

# ESTUDO DE MISTURAS DE SOLO ARGILOSO LATERÍTICO COM AGREGADOS FINOS PARA USO EM PAVIMENTOS ECONÔMICOS

## **Cândida Bernardi**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ  
candidabernardi@hotmail.com

## **Cristiano S. Della Flora**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ  
cristiano.schmidtdellaflora@gmail.com

## **Gracieli Borré**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ  
graborre@gmail.com

## **Luiza A. U. Scortegagna**

Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ  
luscort@gmail.com

## **Pedro Goecks**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ  
pedro.goecks@hotmail.com

## **Me. Carlos A. S. P. Wayhs**

Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil, UNIJUÍ  
engcaw@gmail.com

**Resumo.** *O presente trabalho tem como objetivo descrever parte da pesquisa que pretende avaliar o uso de solo laterítico argiloso proveniente da cidade de Ijuí/RS, em bases e sub-bases para execução de pavimentos econômicos, no estado natural ou misturados a areia e ao pó de pedra. Este solo é encontrado em toda a região, contribuindo para a sua fácil obtenção e complementarmente reduz drasticamente o passivo ambiental que a pavimentação provoca. É utilizada na pesquisa tanto a metodologia tradicional, reconhecida como não muito adequada para os solos tropicais, como o solo utilizado, bem como a metodologia MCT (Miniatura Compactação Tropical), criada especificamente para estes tipos de solos. Os resultados até agora encontrados são estimulantes para a continuidade dos estudos, uma vez que parece possível o emprego deste solo na constituição de bases e sub-bases, respectivamente, de rodovias vicinais e pavimentos urbanos sujeitos ao baixo*

*volume de tráfego.*

**Palavras-chave:** *Materiais Alternativos. Pavimentação. Argilas Lateríticas.*

## **1. INTRODUÇÃO**

“Apenas 7,2% das rodovias gaúchas — estaduais, federais e vicinais — são pavimentadas”. Isso é bem menos do que a média brasileira, de quase 13 quilômetros asfaltados em cada cem, conforme dados consolidados de 2012 pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Ou seja, os gaúchos figuram na lanterna em um país que já está longe de ser um exemplo (Zero Hora, 2013). A razão para tal fato está diretamente relacionada com a escassez de recursos públicos e com os altos custos dos materiais usualmente empregados na pavimentação das estradas.

Em algumas regiões, o uso de agregados convencionais em bases e sub-bases de rodovias, tais como brita graduada de rocha

sã, torna-se praticamente inviável, devido ao alto custo de exploração e transporte, bem como eventuais restrições ambientais. Este fato desperta o interesse e a necessidade pelo uso dos materiais alternativos, estes encontrados próximos ou mesmo às margens das rodovias já implantadas, mas não pavimentadas, que podem ser utilizados em sua pavimentação, contribuindo com o crescimento econômico das regiões com vista a minimizar os impactos ambientais.

Com o objetivo de estudar esta temática propôs-se o projeto de pesquisa denominado “Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos” vinculado ao Grupo de Pesquisa institucional da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ: “Pesquisa em Novos Materiais e Tecnologias para Construção”. Fazendo parte deste projeto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso de solo argiloso proveniente da cidade de Ijuí, solo este de caráter laterítico, de acordo com a metodologia MCT, em bases e sub-bases de pavimentos econômicos, seja no estado natural ou misturados a areia e pó de pedra.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia do trabalho segue as seguintes etapas: retirada das amostras de solo, realização de ensaios tradicionais de caracterização e compactação do solo natural e das misturas, execução de ensaios da Metodologia MCT do solo natural e das misturas.

O solo utilizado é uma argila vermelha retirada de um corte próximo do prédio do curso de Medicina Veterinária, no campus da UNIJUÍ. A profundidade de extração das amostras foi em torno de 2 metros da superfície, pertencente ao horizonte B do latossolo. A areia utilizada para a mistura é uma areia aluvial de graduação média a fina de procedência da cidade de Santa Maria, utilizada normalmente nas obras de construção civil da região. E o pó de pedra é

proveniente da Pedreira Paim, localizada em Coronel Barros, a cerca de 16 km de Ijuí.

Os ensaios da metodologia tradicional foram realizados de acordo com as normas ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), sendo eles: limite de liquidez (NBR 6459/1984), limite de plasticidade (NBR 7180/1984), análise granulométrica (NBR 7181/1984), compactação nas energias normal, intermediária e modificada (NBR 7182/1986), Califórnia Bearing Ratio - CBR (NBR 9895/1987). Estes ensaios foram realizados no Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUI. Já os ensaios para a classificação MCT da argila vermelha e misturas foram realizados no Laboratório de Geotecnia e Concreto da Escola de Engenharia da FURG - Universidade Federal de Rio Grande.

As misturas foram definidas baseadas na sugestão de Villibor e Nogami (2009). Como o solo natural foi classificado como LG' (laterítico argiloso) as misturas com adição de areia e pó de pedra foram definidas nas proporções em peso de 20, 30 e 40%, sendo chamadas respectivamente de ALA 20 %, ALA 30% e ALA 40%, e ALPP 20%, ALPP 30% e ALPP 40%.

## **3. RESULTADOS**

Até o momento, apenas foram ensaiadas as amostras de solo natural e as misturas solo mais areia (ALA), seus resultados serão apresentados a seguir. As misturas de solo mais pó de pedra estão em andamento, mas ainda não há resultados concretos para uma melhor avaliação.

Partindo da análise dos limites Atterberg das amostras ensaiadas, percebeu-se que para os ensaios de limites de liquidez (LL), limites de plasticidade (LP) e índices de plasticidade (IP), que o LL e IP diminuem com o acréscimo de areia, como esperado, tornando as misturas menos plásticas do que o solo natural, como observado na Tabela 1. A variação da proporção das misturas não influencia muito no índice de plasticidade,

que diminui muito pouco à medida que se aumenta o teor de areia na mistura.

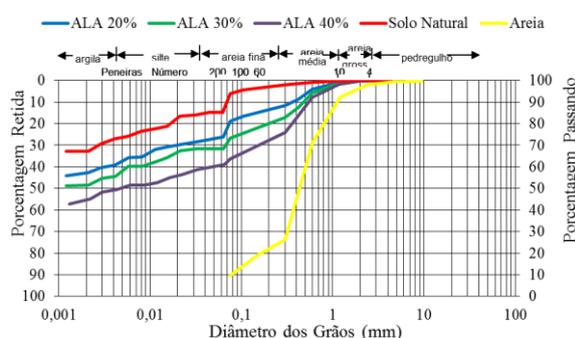
Tabela 1. Resultado dos limites de Atterberg

	LL (%)	LP (%)	IP
Solo Natural	65	39	26
ALA 20%	45	37	11
ALA 30%	49	39	10
ALA 40%	43	35	8

Quanto às classificações de solos tradicionais, o Sistema Unificado de Classificação de Solos – SUCS, classificou a argila como MH – silte elástico. Já segundo o Sistema Rodoviário de Classificação – HRB/AASHTO indica um solo A-7-5. Segundo DNER (1996), o solo do grupo A-7-5 caracteriza-se como sendo materiais altamente elásticos e sujeitos a elevadas mudanças de volume. Todas as misturas ALA foram classificadas pela Unificada como CL – argila pouco plástica e na HRB como A-7-5. Pela classificação HRB, o comportamento do solo e das misturas como subleito de pavimentos é considerado sofrível a mau.

Analisando as curvas granulométricas, na Fig. 1, percebeu-se o aumento da quantidade de grãos mais grossos, devido à adição de areia, contribuindo assim para um declínio nas curvas das misturas em relação a da argila.

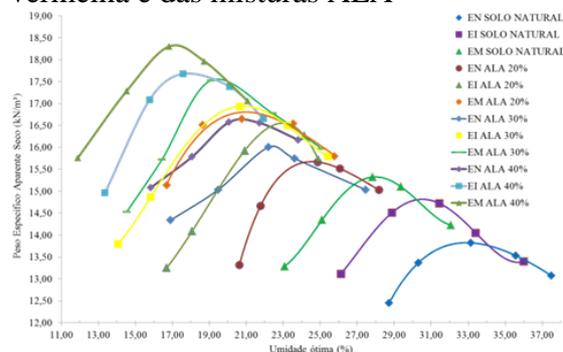
Figura 1: Curva granulométrica da argila, da areia e das misturas ALA



Para os ensaios de compactação, (Fig. 2) percebeu-se que, tanto para o solo natural como para as misturas ALA com o aumento

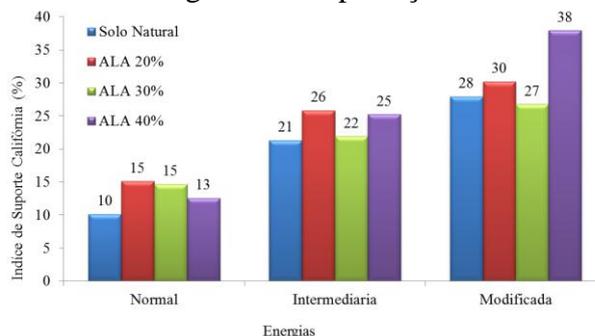
da energia de compactação os valores do peso específico aparente seco máximo aumentam e diminui a umidade ótima, comportamento este esperado. Percebe-se também que para todas as misturas ALA, com o aumento da porcentagem de areia ocorre um aumento do peso específico aparente seco máximo e uma diminuição da umidade ótima, ratificando um resultado também esperado.

Figura 2. Curvas de compactação da argila vermelha e das misturas ALA



Para os resultados de CBR, apresentados na Fig. 3, para o solo natural contactou-se a sua possível utilização como subleito e como reforço do subleito, por apresentar baixo valor de expansão, respeitando assim as especificações rodoviárias. Já para as misturas ALA notou-se que para todas as energias há uma tendência de aumento nos valores de CBR com a adição de areia, porém os acréscimos não foram significativos.

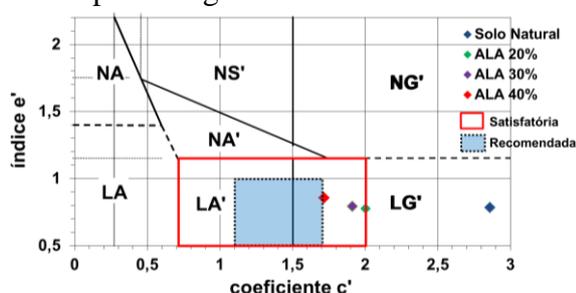
Figura 3. CBRs para as diferentes misturas e energias de compactação



O DNIT nas suas especificações estabelece que o CBR de solo deva ser maior que 20% para uso em sub-bases e maior que 60% ou 80%, dependendo do tráfego para uso em bases. Nenhuma das misturas e o solo natural atendem ao especificado para uso em bases. Já para sub-bases, todas as misturas bem como o solo natural tem CBR maior que 20%, ou seja, atendem o especificado pelo DNIT quanto ao CBR.

A partir dos ensaios da metodologia MCT foi possível classificar as amostras como solos de comportamentos lateríticos argilosos – LG' por meio do gráfico de classificação MCT (Fig. 4). Observou-se que o solo natural encontra-se fora da região satisfatória e/ou recomendada por Villibor e Nogami (2009) para uso em bases e sub-bases. Já as misturas ALA 20 e 30 % situam-se na região satisfatória e a mistura ALA 40% na região recomendada.

Figura 4. Gráfico de classificação M.C.T. para a argila e as misturas ALA



#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. (2011). **Relatório Funcional das Rodovias Federais**. Sistema de Gerência de Pavimentos SGP-DNIT.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. (2012). Rede Rodoviária do PNV – **Divisão em Trechos 2012**. Coordenação de Planejamento. Site [www.dnit.gov.br](http://www.dnit.gov.br).

VILLIBOR, D.F; NOGAMI, J. **Pavimentos econômicos** – tecnologia do uso dos solos

finos lateríticos. São Paulo - Brasil: Editora Arte & Ciência, 2009. 292 p.

CIGANA, C.; TREZZI, H. Rio Grande do Sul é lanterna em rodovias asfaltadas no Brasil. **Zero Hora**, Porto Alegre, 09 mar. 2013. Disponível em: <<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/geral/transito/noticia/2013/03/rio-grande-do-sul-e-lanterna-em-rodovias-asfaltadas-no-brasil-4068821.html>>. Acesso em: 24 jun. 2013

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As classificações tradicionais avaliam que o solo argiloso é um material inadequado para uso em bases e sub-bases de pavimentos. Já a classificação MCT, de forma oposta, revela que o solo tem comportamento laterítico e é argiloso, sinalizando a possibilidade concreta de uso em bases e sub-bases de pavimentos econômicos, senão em estado natural, pelo menos em misturas. Outro fato que reforça a continuidade da pesquisa é a tendência, embora pouco significativa, de aumento da capacidade de suporte CBR com a adição de teores crescentes de areia, principalmente no caso de baixa energia de compactação.

Além disso, os resultados iniciais indicam excelentes perspectivas, sinalizando que os estudos devam prosseguir. Para isso, com a execução dos ensaios da metodologia MCT onde se espera atender a especificação técnica que incorpore esta filosofia e metodologia, e estudos com uso de misturas com pó de pedra que estão sendo iniciados, complementam a pesquisa e os estudos das misturas ALA.