

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

ESTUDO DE MISTURAS DE SOLO ARGILOSO LATERÍTICO DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL E RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL PARA USO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS¹

Claudio Luiz Queiroz², Gabriela Almeida Bragato³, Nathani Eduarda De Andrades Feldens⁴, Anna Paula Sandri Zappe⁵, Nicole Deckmann Callai⁶, Carlos Alberto Simões Pires Wayhs⁷.

¹ Pesquisa do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, integrante do projeto de pesquisa institucional da UNIJUI "Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos" pertencente ao Grupo de Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para a Construção

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, claudioqueiroz1@hotmail.com

³ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, gabibragato16@gmail.com

⁴ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, neafeldens@hotmail.com

⁵ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, paulinha.zappe@hotmail.com

⁶ Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNIJUI, bolsista PET, nicole.callai@hotmail.com

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

INTRODUÇÃO

De acordo com Villibor e Nogami (2009) existem muitos solos lateríticos brasileiros no estado natural que não apresentam características apropriadas para emprego em bases de pavimentos, porém quando misturados entre si ou com areias, poderiam fornecer materiais adequados com comportamento semelhante a um solo arenoso fino laterítico, sabidamente consagrado como de ótima performance e utilizado com sucesso em muitas rodovias no país, especialmente no estado de São Paulo.

Complementarmente, Couto (2009) apresenta em sua dissertação que no Rio Grande do Sul as condições climáticas são fatores limitantes e que praticamente inviabilizam a utilização dos solos lateríticos puros como bases de rodovias, pois o material exposto perde a resistência pela ação do tráfego e do aumento da umidade na mistura.

Por outro lado, Buligon (2015) argumentou que a ABRECON (Associação Brasileira de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição) destacou em seu site a importância da realização de estudos de viabilidade da reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) a partir do conhecimento do grande volume anual de resíduos gerados pela indústria da construção e a intenção de diminuir os pontos de disposição clandestinos.

Devido à baixa utilização de RCC e baseado em experiências anteriores e bibliografias sobre uso de misturas ALA (Argila Laterítica com Areia) no projeto de pesquisa institucional, foi proposta tema de pesquisa para avaliar misturas de solo natural com agregado miúdo obtido através da reciclagem de resíduos de construção civil, para uso em pavimentação econômica. Assim, 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 2015 base para trabalho de conclusão de curso de Buligon (2015).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

O objetivo da pesquisa e relatado neste artigo é estudar três diferentes misturas de solo laterítico argiloso de Ijuí e agregado miúdo reciclado (RCC - Classe A) proveniente de Santa Rosa, na proporção em peso de 20, 30 e 40% de RCC. Importante ressaltar que resíduos Classe A de acordo com CONAMA (2002), no artigo 3º, são: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como sobras de argamassa e de concreto, cacos de blocos ou tijolos de cerâmica ou concreto, de azulejos, de telhas cerâmicas ou de fibrocimento sem amianto, placas de concreto ou de rocha, granito ou mármore, solo natural, brita, areia.

METODOLOGIA

A metodologia adotada contempla a obtenção de amostras do solo, caracterização dos solos e misturas através de ensaios de laboratório, realização de ensaios de compactação e suporte, e da metodologia MCT, apresentação e análise de resultados.

O solo foi retirado nas proximidades do prédio do curso de Medicina Veterinária na UNIJUÍ, na cidade de Ijuí - RS, sempre do horizonte B, cerca de 1 m abaixo da camada superficial (horizonte A), evitando assim a presença de matérias orgânicas que poderiam interferir no resultado dos ensaios. Já o RCC escolhido, chamado de areião de resíduo de construção, é o material de menor granulometria produzido pela empresa RESICON, de Santa Rosa, localizada a 102 km de distância de Ijuí. A empresa é concessionária para realização dos serviços de triagem e reciclagem de RCC em Santa Rosa, tendo nome fantasia RESICON e denominação de Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil do Noroeste do RS.

As misturas denominadas de ALARC (Argila Laterítica e Areião de RCC) seguiram a metodologia apresentada por Villibor e Nogami (2009) para misturas ALA, nos teores de 20, 30 e 40% em peso de areião.

Em laboratório é feita a preparação das amostras conforme NBR 6457 (1986), possibilitando a execução dos ensaios necessários às classificações tradicionais: NBR 6459 (1984) - Determinação do Limite de Liquidez, NBR 6508 (1984) - Determinação da Massa Específica Real, NBR 7180 (1984) - Determinação do Limite de Plasticidade, NBR 7181 (1984) - Análise Granulométrica. Além destes foram feitos ensaios de compactação de acordo com NBR 7182 (1986) e ensaios de índice de suporte Califórnia de acordo com a NBR 9895 (1987). 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 (M5 - Ensaio de Compactação Mini-MCV; M8 - Ensaio de Perda de Massa por Imersão; e o procedimento M9 - Classificação Geotécnica MCT).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas granulométricas do solo, do RCC e das misturas de solo e agregado miúdo reciclado apresentam-se na Figura 1, onde observa-se que a porcentagem passante na peneira nº 200 do solo é de aproximadamente 95% e a granulometria do RCC ficou compreendida quase em sua totalidade entre as peneiras nº 10 e 200. Percebe-se que as misturas ALARC apresentaram curvas intermediárias entre o solo e o RCC, como era de se esperar.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

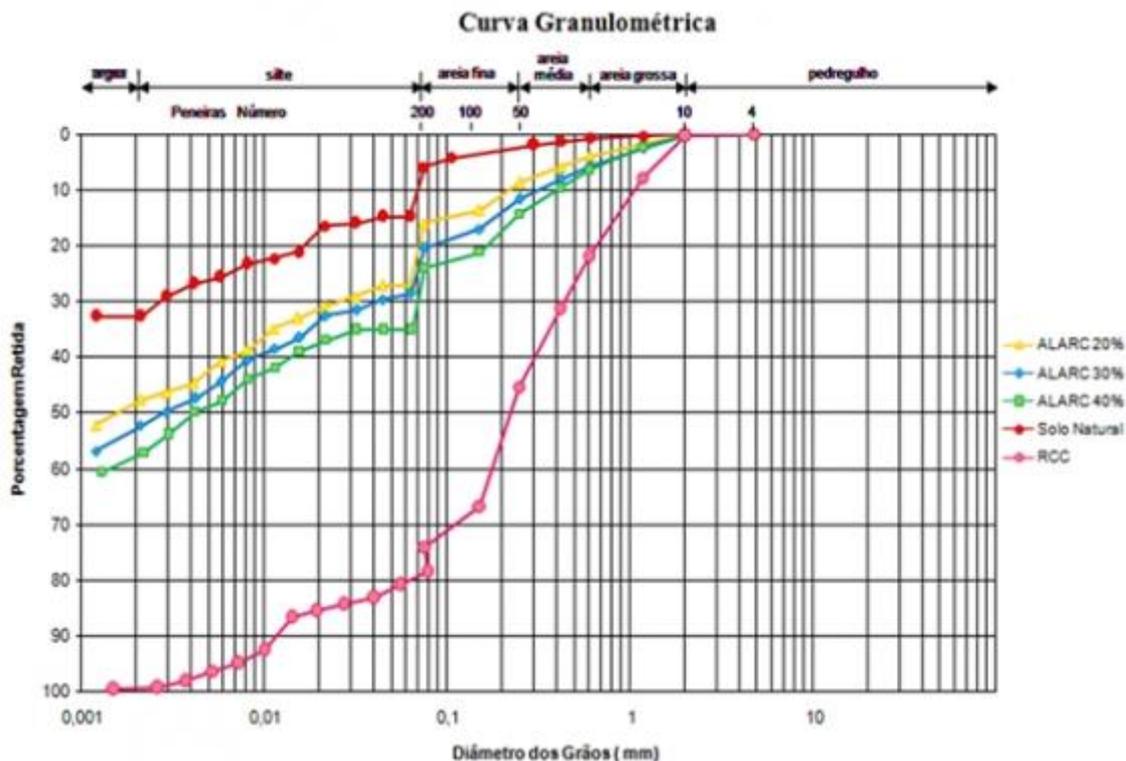


Figura 1. Curvas granulométricas

Nenhuma das amostras analisadas satisfizeram as faixas granulométricas preconizadas nas especificações do DNIT-ES 141/2010 para bases estabilizadas granulometricamente e DNIT-ES 098/2007 para base estabilizada com utilização de solo laterítico. Da mesma forma, não se atenderam a exigência dos valores de limite de liquidez (LL) e índice de plasticidade (IP) das duas especificações. Os valores de LL para o solo natural e das misturas ALARC 20, 30 e 40% apresentaram para LL 65, 49, 46 e 46% e para IP 26, 22, 24 e 20 respectivamente. Para a primeira especificação LL deve ser maior ou igual a 25% e o IP inferior ou igual a 6%. Já para a segunda especificação LL deve ser inferior ou igual a 40% e o IP inferior ou igual a 15%.

A partir da granulometria e dos limites de consistência efetuou-se a classificação do solo segundo o Sistema Unificado de Classificação de Solo (SUCS). O solo natural foi classificado como MH, classificado assim por possuir um limite de liquidez superior a 50%. Já as misturas ALARC por possuírem limite de liquidez abaixo de 50% foram classificadas como CL. Todas as amostras em estudo apresentaram 50% ou mais dos grãos do material passando na peneira de nº 200, sendo classificados como solos de granulação fina.

Da mesma forma, pelo Sistema Rodoviário de Classificação HRB/AASHTO, o solo natural foi classificado como solo A-7-5 (materiais com índice de plasticidade moderado em relação ao limite de liquidez) e índice de grupo 18 e as misturas ALARC como solos A-7-6 com índice de grupo das misturas 20, 30, 40% totalizando respectivamente 15, 15 e 13.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Na Tabela 1 apresenta-se os resultados dos ensaios de compactação e índice de suporte Califórnia (ISC). Há uma grande variabilidade de resultados nos resultados, que não apresentam um padrão específico.

Índice de Suporte Califórnia					
AMOSTRA	Energia de Compactação	pd (Kg/m³)	Wot (%)	I.S.C. %	Expansão
Solo Natural	Intermediária	14,75	31,00	21	0,30
	Modificada	15,4	28,00	28	0,54
ALARC 20%	Intermediária	15,7	25,53	9,82	0,37
	Modificada	16,4	25,86	8,16	0,0783
ALARC 30%	Intermediária	15,9	26,06	5,14	0,1741
	Modificada	16,9	22,15	21,16	0,0696
ALARC 40%	Intermediária	16,4	23,00	8,01	0,1567
	Modificada	16,5	23,25	16,04	0,0522

Tabela 1. Valores de compactação e ISC

De acordo com DNIT (2006), materiais para uso em sub-bases recomendam-se que tenham ISC=20%, IG=0 e expansão ≤ 1%. Analisando os resultados obtidos a partir da Tabela 1, na energia intermediária, percebe-se que nenhuma das misturas atende a recomendação completa, não apresentam ISC = 20% e IG=0, mas atendem quanto à expansão.

Posteriormente foram feitos os ensaios M5 e M8 e o procedimento M9 para a classificação. As amostras para a realização dos ensaios foram preparadas conforme especificações de Villibor e Nogami (2009). O ensaio M5, também chamado de compactação mini - MCV foi realizado de acordo com a norma DNER-ME 258/94 e foram moldados cinco corpos de provas. Já os ensaios da perda de massa por imersão (M8) foram moldados também cinco corpos de prova para cada umidade e deixados em imersão por 20 horas. A partir dos resultados obtidos plota-se os valores no gráfico da Classificação MCT, conforme apresenta-se na Figura 2. O gráfico tem no eixo das ordenadas o índice e' obtido de cálculo que envolve o valor advindo do ensaio M8 e da deformabilidade de curvas de compactação do ensaio M5. No eixo das ordenadas o gráfico tem o índice c' que é comandado pela granulometria, sendo quanto maior mais fino o solo ou mistura.

Assim, os pesquisadores Villibor e Nogami (2009) sugerem como região satisfatória de materiais para uso em bases de pavimentos quando o solo valores de c' fiquem entre 0,7 e 1,9 e para e' entre 0,5 e 1,1. Também propuseram uma região recomendável para valores de c' entre 1,1 e 1,75 e para e' entre 0,5 e 1.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Analisando o gráfico da Classificação MCT, é possível perceber que o solo e as amostras ALARC 20 e 30% foram classificadas como LG' e a ALARC 40% como LA', ou seja, solos lateríticos argilosos e solo laterítico arenoso respectivamente.

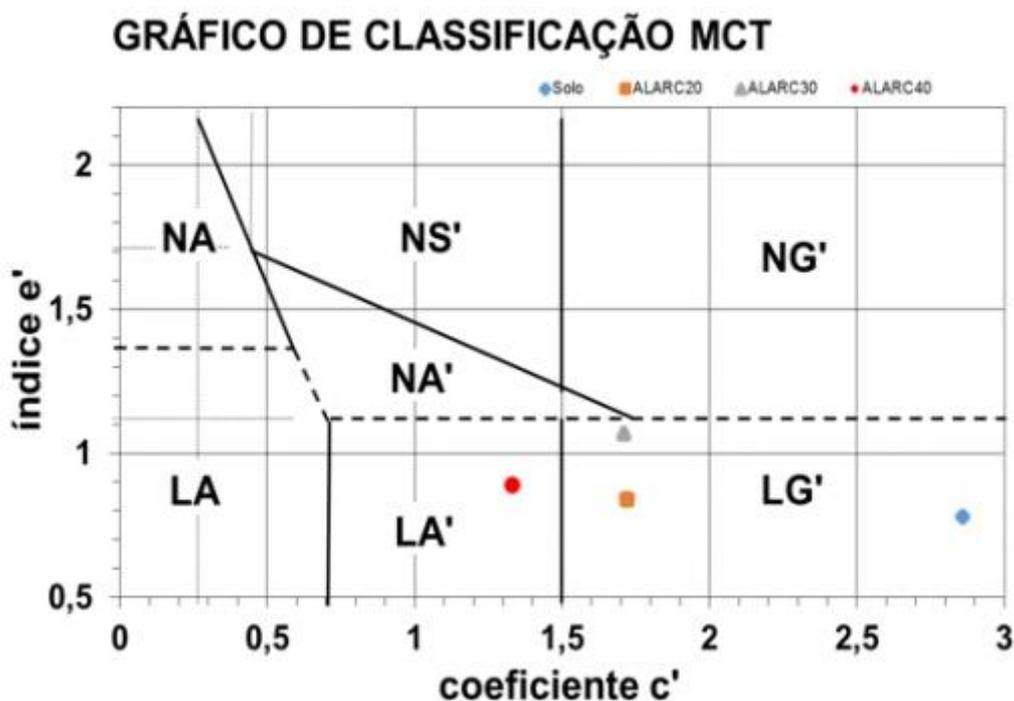


Figura 2. Gráfico da classificação MCT

CONCLUSÃO

Pelas especificações do DNIT, reconhecidamente conservadoras e tradicionais, nenhuma das amostras de solo de misturas ALARC atendem as recomendações quanto ao uso em bases e sub-bases.

Por outro enfoque, analisando o gráfico da Figura 2, conclui-se que: o solo natural encontra-se fora da região satisfatória do Gráfico de Classificação MCT proposta pelos pesquisadores da metodologia. Já as misturas ALARC 20 % e 30% encontram-se na região satisfatória e a mistura ALARC 40% encontra-se na região recomendável.

Na sequência da pesquisa serão realizados os demais ensaios da sistemática MCT, considerada inovadora e não tradicional, que são: M1 - Ensaio de Compactação Mini-Proctor; M2 - Ensaio Mini-CBR e Expansão; M3 - Ensaio de Contração; M4 - Ensaios de Infiltrabilidade e Permeabilidade; M6 - Ensaio de Penetração da Imprimadura Betuminosa; M7 - Ensaio de Mini-CBR de Campo - Procedimento Dinâmico.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

Com a realização completa dos ensaios da metodologia MCT, se espera atender as especificações técnicas da utilização dos solos lateríticos em bases e sub-bases, e assim avaliar a viabilidade do emprego das misturas ALARC em pavimentos econômicos.

PALAVRAS-CHAVE

Argila Laterítica e Resíduo da Construção Civil; Misturas ALA; Materiais Alternativos.

AGRADECIMENTOS

Ao MEC-SESu pelas bolsas do Programa de Educação Tutorial, ao laboratorista Luiz Donato, ao Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC) e aos demais bolsistas que colaboraram nas discussões e execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de Pavimentação, Brasília, DF, 2006.

BULIGON, Liliane Bonadiman. Estudo de misturas de solo argiloso laterítico e resíduo de construção civil para uso em pavimentos econômicos. 2015. 89f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, 2015.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 307 de 23 de janeiro de 1986. Diário oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

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.

VILLIBOR, Douglas Fadul; NOGAMI, Job Shuji. Pavimentos econômicos: tecnologia do uso dos solos finos lateríticos. São Paulo: Arte & Ciência, 2009. 292 p. il.

VILLIBOR, Douglas Fadul et al. Pavimentos de Baixo Custo para Vias Urbanas: Bases alternativas com solos lateríticos Gestão de Manutenção de Vias Urbanas. 3. ed. São Paulo: Arte & Ciência, 2009.