

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Campus Universitário de Cruz das Almas  
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Bacharelado em Engenharia Civil

**ANEXO 4**

**FICHA FINAL DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

<b>IDENTIFICAÇÃO:</b>
<b>Data:</b> 16/12/2020
<b>Aluno:</b> GABRIELA ANTONIA PINTO MALAQUIAS
<b>Orientador:</b> Prof. Mario Sergio de Souza Almeida, DSc.
<b>Co-orientador:</b>
<b>Título de Trabalho:</b> CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS TÍPICOS DO RECÔNCAVO BAIANO PARA FINS RODOVIÁRIOS

Concluída a apresentação, procedeu-se o julgamento tendo sido atribuídas as seguintes notas parciais:

<b>Banca Examinadora:</b>	<b>Notas</b>
Prof. Diego de Almeida Pereira, MSc.	100
Prof. José Roberto Fernandes Galindo, MSc.	96
Prof. Mario Sergio de Souza Almeida, DSc	89

<b>Média Final:</b>	<b>95</b>	<b>Noventa e cinco</b>
---------------------	-----------	------------------------

Concluída a avaliação o(a) aluno(a) foi (APROVADO/REPROVADO): APROVADA

Defesa realizada em: 16/12/2020

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Mario Sergio de Souza Almeida, DSc - Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Diego de Almeida Pereira, MSc.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Roberto Fernandes Galindo, MSc.

## Caracterização e Classificação de Solos Típicos do Recôncavo Baiano para Fins Rodoviários

Gabriela Antonia Pinto Malaquias

Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil, gabrielapmalaquias@gmail.com.

Mario Sergio de Souza Almeida

Professor, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil, mariosergio73@gmail.com.

Weiner Gustavo Silva Costa

Professor, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil, weiner.ufrb@gmail.com.

José Roberto Fernandes Galindo

Doutorando, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil, robertogalindo@gmail.com.

Lucas Otávio Costa Gomes

Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário de Viçosa - UNIVIÇOSA, Viçosa, Brasil, lucasgomesecv@gmail.com.

**RESUMO:** Este estudo analisou a aptidão de três solos típicos do Recôncavo Baiano para utilização em camadas estruturais de pavimentos rodoviários. Realizou-se ensaios de análise química, compactação na energia Proctor normal, CBR [Índice de Suporte Califórnia (ISC)] e as classificações TRB, MCT e Resiliente. Por fim, foram correlacionados os comportamentos indicados em cada classificação com o tipo de argilomineral presente na fração fina de cada solo. Os resultados obtidos indicam que a classificação MCT é a mais adequada, pois leva em consideração parâmetros mecânicos e hidráulicos dos solos e que o tipo de argilomineral é determinante no comportamento do solo. Dois dos três solos estudados apresentaram resultados satisfatórios, permitindo o uso de solos de ocorrência locais como camadas de pavimentos de baixo custo.

**PALAVRAS-CHAVE:** TRB, MCT, Resiliente, Solos lateríticos, Massapê, Argilomineral.

**ABSTRACT:** This study analyzed the suitability of three soils typical of the Recôncavo Baiano for use in structural layers of road pavements. Chemical analysis tests, compaction in normal Proctor energy, California support index and TRB, MCT and Resilient classifications were performed. Finally, the behaviors indicated in each classification were correlated with the type of clay found in the fine fraction of each soil. The results obtained indicate that the MCT classification is the most appropriate, as it takes into account mechanical and hydraulic parameters of the soils and that the type of clay is determinant in the behavior of the soil. Two of the three soils studied showed satisfactory results, allowing the use of locally occurring soils as low-cost pavement layers.

**KEYWORDS:** TRB, MCT, Resilient, Lateritic soils, Massapê, Clay mineral.

### 1 Introdução

Os solos que são empregados em construção de estradas necessitam ser identificados e classificados como materiais de construção, de modo a se antever seu comportamento mecânico e possibilitar o seu emprego racional nas várias camadas do pavimento rodoviário (MACHADO, 2013). Entre as diversas classificações empregadas atualmente, uma classificação difundida mundialmente é a TRB (*Transportation Research Board*), que leva em consideração os ensaios de análise granulométrica, de limite de liquidez e de limite de plasticidade do solo. Como seu desenvolvimento foi direcionado aos solos de regiões de climas temperados,

essa classificação quando empregada em solos de regiões de climas tropicais, apresenta divergências entre o comportamento esperado pela classificação e o que ocorre na prática.

Em 1976, na COPPE/UFRJ, através de estudos realizados na área de Mecânica dos Pavimentos, por Pinto e Preussler, se desenvolveu uma classificação de solos baseada em suas propriedades resilientes, possibilitando que os solos fossem classificados quanto ao comportamento mecânico em termos de deformabilidade elástica. Ficou conhecida como Classificação Resiliente e se fundamenta no módulo resiliente dos solos ( $M_R$ ), determinado conforme procedimentos descritos na norma DNIT 134/2010-ME (DNIT, 2010). Na incapacidade de definir os módulos de resiliência, é possível estimar a classificação indiretamente, através do percentual de silte e do CBR (DNIT, 2006).

As classificações ditas tradicionais afirmam que os solos arenosos, areno-siltosos e areno-argilosos possuem uma qualidade de compactação consideravelmente superior aos solos siltosos e argilosos. Porém, foi observado que, em execução de camadas de pavimentos, o emprego de muitos solos siltosos e argilosos de regiões tropicais demonstraram comportamento satisfatório (MACHADO *et al.*, 2016).

Nogami e Villibor (1981, 1995) propuseram um sistema alternativo para classificação de solos tropicais de granulação fina, denominada MCT (Miniatura, Compactado, Tropical), que é baseada em ensaios que possibilitam determinar propriedades mecânicas e hídricas de corpos de prova de dimensões reduzidas. Essa classificação divide os solos em duas classes: solos de comportamento laterítico (L) e solos de comportamento não laterítico (N) (NOGAMI e VILLIBOR, 1981, 1995; VILLIBOR e ALVES, 2019).

Os solos tropicais, por estarem expostos às condições de clima tropical úmido com temperaturas elevadas, ação mais intensa da chuva e a evaporação, passam pelo processo de laterização, que ocorre pelo intenso intemperismo químico combinado com a presença do ácido húmico, gerado pelo surgimento de vegetação na rocha fragmentada pelo intemperismo físico (VILLIBOR e ALVES, 2019).

Silva *et al.* (2010) correlacionaram classificações tradicionais com a MCT, para um caso aplicado à rodovia municipal não pavimentada VCS 346, no município de Viçosa, MG. Foram analisadas 12 amostras de solos, que segundo a classificação TRB são materiais de comportamento sofrível a péssimo como subleito, e de acordo com a classificação MCT, 7 amostras apresentaram comportamento laterítico podendo ser empregadas como reforço de subleito e subleito compactado.

Santos *et al.* (2018) compararam diferentes sistemas de classificações geotécnicas aplicados a solos das rodovias MT 206 e MT 320, trecho entre Alta Floresta e Nova Santa Helena, no estado do Mato Grosso. Os solos em estudo possuíam granulometria fina, com predomínio da fração areia fina, silte e argila. O estudo demonstrou que das 13 amostras estudadas, somente em 8 delas a classificação definida pela TRB teve correspondência com a classificação MCT.

No processo de laterização, os cátions básicos são lixiviados e, conseqüentemente, geram uma concentração residual de óxidos de ferro e de alumínio. Por conta dessa concentração, a fração argila dos solos lateríticos é formada por argilominerais do grupo caulinitas e hidróxidos e óxidos hidratados, que reduzem a capacidade de adsorção de água dos argilominerais e agem como agentes cimentantes naturais entre partículas, formando agregações estáveis em presença de água. Um solo laterítico compactado em condições ideais apresenta alta capacidade de suporte e baixa perda dessa capacidade quando imersos em água, sendo essas duas características de especial interesse na pavimentação (SANTOS e PARREIRA, 2015).

Diante do exposto, este estudo teve por objetivo a análise de três solos típicos do Recôncavo Baiano e a sua aptidão para uso em camadas estruturais de pavimentos rodoviários. Foram realizados ensaios de análise química, compactação na energia Proctor normal, CBR [Índice de Suporte Califórnia (ISC)] e aplicadas às metodologias de classificações TRB, MCT e Resiliente. Por fim, foram correlacionados os comportamentos indicados em cada classificação com o tipo de argilomineral presente na fração fina de cada solo.

## 2 Metodologia

### 2.1 Solos

Os três solos estudados foram coletados em diferentes regiões do Recôncavo Baiano. O primeiro é um vertissolo conhecido como Massapê, coletado no canteiro central da BR-324/BA (km 565), no trecho entre Feira de Santana e Salvador. O segundo é um residual do granulito/gnaíse, conhecido como Regolito, coletado

na área interna da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em Salvador-BA. O terceiro solo é um latossolo amarelo distrocoeso, típico do Município de Cruz das Almas-BA, chamado neste trabalho de solo UFRB, e foi coletado na área interna da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). As coordenadas dos pontos de coleta dos materiais estudados estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de coleta.

Solo	Latitude	Longitude
Massapê	12°31'29.12"S	38°36'35.22"O
Regolito	13°00'01.54"S	38°30'34.57"O
UFRB	12°39'43.12"S	39°4'47.11"O

As amostras coletadas foram secas ao ar, destorroadas e acondicionadas em sacos plásticos para posteriormente serem utilizadas nos ensaios geotécnicos apresentados a seguir.

## 2.2 Ensaios de caracterização geotécnica

A preparação das amostras para os ensaios de caracterização seguiu as especificações da norma DNER-ME 041/94 (DNER, 1994a). A análise granulométrica foi realizada de acordo com a norma DNER-ME 051/94 (DNER, 1994b). Os ensaios para definição dos limites de consistência foram executados de acordo com as normas DNER-ME 122/94 (DNER, 1994c) e DNER-ME 082/94 (DNER, 1994d). A determinação da densidade real seguiu as recomendações da norma DNER-ME 093/94 (DNER, 1994e). Os resultados dos ensaios de granulometria e limites de consistência foram utilizados para a classificação dos solos pela metodologia TRB, conforme especificações do manual de pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (DNIT, 2006).

## 2.3 Ensaios de compactação e Índice de Suporte Califórnia (ISC)

Para os três solos estudados foram determinados, a partir do ensaio de compactação na energia Proctor normal, segundo norma DNIT 164/2013-ME (DNIT, 2013), os parâmetros ótimos de compactação (teor ótimo de umidade -  $w_{ót}$  e massa específica aparente máxima do solo seco -  $\rho_{d,máx}$ ). Por fim, a partir do ensaio ISC, segundo a norma DNIT 172/2016-ME (DNIT, 2016), foram avaliadas as características de resistência e expansão das amostras de solos. Com os resultados dos ensaios ISC, juntamente com a granulometria dos solos, foi possível classificar os materiais quanto à resiliência, de acordo com a norma DNER-PRO 269/94 (DNER, 1994f) e metodologias constantes em DNIT (2006).

## 2.4 Ensaios de compactação Mini-MCV e perda de massa por imersão

Este ensaio consistiu da compactação, em energias variáveis, de corpos de prova em tamanho miniatura ( $\varnothing 50$  mm). Para o ensaio de compactação Mini-MCV as amostras foram, após secas e destorroadas, passadas na peneira nº 10 (#2,0 mm). Logo após obteve-se, de cada solo, 5 porções com cerca de 500 g cada, nas quais se adicionou água em quantidade suficiente a obtenção de umidades sucessivamente crescentes, com taxa de variação próxima a 2%. De cada porção assim preparada retirou-se uma amostra de 200 g e, iniciando pela porção com menor teor de umidade, se deu início ao procedimento de compactação dos corpos de prova. Foram realizados golpes sucessivos e efetuadas leituras no extensômetro para determinação das alturas dos corpos de prova em diferentes séries de golpes, interrompendo o processo quando: i) a diferença entre a leitura obtida após  $4n$  golpes e a obtida após  $n$  golpes foi menor que 2,0 mm; ii) houve intensa exsudação de água, no topo e na base o corpo-de-prova; ou, iii) o número de golpes atingiu 256.

No ensaio de perda de massa por imersão, os corpos de prova compactados são extrudados 10,0 mm do molde cilíndrico. Em seguida, o conjunto é colocado em posição horizontal e imerso em água, garantindo-se que se tenha uma lâmina d'água não inferior a 1 cm acima da superfície externa do molde. São colocadas

cápsulas para coleta do solo que irá se desprender das porções dos corpos de prova. O conjunto ficou assim imerso por cerca de 20 horas.

Os ensaios de Mini-MCV e perda de massa por imersão foram realizados conforme os procedimentos prescritos na norma DNER-CLA 259/96 (DNIT, 1996), com necessárias consultas complementares as normas DNER-ME 258/94 (DNER, 1994g), DNER-ME 256/94 (DNER, 1994h) e DNER-ME 228/94 (DNER, 1994i).

## 2.5 Ensaios de análise química

Para identificar o tipo de argilomineral presente na fração fina de cada solo, foi realizada uma avaliação para os seguintes atributos químicos: pH em água e em KCl (relação solo:solução de 1:2,5); cátions trocáveis  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , por titulação após extração com solução de  $1 \text{ mol.L}^{-1} \text{KCl}$ ;  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  por fotometria de chama, após extração com Mehlich-1;  $\text{H+Al}$  extraídos com acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  a pH 7,0 e determinado com  $\text{NaOH } 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ . Baseado nestes dados e no teor de argila do solo foram calculadas a capacidade de troca de cátions (CTC), pela soma do resultado de bases trocáveis ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+$ ) e acidez ( $\text{H+Al}$ ); o valor de  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pHKCl} - \text{pHH}_2\text{O}$ ) e da atividade da argila (T), referente à capacidade de troca de cátions correspondente à fração argila, foi calculada pela Equação 1, além de calcular saturação por base (V). Também avaliou-se os teores de óxidos de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  presentes na fração argila do solo, determinados por meio de digestão sulfúrica. A partir desses teores foi possível calcular as relações moleculares  $K_i$  e  $K_r$ , que são relações entre óxidos, os quais podem indicar a presença de determinados argilominerais presentes no solo, calculados conforme a Equação 2 e Equação 3 (EMBRAPA, 1997). Os ensaios descritos foram realizados no Laboratório de Solos da UFRB, Campus Cruz das Almas.

$$T = \frac{\text{CTC} \cdot 100}{\text{teor de argila (\%)}} \quad (1)$$

$$K_i = 1,70 \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} \quad (2)$$

$$K_r = 1,70 \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0,6375} \quad (3)$$

## 3 Resultados e Discussões

### 3.1 Ensaios de análise química

Na Tabela 2 estão apresentados os valores encontrados de óxidos de alumínio, além dos valores calculados de Capacidade de Troca Catiônica do Solo (CTC),  $K_i$ ,  $K_r$  e atividade da fração argila (T).

Tabela 2. Resultados da análise química dos solos.

Solo	V (%)	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CTC (cmolc/kg)	$K_i$	$K_r$	T (cmolc/kg)
Massapê	95	6,83	21,03	5,40	19,00	5,24	3,48	25,03
Regolito	54	11,63	14,73	12,34	2,60	2,15	1,28	4,81
UFRB	40	8,94	12,43	3,47	3,10	2,36	1,90	8,09

Os índices  $K_i$  e  $K_r$  refletem o grau de intemperização do solo e indicam o argilomineral presente no mesmo. Quando  $K_i$  e  $K_r$  são superiores a 0,75, existe uma predominância de argilominerais do grupo caulinita (1:1). A mineralogia montmorilonítica (2:1) fica definida quando se tem  $K_i$  superior a 2,2, e alta capacidade de troca de cátions ( $> 17 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) (EMBRAPA, 2018).

Os latossolos possuem baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ) e baixa capacidade de troca de cátions, inferior a  $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , e, conseqüentemente, uma atividade baixa da fração argila ocasionada pelo avançado processo de intemperização. Como pode ser observado, o solo UFRB apresenta mineralogia caulinitica. Assim como o solo UFRB, os índices encontrados para o Regolito também sugerem mineralogia caulinitica. Solos lateríticos são compostos pelo argilomineral caulinita, que possui baixa atividade da fração argila, que combinado com os óxidos de ferro e alumínio geram uma cimentação natural formando agregações estáveis.

Os vertissolos possuem alta saturação por bases ( $V > 50\%$ ) e elevada capacidade de troca de cátions ocasionando uma alta atividade da fração argila e alta relação  $K_i$ , que geram expressivas mudanças volumétricas quando secos (contração) e umedecidos (expansão). Além disso, esses movimentos de expansão e contração estão relacionados ao tipo de argilomineral presente. No vertissolo em estudo os dados sugerem uma mineralogia montmorilonítica, podendo ocorrer a formação de fendas e superfícies de compressão quando secos e micro-relevos quando úmidos (EMBRAPA, 2018).

### 3.2 Ensaios de caracterização geotécnica

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização dos solos e sua classificação TRB. Na Figura 1 podem ser observados os registros fotográficos e as curvas granulométricas dos solos.

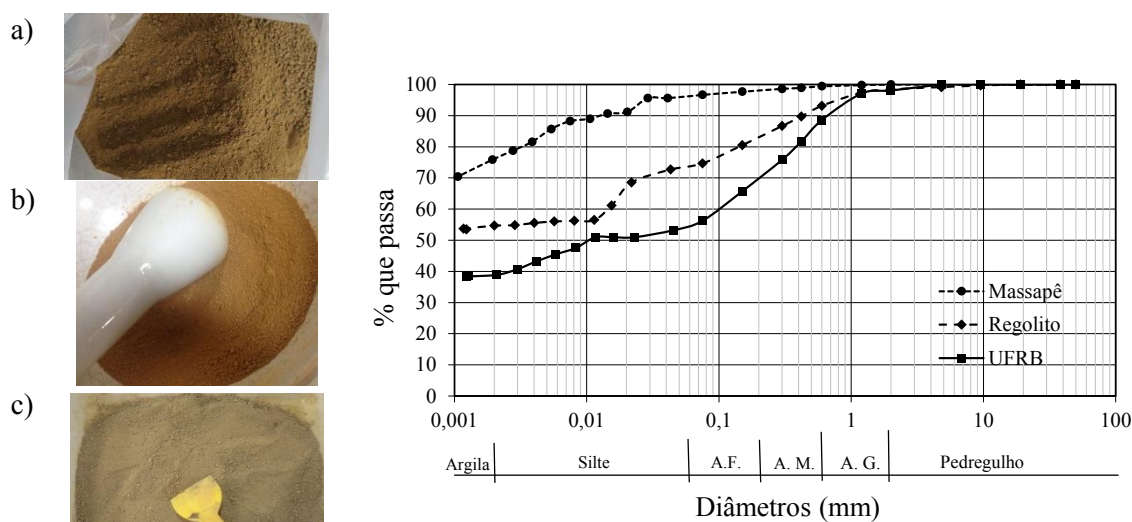


Figura 1. (a) Massapé, (b) Regolito, (c) UFRB e Curvas Granulométricas dos solos.

Tabela 3. Características físicas dos solos empregados e classificação TRB.

Solo	Granulometria (%)				$\rho_s$ ( $\text{g/cm}^3$ )	Limites de consistência (%)				TRB
	pedregulho	areia	silte	argila		$w_l$	$w_p$	IP	IG	
Massapé	0,0	4,9	18,3	76,8	2,67	94	45	49	20	A-7-5
Regolito	1,6	24,5	19,7	54,2	2,64	61	45	16	14	A-7-5
UFRB	1,9	43,6	15,6	38,9	2,62	29	21	8	4	A-4

Como se observa, o solo Massapé possui elevado teor de argila (76,8%), caracterizando-se como um solo plástico com elevado IP. De acordo com a TRB é classificado como A-7-5, um solo siltoso com elevado índice de plasticidade e sujeito a grandes variações de volume. O solo UFRB apresenta granulometria fina, com predominância de areia (43,6%), que justifica os limites de consistência mais amenos quando comparado ao solo Massapé, por exemplo, caracterizando-o como solo pouco plástico. Segundo a classificação TRB, o

solo em questão é classificado como A-4, um solo siltoso moderadamente plástico. O solo Regolito apresentou predominância da fração argila (54,2%), tipificando um solo plástico. Conforme a TRB, o solo se classifica como A-7-5, um solo siltoso, possivelmente altamente elástico suscetível a grandes variações de volume.

De acordo com o preconizado na classificação TRB, os solos Massapê, UFRB e Regolito, apresentam comportamento sofrível a péssimo como subleito.

### 3.3 Ensaios de compactação e Índice de Suporte Califórnia (ISC)

Os resultados dos ensaios de compactação, ISC e Expansão ISC podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados dos ensaios de compactação e ISC.

Solo	Curva de compactação		ISC (%)	Expansão (%)	Silte (%)	Classificação Resiliente
	w <sub>ót</sub> m (%)	ρ <sub>dmáx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )				
Massapê	25,3	1,34	0,0	9,65	14,89	Tipo III
Regolito	31,8	1,33	4,2	0,39	25,21	Tipo III
UFRB	14,1	1,68	2,0	0,04	21,14	Tipo III

Os três solos avaliados foram classificados como tipo III, que de acordo com DNIT (2006) são solos de comportamento ruim quanto à resiliência, sendo vedado seu emprego em camadas de pavimento. O uso como subleito, entretanto, exige cuidados e estudos especiais. Importante destacar que os ensaios ISC neste estudo foram realizados para energia Proctor normal. Contudo, para o solo UFRB, os resultados do ISC obtidos por Carvalho *et al.* (2020) nas energias de compactação Proctor intermediária e modificada, foram de 9,4% e 18,3%, respectivamente. Assim, quando compactado na energia Proctor intermediária, o solo UFRB passa a ser classificado como Tipo II, podendo ser empregado como subleito e reforço de subleito. Já para o solo Massapê, os resultados obtidos por Vieira *et al.* (2020) indicam que o aumento da energia de compactação não apresentam diferença quanto a sua classificação resiliente.

### 3.4 Ensaios de compactação Mini-MCV e perda de massa por imersão

Na tabela 5 constam os parâmetros necessários para realizar a classificação de acordo com metodologia MCT. O Massapê possui um coeficiente granulométrico (c') elevado, indicando um alto teor de fração argila no solo, que é comprovado pela curva granulométrica na Figura 1, além de um d' baixo, típico de argilas não lateríticas.

No solo UFRB observa-se um índice d' elevado, que segundo Villibor e Alves (2019) é um comportamento esperado de areias argilosas bem graduadas, que possuem argila de natureza laterítica em sua composição. No Regolito destaca-se a baixa perda de massa por imersão, característica típica de solos lateríticos. A microestrutura é formada por argilominerais cauliniticos revestidos com óxidos de ferro e alumínio, que permitem uma aglutinação de todos os componentes do solo, reduzindo sua erodibilidade.

Tabela 5. Índices classificatórios e classificações das amostras segundo a metodologia MCT.

Solo	Índices Classificatórios				Classificação MCT
	c'	d'	Pi (%)	e'	
Massapê	2,57	25,45	100,00	1,28	NG'
Regolito	1,96	25,00	0,30	0,93	LG'
UFRB	1,80	136,75	78,00	0,97	LG'

Segundo Nogami e Villibor (1995), solos NG' apresentam elevada expansibilidade, plasticidade, compressibilidade e contração. Não são indicados para serem utilizados em camadas nobres dos pavimentos. Já os solos classificados como LG' possuem baixa expansão, média contração podendo ser empregados como

revestimento primário, proteção à erosão, base de pavimento, reforço do subleito compactado e subleito compactado.

A seguir, na Tabela 6, é possível interrelacionar os resultados e comparar as classificações.

Tabela 6. Classificações dos solos de acordo com cada sistema utilizado.

Solo	TRB	Resiliente	MCT
Massapê	A-7-5	Tipo III	NG'
Regolito	A-7-5	Tipo III	LG'
UFRB	A-4	Tipo III	LG'

Observa-se que, contrariando as classificações TRB e Resiliente, semelhante aos resultados obtidos por Silva *et al.* (2010) e Santos *et al.* (2018), a classificação MCT torna adequado o uso dos solos UFRB e Regolito para camadas estruturais de pavimentos. Essa viabilização para uso na pavimentação dos dois solos pela metodologia MCT pode ser, em parte, explicada pela análise química realizada, onde os solos UFRB e Regolito apresentaram uma mineralogia caulínica, típica de solos lateríticos, que possuem resistência quando compactados e estabilidade quando imersos. Já o Massapê em todas as três classificações apresentou-se inadequado para fins rodoviários, visto que, na análise química, se trata de uma argila tradicional, formada pelo argilomineral montmorilonita, com elevada expansão, contração e compressibilidade.

#### 4 Conclusões

Neste presente estudo foi possível verificar que a classificação MCT foi a que previu de maneira mais adequada o comportamento dos solos estudados, pois leva em consideração as propriedades mecânicas e hidráulicas dos materiais. Evidenciou-se também que o tipo do argilomineral presente na fração fina é determinante no comportamento do solo e que os parâmetros geotécnicos tradicionais, isoladamente, não são suficientes para identificar de forma completa o comportamento dos solos tropicais. Por fim, observa-se o potencial de utilização de solos finos da região do Recôncavo Baiano na pavimentação, podendo contribuir para a minimização de custos desse tipo de obra de infraestrutura.

#### AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC-UFRB e ao Laboratório de Pavimentação da UFRB pelo apoio para realização da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carvalho, A. S. Y., Almeida, M. S., Costa, W. G. S., Santos, J. H. T. e Vieira, G. R. (2020) Estudo do Comportamento de um Solo de Subleito Quando Submetido a Diferentes Níveis de Energia de Compactação. Cruz das Almas.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). (1994a) DNER-ME 041/94. Solos- preparação de amostras para ensaio de caracterização. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). (1994b) DNER-ME 051/94. *Solos- Análise granulométrica*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). (1994c) DNER-ME 122/94. *Solos- Determinação do limite de liquidez- método de referência*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). (1994d) DNER-ME 082/94. *Solos- Determinação do limite de plasticidade*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). (1994e) DNER-ME 093/94. *Solos- Determinação da densidade real*. Rio de Janeiro.



- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1994f) DNER-PRO 269/94. *Projeto de restauração de pavimentos flexíveis - TECNAPAV*.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1994g) DNER-ME 258/94. *Solos compactados com equipamento miniatura – Mini-MCV*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1994h) DNER-ME 256/94. *Solos compactados com equipamento miniatura – determinação da perda de massa por imersão*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1994i) DNER-ME 228/94. *Solos – compactação em equipamento miniatura*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. (1996) DNER-CLA 259/96. *Classificação de solos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos-de-prova compactados em equipamento miniatura*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2006) Manual de Pavimentação, 3 ed. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2010) DNIT 134/2010 - ME. *Pavimentação - Solos- Determinação do módulo de resiliência – Método de ensaio*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2016) DNIT 172/ 2016- ME. *Solos- Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas*. Rio de Janeiro.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2013) DNIT 164/ 2013- ME. *Solos- Compactação utilizando amostras não trabalhadas*. Rio de Janeiro.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos. (1997) Manual de Métodos de Análise de Solos, 2.ed. Rio de Janeiro.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Solos. (2018) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5.ed. Brasília, DF.
- Machado, A. C., Ferreira, L. D., Couto, B. O. C., Filgueiras, R. A. C. e Souza, R. R. (2016) Estudo Comparativo entre a Classificação MCT e os Sistemas Tradicionais de Classificações Geotécnicas para Solos Brasileiros. Belo Horizonte.
- Machado, C. C. (2013) Construção e conservação de estradas rurais e florestais. In: C. C. Machado (Ed.); Planejamento de estradas florestais. p.441. Viçosa, MG.
- Nogami, J. S. e Villibor, D.F. (1981) Uma Nova Classificação de Solos para Finalidades Rodoviárias, Anais do Simpósio de Solos Tropicais em Engenharia, Vol 1, 30/41, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Nogami, J. S. e Villibor, D. F. (1995) Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos, 1 ed. São Paulo.
- Santos, E. F. dos, Parreira, A. B. (2015) Estudo Comparativo de Diferentes Sistemas de Classificações Geotécnicas Aplicadas aos Solos Tropicais. São Carlos.
- Santos, W. M., Roza, A. E. D., Santos, B. G. S., Bispo, G. (2018) Estudo Comparativo de Diferentes Sistemas de Classificações Geotécnicas Aplicadas a Solos das Rodovias MT 206 e MT 320 trecho entre Alta Floresta e Nova Santa Helena- MT. Universidade Federal do Mato Grosso.
- Silva, T. O., Carvalho, C. A. B., Lima, D. C., Calijuri, M. L., Lani, J. L., Oliveira, T. M. (2010) Sistemas de Classificações Geotécnicas de Solos: Estudo de caso aplicado à rodovia não pavimentada VCS 346, Viçosa, MG. R. Árvore. p. 313-321. Viçosa, MG.
- Vieira, G. R., Almeida, M. S. S., Costa, W. G. S., Souza, F. C. S. e Malaquias, G. A. P. (2020) Influência da Energia de Compactação no Comportamento Expansivo do Massapê. Cruz das Almas.
- Villibor, D. F. e Alves, D. M. L. (2019) Pavimentação de baixo custo para regiões tropicais: projeto e construção: novas considerações, 1 ed. Florianópolis.