

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS PARA PAVIMENTAÇÃO

Willian Martins dos Santos

Ana Elza Dalla Roza

Flávio Alessandro Crispim

Universidade do Estado de Mato Grosso
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologias

RESUMO

Por meio da aplicação do Método Expedito das Pastilhas e da metodologia MCT (Miniatura Compactada Tropical) convencional, foi possível viabilizar o uso dos solos tropicais em obras rodoviárias, evitando seu descarte em virtude do emprego inapropriado das metodologias tradicionais desenvolvidas em países de clima temperado, tendo em vista que não levam em consideração as características comportamentais dos solos tropicais. Dessa forma desenvolveu-se o presente estudo para quatro solos da cidade de Sinop-MT, coletando-se amostras em bairros em plena expansão e com demanda de pavimentos, sendo os bairros Villa Verde, Terra Rica, Panambi e Belvedere. Possibilitou-se estabelecer correlações entre os parâmetros do método expedito das pastilhas e os de ensaios mecânicos (Módulo de Resiliência - MR e Deformação Permanente - DP) com os parâmetros MCT convencional. Realizaram-se comparações entre os resultados obtidos do método expedito das pastilhas e com as metodologias tradicionais (Unified Soil Classification System - USCS e Transportation Research Board - TRB); verificando as qualificações para empregabilidade nos pavimentos. Todos os solos foram classificados pela TRB como A-4 quando aplicados em bases ou sub-bases apresentando comportamento insatisfatório, com o método expedito das pastilhas todos foram classificados como lateríticos, sendo recomendados para uso nas bases e sub-bases.

ABSTRACT

Throughout the application of the Tablet Method and conventional MCT (Miniature, Compacted, Tropical) methodology, it was possible to enrich and make the use of tropical soils in road works feasible, avoiding its inappropriate disposal due the use of traditional methodologies developed in countries with temperate climate, given the fact that the behavioral characteristics of tropical soils are not considered by those methodologies. Therefore, the present study was developed for four soils in the city of Sinop – MT (Brazil). Samples were collected in full expansion neighborhoods with high pavement demand, the districts of Villa Verde, Terra Rica, Panambi and Belvedere, to establish correlations between the parameters of the fast method of the tablet method and those of mechanical tests (MR and PD) with the MCT parameters. Comparisons were made between the obtained results of the tablet method and the traditional methodologies (USCS and AASHTO-TRB); checking the pavement employability qualifications. All soils were classified by the TRB as A-4, exhibiting poor performance when applied in bases or sub-bases, all soils were classified as laterites by the tablet method and are recommended for use in the bases and sub-bases.

1. INTRODUÇÃO

Devido as grandes extensões que as obras rodoviárias transpõem existe uma variedade de tipos de materiais com propriedades geotécnicas diferentes (SANTOS, 2006), tornando-se essencial o emprego de uma série de ensaios que possam categorizar os solos através de suas propriedades físicas e correlacionar cada classe de solos com o seu comportamento mecânico em campo (SILVA et al., 2010).

Destacam-se pela difusão e uso em âmbito nacional as classificações tidas como tradicionais a USCS e a classificação da American Association of State Highway and Transportation – AASHTO-TRB, ambas originárias de países de clima temperado, formadas por observações a priori empíricas. Porém a adoção dessas sistemáticas acarretam vários problemas do quais pode-se destacar a dificuldade de determinar o comportamento geotécnico laterítico, que

prevê importantes problemas construtivos e comportamentais nas bases de solos lateríticos, bem como a rejeição do materiais lateríticos (VILLIBOR E NOGAMI, 2009).

Por meio da metodologia MCT em conjunto com ensaios mecânicos, verificam-se que os solos finos lateríticos presentes em abundância em países de clima tropical tem características que permitem seu uso na pavimentação, visto que é possível reproduzir as condições de camadas compactadas de solos tropicais, através das propriedades hidráulicas e mecânicas, que simulam o comportamento in situ dessas camadas (VILLIBOR, et al 2009).

Realizou-se durante esta pesquisa as classificações tradicionais, pela metodologia MCT e o método expedito das pastilhas afim de comparar e estabelecer correlações entre os parâmetros das propriedades e comportamentos de 4 solos presentes do município de Sinop - MT para uso na pavimentação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas tradicionais de classificação dos solos

O USCS e a classificação para fins rodoviários TRB, desenvolvidos pela AASHTO estão fortemente disseminadas em território brasileiro. Foram desenvolvidas em países de clima temperado e baseada na distribuição granulométrica e nos limites de Atterberg (Limite de Liquidez - LL e Limite de Plasticidade - LP) tais classificações limitam-se quando empregadas na previsão de propriedades dos solos tropicais (SANTOS, 2006).

No sistema de classificação USCS os solos são representados por duas letras, sendo a primeira relativa à granulometria e a segunda à plasticidade. São agrupados em solos de graduação grossa (% retida na peneira 200 > 50%) e solos de graduação fina (% retida na peneira 200 < 50%), totalizam quinze grupos distintos. (SANTOS, et al, 2018).

O sistema de classificação TRB - AASHTO propõe 7 grupos de A-1 a A-7 divididos em duas seções a primeira os solos A-1, A-2 e A-3, composição em materiais granulares dos quais no máximo 35% das partículas passam pela peneira nº 200, a segunda com os solos A-4, A-5, A-6 e A-7 que possuem mais de de 35% de material passante na peneira nº200 de padrão americano (basicamente silte e argila).

2.3 Classificação MCT (Miniatura Compactada Tropical)

Elaborada excepcionalmente para avaliar o uso de solos tropicais na área de pavimentação (DNIT, 2006). Foi proposta devido a ineficiência enfrentada pelas metodologias tradicionais na busca da classificação dos solos, baseadas em índices que são incapazes de determinar o seu comportamento mecânico em campo (NOGAMI E VILLIBOR, 1995), em resumo foi criada devido as seguintes limitações:

- Quando a fração areia for composta por maior parte de quartzo, certifica atributos favoráveis para uso em subleitos e sub-bases;
- Na classificação HRB é comum a troca da capacidade de suporte e expansão na seqüência A-4, A-5, A-6, A-7 e dentro do grupo A-7, entre os subgrupos A-7-5 e A-7-6 (NOGAMI e VILLIBOR, 1982);
- Classificar os solos em lateríticos e saprolíticos com base na granulometria e limites físicos (MARSON, 2004);

- Verificação do bom desempenho de bases constituídas por solos lateríticos de granulação fina e por solo agregado com grande porcentagem de finos (solo predominante passando na peneira de 0,42 mm), apesar de serem considerados inapropriados para base de pavimentos pelas sistemáticas tradicionais (FORTES, MERIGHI E ZUPPOLLINI NETO, 2002).

O ábaco da MCT agrupa os solos de acordo com os resultados obtidos. O gráfico que classifica os solos nesta metodologia está apresentado na Figura 1 e possibilita a classificação dos solos tropicais em duas classes principais, solos de comportamento laterítico e não laterítico, e sete subclasses de solos. Os de comportamento laterítico se subdividem em 3 subgrupos, LA para Areia laterítica quartzosa, LA' para solo arenoso laterítico e LG' para solo argiloso laterítico. Os solos de comportamento não laterítico em 4 subgrupos NA para areias, siltes e misturas de areias e siltes com predominância de grão de quartzo e/ou mica não laterítico, NA' solo arenoso não laterítico, NS' o solo siltoso não laterítico e NG' solo argiloso não laterítico.

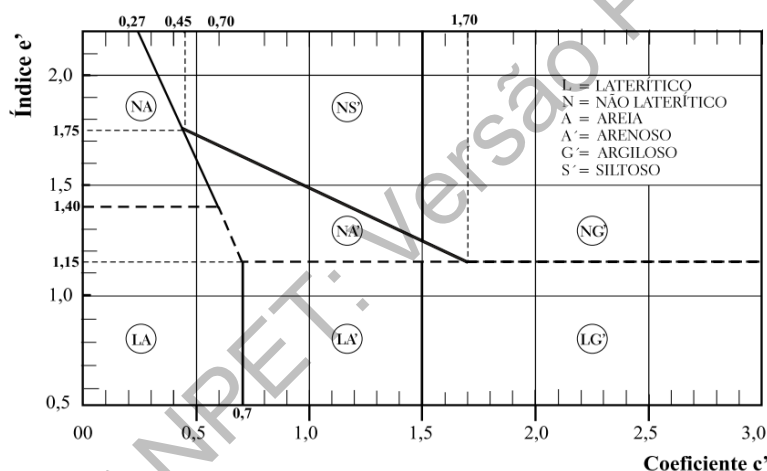


Figura 1: Ábaco da MCT para classificação de solos MCT.
Fonte: Villibor e Nogami, 2009.

O sistema de classificação MCT, contudo, apresenta algumas limitações como número de golpes requeridos no ensaio de compactação Mini-MCV, grande quantidade de dados, curvas a serem manipulados e o tempo para a classificação dos solos (próximo de 48h). Mesmo que a metodologia MCT necessite de amostras de pesos e de equipamentos de porte reduzidos, necessita de uma considerável parcela de tempo para sua efetivação.

Dessa forma, vários pesquisadores, estudaram essa classificação, a fim de torná-la mais abrangente e menos trabalhosa, com procedimentos simplificados, visando promover uma classificação mais precisa e tendo em vista as divergências no comportamento entre classes genéticas de solos. A solução surgiu com o Método Exedito das Pastilhas proposto por Nogami e Cozzolino em 1985, se trata de um processo rápido e simples para estudos preliminares.

2.4 Método expedito das pastilhas

O método utiliza a fração de solo passante na peneira de 0,42 mm, para modelagem em uma determinada consistência de umidade os corpos de prova em formato de pastilhas de 20mm de diâmetro e 5mm de altura com o uso de anéis inox. Quando secas, fornecem uma medida de contração diametral (CD) e, depois de submetidos à reabsorção de água, são solicitados à resistência de penetração por uma agulha padronizada, podem ser observadas, trincas, expansão e resistência a penetração pela agulha padrão (FORTES et al., 2002).

Com os valores resultados da contração diametral, da penetração e em posse da carta apresentada na Figura 2, obtém-se o grupo de solo da metodologia MCT.

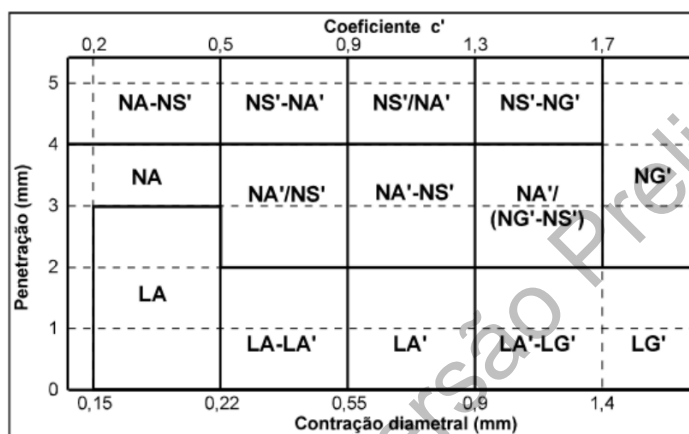


Figura 2: Carta de Classificação do Método das pastilhas.

Fonte: Nogami e Villibor 1995.

2.7 Metodologia empírica-mecanística

As deformações resilientes são deformações elásticas no sentido de que são recuperáveis. Chama-se de MR a relação entre a tensão axial repetida aplicada e a deformação axial resiliente com a aplicação de n vezes a carga axial. Entretanto, não variam necessariamente de modo linear com as tensões aplicadas, e dependem de vários fatores que não são considerados no conceito convencional de elasticidade (DNIT, 2006).

Para a determinação do módulo de resiliência utiliza-se o ensaio em câmeras triaxiais com tensão confinante (σ_3) e tensão desvio (σ_d) conhecidas, moldando-se corpos de prova seguindo as relações de altura e diâmetro de 2:1 (DNIT-ME 134/2017). Nos solos finos coesivos o módulo depende da tensão-desvio. Os solos finos coesivos compactados próximos ao teor ótimo mostram uma correlação de forma bilinear entre o módulo resiliente e a tensão-desvio. Existem diversas equações capazes de determinar o valor do módulo de resiliência mas optou-se pela Equação 1 (DNIT, 2006) devido aos parâmetros utilizados.

$$M_R = k_1 \sigma_3^{k_2} \sigma_d^{k_3} \quad (1)$$

Onde:

MR: módulo de resiliência.

(σ_d): tensão-desvio aplicada repetidamente.

σ_3 – tensão confinante

k1, k2, k3: constantes determinadas experimentalmente.

Quando os materiais geotécnicos usados no pavimento como subleito apresentarem deformação não recuperável, chamam-se de deformação permanente (DP), que acarretam o

aparecimento de afundamentos de trilha de roda (ATR) (MOTTA, 1991). Se trata de um dos defeitos mais comuns nos pavimentos, pode ser atribuída ao revestimento ou as demais camadas, ou ainda a uma soma de efeitos. As sub-camadas podem apresentar a DP em virtude do acréscimo da ação do tráfego e por ruptura por cisalhamento (DNIT, 2006).

Estudos de Guimarães (2009) definiram um modelo completo que usa o estado de tensões e um alto valor de repetições de carga para possibilitar uma modelagem de deformação permanente, esse modelo é expresso pela Equação 2.

$$\varepsilon_p (\%) = \psi_1 \left(\frac{\sigma_3}{\rho_0} \right)^{\psi_2} \left(\frac{\sigma_d}{\rho_0} \right)^{\psi_3} N^{\psi_4} \quad (2)$$

Em que:

ε_p (%): deformação permanente;

$\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$ parâmetros de regressão;

σ_3 : tensão confiante;

σ_d : tensão desvio ;

ρ_0 : tensão de referência (tensão atmosférica);

N: número de ciclos de aplicação de carga.

2.8 Estudos realizados

Dalla Roza (2018), estudou os solos da região norte do estado de Mato Grosso classificando os solos frente as características físico-químicas e mecânicas obtendo os resultados de MCT indicado na Tabela 1, MR Tabela 2 e DP Tabela 3.

Tabela 1: Parâmetros da classificação MCT

Bairro	c'	d'	Pi(%)	e'	Classificação
Vila Verde	2,18	28,3	265	1,5	NG'
Terra Rica	2,24	102,5	130	1,14	LG'
Panambi	2,66	142,9	80	0,99	LG'
Belvedere	2,31	75,0	95	1,07	NG'

Tabela 2: Parâmetros da regressão do modelo composto a partir dos ensaios de MR para os 4 solos

Bairro	k1	k2	k3
Vila Verde	289	0,18	-0,32
Terra Rica	309,97	0,34	-0,46
Panambi	123,74	0,36	-0,66
Belvedere	283,04	0,28	-0,49

Tabela 3: Parâmetros do modelo de deformação permanente

Bairro	ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_4
Vila Verde	0,05	-0,27	2,05	0,05
Terra Rica	0,18	-0,60	1,72	0,04
Panambi	0,21	0,45	1,93	0,04
Belvedere	0,18	0,00	1,40	0,05

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para essa pesquisa foram coletadas 4 amostras na região sudeste da cidade de Sinop- MT, a escolha foi feita com base na previsão da construção ou ampliação de loteamentos e por estes solos terem sido contemplados nos estudos de Dalla Roza (2018).

As coletas foram realizadas em julho de 2018, partindo da remoção da camada do horizonte pedológico A, escavando-se trincheiras, com auxílio de pás, picaretas e enxadas, com profundidade em média de 0,50m. Após coleta, foram levadas para o Laboratório de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT Campus Sinop – MT, onde receberam identificação e armazenamento. Os pontos das coletas estão relacionados em negrito na Figura 3 e descritos na Tabela 5.

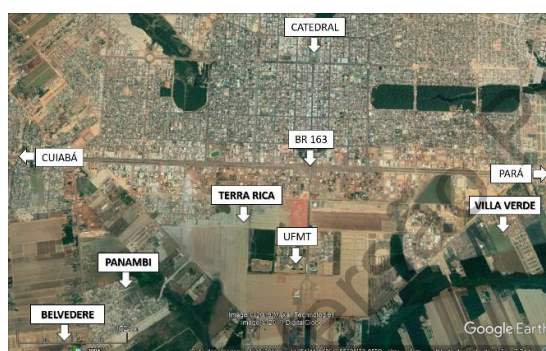


Figura 3: Pontos de coleta das amostras.
Fonte: Google Earth, 2019.

Tabela 4: Identificação das coletas de solos de textura fina desta pesquisa.

Bairro	Latitude	Longitude
Villa Verde	11°49'58.95"S	55°28'43.30"O
Terra Rica	11°52'40.72"S	55°29'18.20"O
Panambi	11°53'17.17"S	55°28'57.67"O
Belvedere	9°53'27.97"S	56°4'19.71"O

3.2 Métodos

Foram realizados ensaios de caracterização geotécnica com 3 corpos de prova para cada ensaio (LL e LP) e MCT (Método Expedito das Pastilhas). Os resultados de MR e DP são provenientes dos estudos de Dalla Roza (2018).

Os limites de liquidez e plasticidade foram realizados de acordo com as normativas NBR-6489/ABNT – Determinação do Limite de Liquidez e NBR-7180/ABNT – Determinação do Limite de Plasticidade dos Solos, respectivamente.

Para apresentação dos resultados obtidos comparou-se por meio de tabelas os resultados do método expedito das pastilhas com a metodologia MCT e com a metodologia tradicional.

Por meio da análise estatística de Person serão apresentadas as correlações do método expedito das pastilhas com os resultados dos solos passantes da granulometria, com resultados da MCT, MR e DP respectivamente em forma de matrizes de correlações. Será apresentada, também, uma tabela com os resultados se o solo é ou não recomendado para utilização na

pavimentação através do comportamento previsto.

Em termos estatísticos, duas variáveis se associam quando detêm semelhanças na distribuição dos seus escores, na correlação de Pearson se trata de uma medida da variância compartilhada entre duas variáveis (BRITTO E SILVA JÚNIOR, 2009).

O coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1, o sinal indica proporcionalidade ou se é inversamente proporcional, o valor sugere a magnitude entre as variáveis, a interpretação do valor r obedece os intervalos de 0 a 0,3 como correlação desprezível, 0,3 a 0,5 para correlação fraca, de 0,5 a 0,7 moderada, 0,7 a 0,9 forte e acima de 0,9 muito forte. Os valores de correlações moderadas a muito fortes estão sublinhados para melhor identificação.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 MCT e método expedito das pastilhas

Os índices classificatórios da MCT podem ser apresentados na Figura 4 e na Tabela 6, onde compara-se os resultados desse estudo, o método expedito das pastilhas com os resultados da MCT, objeto dos estudos de Dalla Roza, (2018). Tratou-se a penetração e contração diametral com as siglas PN e CD, respectivamente.

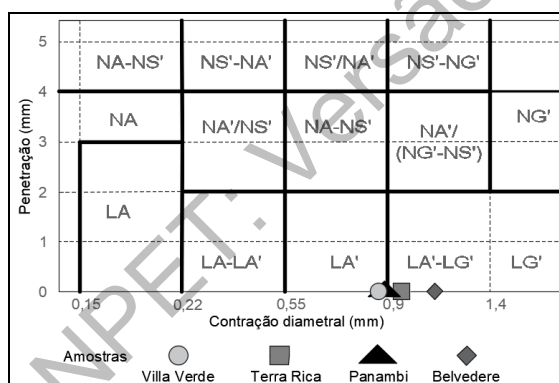


Figura 4: Resultados indicados na carta de classificação no método expedito das pastilhas.
Fonte: Os Autores 2019.

Tabela 5 – Resultados do método expedito das pastilhas e MCT

Amostra	Resultados das pastilhas		Classificação	
	CD (mm)	PN (mm)	Método Expedito das Pastilhas	MCT
Villa Verde	1,34	0,060	LA'	NG'
Terra Rica	0,87	0,033	LA'-LG'	LG'
Panambi	0,80	0,043	LA'	LG'
Belvedere	1,17	0,022	LA'-LG'	LG'

As amostras Villa Verde e Panambi, resultaram em LA'. Já os solos Terra Rica e Belvedere resultaram em classificações que os enquadram em dois grupos LA' e LG'. Nesses casos Villibor e Nogami (2009), propõem o uso das frações passantes nas peneiras de nº 10 e 200 para classificar em um único grupo, conforme Tabela 7.

Tabela 6: Classificação em LA' ou LG'

Solos Arenoso Fino Laterítico	Solos Argiloso Fino Laterítico
-------------------------------	--------------------------------

Possui <10% de fração retida na peneira de 2,00 mm (n° 10)	Possui <10% de fração retida na peneira de 2,00 mm (n° 10)
Possui >50% de fração retida na peneira de 0,075 mm (n° 200)	Possui <50% de fração retida na peneira de 0,075 mm (n° 200)

Os valores das frações passantes nas nas peneiras de n° 10 e n° 200 e o resultado da classificação são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados MCT e Expedito das Pastilhas para os solos Terra Rica e Belvedere

Amostra	% Retidos		Classificação	
	Peneira de n°10	Peneira de n°200	Método Expedito das Pastilhas	MCT
Terra Rica	0,02	36,68	LG'	LG'
Belvedere	1,11	26,59	LG'	LG'

Das 4 amostras, todas resultam ser solos lateríticos evidenciando que os ensaios foram coerentes na determinação do comportamento laterítico.

Apesar do solo Villa Verde resultar NG' na classificação MCT e LA' na classificação das pastilhas, para Nogami e Villibor (2000) os solos NG' são inapropriados para compor bases e sub-bases de pavimentos, mas outros autores indicam resultados satisfatórios quando utilizado em pavimentos de baixo volume de tráfego. Dalla Roza (2018), através do seu estudo, afirma bom desempenho do solo Villa Verde para baixo volume de tráfego.

Na Tabela 9 são apresentadas as correlações de Pearson entre os coeficientes usados na classificação pelo método das pastilhas e pela classificação MCT.

As correlações aqui encontradas são comparadas, levando em consideração que o CD e c' representam a granulometria e o PN e e' representam o grau de laterização.

Tabela 9: Matriz de correlação entre os parâmetros MCT e o método expedito das pastilhas

	CD (mm)	PN (mm)	c'	d'	Pi (%)	e'
CD (mm)	1,00					
PN (mm)	-0,11	1,00				
c'	0,79	-0,61	1,00			
d'	0,80	-0,12	0,84	1,00		
Pi (%)	-0,37	0,23	-0,68	-0,85	1,00	
e'	-0,44	0,23	-0,72	-0,88	1,00	1,00

O parâmetro d' demonstra fortes correlações negativas com parâmetros Pi e e', quanto maior seu valor menores serão Pi e e'. parâmetros CD e c' resultaram em uma correlação forte o que é coerente pois ambos se referem a granulometria do material, entretanto, os parâmetros que determinam o comportamento laterítico d', Pi e e', não apresentaram correlações significativas com o parâmetro PN.

Porém o método expedito das pastilhas apresenta algumas limitações, devendo-se ter cuidado com a sua execução. De acordo com Marson, 2004, Fortes e Nogami mostraram em 1991 que, é possível a divergência ao usar solos não tipicamente tropicais na execução dos ensaios, a exemplo disso, os pedogenéticos não tropicais, naturais de outras regiões climáticas, e solos transportados, via de regra em particular os pré-adensados. Outra limitação refere-se aos casos

duvidosos os quais não se enquadram nas especificações de solos tropicais, sendo necessário proceder de acordo com a Classificação MCT original.

4.2 Resultados SUCS, TRB

A Tabela 10 aponta os resultados obtidos com as metodologias SUCS e TRB.

Tabela 10: Resultados Classificação Tradicional

Amostras	SUCS	TRB
Villa Verde	SM	A-4
Terra Rica	ML	A-4
Panambi	ML	A-4
Belvedere	CL	A-4

Na Tabela 11 estão dispostos quais seriam os possíveis comportamentos previstos por Nogami e Villibor (1995), para uso na composição de base e sub-bases, reforço ou subleito de pavimentos, sendo o indicador variante de 1º a melhor classificação e 6º a pior.

Tabela 7: Comparação entre a previsão de Nogami e Villibor (1995) e as classificações obtidas da SUCS, TRB e MCT

Amostras	Método Exedito das Pastilhas	Classificações Tradicionais	Utilização na classificação MCT	
			Base e Sub-base	Reforço ou subleito
Villa Verde	LA'	Sofrível a mal	1º	1º
Terra Rica	LG'	Sofrível a mal	3º	3º
Panambi	LA'	Sofrível a mal	1º	1º
Belvedere	LG'	Sofrível a mal	3º	3º

4.3 Análise entre método expedito das pastilhas e o Módulo de Resiliência.

Na Tabela 12 indica-se a matriz de correlações entre os parâmetros de classificação do método expedito das pastilhas e os resultados de MR.

Tabela 12: Matriz de correlações entre os parâmetros de MR e o método expedito das pastilhas

	CD (mm)	PN (mm)	k1	k2	k3
CD (mm)	1,00				
PN (mm)	-0,11	1,00			
k1	-0,80	0,68	1,00		
k2	0,67	0,08	-0,50	1,00	
k3	-0,71	0,44	0,83	-0,86	1,00

Verifica-se que CD apresenta fortes correlações negativas com os parâmetros k1 e k3, sendo inversamente proporcionais, correlação moderada entre CD e k2, e fraca negativa com PN.

Para a classificação MCT tradicional os parâmetros c' e e' apresentaram uma forte correlação com os parâmetros k1 e k3 que coincide com os estudos de Dalla Roza (2018), e os valores encontrados demonstram que há uma maior correlação entre os parâmetros do MR com o ensaio expedito, para os solos deste estudo.

4.4 Análise entre método expedito das pastilhas e a Deformação Permanente

Na Tabela 13 são apresentadas as correlações entre os coeficientes usados na classificação pelo método das pastilhas e pelo método expedito das pastilhas.

Tabela 13: Matriz de correlações entre os parâmetros de DP e o método expedito das pastilhas

	CD (mm)	PN (mm)	ψ_1	ψ_2	ψ_3	ψ_4
CD (mm)	1,00					
PN (mm)	-0,11	1,00				
ψ_1	0,47	-0,10	1,00			
ψ_2	0,46	-0,92	0,40	1,00		
ψ_3	0,52	-0,02	-0,51	0,08	1,00	
ψ_4	-0,86	-0,32	-0,65	-0,08	-0,20	1,00

O parâmetro CD no presente estudo indicou forte correlação com o ψ_4 , moderada com ψ_3 e o parâmetro PN obteve forte correlação negativa com ψ_2 . A PN indica o comportamento laterítico ou não laterítico dos solos.

Com relação aos resultados de dimensionamento pelo método mecanístico empírico observa-se nos estudos de Dalla Roza (2018) que os solos Vila Verde, Belvedere e Terra Rica possuem boas características mecânicas quando utilizado como sub base e até mesmo base para vias com baixo volume de tráfego. Já o solo Panambi foi considerado inadequado para compor as camadas de estrutura do pavimento.

Fortes et al., (2002) propõe que em casos duvidosos usando-se o método expedito das pastilhas, recomenda-se proceder de acordo com a metodologia MCT convencional.

5 CONCLUSÕES

A classificação do método expedito das pastilhas mostrou-se eficiente na determinação do comportamento da maioria dos solos desse estudo, divergiu no caso do solo Villa Verde, classificado como argila não laterítica pela MCT mas como solo laterítico arenoso pelas pastilhas.

Com os resultados obtidos pelas pastilhas, conclui-se que os solos estudados podem ser usados para compor base e sub-base de pavimentos, sendo assim, essa metodologia em conjunto com a MCT pode viabilizar o uso de materiais antes descartados para uso na pavimentação.

Todos os solos apresentaram divergência quanto a recomendação de utilização para fins rodoviários, sendo na TRB e USCS apresentados como comportamento sofrível a mal o que no método expedito das pastilhas se apresentou como o mais recomendado para emprego no pavimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ___ . NBR 6489: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, RJ, 1984a.6p.
- ___ . NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, RJ, 1984b. 3p.
- DALLA ROZA, Ana Elza. Contribuição para Projeto Mecanístico - Empírico de Pavimentos Asfálticos na Região Norte do Estado Do Mato Grosso. 2018. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- DNIT (2006). Manual de pavimentação. Publicação IPR – 179. Ministério dos transportes. Departamento nacional de infra-estrutura de transportes, Instituto de pesquisas rodoviárias.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 134/2017-ME: Pavimentação – Solos – Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2017. 18 p.

- FORTES, R.M.; ZUPPOLINI NETO, A.; MERIGHI, J.V. Proposta de normalização do Método de Pastilhas para identificação expedita de solos tropicais. In: REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 11., 2002, Porto Alegre, Anais.
- GUIMARÃES, A. C. R. Um Método Mecânico-Empírico para a Previsão da Deformação Permanente em Solos Tropicais Constituintes de Pavimentos. Tese de Doutorado. Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2009.
- MARSON, Michele. Análise crítica da classificação MCT para solos tropicais. 2004. 216f. Tese de Mestrado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- MOTTA, L. M. G. Método de dimensionamento de pavimentos flexíveis; critério de confiabilidade e ensaios de cargas repetidas. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. 1991.
- NOGAMI, J.S., VILLIBOR, D.F. Algumas comparações entre uma nova classificação de solos e as tradicionais, principalmente para finalidades rodoviárias. VII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, ABMS. Recife, 1982. Anais..., p.160-173.
- NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F. Pavimentação de Baixo Custo com Solos Lateríticos. Editora Villibor, 1995. 240 p.
- NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. Nova conceituação do coeficiente c' da classificação geotécnica MCT. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 32., 2000, Brasília. Anais...[S.l.: s.n], 2000. v.1. p.34-41.
- NOGAMI, R.M.; COZZOLINO, V.M.N. A Identificação de Solos Tropicais: dificuldades e proposta de um método preliminar. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 1985, Fortaleza, Anais.
- SANTOS, Eliana Fernandes dos. ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÕES GEOTÉCNICAS APLICADAS AOS SOLOS TROPICAIS. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- SANTOS, Willian Martins dos; ROZA, Ana Elza Dalla; SANTOS, Bárbara Gama S. Dos; BISPO, Geilson. CLASSIFICAÇÕES GEOTÉCNICAS APLICADAS A SOLOS DAS RODOVIAS MT 206 E MT 320 TRECHO ENTRE ALTA FLORESTA E NOVA SANTA HELENA – MT. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA GEOTECNIA E DESENVOLVIMENTO URBANO, 19ª ed. 2018, Salvador-BA. ABMS, 2018, p. 1 - 7. Disponível em: <<http://www.cobramseg2018.com.br/trabalhos-cientificos/>>. Acesso em: 25 jan. 2019.
- SILVA, T. O. da, et al., (2010). Sistemas De Classificações Geotécnicas De Solos: Estudo De Caso Aplicado À Rodovia Não Pavimentada Vcs 346, Viçosa - MG. Revista Árvore, 34(2), 313–321.
- VILLIBOR, D. F., Nogami, J. S. (2009) Pavimentos Econômicos: Tecnologia do Uso dos Solos Finos. Arte & Ciência, São Paulo, SP.
- VILLIBOR, D. F.; NOGAMI, J. S., Pavimentos de baixo custo para vias urbanas. São Paulo, Editora Arte e Ciência, p.196. 2009.

Willian Martins dos Santos (smwill95@gmail.com)

Ana Elza Dalla Roza (ana.roza@unemat.com)

Flávio Alessandro Crispim (flavio.crispim@unemat.br)

Faculdade de Ciências Exatas e suas Tecnologias - Universidade do Estado de Mato Grosso

Av. Francisco de Aquino Correa, Aquarela das Artes – Sinop, MT, Brasil