

MIXTURES OF LATERITIC CLAYEY SOIL FROM NORTHWEST OF RIO GRANDE DO SUL AND FINE AGGREGATES FOR USING IN ECONOMIC PAVING

Anna Paula Sandri Zappe, Leonardo B. de Mello, Nicole D. Callai, Me. Carlos A. S. P Wayhs

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI

Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Campus universitário – Ijuí - RS

anna.zappe@hotmail.com, leobrmello@hotmail.com, nicole.callai@hotmail.com,

carlos.wayhs@unijui.edu.br

Abstract. *Brazil is a country with needs of large investments in infrastructure, insertion of concepts like sustainability and social responsibility, and has scarcity in financial resources to attempt the demands, that certainly will be increased by the serious economic crisis and current politic. These are strong reasons to use local alternative materials in the execution of construction and maintenance of highways. This soil, used locally as subgrade for paved highway and bed for unpaved roads, can be easily found in the region, contributing for its immediate obtaining and complementarily dramatically reducing the environmental liability that pavement produces. The research is based mainly in the methodology proposed by the researchers Job Shuji Nogami and Douglas Fadul Villibor to use in economic paving of ALA mixtures containing lateritic clay and fine aggregates. The results of the research with some mixtures of soil and fine aggregates, especially in proportion of 40% of aggregates had partially or completely satisfactory results. The research is still in progress, being part to a study project of regional lateritic clayey soil for using in economic paving, and it intends to prove the possibility of using the ALA mixture in constitution of bases and sub-bases of vicinal roads and urban paving subject to low traffic volume, in addition to signal which would be the ideal rates of these materials.*

Palavras-chave: *Pavimentação, Argilas lateríticas, Materiais alternativos.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Pugliero [1] o transporte rodoviário é a principal modal da matriz logística do Rio Grande do Sul. Corresponde a 85,3% da movimentação no estado. De acordo com Villibor et al. [2], a ideia de utilizar argilas em bases e sub-bases de

pavimentos econômicos é antiga e muito citada na bibliografia internacional, devido a elevada capacidade de suporte destas quando compactadas. Sua dificuldade de uso se dá em climas frios e temperados, o que faz o teor de umidade se mantenha baixo.

Conforme Wayhs [3], com recursos financeiros escassos, e a necessidade de melhor qualidade e condições das vias, a pavimentação de estradas com a utilização de materiais alternativos, mais abundantes e econômicos, torna-se cada vez mais necessária. Citado por Norback [4] é perceptível a necessidade de encontrar alternativas a fim de pavimentar rodovias com baixo volume de tráfego. Oliveira [5] acrescenta que o emprego de materiais regionais, mais econômicos, torna possível a pavimentação de muitas rodovias estaduais, o que propicia evolução econômica e integração de áreas rurais.

Baseando-se nos estudos de Villibor e Nogami foi desenvolvido o Projeto de Pesquisa institucional da UNIJUI “Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Bases de Pavimentos Econômicos” com objetivo de substituir bases convencionais por solos da região ou misturas com este. O presente trabalho objetiva analisar o comportamento do solo regional com mistura de areia natural, e com mistura de areia industrial.

A areia natural utilizada para as misturas é uma areia aluvial de graduação média a fina, com mais baixo preço na região (Ref. [4]). A areia industrial é produto da trituração de rochas, com grãos mais finos

que o pó de pedra e economicamente viável (AMARAL [6]).

2. METODOLOGIA

A caracterização dos materiais consiste nos seguintes ensaios: análise granulométrica por sedimentação, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação e índice de suporte Califórnia, regidos respectivamente pelas normas NBR 7181/84 [7], NBR 6459/84 [8], NBR 7180/84 [9], NBR 7182/86 [10] e NBR 9895/87 [11] e o preparo das amostras foi feito segundo especificações da NBR 6457/86 [12].

As amostras ensaiadas e analisadas são nomeadas ALA (Argila Laterítica mais Areia) e ALAI (Argila Laterítica – Areia Industrial), nas porcentagens de 20%, 30% e 40% de mistura do respectivo material fino com o solo retirado do Campus da UNIJUI (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul), na cidade de Ijuí, resultando em seis composições diferentes. Os resultados das composições serão analisados levando em conta os resultados obtidos por Bernardi [13] sobre o solo do mesmo campus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados resultados dos ensaios e apresentar-se-ão análises sobre o uso das misturas em bases e sub-bases de pavimentos. Para análise comparativa serão utilizados resultados de ensaios feitos apenas com o solo natural na pesquisa “Estudo de Solo Argiloso Laterítico para Uso em Pavimentos Econômicos”, realizado por Ref. [13].

3.1 Análise granulométrica e limites de consistência

Foram obtidos resultados da curva granulométrica para as composições de solo natural, da areia natural, da areia industrial e das misturas ALA20%, ALA30%, ALA40%, ALAI20%, ALAI30% e ALAI40%. O solo

em estudo possui porcentagem de aproximadamente 95% de material passante na peneira nº 200, configurando-se uma granulometria extremamente fina, já as areias utilizadas, tanto natural quanto industrial, apresentaram uma granulometria bem característica de agregados miúdos, tiveram grande parte do material retido na peneira de 0,075mm e uniforme. Pelo fato de as misturas possuírem maior quantidade de solo do que areia percebemos que as curvas apresentam as mesmas tendências, apenas tendo uma queda no traçado com o aumento da porcentagem de agregado.

Na tabela 1 estão apresentados os limites de consistência das misturas e materiais.

Tabela 1. Limites de Atterberg das amostras

Amostra	LL %	LP %	IP%
Solo Natural	65	39	26
ALA 20%	45	37	8
ALA 30%	49	39	10
ALA 40%	43	35	8
ALAI 20%	43	30	13
ALAI 30%	41	23	19
ALAI 40%	39	21	18

3.2 Classificação do solo e misturas

Sistema unificado de classificação de solo – SUCS. Por esse sistema de classificação o solo estudado é classificado como MH, um silte de alta plasticidade pelo alto limite de liquidez. As misturas ALA se enquadram como ML, um silte de baixa plasticidade. Já as misturas ALAI de 30% e 40% se classificam como CL, uma argila de baixa plasticidade. E por fim a mistura ALAI20%, classifica-se como ML, um silte de baixa plasticidade.

Classificação Rodoviária H.R.B. (AASHTO). Por este outro sistema de classificação o solo e as misturas ALA20% e ALAI20% se encontram no grupo A-7-5 com índices de grupo de 18, 9 e 9 respectivamente, considerados um solo

argiloso. As misturas ALA30% e 40% foram classificadas como A-5 com IG respectivos de 9 e 4, consideradas solos siltosos. Já a mistura ALAI30% se enquadrou como A-7-6(11) e a ALAI40% como A-6 (10), sendo também solos argilosos.

3.3 Compactação

Com a análise da tabela de compactação na Tabela 02 conseguimos perceber uma tendência, na qual tem-se uma redução na umidade ótima (ω_{ot}) e um aumento do peso específico aparente seco (γ_d) conforme aumentam as energias de compactação e também com o aumento das quantidades de areia nas misturas.

Tabela 2. Características de cada energia

Energia de Compactação	Normal		Intermediária		Modificada	
	ω_{ot}	γ_d	ω_{ot}	γ_d	ω_{ot}	γ_d
Solo Natural	33,15	13,82	31,44	14,72	27,83	15,32
ALA 20%	23,50	15,60	23,00	16,60	21,00	16,75
ALA30%	22,50	16,00	21,00	17,00	19,50	17,60
ALA 40%	20,75	16,65	18,00	17,70	17,00	18,40
ALAI 20%	22,63	15,50	25,32	15,80	22,89	17,10
ALAI 30%	21,32	15,90	20,66	16,40	19,90	17,80
ALAI 40%	18,20	17,00	16,08	17,20	17,67	18,00

3. 3 Índice de suporte Califórnia (CBR)

De acordo com DNIT [14], para utilizar materiais como subleito precisa-se de um $CBR \geq 2\%$ e uma expansão $\leq 2\%$ com energia normal; materiais para reforço do subleito devem ter CBR maior que o subleito e expansão $\leq 1\%$ também com energia normal; para sub-bases o $CBR \geq 20\%$, expansão $\leq 1\%$ e $IG=0$ com energia intermediária; e para bases o CBR com valores iguais ou acima de 60 a 80% e expansão $\leq 0,5\%$ para energia modificada dependendo do volume de tráfego.

A Tabela 3 apresenta os resultados de CBR e expansão para cada composição.

Tabela 3. CBR e expansão

	Normal		Intermediária		Modificada	
	CBR (%)	e (%)	CBR (%)	e (%)	CBR (%)	e (%)
Solo Natural	10	0,22	21,00	0,30	28,00	0,54
ALA 20%	15	0,24	26	0,41	30	0,46
ALA30%	15	0,16	22	0,21	27	0,25
ALA 40%	13	0,25	25	0,17	38	0,33
ALAI 20%	-	-	11,34	0,98	19,20	0,20
ALAI 30%	-	-	20,86	0,43	27,81	0,35
ALAI 40%	-	-	-	-	38,39	0,51

Baseando-se nos dados apresentados pode-se concluir que as misturas ALA e o solo podem ser utilizadas para subleito e também para reforço do subleito. Para uso em sub-bases as composições que se enquadram nos parâmetros de CBR e expansão são todas as ALA, ALAI30% e o solo natural, porém dentre essas seis composições nenhuma se encaixa no parâmetro de $IG=0$, portanto atendem parcialmente a recomendação. Já para uso em bases de pavimentos nenhuma das amostras atende as recomendações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os principais propósitos do estudo, sendo esses, além da caracterização, avaliação e comparação dos conjuntos ALA e ALAI, a definição da mistura ideal para uso em bases e sub-bases de pavimentos econômicos, percebe-se um melhoramento do desempenho conforme aumentam os teores de areias nas misturas, comportamento esperado, já que o material adicionado possui maior rigidez e textura.

As amostras com menor quantidade de areia demonstram características mais parecidas com o solo argiloso laterítico utilizado, porém, conforme vão recebendo uma maior quantidade de areia começam a apresentar características intermediárias entre os dois materiais, como se direcionando para características de agregados miúdos.

AGRADECIMENTOS

Ao MEC-SESu pelas bolsas de Iniciação Científica no Programa de Ensino Tutorial, ao laboratorista Luiz Donato, do Laboratório de Engenharia Civil da UNIJUÍ (LEC), e aos demais bolsistas que colaboraram nas discussões e execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS

- [7] ABNT, NBR 7181: solo- análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984. 13p.
- [8] _____, NBR 6459: solo- determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984. 6p.
- [9] _____, NBR 7180: solo- determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984. 3p.
- [10] _____, NBR 7182: solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10p.
- [11] _____, NBR 9895: solo – índice de suporte Califórnia. Rio de Janeiro, 1986. 10p.
- [12] _____, NBR 6457: amostras de solo – preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9p.
- [3] C.A.S.P. Wayhs, Estudo de materiais alternativos utilizados em pavimentação de baixo custo na região noroeste do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. 104 f.
- [13] C. BERNARDI, Estudo de solo Laterítico do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul para Uso em Pavimentos Econômicos. 2013. 68f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.
- [4] C. NORBACK, Estudo da Mistura Ideal de Solo Argiloso Laterítico do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e Areia para Uso em Pavimentos Econômicos. 2015. 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.
- [14] DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de Pavimentação. 3 ed. Rio de Janeiro, 2006. 247p.
- [2] D.F. VILLIBOR *et al*, Pavimentação Urbana de Baixo custo com Base de Argila Laterítica. In: 29º REUNIÃO ANNUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 29, 1995, Cuiabá.
- [1] F. PUGLIERO, Estradas ruins multiplicam gastos com transporte rodoviário. Correio do Povo, Porto Alegre, 12 ago, 2014. Disponível em: <>. Acesso em: 28 mai. 2016
- [5] J.A. OLIVEIRA, Materiais Alternativos de pavimentação a Necessidade de Praticá-los. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. UNP. Laboratório Central.
- [6] M.B. AMARAL, Estudo da Mistura Ideal de Solo Argiloso Laterítico do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul e Areia Industrial para Uso em Pavimentos Econômicos. 2015. 67f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015.