

ESTIMATIVA DE MÁXIMO PERCENTUAL DE SOLO EM MISTURAS SOLO LATERÍTICO-AGREGADO ATRAVÉS DE LIMITES DE ATTERBERG

YASMIM FERREIRA PIRES¹; ELIZIANE MOTA BERGMANN²; LUCAS DA
ROCHA LUDWIG³; PRISCILA MILECH THEISEN⁴; RAFAELA CRUZ FERREIRA⁵
; KLAUS MACHADO THEISEN⁶

Universidade Federal de Pelotas – yasmimpires15@outlook.com

Universidade Federal de Pelotas – eliziane.mota.16@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas – lucasludwig13@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas – priscila.milech@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas – rafaelaccf7@gmail.com

Universidade Federal de Pelotas – theisenkm@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Existentes em países de clima quente e úmido como do Brasil, os solos lateríticos possuem propriedades de comportamento laterítico adquiridos durante seu processo de formação. Segundo Nogami e Villibor (1981), os solos lateríticos argilosos (grupo LG') quando compactados adquirem baixa capacidade de suporte, elevada permeabilidade, alta contração por perda de umidade, menor módulo de resiliência, maior plasticidade, razoável coesão e alta resistência à erosão hídrica, propriedades essas que podem possibilitar o seu uso em bases e sub-bases de pavimentos (NEVES, 2018).

Conforme a classificação dos solos lateríticos como usualmente finos, entende-se que eles não possuem capacidade de suporte alta, o que requer a utilização de materiais estruturados como os pétreos, os quais possuem elevada capacidade de sustentação, porém não possuem boa coesão. Todavia, o material pétreo britado possui um custo elevado comparado ao solo laterítico, fazendo com que a combinação entre eles seja beneficiária financeiramente para o pavimento à medida que a quantidade de solo adicionada à mistura seja a maior possível (NEVES, 2018).

Através do manual de pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes (DNIT, 2007) é possível observar critérios de aceitação para serem usados solos lateríticos em misturas com outros materiais, são eles:

Os solos lateríticos com Índice de Plasticidade (IP) > 15% poderão ser usados em misturas com outros materiais de IP ≤ 6%, satisfazendo a mistura resultante aos seguintes requisitos:

- Limite de Liquidez (LL) ≤ 40% e IP ≤ 15%
- Ausência de argilas expansivas 2:1.

Logo, tem-se como objetivo determinar o percentual máximo de solo laterítico em misturas solo-agregado para que a norma regente do DNIT seja atendida. Este trabalho é voltado ao estudo de combinações de solos lateríticos em misturas de material pétreo britado para utilização nas camadas de estrutura de pavimentos, visando trazer economia para a execução dos pavimentos.

2. METODOLOGIA

Para determinação das composições da mistura solo-agregado serão utilizados quatro materiais: solo laterítico (retirado de uma jazida do município de

São Lourenço do Sul, no Rio Grande do Sul) (Silveira, 2019), pó de pedra granítico, obtido de empresa do município de Pelotas-RS), brita 0 e brita 1 (material foi retirado de jazida localizada em Capão do Leão - RS) (INSAURRIAGA, 2021). Foram realizados ensaios de granulometria (ME 080/94 (DNER, 1998)) com cada um dos materiais. Após, foram projetadas composições granulométricas misturando-se os quatro materiais. A composição foi definida pela soma dos percentuais utilizados de cada material, onde foi realizada a média ponderada e definida a granulometria da mistura, processo no qual resultara em uma curva granulométrica que segundo a especificação de serviço DNIT 098/2007 – ES (DNIT, 2007) deve se enquadrar dentro de uma das faixas limites. Outro requisito que deve ser cumprido é para se ter um material Ps na classificação G-MCT (VILLIBOR E ALVES, 2017) não se pode ter mais que 50% de material passante na peneira de abertura de 2,0 mm. Para o presente trabalho será utilizado os requisitos da faixa A junto ao da classificação G-MCT.

Seguindo serão produzidas algumas composições, as quais buscou-se misturas variadas, desde pouco acréscimo de solo laterítico até uma porção maior dele, de modo a ter o comportamento do material para uma ampla gama de percentuais de adição de solo.

Com as composições então formadas, elas foram submetidas a ensaios de limite de liquidez conforme NBR 6459 (ABNT, 2016) e limite de plasticidade conforme NBR 7180 (ABNT, 2016), após gerou-se linhas de tendências onde no seu eixo horizontal tem-se as porcentagens de solo e no eixo vertical os limites de liquidez e índice de plasticidade, com os resultados obtidos determinou-se assim o máximo de solo na fração fina para cumprimento da norma do DNIT 098/2007 – ES (DNIT, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir tem-se o resultado da análise granulométrica dos quatro materiais citados na metodologia, visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise granulométrica.

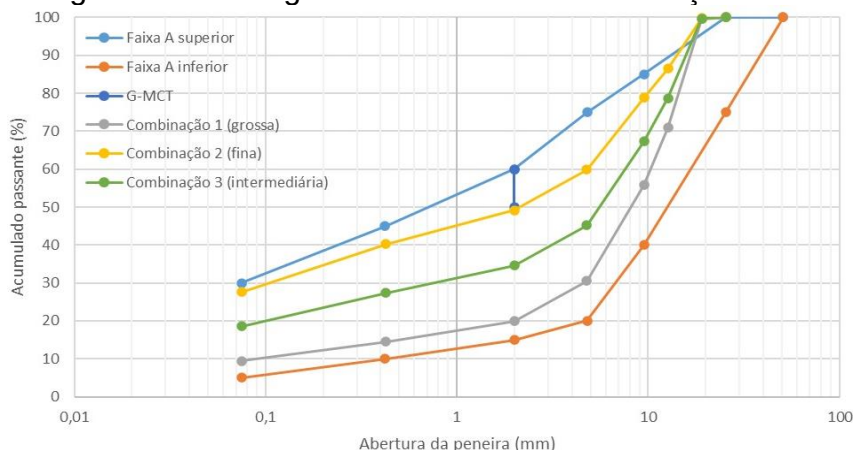
Abertura da peneira (mm)	Acumulado passante (%)			
	Brita 0	Brita 1	Pó-de-pedra	Solo (média 2 amostras)
19,10	100	99,04	100	100
12,70	100	41,88	100	100
9,52	93,81	15,24	100	100
4,76	33,33	1,48	100	98,11
2,00	7,99	1,4	72,93	95,72
0,425	4,3	1,25	40,35	86,135
0,075	2,84	1,01	19,31	61,9

Posteriormente projetou-se as composições granulométricas, tendo-se 3 combinações. Combinação 1 com materiais mais grossos próximo ao limite inferior da faixa A, combinação 2 com materiais mais finos próximo ao limite superior da faixa A e com passante na peneira de 2 mm menor que 50%, e uma combinação 3 com materiais intermediários situada no meio entre os limites superior e inferior. Logo tem-se os percentuais das misturas vistos na Tabela 2, e a curva granulométrica obtida para cada uma das combinações vista na Figura 1.

Tabela 2 - Percentual de materiais.

Material	Percentuais de material nas misturas		
	Combinação 1	Combinação 2	Combinação 3
Brita 0	30	24,8	27,4
Brita 1	50	23,2	36,6
Pó-de-pedra	10	12,9	11,5
Solo (média 2 amostras)	10	39,1	24,5

Figura 1 - Curva granulométrica das combinações.



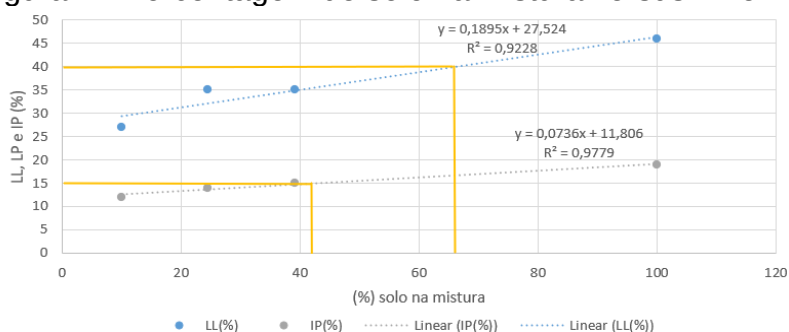
Seguidamente na execução dos ensaios de limite de liquidez e limite de plasticidade em cada uma das amostras, resultaram os valores vistos na Tabela 3.

Tabela 3 - Limite de liquidez e limite de plasticidade das combinações.

Material	LL (%)	LP (%)	IP (%)
Solo	46	27	19
Combinação 1	27	15	12
Combinação 2	35	21	14
Combinação 3	35	20	15

Para que o material seja aceito pela norma do DNIT tem-se que ele obedeça aos limites citados na introdução, e seguindo esses critérios, todas as combinações acima cumprem a norma. Após realizou-se um gráfico com linhas de tendências do limite de liquidez e plasticidade. Seguindo a norma do DNIT para $LL \leq 40\%$ e $IP \leq 15\%$, traçou-se linhas para verificar qual o máximo de solo que poderia ser usado, e obedecendo os critérios citados, tem-se que pode ser aplicado até 42% de solo na mistura, como visto na Figura 2, na tendência do Índice de Plasticidade.

Figura 2 - Porcentagem de solo na mistura versus LL e IP.



4. CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados, conclui-se que com os materiais avaliados é possível adicionar um percentual máximo de 42% de solo na mistura de modo a cumprir a norma do DNIT, e trazer um melhor custo-benefício para quem utilizar.

Com esses ensaios então tem-se a estimativa de quanto de solo pode-se usar na mistura dos materiais, mas para uma garantia de 100% que o material atenderia às condições da norma, teria que realizar outros ensaios de compactação da mistura e ensaio de CBR, para que se consiga ver pra qual camada do pavimento esse material poderia ser utilizado e melhor se adequaria, o que se deixa aqui como sugestão para trabalhos futuros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo - Determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Solo - **Determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro, 2016
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, IPR- Publicação 719. Rio de Janeiro, RJ, 2007.
- INSAURRIAGA, G.L. **Análise da resistência de concreto de alto desempenho utilizando agregados adquiridos em Pelotas-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharel em Engenharia Civil Empresarial – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2021.
- NEVES, J.P. **Aplicação da Metodologia MCT em pavimentos de baixo custo no município de Goiânia**. 2018, 167 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia-GO, 2018.
- Pavimentação – **base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico – Especificação de serviço**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, IPR - Publicação 24. Rio de Janeiro, RJ, 2007, 7 p.
- EIRA, T.A. **Potencialidade do emprego de cinza da casca de arroz em solo laterítico da região Sul do Rio grande do Sul para aplicação em pavimentação**. Trabalho de diplomação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- VILLIBOR, D. F.; ALVES, D. M. L. **Classificação de solos tropicais de granulação fina e grossa**. Revista Pavimentação, nº 43, jan-mar 2017, ABPv- Associação Brasileira de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2017