

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas PET

ANÁLISE DE MISTURAS DE SOLO ARGILOSO LATERÍTICO E RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL ESTABILIZADO PARA USO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS¹

ANALYSIS OF MIXTURES OF LATERITIC CLAYEY SOIL AND STABILIZED CIVIL CONSTRUCTION WASTE FOR USE ON ECONOMICAL PAVEMENTS

Taciane Pedrotti Fracaro², Jessamine Pedroso De Oliveira³, Leonardo Brizolla De Mello⁴, Katuay Zarth⁵, Tainara Kuyven⁶, Carlos Alberto Simões Pires Wayhs⁷

¹ Pesquisa do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, integrante do projeto de pesquisa institucional da UNIJUI

² Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Bolsista PET, taci_fracaro@hotmail.com

³ Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Bolsista PET, jessamine1995@gmail.com

⁴ Aluno do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Bolsista PET, leobrmello@hotmail.com

⁵ Aluno do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Não Bolsista PET, katuayz@hotmail.com

⁶ Aluna do curso de Engenharia Civil da Unijuí, Bolsista PET, taia-kuyven@hotmail.com

⁷ Professor Mestre, do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí, orientador, carlos.wayhs@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos sólidos derivados de demolições e reformas na construção civil, vem exigindo cada vez mais soluções diversificadas de forma a reduzir o excesso de materiais que são descartados incorretamente e encaminhados para aterros sanitários. Segundo Brasileiro (2015), os resíduos da construção civil (RCC) reciclados podem ser utilizados em camadas de base e sub-base para pavimentação. Pesquisas realizadas pela Confederação Nacional do Transporte – CNT no ano de 2016, apontam que de um total de 1,2 milhões de km de rodovias, somente 12,3% são pavimentadas, 9,1% são planejadas e alarmantemente 78,6% não são pavimentadas. Estes dados estão diretamente relacionados a escassez de recursos públicos e aos altos custos de materiais convencionalmente utilizados na pavimentação (CNT, 2016). Como alternativa para solucionar esse problema, surgiram conceitos de pavimentos econômicos que consistem em substituir materiais tradicionalmente utilizados por outros alternativos como, por exemplo, a substituição de bases tradicionais por bases constituídas de solos in natura ou misturas de solos (VILLIBOR; NOGAMI, 2009). Segundo Couto (2009) o Rio Grande do Sul possui condições climáticas que impossibilitam a utilização de solos lateríticos puros para bases em rodovias, dessa maneira torna-se necessário o estudo da utilização de solos lateríticos presentes na região com a adição de materiais que venham a melhorar suas propriedades geotécnicas e ter viabilidade econômica.

Diante disso, o presente estudo visa analisar o comportamento do solo laterítico argiloso misturado com resíduo de construção civil estabilizado pela exclusão de finos para utilização em

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas PET

obras rodoviárias, sendo esta, uma alternativa atrativa para a pavimentação, pois além de reduzir os custos construtivos, também minimiza os danos ambientais. Esta pesquisa faz parte do Projeto de Pesquisa Institucional "Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos", vinculada ao Grupo de Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para Construção, cadastrado no DGP/CNPQ, sendo no ano de 2017 base para trabalho de conclusão de curso de Bragato (2017).

METODOLOGIA

A metodologia adotada contempla a obtenção de amostras do solo, caracterização dos solos e misturas através de ensaios de laboratório e da metodologia MCT, apresentação e análise de resultados. O solo foi retirado do campus da UNIJUI, na cidade de Ijuí, mais especificamente foi coletada amostras de um corte próximo ao prédio do Hospital Veterinário, cuja profundidade de extração foi em torno de 2 metros da superfície, pertencente ao horizonte B, evitando assim a presença de matérias orgânicas que poderiam interferir no resultado dos ensaios. Já o resíduo da construção civil, denominado RCC, foi proveniente da empresa RESICON - Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil no Noroeste do RS, situada no município de Santa Rosa - RS distante de aproximadamente 100 km de Ijuí - RS.

As misturas de solo natural e RCC estabilizado, denominados como ALARC (Argila Laterítica e Areião de RCC) foram definidas nas proporções recomendadas por Villibor e Nogami (2009) para as misturas ALA, nos teores de 20%,30 e 40% em peso de areião. No Laboratório de Engenharia Civil do Campus Ijuí da UNIJUI (LEC) realizou-se a preparação das amostras conforme a NBR 6457 (2016), possibilitando a execução dos ensaios necessários às classificações tradicionais: NBR. 7181 (2016) - Análise Granulométrica, NBR 6508 (2016) - Massa específica dos grãos, NBR 6459 (2016) -Limite de liquidez, NBR 7180 (2016) -Limite de plasticidade. Na sequência foram realizados os ensaios da classificação e da metodologia MCT baseados no proposto por Villibor e Nogami (2009) que engloba os ensaios classificatórios da MCT (M1 - Ensaio de Compactação Mini-Proctor; M2 - mini-CBR e expansão; M3 - Ensaio de Contração; M4 - infiltrabilidade e permeabilidade; M5 - Ensaio de Compactação Mini-MCV; M8 - Ensaio de Perda de Massa por Imersão; e o procedimento M9 - Classificação Geotécnica MCT) e metodologia MCT Expedita, também denominada Método das Pastilhas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As curvas granulométricas do solo natural, do RCC moído fino e das três misturas estudadas encontram-se na figura 1, onde é possível notar que a porcentagem de material passante na peneira nº 200 (0,075 mm) do solo natural foi de aproximadamente 95% definindo-se como um solo extremamente fino. Já o RCC apresentou em torno de 14% de sua fração passante na peneira nº 200 (0,075 mm), porcentagem que foi retirada, por meio de lavagem, para uso nas três misturas analisadas. Pode-se verificar que as amostras ALARC est. apresentaram uma queda nas curvas conforme o aumento do resíduo estabilizado utilizado. Analisando as faixas granulométricas especificadas pelo DNIT-ES 098/2007 - base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico (DNIT, 2007), nenhuma das misturas atendeu ao especificado. O mesmo ocorre com as especificações do DNIT-ES 141/2010 - base estabilizada granulometricamente (DNIT, 2010), onde as amostras não se enquadraram em nenhuma das faixas recomendadas por se tratar de um material extremamente fino.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas PET

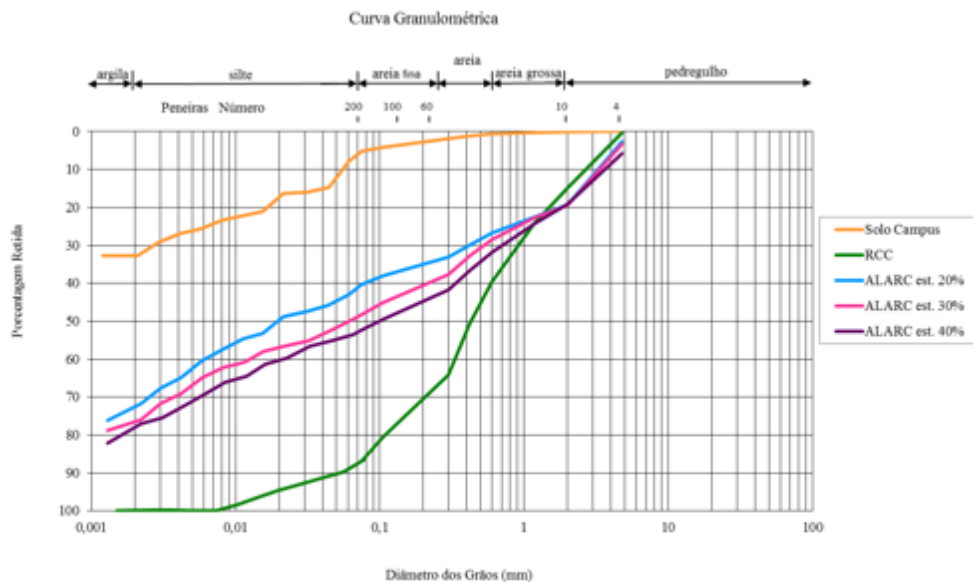


Figura 1. Curvas granulométricas

Para os limites de Atterberg os resultados se encontram na tabela 1, segundo as especificações do DNIT-ES 098/2007 (DNIT, 2007), os materiais com índice de plasticidade maior que 15% poderão ser utilizados em misturas com materiais alternativos que possuam um índice de plasticidade menor ou igual a 6%. A mistura obtida deve apresentar valores de limite de liquidez inferior ou igual a 40% e índice de plasticidade inferior ou igual a 15%. Logo para a norma DNIT-ES 141/2010 (DNIT, 2010), os materiais destinados à construção da base, executadas a partir do método de estabilização granulométrica, devem apresentar índice de plasticidade inferior ou igual a 6% e limite de liquidez inferior ou igual a 25%.

A mistura ALARC est. 40% atendeu às especificações quanto ao limite de liquidez e índice de plasticidade para utilização em camadas de bases de pavimentos estabilizados granulometricamente com uso de solo laterítico. Já para bases estabilizadas granulometricamente, nenhuma das amostras se enquadram às especificações citadas anteriormente.

A partir da granulometria e dos limites de consistência efetuou-se a classificação do solo segundo o Sistema Unificado de Classificação de Solo (SUCS), onde a amostra de solo natural estudada foi classificada como MH, correspondente a siltes elásticos, classificado assim por possuir um alto limite de liquidez, acima de 50%. Para as amostras ALARC todas elas foram classificadas como CL, representando argilas inorgânicas de baixa a média plasticidade, por possuírem um limite de liquidez abaixo de 50%.

De acordo com o Sistema Rodoviário de Classificação (HBR/AASHTO) o solo natural foi identificado com pertencente ao grupo A-7-5(18), que conforme DNIT (2006) são solos argilosos com índice de plasticidade moderado em relação ao limite de liquidez. As misturas ALARC est. de 20 e 30% foram classificadas como A-7-6 com IG de 9 e 7 respectivamente, equivalentes a solos argilosos com elevado índice de plasticidade em relação ao limite de liquidez. Por fim, a mistura

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas PET

ALARC est. 40% pertence ao grupo A-6(4) correspondente a solos argilosos plásticos. Na Figura 2 estão apresentados os resultados inseridos no gráfico da classificação MCT

LIMITES DE ATTERBERG			
Amostra	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Solo Natural	65	39	26
ALARC est. 20%	44	27	17
ALARC est. 30%	42	25	17
ALARC est. 40%	36	21	15

Tabela 1 - Resultados dos Limites de Atterberg



Figura 2 - Gráfico da classificação MCT

Analisando o gráfico da Classificação MCT, é possível perceber que as três misturas ALARC est. e o solo natural foram classificados como LG' - Solo Laterítico Argiloso. Já o solo natural não se enquadrou nas regiões recomendadas por Villibor e Nogami (2009) para utilização em camadas de pavimentos. Logo as misturas 20 e 30% encontram-se na região satisfatória, porém não recomendável. A mistura ALARC est. 40% está na interface da região satisfatória para a recomendável.

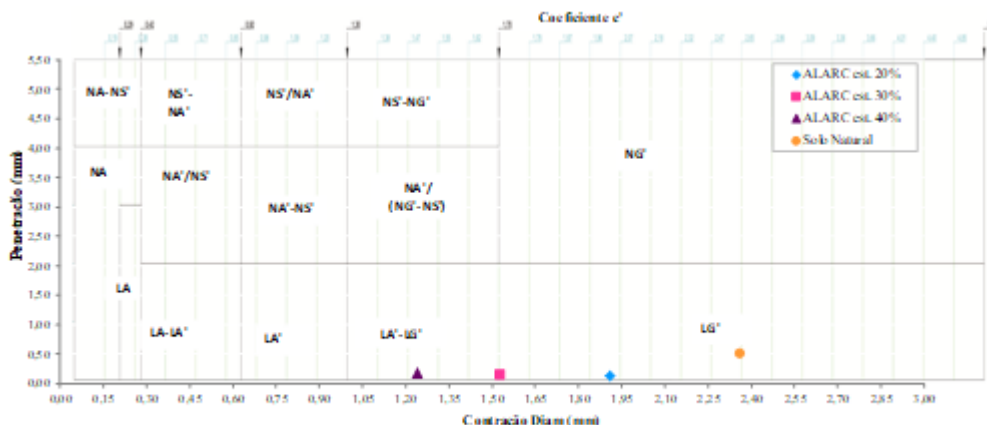


Figura 3 - Classificação MCT Expedita das amostras

Para os procedimentos expeditos de classificação pode se verificar na Figura 3 que todas as amostras apresentaram um comportamento laterítico bem definido, e que as misturas ALARC est. de 20 e de 30% encontram-se no grupo LG' e a mistura ALARC est. 40% se encontra na zona de transição LA'-LG'. Comparando os resultados obtidos com a metodologia MCT original, pode-se afirmar que as amostras obtiveram comportamentos semelhantes, uma vez que as misturas ALARC est. receberam a mesma classificação nas duas metodologias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: Bolsistas PET

Conforme os critérios de aceitação da metodologia MCT, referente a propriedades mecânicas e hídricas das amostras compactadas na energia intermediária de compactação mini-Proctor, nenhuma das misturas foi aceita em todos os critérios. Este fato se deve a elevada contração apresentada pelas três misturas, fato não esperado e que se questiona a confiabilidade dos ensaios executados.

Desse modo, a mistura ALARC est. 40% apresentou os melhores resultados quando comparada as misturas ALARC est. 20 e 30%, excedendo somente nos valores de contração. Todas as misturas encontraram-se na região satisfatória para a utilização em camadas de pavimentos, porém, a mistura ALARC est. 40% encontra-se na interface entre a região recomendável e satisfatória. Seria necessário que o ensaio de contração fosse refeito e efetuada sua respectiva curva de contração em função dos teores de umidade de compactação para a comparação dos resultados obtidos.

Palavras-chave: RCC. Estabilização. Pavimentação. Materiais alternativos.

Keywords: CCR. Stabilization. Paving. Alternative materials.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. In: 61º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 358., 2015, [São Paulo, SP]. **Anais eletrônicos**. Disponível em: . Acesso em: 13 jun. 2018.

BRAGATO, Gabriela Almeida. **Análise de misturas de solo argiloso laterítico e resíduo de construção civil estabilizado para uso em pavimentos econômicos**. 2017. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2017.

COUTO, Jeferson Berni. **Estudo de misturas de solo-agregado em bases e sub-bases rodoviárias do Rio Grande do Sul**: caracterização de laboratório e execução de trecho experimental. 2009. 163 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: . Acesso em: 24 jun. 2018.

VILLIBOR, Douglas Fadul; NOGAMI, Job Shuji. **Pavimentos econômicos**: Tecnologia do uso dos Solos Finos Lateríticos. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 295 p. il.