

ESTIMATIVA DE TEOR ÓTIMO DE SOLOS EM MISTURAS SOLO LATERÍTICO-AGREGADO SEGUNDO A METODOLOGIA G-MCT

PRISCILA MILECH THEISEN¹, YASMIM FERREIRA PIRES²; ELIZIANE MOTA
BERGMANN³; LUCAS DA ROCHA LUDWIG⁴ INGRID MILENA REYES
MARTINEZ BELCHIOR⁵; KLAUS MACHADO THEISEN⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – *priscila.milech@gmail.com*

²Universidade Federal de Pelotas – *yasmimpires15@outlook.com*

³Universidade Federal de Pelotas – *eliziane.mota.16@gmail.com*

⁴Universidade Federal de Pelotas – *lucasludwig13@gmail.com*

⁵Universidade Federal de Pelotas – *ingridbelchior17@gmail.com*

⁶Universidade Federal de Pelotas – *theisenkm@yahoo.com.br*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Couto (2009), a partir da década de 1960, a brita graduada emergiu como uma solução destacada no cenário brasileiro para a construção das bases e sub-bases de rodovias, pela sua notável capacidade de suporte e à sua viabilidade de produção em larga escala. No entanto, ressalta-se que esses materiais tendem a ser mais dispendiosos em comparação com alternativas, e também geram um significativo impacto ambiental devido à exploração das jazidas. Com isso, o solo laterítico é uma alternativa viável para substituição total ou parcial de materiais britados em camadas de pavimentos. Quando compactados, os solos lateríticos oferecem propriedades benéficas à pavimentação, como resistência à erosão, alta capacidade de suporte e baixa contração e expansão (VILLIBOR e ALVES, 2017).

Segundo Couto (2009), em misturas solo-agregado com as devidas proporções de agregados e finos, a quantidade de finos é adequada para ocupar os espaços vazios entre os agregados, permitindo contato entre os grãos. Após a compactação, essa configuração atinge os melhores resultados de resistência.

A especificação para projeto de misturas solo-agregado é vista na norma DNIT 098/2007 (DNIT, 2007), que estabelece faixas granulométricas e valores máximos de limite de liquidez e índice de plasticidade às misturas. Porém, a metodologia G-MCT (VILLIBOR E ALVES, 2017) leva em conta a distinção do comportamento Laterítico da fração fina do material. Segundo a metodologia, frações finas de comportamento laterítico arenoso (LA') em misturas solo-agregado com percentagem de finos menor do que 30% são as de melhor desempenho em aplicações como camadas de pavimento, proteção à erosão hídrica e revestimento primário em estradas, classificando-se, segundo a classificação G-MCT, como Pedregulho com solo laterítico Arenoso, denotado por Ps-LA'.

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de obter combinações granulométricas a partir de misturas de materiais britados e solo laterítico argiloso disponíveis na região de Pelotas, com fim de obter material Ps-LA', estudando-as para obter uma combinação ótima, ou seja, com maior teor de solo laterítico argiloso possível, visando redução de custos.

2. METODOLOGIA

Para determinação das combinações da mistura solo-agregado foram utilizados quatro materiais: solo laterítico argiloso estudado por Silveira (2019), retirado de uma jazida do município de São Lourenço do Sul/RS; 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 e estudado por Insaurriaga. (2021). Foram realizados ensaios de granulometria segundo norma DNER ME 080/94 (DNER, 1994) com cada um dos materiais. Após, foram projetadas combinações granulométricas misturando-se os quatro materiais.

A combinação é definida pela soma dos percentuais utilizados de cada material, onde é 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, no caso específico, Faixa “A” da referida especificação. Outro requisito que deve ser cumprido para um material ser classificado como “Ps” pela metodologia G-MCT (VILLIBOR E ALVES, 2017) é ter menos do que 50% de material passante na peneira com abertura de 2 mm. Foram produzidas três combinações, buscando-se obter diferentes granulometrias dentro da Faixa “A” da especificação do DNIT: uma combinação mais próxima do limite inferior da Faixa “A”; outra mais próxima do limite superior da Faixa A” e com percentual passante na peneira de 2 mm menor que 50%; e uma terceira, de características intermediárias às anteriores.

Determinadas as combinações, estas foram submetidas a ensaios para sua classificação pelo sistema MCT, através do método expedito das pastilhas (NOGAMI e VILLIBOR, 1994). As pastilhas representativas de cada combinação foram moldadas de com base nos percentuais e granulometrias de cada um dos quatro materiais que gerou as combinações. Da mesma forma, o solo laterítico em questão no trabalho também foi classificado pela mesma metodologia, visando corroborar a classificação obtida por Silveira (2019).

Por fim, com as contrações diametrais e as penetrações medidas às 24 h de das pastilhas representativas de cada combinação e solo laterítico, tais resultados foram analisados de forma a estimar percentuais ótimos de adição dos materiais pétreos ao solo para alterar o comportamento da fração fina das combinações de laterítico argiloso (LG’) para laterítico arenoso (LA’), visando obter o material com classificação Ps-LA’ segundo a metodologia G-MCT de Villibor e Alves (2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise granulométrica dos quatro materiais das combinações (solo laterítico, brita 0, brita 1 e pó-de-pedra) são vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – resultado da análise granulométrica dos materiais

Abertura da peneira (mm)	Acumulado passante (%)			
	Brita 0	Brita 1	Pó-de-pedra	Solo Laterítico
19,10	100,0	99,0	100,0	100,0
12,70	100,0	41,9	100,0	100,0
9,52	93,8	15,2	100,0	100,0
4,76	33,3	1,5	100,0	98,1
2,00	8,0	1,4	72,9	95,7
0,425	4,3	1,3	40,4	86,1
0,075	2,8	1,0	19,3	61,9

As combinações vindas das misturas de materiais e os respectivos percentuais da cada uma das combinações estão na Figura 1 e Tabela 2,

respectivamente. Na Tabela 2, se vê o percentual de material passante na peneira de 0,425 mm das moldagens das pastilhas do método de Nogami e Villibor (1994).

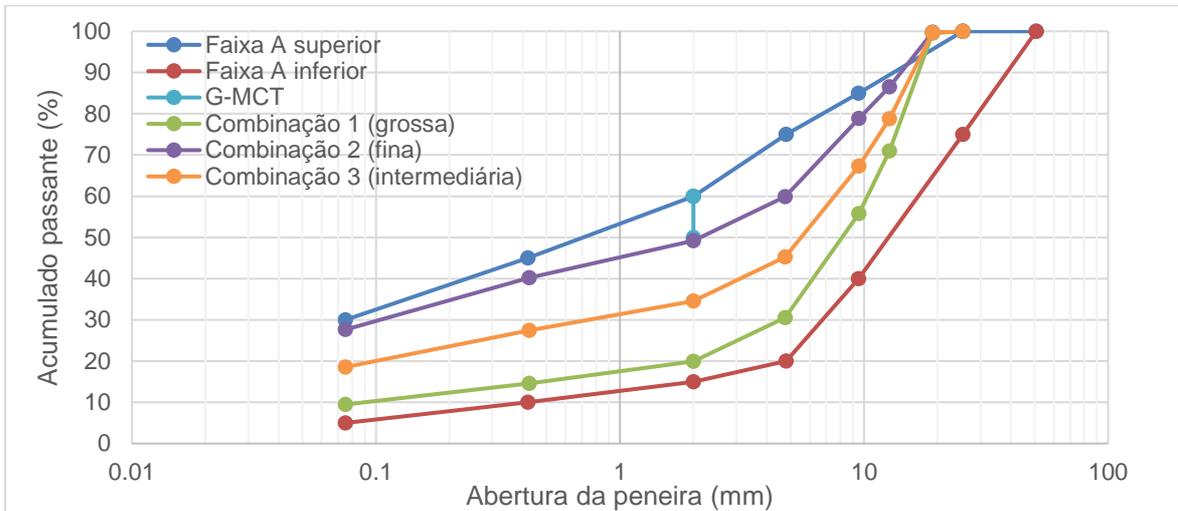


Figura 1 – combinações oriundas das misturas de materiais

Tabela 2 – percentuais dos materiais nas combinações

Materiais	Percentual de materiais			Percentual pass peneira 0,425 mm		
	Comb 1	Comb 2	Comb 3	Comb 1	Comb 2	Comb 3
Brita 0	30,0	24,8	27,4	8,9	2,6	4,3
Brita 1	50,0	23,2	36,6	4,3	0,7	1,7
Pó-de-pedra	10,0	12,9	11,5	27,7	13,0	16,9
Solo Laterítico	10,0	39,1	24,5	59,1	83,7	77,2

A Tabela 3 mostra as contrações diametrais médias e penetrações médias em 24 h do solo laterítico e das combinações, onde CV é o coeficiente de variação (desvio padrão/média) das medidas. Pelos resultados da Tabela 3, notou-se que para os materiais a contração diametral resultou acima de 1,4 mm e a penetração às 24 h resultou, no máximo, 2 mm. Pelo método expedito de Nogami e Viillibor (1994), tais valores caracterizam solos lateríticos argilosos (LG'). O resultado corroborou a classificação obtida por Silveira (2019), porém indicou que, apesar das adições de materiais pétreos, o comportamento da fração fina das misturas (detectado pelo método expedito) foi pouco alterado, mantendo-se igual ao do solo puro. Tal fato explica-se pela grande influência do solo laterítico na fração fina das combinações, observada na Tabela 2, no qual utilizou-se material passante na peneira de 0,425 mm para o ensaio. Houve, no mínimo, 59,1% de solo (passante na peneira 0,425 mm) nas combinações, fazendo que o comportamento desse material fosse dominante perante o material pétreo. Também se observou aumento da penetração em 24 h à medida que o teor de material pétreo cresceu, indicando que, para o solo estudado, o aumento do teor de material pétreo tendeu a eliminar comportamento laterítico das pastilhas. Assim, o comportamento Laterítico Arenoso (LA') não pôde ser atingido no material em questão, pois maiores teores de material britado nas misturas (diminuiriam a contração diametral), também aumentariam a penetração em 24 h, caracterizando comportamento não-laterítico das misturas.

Tabela 3 – Contração diametral e penetração 24 h (solo laterítico e combinações)

Materiais	Contração diametral			Penetração em 24 h		
	Amostras	Média(mm)	CV(%)	Amostras	Média(mm)	CV(%)
Solo Laterítico	14	2,13	5,52	5	0	0
Combinação 1	11	1,46	9,18	3	2	0
Combinação 2	11	1,85	8,61	3	0	0
Combinação 3	11	1,63	8,06	3	1,67	34,64

4. CONCLUSÕES

Com os resultados, conclui-se que nenhuma das combinações estudadas alcançou o comportamento Laterítico Arenoso (LA') da fração fina, em função dos altos valores de contração diametral para maiores teores de solo laterítico e/ou altos valores de penetração em 24 h para maiores teores de material pétreo. Assim, não se pôde obter um teor ótimo de adição de solo nas combinações.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar combinações com diferentes solos lateríticos (de contração diametral menor, mais próximos do comportamento LA') de modo a obter teor ótimo de adição, bem como validar (ou não) as classificações obtidas pelo método das pastilhas das combinações através de ensaios de compactação utilizando compactador Mini-MCV e de perda de massa por imersão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUTO, J. B. **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. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (1994). DNER ME 080/94. **Solos -análise granulométrica por peneiramento.** Método de ensaio.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (2007). DNIT 098/2007. **Pavimentação – base estabilizada granulometricamente com utilização de solo laterítico –** Especificação de serviço.
- 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.
- NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. **Identificação expedita dos grupos da classificação MCT para solos tropicais.** Foz do Iguaçu: Anais do X Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, 1994
- SILVEIRA, 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-mar2017, ABPv- Associação Brasileira de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2017.