

15°

congresso de pesquisa, ensino e extensão

conpeex

Ciência para redução das desigualdades



APOIO:



SINT-IFESgo



REALIZAÇÃO:



Autor	Trabalho
JÉSSICA MARIA DE OLIVEIRA	JÉSSICA MARIA DE OLIVEIRA
LAYANE	LAYANE
MARCO AURELIO MACHADO JORGE	MARCO AURELIO MACHADO JORGE
ZABELÊ DA SILVA MEDINA	ZABELÊ DA SILVA MEDINA

Goiânia, 15 a 17 de Outubro de 2018

CONTEÚDOS MATEMÁTICOS DO ENSINO FUNDAMENTAL ESCONDIDOS EM ATIVIDADES LÚDICAS

GONÇALVES, Layane Oliveira¹; **ROCHA**, Luciana Parente²; **GONÇALVES**
JUNIOR, Marcos Antônio³; **LYRA-SILVA**, Gene Maria Vieira⁴

O projeto que originou esta Iniciação Científica para o Ensino Fundamental – séries finais – estabelecia a ideia de que introduzir o lúdico na sala de aula é combinar atividades de jogos e brincadeiras com o aprendizado de conteúdos matemáticos. O princípio da pesquisa não era apenas levar atividades lúdicas aleatórias para o ensino de matemática em sala de aula, mas para estimular e melhor discernir aos alunos os vários significados dos conteúdos da disciplina. A pesquisa “JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA”, objetivou: um banco virtual de informações sobre jogos e atividades lúdicas para serem usados por professores e alunos no ensino e aprendizagem de matemática e a identificação de conteúdos matemáticos que motivasse usar ludicidade no processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa revisou bibliografia sobre atividades lúdicas no ensino de matemática, levantou material produzido para disponibilizá-lo no site do Projeto Ludens/CEPAE/UFG, pesquisou conteúdos matemáticos menos ou não utilizados em atividades lúdicas, bem como buscou verificar quais as dificuldades existentes para esta não utilização. A geometria plana e espacial é a área de estudo preferida pelos professores que propõem trabalhar com jogos e atividades lúdica, no ensino de matemática e que o raciocínio lógico é área que complementa as outras. Durante a busca pelos conteúdos matemáticos nos textos das oficinas apresentadas, na organização dos jogos, levantados anteriormente, bem como nas leituras feitas foram lembrados muitos conteúdos matemáticos. Foi possibilitado também perceber que muitos conceitos matemáticos não estão explícitos, mas estão no texto e no contexto, assim, é preciso fazer a interpretação com mais cuidado. A experiência neste projeto de pesquisa ainda propiciou entender, de uma forma sistematizada e consciente, que a matemática mesmo sendo trabalhada de forma lúdica pode fornecer às pessoas um aprendizado seguro e consistente.

Palavras-chave: Lúdico. Ensino e aprendizagem. Educação Matemática

¹ Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação – CEPAE/UFG, <oliveiralayanecelular@gmail.com>

² Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação – CEPAE/UFG, <lpr.luciana@gmail.com>

³ Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação – CEPAE/UFG, <marquinhosufg@gmail.com>

⁴ Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação – CEPAE/UFG, <gene.lyra@gmail.com>

REDUÇÃO DE RESISTÊNCIA DE GEOTÊXTIL EM ESTRUTURA DE SOLO REFORÇADO (ESR) CONSTRUÍDAS COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO RECICLADOS (RCD-R).

Marco A. M. Jorge¹ e Eder C. G. Santos²

Escola de Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade Federal de Goiás
e-mail: marcoauma16@hotmail.com

Escola de Engenharia Ambiental e Sanitária
Universidade Federal de Goiás
e-mail: edersantos@ufg.br

Resumo: A questão ambiental acerca dos resíduos de construção e demolição (RCD) é um fator que vem sendo colocado muito em discussão. Diante da necessidade de adequada destinação dos resíduos gerados e da insustentável exploração de jazidas, o desenvolvimento de processos de beneficiamento com o RCD torna-se uma interessante solução. Apesar de já haver obras que utilizem o resíduo de construção reciclado (RCD-R), a sua aplicação ainda se apresenta tímida, sendo majoritariamente em obras de pavimentação e na fabricação de concreto não estrutural. Neste cenário, o estudo do emprego de RCD-R em estrutura de solo reforçado (ESR) associado a geossintéticos já vem sendo realizado, contudo, ainda carece de informações para que haja a confiabilidade necessária para seu uso em larga escala. Diante disso, o presente estudo buscou apresentar um quadro do RCD-R produzido em Aparecida de Goiânia-GO e seus efeitos relativos à degradação mecânica de geotêxtil tecido. Para análise dos danos mecânicos em geotêxtil tecido causados por RCD-R, foi simulada a aplicação de tensão normal em nível usualmente observado em campo. Os resultados dos ensaios de caracterização do RCD-R revelaram uma baixa variabilidade dos parâmetros geotécnicos, mostrando-se apropriado para o uso como material de preenchimento em ESR. Os resultados dos ensaios de tração isolada revelaram que o manuseio inadequado pode atuar como um fator determinante na perda de resistência do geotêxtil. Conclui-se que o RCD-R produzido em Aparecida de Goiânia-GO pode ser empregado em ESR por possuir uma boa confiabilidade e não inviabilizar o uso associado a geotêxteis tecido considerando-se a perda de resistência, fator este que pode ser incorporado durante a fase de projeto através de coeficientes de redução da resistência.

Palavras-chave: Geossintéticos, Resíduos de construção, Reciclagem, Solo reforçado, Redução de resistência.

1. INTRODUÇÃO

Decorrentes de diversos fatores históricos, as discussões acerca da temática ambiental vieram tomando espaço e relevância a partir da década de 60, incentivada pela publicação do livro “Primavera Silenciosa” (Nascimento, 2012). Isso pode ser evidenciado pelo crescente

¹Orientando

²Orientador

“Revisado pelo orientador”

número de conferências a respeito desde então. Neste sentido, a sustentabilidade veio se tornando um fator indispensável a ser considerado quando se trata da relação das ações humanas para com meio ambiente.

Em meio à discussão desta temática, muito se levanta em relação ao consumo de recursos naturais, tal como o seu mau uso e sua insustentável exploração. Dentre os setores considerados como protagonistas dessa problemática, destaca-se a Indústria da Construção Civil (ICC). Apontada como responsável por consumir de 20% a 50% de todos os recursos naturais (SANTOS, 2007), a ICC tem ainda seus impactos potencializados uma vez que é reconhecida como uma das maiores geradoras dos resíduos, dado que seus resíduos correspondem de 40% a 70% de toda a massa de resíduos sólidos urbanos (RSU) nas grandes cidades (PINTO, 1999).

Como na maioria das cidades brasileiras não há uma destinação correta para os RSU, assim como áreas para disposição final adequada do RCD, muitas vezes ambos são encaminhados para o mesmo destino. Somado ao problema da escassez de áreas com viabilidade para construção/expansão de aterros sanitários, uma gestão ineficiente dos RCD acaba ignorando todo o potencial de reciclagem destes, causando impactos oriundos da exploração de novas jazidas e desrespeitando o cumprimento da legislação vigente.

Na cidade de Goiânia-GO e região metropolitana, verifica-se que uma usina para beneficiamento dos RCD encontra-se relativamente próxima aos centros urbanos. Segundo Fleury (2017), a empresa possui foco na gestão, transporte, tratamento e reciclagem de resíduos inertes da construção civil. Embora sejam de suma importância, observa-se que os estudos realizados visando o uso de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) mostram-se prioritariamente com enfoque na utilização destes como agregados para a fabricação de concreto e para aplicação em pavimentação (Duarte, 2015). Contudo, uma vez que a Resolução 307 do CONAMA também define como RCD os resíduos “[...] resultantes da preparação e escavação de terrenos [...]”, a quantidade de solo presente nos volumes tratados na usina de reciclagem pode alcançar frações bem expressivas (Santos, 2007).

Com o objetivo de expandir a aplicação dos RCD-R, estudos recentes investigaram a utilização destes materiais em estrutura de solo reforçado (ESR) com geossintéticos. Os resultados de tais estudos revelaram excelentes propriedades geotécnicas dos RCD-R e desempenho quando associados aos geossintéticos (SANTOS, 2007; SANTOS, 2011). Todavia, para o uso de RCD-R em ESR deve-se avaliar também os efeitos que esses materiais podem causar aos elementos de reforço.

Destaca-se entre os pontos abordados por Santos (2007) que investigações devem ser

feitas acerca dos possíveis danos mecânicos que podem ser causados nos geossintéticos em decorrência da utilização de RCD-R como material de aterro, uma vez que a granulometria desse material pode variar significativamente.

Num estudo mais recente, Duarte (2015) buscou avaliar os possíveis fatores causadores e as características desses danos por meio de ensaio de laboratório. O autor observou que a granulometria do material de preenchimento da estrutura de solo reforçado pode atuar como um fator determinante na redução da resistência do geossintéticos. Com isso, o autor apontou eventuais precauções e considerações a serem tomadas em projetos de ESR com RCD-R.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os possíveis fatores causadores e as características dos danos mecânicos em geossintéticos decorrentes do uso de RCD-R produzidos na região metropolitana de Goiânia-GO.

2. METODOLOGIA

2.1. RCD-R

As amostra de RCD-R foram coletadas numa usina de reciclagem, localizada no município de Aparecida de Goiânia-GO. Foram realizadas 4 (quatro) coletas de amostras buscando intervalos de tempo de 21 (vinte e um) dias com o intuito de avaliar a existência de eventuais variabilidades dos parâmetros de interesse para o estudo.

O RCD-R utilizado na pesquisa recebe o nome de “brita 0” por parte da usina recicladora, tratando-se de um material comumente empregado para a execução de base e sub-base de estradas. O plano de coleta realizado está descrito na TABELA 1.

TABELA 1. Plano de coleta do RCD-R.

Amostra	Data da coleta	Identificação
1	17/11/2017	Ref 2
2	01/12/2017	Ref 3
3	19/12/2017	Ref 4
4	26/06/2018	Ref 6

Diante da heterogeneidade do RCD-R ao longo da pilha, buscou-se eliminar esse fator realizando sempre a coleta na pilha mais nova. Dentre os fatores causados dessa variabilidade, pode-se citar: i) carreamento de finos pelo vento; e ii) lavagem dos grãos pela chuva. Dessa forma, no momento da coleta tomou-se o cuidado de raspar e descartar a camada mais superficial (cerca de 100 mm) e coletar iguais quantidades nos diferentes pontos ao longo de toda a altura da pilha (FIGURA 1).



FIGURA 1. Coleta do RCD-R na usina de reciclagem.

2.2 Geossintético

No presente estudo, foram empregados dois tipos de geotêxteis tecidos – os mesmos utilizados por Duarte (2015) e oriundos do mesmo lote –, os quais são usualmente aplicados com a função de elemento de reforço. Os geotêxteis empregados são confeccionados com diferentes polímeros (FIGURA 1), sendo um de polipropileno (PP) e outro de poliéster associado à poliamida (PET/PA). As características técnicas dos geotêxteis empregados estão descritas na 2.3

Caracterização do RCD-R

Uma vez que o estudo busca a utilização do RCD-R em obras geotécnicas, as amostras foram submetidas aos ensaios usualmente empregados na caracterização de solos:

- NBR 6457 (1986). Amostra de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- NBR 7181/84 – Solo – Análise granulométrica;
- NBR 6508/84 – Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica; e
- NBR 7182/86 – Solo – Ensaio de compactação.

TABELA 2.



FIGURA 2. Geotêxteis de PP (preto) e PET/PA (branco)

2.3 Caracterização do RCD-R

Uma vez que o estudo busca a utilização do RCD-R em obras geotécnicas, as amostras foram submetidas aos ensaios usualmente empregados na caracterização de solos:

- NBR 6457 (1986). Amostra de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- NBR 7181/84 – Solo – Análise granulométrica;
- NBR 6508/84 – Grãos de solo que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica; e
- NBR 7182/86 – Solo – Ensaio de compactação.

TABELA 2. Características técnicas dos geotêxteis.

Característica	GT 01 (PET e PA)	GT 02 (PP)
Polímero	Poliéster e Poliamida	Polipropileno
Massa por unidade de área (g/m ²)	230	250
Resistência à tração (kN/m)		
Longitudinal	100	45
Transversal	50	45
Deformação nominal de ruptura (%)		
Longitudinal	10	15
Transversal	20	15

2.4 Ensaio de danos mecânicos em geossintéticos

Com o intuito de simular as solicitações de esforços que ocorrem em campo, para obter os danos mecânicos causados ao geotêxtil tecido pelo RCD-R, foram aplicadas tensões normais

Goiânia, 15 a 17 de Outubro de 2018

em laboratório com uso de uma prensa hidráulica.

Para a realização do ensaio, foi utilizada uma caixa rígida de aço confeccionada por Duarte (2015). A caixa bipartida (para a colocação do geotêxtil em seu interior) possui comprimento de 440 mm, 300 mm de largura e 150 mm de altura (FIGURA 3).



(a)



(b)

FIGURA 3. Caixa de aço empregada nos ensaios: (a) caixa montada; (b) caixa desmontada.

Os ensaios na caixa foram realizados com o RCD-R em umidade higroscópica, tendo sido avaliado um cenário de carga para ambos os geotêxteis. Foram empregadas 5 (cinco) amostras de cada tipo de geotêxtil, totalizando 10 (dez) amostras ensaiadas. Para simular a aplicação de tensão de campo e eventuais danos foi aplicada uma tensão normal de 300 kPa. Para a verificação das eventuais ocorrências de danos, foi adotado o como referência o valor médio de resistência à tração das amostras virgens de cada geotêxtil.

Os procedimentos seguidos para realizar o ensaio de simulação de danos nas amostras foram:

- i) colocação do RCD-R na parte inferior da caixa;

Goiânia, 15 a 17 de Outubro de 2018

- ii) instalação da amostra de geotêxtil sobre a camada inferior de RCD-R (Figura 4a);
- iii) fixação da parte superior da caixa;
- iv) colocação de RCD-R na parte superior da caixa;
- v) compactação do RCD-R com o auxílio da prensa hidráulica e manutenção da tensão normal de ensaio (300 kPa) por 5 minutos (Figura 4b).

Durante o desmonte da caixa e exumação dos corpos-de-prova, tomou-se todos os cuidados para evitar que danos mecânicos adicionais fossem causados. Após a retirada, as amostras ensaiadas foram identificadas e acondicionadas.

Os ensaios de resistência à tração isolada, com as amostras danificadas e virgens, foram realizados no Laboratório de Geossintéticos da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), seguindo as recomendações da norma ASTM D-4595-94.



(a)



(b)

FIGURA 4. Ensaio de simulação de danos: (a) vista da parte inferior da caixa com a amostra de geotêxtil; (b) visão geral do ensaio sendo realizado.

Foi realizada a caracterização do material de preenchimento da caixa após os ensaios. Tal medida buscou avaliar possíveis variações das características do RCD-R decorrentes da aplicação da tensão de 300 kPa.

3. RESULTADOS

3.1. Análise Granulométrica do RCD-R

Os resultados obtidos na análise granulométrica evidenciaram a existência de variabilidade entre as amostras coletadas (FIGURA 5), estando mais concentrada no intervalo granulométrico referentes a classificação de solos arenosos. Parte desta variabilidade observada pode estar associada à umidade em que a pilha encontrava-se no momento da coleta, uma vez que observou-se que uma maior presença de frações arenosas ocorria em amostras mais úmidas.

Outro fator que favorece a variabilidade é o fato da usina não realizar a separação prévia dos materiais constituintes a serem britados (concreto, cerâmica, solo, etc.), tornando a constituição do material dependente dos resíduos que foram destinados à usina. Com base nos valores apresentados nas curvas granulométricas, o RCD-R pode ser classificado como pedregulho arenoso – de acordo com a classificação da NBR 6502/95.

A amostra referente à quarta coleta (Ref 6) apresentou um resultado distinto das demais. Este fato pode ser explicado pela diferença das datas de coleta, fato que impossibilitou o acompanhamento gradativo desta “contaminação” na pilha. Contudo, verificou-se que o material utilizado no ensaio de simulação de danos – com o uso da caixa – não apresentou

grandes variação granulométrica após os ensaios, o que indica que não houve considerável quebra do material.

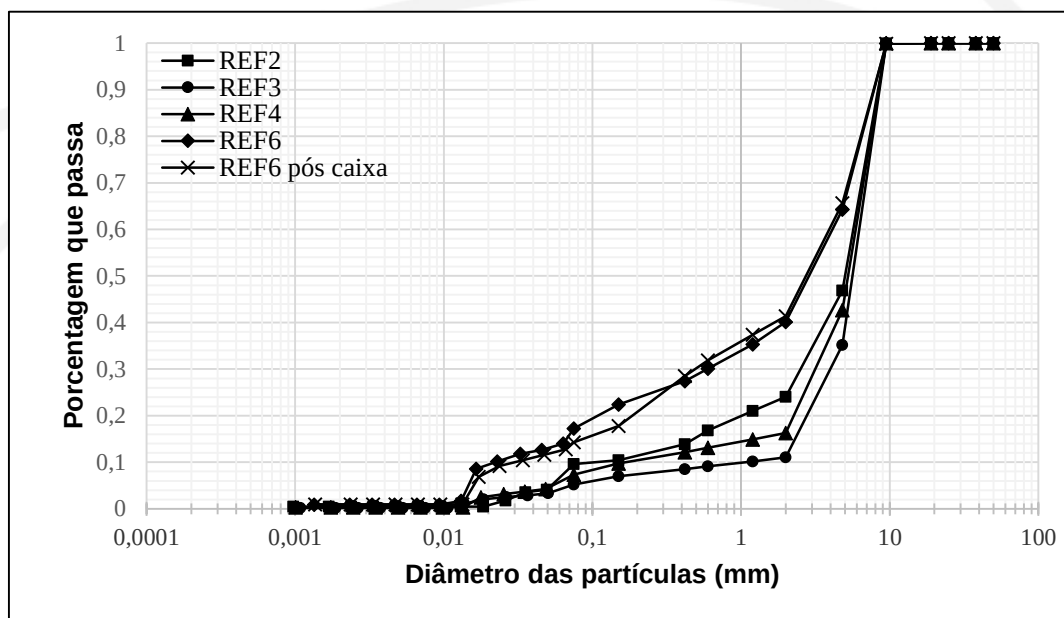


FIGURA 5. Curvas de distribuição granulométrica das amostras de RCD-R.

3.2 Limites de consistência do RCD-R

Os ensaios de determinação dos limites de consistência revelaram que as amostras de RCD-R apresentaram comportamento não líquido e não plástico, um ponto positivo para o uso desses materiais em ESR.

3.3 Densidade real dos grãos do RCD-R

3.3.1 Passantes na peneira 2,0 mm

O RCD-R apresentou valor médio de 2,661 g/cm³ para a massa específica dos grãos passantes na peneira 2,0 mm (Tabela 3). Observou-se um coeficiente de variação de apenas 1,9%, revelando uma baixa variabilidade desse parâmetro.

TABELA 3. Resultados dos ensaios de massa específica dos grãos (passantes na peneira de 2,0 mm) de RCD-R.

Amostra	Densidade real a 20°C (g/cm ³)
1	2,729
2	2,671
3	2,637
4	2,660

Goiânia, 15 a 17 de Outubro de 2018

Pós ensaio com a caixa	2,613
Média	2,661
Coef. de variação (%)	1,9

3.3.2 Retidos na peneira 4,8 mm

A fração do RCD-R retida na peneira de 4,8 mm revelou um valor médio de massa específica dos grãos igual a 2,691 g/cm³, com um coeficiente de variação de 2,1%. Apesar de possuir variabilidade maior do que a da fração passante na peneira de 2,0 mm, essa ainda é considerada muito baixa para RCD-R.

TABELA 4. Resultado dos ensaios de massa específica dos grãos (retidos na peneira de 4,8 mm) de RCD-R.

Amostra	Densidade real a 20°C (g/cm ³)
1	2,630
2	2,637
3	2,697
4	2,731
Pós caixa	2,760
Média	2,691
Coef. de variação (%)	2,1

3.4 Compactação

Seguindo-se os procedimentos descritos na NBR 7182/86, não foi possível realizar o ensaio de compactação, uma vez que o RCD-R mostrou-se constituído de maneira bastante expressiva por partículas na fração areia.

3.5 Danos aos geossintéticos

3.5.1 Danos mecânicos no geotêxtil tecido de poliéster (PET) com poliamida (PA)

A avaliação dos valores médios de resistência obtidos para as amostras de PET/PA submetidas à simulação de danos mecânicos revelou uma perda de resistência de 13,17% em comparação com o valor de referência. A elevada variação de parâmetros de deformação e de resistência, tanto das amostras virgens quanto das danificadas, demonstra que o manuseio e disposição do material são fatores determinantes na análise de danos de instalação. Os resultados do ensaio de resistência à tração isolada são apresentados na FIGURA 6 e TABELA 3.

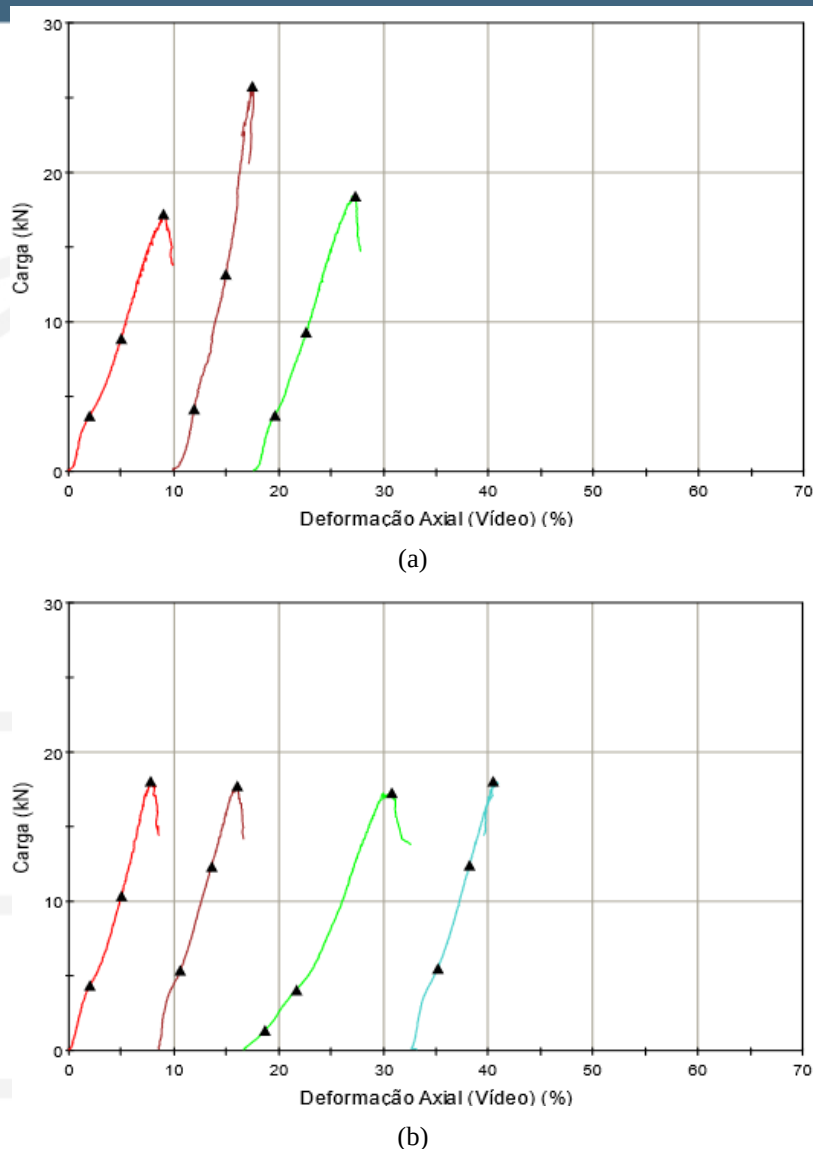


FIGURA 6. Curvas do ensaio de resistência à tração isolada das amostras virgens (a) e danificadas (b) do geotêxtil de PET/PA.

TABELA 3. Valores médios dos ensaios de resistência à tração isolada do geotêxtil de PET/PA.

Amostra	Virgem	Danificada (300 KPa)
Resistência média à tração (N/mm)	20,5	17,8
Perda de resistência (%)	N.A.	13,17
Fator de Redução	N.A.	1,15

3.5.2 Danos mecânicos do geotêxtil tecido de polipropileno (PP)

O ensaio de resistência à tração isolada no geotêxtil de PP revelou uma perda de resistência de 13,72% ao se comparar os valores médios de resistência das amostras danificadas e virgens. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 7e TABELA 4

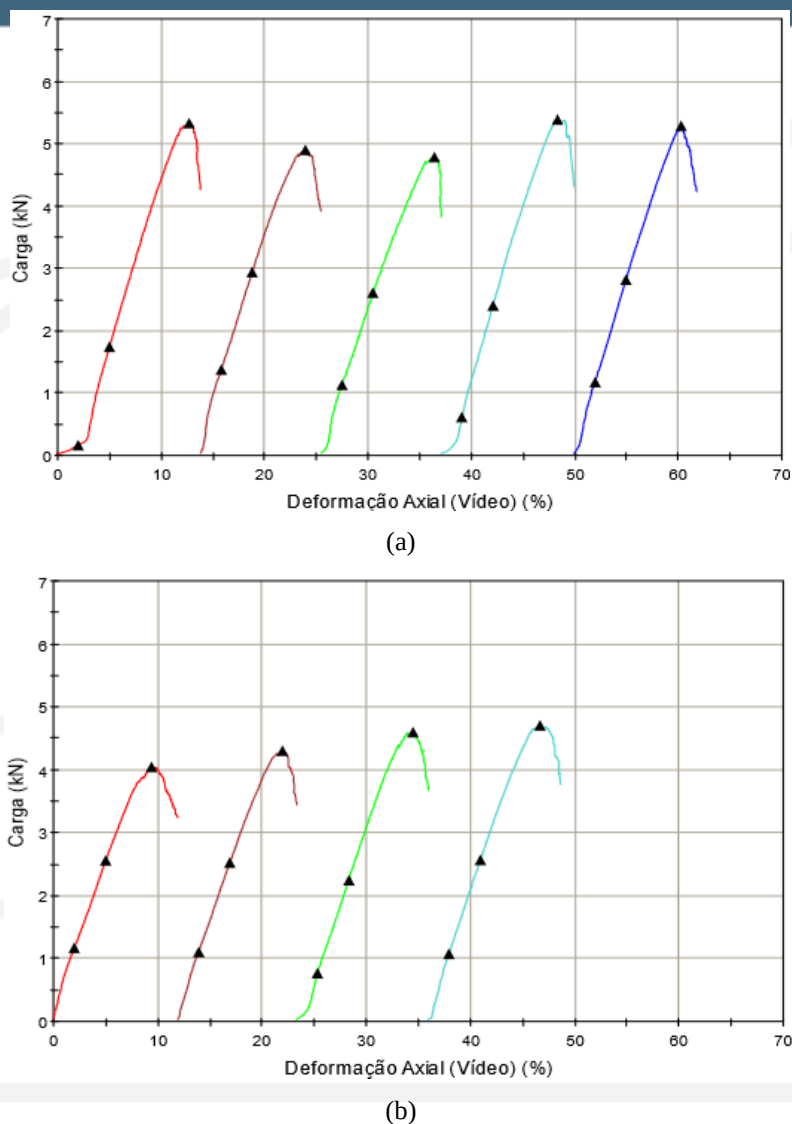


Figura 7. Curvas do ensaio de resistência à tração isolada das amostras virgens (a) e danificadas (b) do geotêxtil de PP.

TABELA 4. Valores médios dos ensaios de resistência à tração isolada do geotêxtil de PP.

Amostra	Virgem	Danificada (300 KPa)
Resistência Média à Tração (N/mm)	5,1	4,4
Perda de resistência (%)	N.A.	13,72
Fator de Redução	N.A.	1,16

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que, apesar das várias atividades existentes dentro da usina de beneficiamento, o material analisado de RCD-R – produzido em Aparecida de Goiânia-GO – apresentou uma baixa variabilidade nos valores de massa específica dos grãos. Embora os resultados do ensaio de análise granulométrica tenham

Goiânia, 15 a 17 de Outubro de 2018

apresentados uma considerável variabilidade, tal constatação não inviabilizaria o uso do material – classificado como um pedregulho arenoso – em ESR.

Referente aos resultados dos ensaios de resistência à tração isolada, observou-se uma perda de resistência expressiva em ambos os geotêxteis ensaiados. Apesar de perdas de resistência próximas, o geotêxtil de PET/PA demonstrou uma maior variabilidade nos danos apresentados, possivelmente causada pela dificuldade do manuseio.

Tendo em vista o apresentado, conclui-se que o RCD-R produzido em Aparecida de Goiânia-GO apresenta propriedades geotécnicas que viabilizam o seu uso em diversas obras geotécnica, dentre elas as ESR com emprego de geossintéticos.

REFERÊNCIAS

- ASTM D 4595-94: Standard Tst Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-width Strip Method. 10p. West Conshohocken, 1994. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR 12553: Geotêxteis – Terminologia. 2p. Rio de Janeiro, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. 19p. Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica. 8p. Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica. 13p. Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR 7182: Solo – Ensaio de compactação. 10p. Rio de Janeiro, 1986.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307. Brasília, 2002.
- DUARTE, Reginaldo Lucas Freitas. Fatores de redução de resistência de geotêxtil tecido devido a danos mecânicos causados por resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R). Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica. Escola Politécnica de Pernambuco – POLI. Universidade de Pernambuco - UPE, ago 2015.
- FLEURY, Mateus Porto; NETO, Nelson Siqueira; SANTOS, Eder Carlos Guedes. Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) na Região Metropolitana de Goiânia-GO. GEOCENTRO 2017, Goiânia, n. 4, p. 649-654, nov. 2017.
- NASCIMENTO, Luis Felipe. Gestão Ambiental e Sustentabilidade. 1 ed. Florianópolis: 2012. 148 p.
- PINTO, T. P. (1999) Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana, Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189 p.
- SANTOS, E.C.G. (2007). Aplicação de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados (RCD-R) em Estruturas de Solo Reforçado. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 168p.
- SANTOS, E.C.G. (2011). Avaliação Experimental de Muros Reforçados Executados com Resíduos de Construção e Demolição Reciclados (RCD-R) e Solo Fino. Tese de Doutorado, Publicação G.TD-069/11, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 214 p.