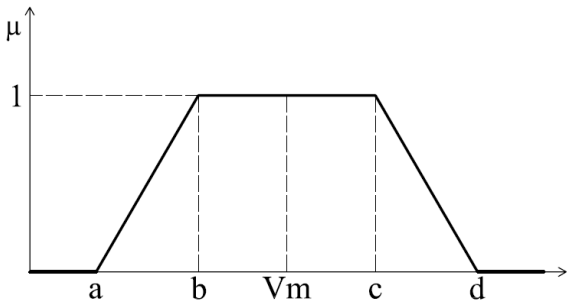



Figura 3 – Modelagem Trapezoidal – Função de Pertinência.

### 4.4. Resolução do Modelo com Demanda e Custo *Fuzzy*

Para utilizar o número *fuzzy* nas simulações é necessário transformá-lo em um número *crisp*. Existem várias técnicas para defuzzyficação (Pedrycz e Gomide, 1998). Contudo, neste trabalho, para os dados de demanda, optou-se por substituir o número *fuzzy* por um valor que permita resolver o problema de forma mais simples sem perder as características de imprecisão do número *fuzzy*. O método consiste em obter um número *crisp* a partir de uma função de parametrização, na qual um fator de confiança, $\alpha \in [0,1]$, expressa o quão preciso são os dados de demanda. Na função objetivo, a defuzzificação do parâmetro custo de aluguel é feita considerando a função "valor esperado" para um número *fuzzy* trapezoidal. Maiores detalhes destas abordagens podem ser encontradas em Madronero et al. (2012) e Peidro et al. (2010). O novo modelo de otimização *crisp* auxiliar fica:

$$Min \sum_{[i,j]\in A_e} \sum_{[n]\in O_{SDH}} \left(\frac{C_{na} + C_{nb} + C_{nc} + C_{nd}}{4} + r.l_{ij}\right) X_{ijn} \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\sum_{[k,i]\in A_e} Y_{ki} - \sum_{[j,k]\in A_e} Y_{jk} \le \frac{\alpha}{2}.\frac{D_{ka} + D_{kb}}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right).\frac{D_{kc} + D_{kd}}{2} \quad \forall k \in O_{ERB} \quad (5)$$

$$\sum_{[k,i]\in A_e} Y_{ki} - \sum_{[j,k]\in A_e} Y_{jk} \ge \frac{\alpha}{2}.\frac{D_{kc} + D_{kd}}{2} + \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right).\frac{D_{ka} + D_{kb}}{2} \quad \forall k \in O_{ERB} \quad (6)$$

$$\sum_{[n]\in O_{ERB}} Cap_{ij}^{n} X_{ijn} \cdot \ge Y_{ij}, \quad \forall [i,j] \in A_e \quad (7)$$

A variação do fator de confiança permite analisar diferentes cenários, ou seja, diferentes possibilidades de demanda prevista. Deve ser observado que o fator (ou grau) de confiança, $\alpha = 0$, representa o maior intervalo no número *fuzzy*, isto é, menor confiança. À medida que o fator de confiança, $\alpha$, aproxima-se de 1, o intervalo de demanda previsto diminui. Com $\alpha = 1$, o termo independente dos conjuntos de restrições (5) e (6) alcançam o mesmo valor, $V_m$ (Figura 3).

## 5. Estudo de Caso

Para a simulação computacional foram utilizados os seguintes recursos computacionais: linguagem de programação matemática AMPL® (Fourer et al., 2002), para a elaboração do modelo matemático, e o pacote de otimização CPLEX® (Cplex, 1999), ambos manipulados em microcomputadores no ambiente Windows 7®.

### 5.1. Dados Gerais

O estudo é feito para uma rede composta por 30 nós de ERBs que necessitam de conexão com uma CCC. As ERBs podem ser interconectadas com a CCC com enlaces diretos ou através de rotas alternativas por meio de arcos entre as ERBs.

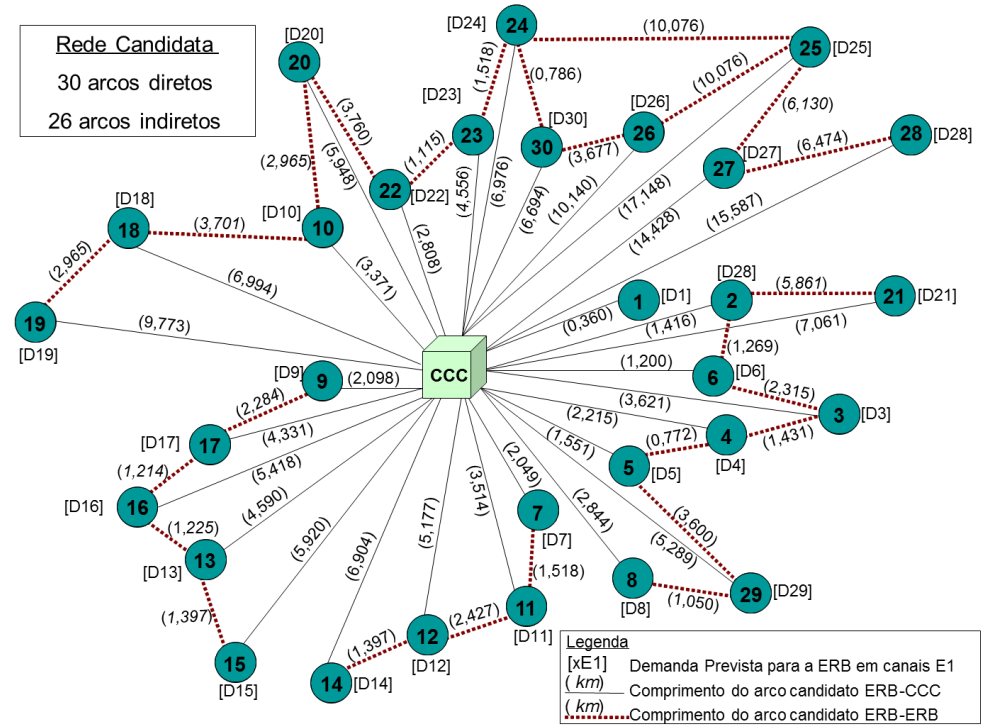



Figura 4 – Rede candidata com 30 nós de ERB e 56 arcos.

A Figura 4 apresenta a rede candidata. São apresentadas as seguintes informações: o comprimento dos 30 arcos diretos ERB-CCC e dos 26 arcos indiretos ERB-ERB, possíveis de serem escolhidos e os índices de referência para cada valor de demanda prevista para ser atendida em cada nó de ERB. As demandas *fuzzy* (em canais E1) são listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Demanda imprecisa prevista para cada nó de ERB.

| **ERB** | **Demanda (em canais E1)** | | | | **ERB** | **Demanda (em canais E1)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d | | a | b | c | d |
| $\tilde{D}_1$ | 17,50 | 21,25 | 28,75 | 32,50 | $\tilde{D}_{16}$ | 13,30 | 16,15 | 21,85 | 24,70 |
| $\tilde{D}_2$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 | $\tilde{D}_{17}$ | 8,40 | 10,20 | 13,80 | 15,60 |
| $\tilde{D}_3$ | 11,20 | 13,60 | 18,40 | 20,80 | $\tilde{D}_{18}$ | 8,40 | 10,20 | 13,80 | 15,60 |
| $\tilde{D}_4$ | 9,10 | 11,05 | 14,95 | 16,90 | $\tilde{D}_{19}$ | 9,10 | 11,05 | 14,95 | 16,90 |
| $\tilde{D}_5$ | 11,90 | 14,45 | 19,55 | 22,10 | $\tilde{D}_{20}$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 |
| $\tilde{D}_6$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 | $\tilde{D}_{21}$ | 8,40 | 10,20 | 13,80 | 15,60 |
| $\tilde{D}_7$ | 7,70 | 9,35 | 12,65 | 14,30 | $\tilde{D}_{22}$ | 17,50 | 21,25 | 28,75 | 32,50 |
| $\tilde{D}_8$ | 18,20 | 22,10 | 29,90 | 33,80 | $\tilde{D}_{23}$ | 21,00 | 25,50 | 34,50 | 39,00 |
| $\tilde{D}_9$ | 11,90 | 14,45 | 19,55 | 22,10 | $\tilde{D}_{24}$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 |
| $\tilde{D}_{10}$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 | $\tilde{D}_{25}$ | 24,50 | 29,75 | 40,25 | 45,50 |
| $\tilde{D}_{11}$ | 7,00 | 8,50 | 11,50 | 13,00 | $\tilde{D}_{26}$ | 7,70 | 9,35 | 12,65 | 14,30 |
| $\tilde{D}_{12}$ | 12,60 | 15,30 | 20,70 | 23,40 | $\tilde{D}_{27}$ | 8,40 | 10,20 | 13,80 | 15,60 |
| $\tilde{D}_{13}$ | 8,40 | 10,20 | 13,80 | 15,60 | $\tilde{D}_{28}$ | 10,50 | 12,75 | 17,25 | 19,50 |
| $\tilde{D}_{14}$ | 17,50 | 21,25 | 28,75 | 32,50 | $\tilde{D}_{29}$ | 9,80 | 11,90 | 16,10 | 18,20 |
| $\tilde{D}_{15}$ | 11,20 | 13,60 | 18,40 | 20,80 | $\tilde{D}_{30}$ | 14,00 | 17,00 | 23,00 | 26,00 |

A tecnologia de transmissão considerada é a SDH. O custo de aluguel de link SDH (em valor relativo ao 16xE1) está indicado na Tabela 3. Observa-se que o custo de aluguel de *link*, devido à sua imprecisão, também foi modelado como número *fuzzy* trapezoidal. A capacidade dos equipamentos candidatos é admitida como sendo conhecida, onde 16xE1 representa dezesseis canais de transmissão de 2,048 Mbps. O custo de aluguel da rede ótica também é admitido como conhecido e vale 0,05/km.

Tabela 3 – Capacidade e custo impreciso de aluguel para os *links* SDH candidatos.

| ***Link* SDH** | **Capacidade (em canais E1)** | **Custo $\tilde{C}_n$** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **a** | **b** | **c** | **d** |
| *Link*16 | 16 | 0,700 | 0,850 | 1,150 | 1,300 |
| *Link*21 | 21 | 0,910 | 1,105 | 1,495 | 1,690 |
| *Link*42 | 42 | 1,540 | 1,870 | 2,530 | 2,860 |
| *Link*63 | 63 | 2,100 | 2,550 | 3,450 | 3,900 |

As rotas alternativas necessitam de conhecimento prévio da rede (experiência do planejador), de forma a se evitar que um nó (ou arco) que nunca será escolhido para fazer parte de uma rota seja candidato e aumente o número de variáveis a serem analisadas.

### 5.2. Resultados

Variando-se o fator de confiança, α, é possível obter uma margem de mapeamento da instabilidade do mercado, abrangendo variações de demanda de fluxo e de preço de aluguel de equipamento, tornando a modelagem e a aplicação mais realista.

Os cenários gerados a partir desta variação do fator de confiança têm como objetivo avaliar o comportamento da rede a ser alugada e verificar se a imprecisão nos dados pode gerar mudanças de topologia da rede. Os resultados apresentados aqui são uma extensão daqueles encontrados em DeSousa et al (2013c).

Por ser um problema de minimização, e devido à forma como foram modeladas as novas restrições, a curva de defuzzyficação acaba por retornar o menor valor do intervalo *fuzzy* em análise. Desta maneira, o aumento no valor de α aumenta também o valor da demanda prevista e, conseqüentemente, o custo total da rede, conforme indicado na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado das simulações para diferentes valores do grau de confiança (**α**).

| **Grau de Confiança (%)** | **Custo Total** | **Arcos Diretos** | **Arcos Indiretos** | ***Link* 16** | ***Link* 21** | ***Link* 42** | ***Link* 63** | **Folga Total** | **Complexidade** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | **SIMPLEX** | ***Branch-and-Bound*** |
| 0 | 41,78575 | 28 | 2 | 23 | 5 | 2 | 0 | 109 | 425 | 33 |
| 10 | 41,78575 | 28 | 2 | 23 | 5 | 2 | 0 | 100 | 431 | 2 |
| 20 | 42,77380 | 27 | 3 | 22 | 5 | 3 | 0 | 101 | 362 | 0 |
| 30 | 45,70480 | 27 | 3 | 22 | 2 | 6 | 0 | 139 | 999 | 246 |
| 40 | 45,70480 | 27 | 3 | 22 | 2 | 6 | 0 | 132 | 721 | 155 |
| 50 | 45,94285 | 29 | 2 | 24 | 2 | 5 | 0 | 90 | 1640 | 384 |
| 60 | 47,74285 | 29 | 2 | 18 | 8 | 5 | 0 | 145 | 1400 | 409 |
| 70 | 47,74285 | 29 | 2 | 18 | 8 | 5 | 0 | 135 | 482 | 89 |
| 80 | 48,34285 | 29 | 2 | 16 | 10 | 5 | 0 | 129 | 428 | 9 |
| 90 | 48,34285 | 29 | 2 | 16 | 10 | 5 | 0 | 122 | 414 | 9 |
| 100 | 48,34285 | 29 | 2 | 16 | 10 | 5 | 0 | 120 | 242 | 0 |

Verifica-se que houve maior utilização de *links* 16xE1, devido à ordem de grandeza dos valores de demanda prevista em cada nó de ERB. Pode-se observar, também, que o cenário que teve maior dificuldade para encontrar a solução ótima e, conseqüentemente, maior esforço computacional, foi aquele para o grau de confiança de 50%. Para esta previsão de demanda, a topologia da rede alocada é a que apresenta menor folga total, 90xE1.

A Tabela 4 também indica que existem três distintas topologias para a rede:

Topologia de Rede 1 (com α entre 0 e 10%)

A topologia da rede a ser alugada é apresentada na Figura 5. Nela são indicadas a demanda prevista em cada nó ERB (para α = 0%), a demanda escoada em cada arco escolhido e a capacidade do *link* SDH alocado. Observa-se que o dimensionamento dos enlaces privilegiou o atendimento através de arcos que ligam as ERBs diretamente com a CCC, condição que inibiu a escolha de *links* de capacidade 63xE1. Apenas duas ERBs foram atendidas por rotas alternativas, cada uma com uma capacidade de 16xE1. Devido à modularidade dos *links* candidatos, outro ponto importante a ser considerado é a folga existente na rede, que ficou entre 109xE1 (α = 0%) e 110xE1 (α = 10%).

Topologia de Rede 2 (com α entre 20 e 40%)

A Figura 6 mostra a topologia de atendimento. Neste cenário já é possível perceber o impacto causado pela variação da demanda prevista para ser atendida em cada nó de ERB. Nota-se que houve um aumento de 9,38% no custo total. Além disso, houve alterações na topologia da rede a ser alugada. O número de arcos indiretos passou de 2 para 3 (ERBs 20, 24 e 29), mostrando que, com o aumento do fluxo de demanda, alguns arcos indiretos, antes descartados, podem apresentar-se bastante atrativos. Observa-se ainda que não houve utilização de *links* 63xE1.

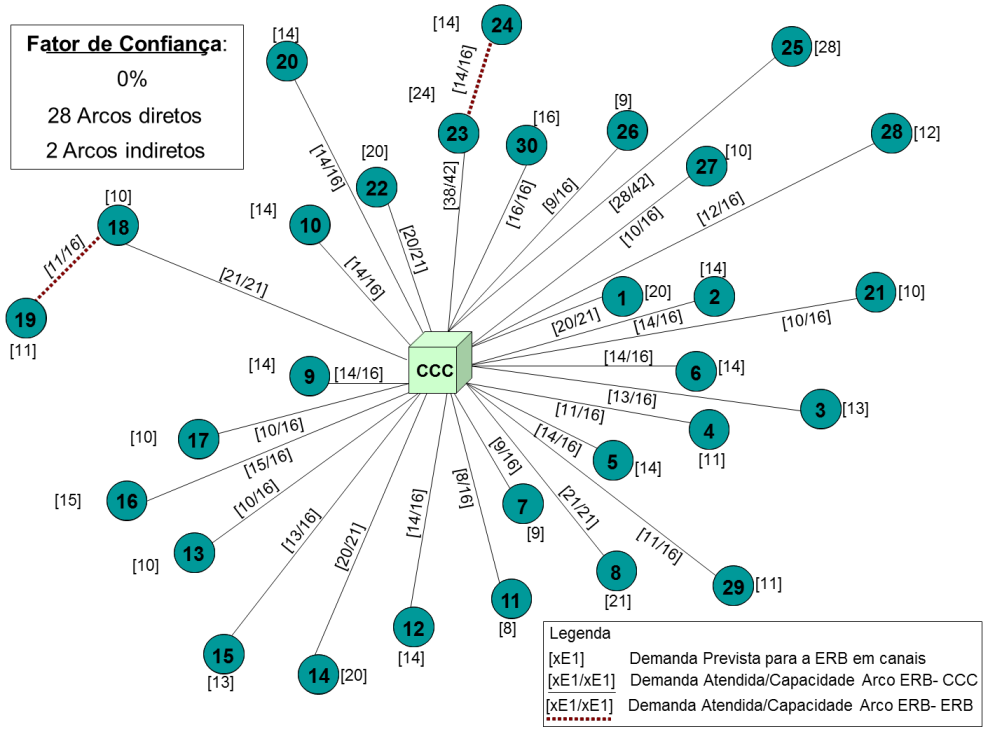



Figura 5 – Topologia de rede 1 possível de ser alugada, com grau de confiança de 0%.

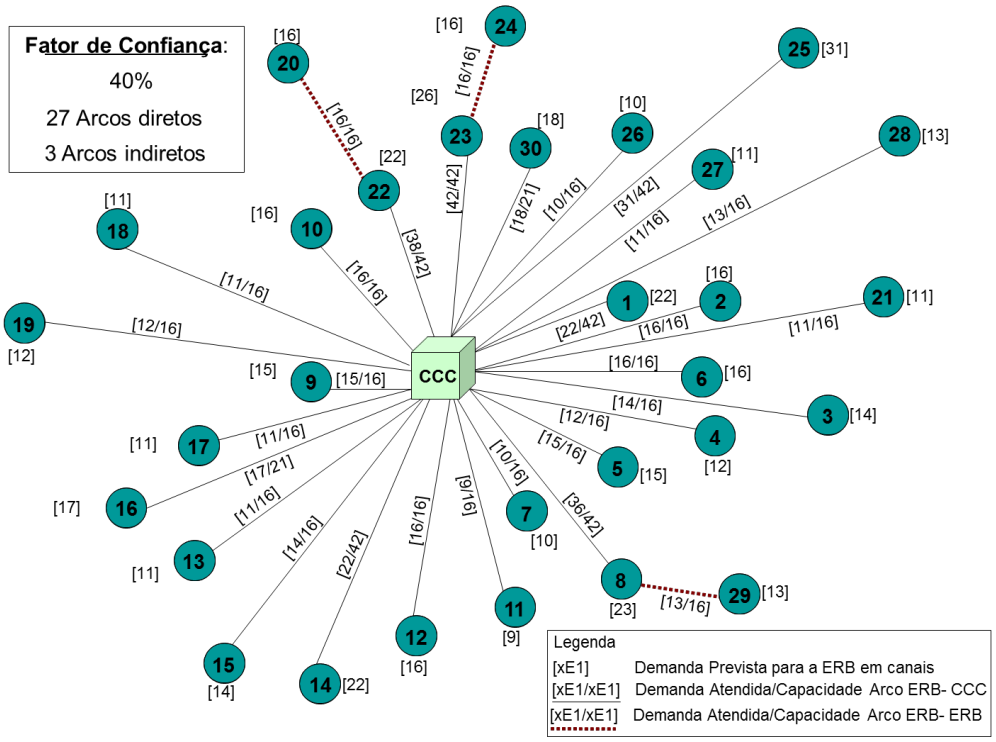



Figura 6 – Topologia de rede 2 possível de ser alugada, com grua de confiança de 40%.

Topologia de Rede 3 (com α entre 50 e 100%)

A topologia de rede 3, possível de ser alugada, encontra-se na Figura 7. Os valores de demanda indicados são para um grau de confiança de 100%. Conforme listado na Tabela 4, esta topologia com 29 arcos diretos e 2 indiretos, apresenta variações no seu custo total devido às mudanças de modularidade dos *links* SDH, consequência imediata do crescimento da demanda, com o aumento do grau de confiança. Nesta topologia, também não foi alocado nenhum *link* de 63xE1.

Tanto a folga quanto a complexidade computacional não apresentam um padrão de comportamento bem definido diante do aumento da demanda, nem mesmo uma relação entre si, sendo obtida a menor folga (90xE1) e a maior folga (145xE1) para os dois cenários com maior complexidade computacional.

## 6. Conclusão

O mercado de comunicação móvel celular está cada vez mais competitivo e tem levado as operadoras do setor a buscar novas formas de planejar suas redes, minimizando os custos e maximizando as receitas. A competitividade deste mercado vai além da escolha da tecnologia de acesso, passando pela fidelidade do cliente e agregando novos serviços e facilidades. A transmissão de dados, em velocidades crescentes, tem sido cada vez mais o

alvo de interesse por parte das operadoras SMC. A capacidade de atendimento da infraestrutura de interconexão de ERBs em um sistema de comunicação móvel deve estar em constante atualização. A possibilidade de aluguel de rede é uma alternativa que também deve ser avaliada pela operadora do sistema.

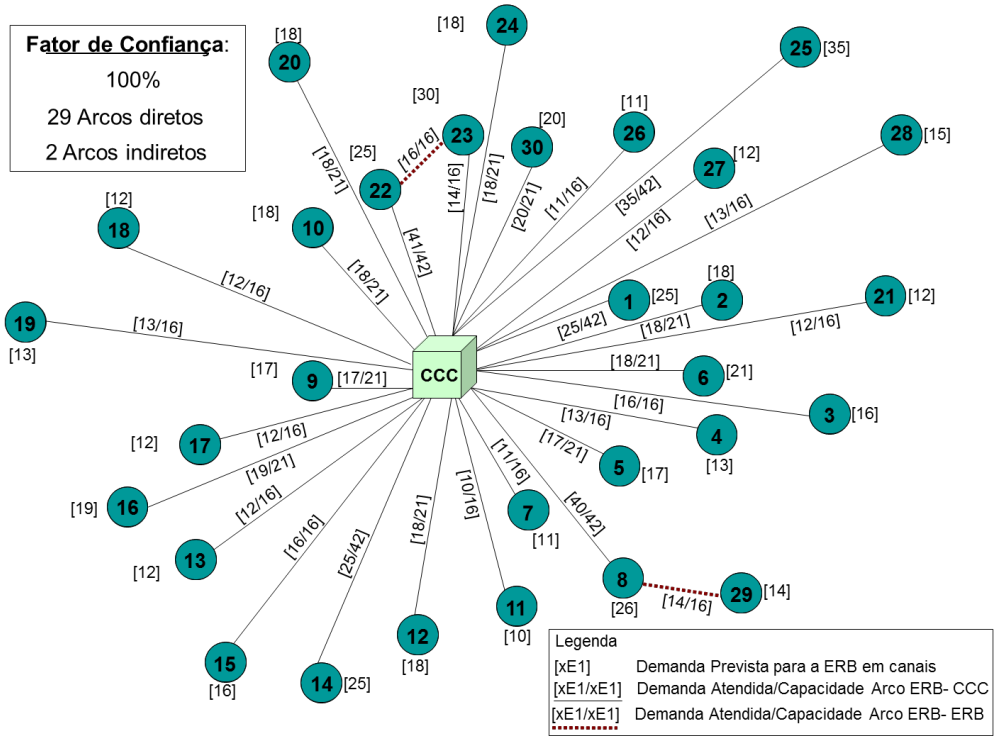



Figura 7 – Topologia de rede 3 possível de ser alugada, com grau de confiança de 100%.

Uma proposta de planejamento estratégico foi apresentada. O objetivo principal é a minimização de custos de aluguel para a infraestrutura de interconexão de ERBs em um sistema móvel celular. O dimensionamento de *links* de transmissão SDH é a atividade mais explorada. A rede é vista como um grafo, e a modelagem é traduzida como um problema de programação linear inteira mista, o qual obedece a restrições técnicas de demanda e capacidade. Os dados imprecisos de demanda e custo são modelados como números *fuzzy* trapezoidais. Os cenários estudados permitiram verificar que a imprecisão nestes dados de entrada pode se tornar um fator crucial para a escolha da topologia da rede, uma vez que a mesma é diretamente influenciada pela demanda e pelos custos.

A aplicação do modelo *Fuzzy*-MILP permitiu associar diferentes soluções a distintos níveis de imprecisão sobre os dados. Desta forma, foi possível entender o impacto causado pela imprecisão de custo, e pela variação da demanda prevista em cada nó de ERB, sobre a topologia da rede planejada.

A ferramenta computacional apresenta-se, portanto, como um facilitador para o processo de decisão durante o dimensionamento e a avaliação de risco no planejamento da

infraestrutura de interconexão de ERBs em um sistema de comunicação móvel celular. A flexibilidade quanto a variações nos cenários possíveis de serem contemplados é uma das principais virtudes do sistema de apoio à decisão MILP-*Fuzzy* apresentado. Destaca-se a possibilidade de classificação de redes, permitindo ao planejador selecionar aquela(as) que atende(m) as suas exigências de demanda prevista.

Como extensões deste trabalho destacam-se: avaliar os efeitos da utilização de um parâmetro que meça o grau de confiança para os custos de *link* utilizados na função objetivo; desenvolver um algoritmo para uma escolha mais criteriosa dos valores pontuais dos níveis de confiança nos dados de demanda; implementar uma solução multi-paramétrica para permitir uma avaliação com níveis de confiança diferenciados para cada região da rede estudada.

## Referências Bibliográficas

**Alencar, M.S.** (2004). *Telefonia Celular Digital*. Ed. Érica, 2004.

**Asga** (2013). *Especificações Técnicas de Modems Óticos*. Website do fabricante AsGa: <http://www.asga.com.br/produtos.html> Acessado em 10/06/12.

**Bazaraa, M.S., Jarvis, J.J. e Sherali, H.D.** (1990). *Linear Programming and Network Flows*. 2a ed., Willey, New York.

**Bolia, N. e Kulkarni, V**. (2008). Index policies for resource allocation in wireless networks. *Procs. of the 9th INFORMS Telecommunications Conference*. College Park, Marylang, USA.

**Cplex** (1999). *ILOG CPLEX - Manual do Usuário*, Versão 6.5.

**DeSousa, M.A., Vieira, F.H.T., Carlson, C.M.F., Gonçalves, B.H.P. e Costa, V.H.T.** (2013a). Sistema de Apoio à Decisão MILP-*Fuzzy* para o Planejamento de Redes de Acesso em Telecomunicações. *Meta-heurísticas em Pesquisa Operacional*, por H.S. Lopes, L.C.A. Rodrigues, M.T.A. Steiner (Eds.). Ed. Omnipax, pp. 401-417.

**DeSousa, M.A., Souza, F.J.C., Vieira, F.H.T., Costa, V.H.T. e Campos, E.S..** (2013b). Interconexão de ERBs em um SMC – Um MILP para alocação e dimensionamento de enlaces SDH. Aceito para apresentação em *XXXI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações–SBrT13*, 1-4 de Setembro de 2013, Fortaleza-CE.

**DeSousa, M.A., Souza, F.J.C., Vieira, F.H.T. e Melo, F.F..** (2013c). Modelagem MILP-*Fuzzy* para o Dimensionamento de Rede de Acesso SMC com Dados Imprecisos de Custo e Demanda. Aceito para apresentação em *XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, SBPO-2013*, 16-19 de Setembro de 2013, Natal-RN.

**Digitel** (2013). *Especificações Técnicas de Modems SHDSL*. Website do fabricante Digitel: <http://www.digitel.com.br/pt/produtos> Acessado em 29/05/12.

**Ericsson** (2013). *Especificações Técnicas de Sistemas de Rádio Microondas*. Website do fabricante Ericsson: <http://www.ericsson.com/ourportfolio/products/microwave-networks> Acessado em 03/04/12.

**Fourer, R., Gay, D.M. e Kernighan, B.W.** (2002). *AMPL - A Modeling Language for Mathematical Programming*. 2a Edição.

**Gaivoronski, A.A. e Zoric, J.** (2008). Evaluation and design of business models for collaborative provision of advanced mobile data services: a portfolio theory approach. *Procs. of the 9th INFORMS Telecommunications Conference*. College Park, Marylang, USA.

**Garg, V. K.** (2007). *Wireless Communications and Networking*. Elsevier.

**Jeszensky, P. J. E.** (2004). *Sistemas Telefônicos*. Ed. Manole, Barueri-SP.

**Kasap, N., Aytug, H. e Erenguc, S.S.** (2007). Provider selection and task allocation issues in networks with different QoS levels and all you can send pricing. *Decision Support Systems*. Vol. 43, issue 2, pp. 375-389.

**Madronero, D.M., Mula, J. e Jiménez, M.** (2012). A modified approach based on ranking fuzzy numbers for fuzzy integer programming with equality constraints. *6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. Vigo, pp. 375-382.

**Niyato, D. e Hossain, E.** (2006). A queuing-theoretic and optimization-based model for radio resourse management in IEEE 802.16 broadband wireless networks. *IEEE Transactions on Computer*. Vol. 55, n. 11, pp.1473-1488.

**Pedrycz, W. e Gomide, F.** (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*. MIT Press, Cambridge, MA.

**Peidro, D., Mula, J., Jiménez, M., Mar Botella, M.** (2010). A fuzzy linear programming based approach for tactical supply chain planning in an uncertainty environment. *European Journal of Operational Research*, 205, pp. 65–80.

**Rouskas, A. N. Kikilis, A.A. e Ratsiatos, S.S.** (2008). A game theoretical formulation of integrated admission control and pricing in wireless networks. *European Journal of Operational Research*. Vol. 191, n. 3, pp.1175-1188.