

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS - IBRAOP

INSTITUTO RUI BARBOSA – IRB / COMITÊ OBRAS PÚBLICAS

PROC-IBR-ROD 220/2025
Caracterização e Classificação de Solos Tropicais (MCT)
para fins de Auditoria de Serviços de Terraplenagem

Edição válida a partir de:

www.ibraop.org.br www.irbcontas.org.br

1. OBJETIVOS/JUSTIFICATIVAS

O procedimento tem por objetivo orientar a Equipe de Auditoria quanto à classificação de solos tropicais segundo a metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical) tratada na Norma DNIT 259/2023 – CLA – Solos – Classificação de solos finos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos de prova compactados em equipamento miniatura – Classificação (Norma DNIT 259/2023).

A importância dessa verificação está na possibilidade de utilização, em serviços de terraplenagem, de solos tropicais incompatíveis com as especificações técnicas.

A importância da classificação dos solos, segundo a metodologia MCT, está na possibilidade de ocorrência de sobrepreço ou superfaturamento por quantidade e/ou qualidade pela execução de serviços de terraplenagem com solos incompatíveis com as especificações técnicas, assim como na possibilidade de redução do desempenho e da vida útil do corpo estradal, com consequente desperdício de dinheiro público e necessidade de intervenções precoces na via.

De modo complementar, a classificação dos solos, segundo a metodologia MCT, possibilita a identificação de ocorrência de material tecnicamente e economicamente viável para compor o leito estradal, evitando-se gastos desnecessários com movimentações de terra por longas distâncias para o transporte de solos admissíveis pelos parâmetros mais usuais de classificação (ISC/CBR, granulometria e expansão).

2. EQUIPAMENTOS/INSTRUMENTOS NECESSÁRIOS

São necessários os equipamentos descritos no item 4 da Norma DNIT 258/2023 – ME – Solos – Compactação em equipamento miniatura – Ensaios Mini-MCV e perda de massa por imersão – Método de ensaio (Norma DNIT 258/2023).

3. PROCEDIMENTO

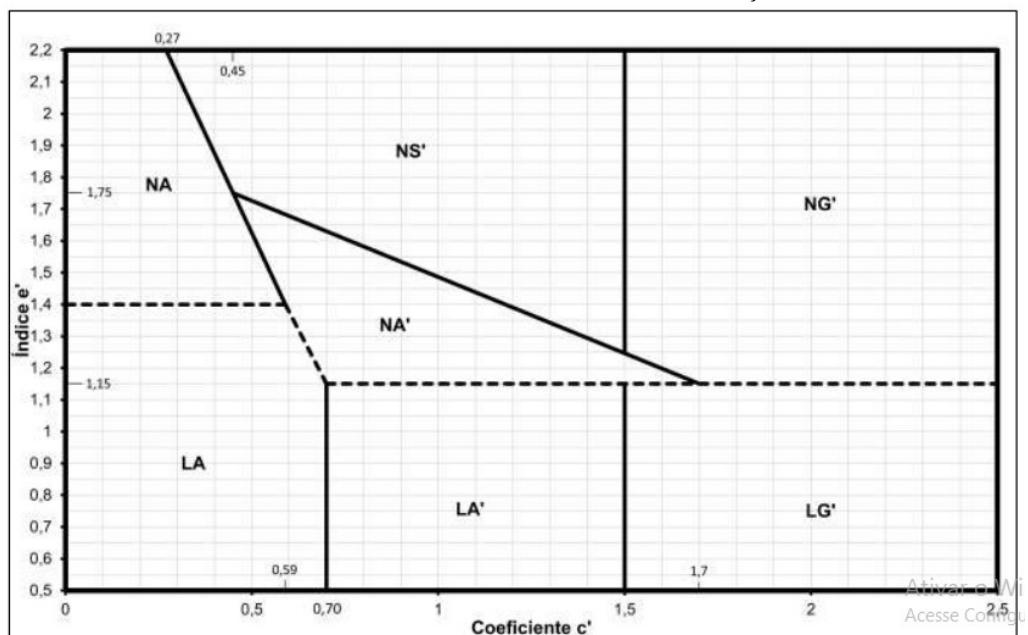
A Equipe de Auditoria pode, primeiramente, efetuar avaliação quanto à susceptibilidade dos solos finos tropicais à compactação e à perda de massa por imersão, propriedades que são utilizadas para a caracterização e classificação dos solos tropicais de comportamento laterítico e não laterítico, no sistema de classificação MCT (Miniatura, Compactado, Tropical).

Para tanto, a Equipe de Auditoria pode adotar as premissas estabelecidas na Norma DNIT 258/2023, que estabelece a sistemática a ser empregada na execução dos ensaios de Mini-MCV e de perda de massa por imersão, necessários para determinação dos coeficientes empíricos utilizados na caracterização e classificação de solos finos tropicais, compactados em escala reduzida.

Assim, a Equipe de Auditoria pode executar os ensaios de Mini-MCV e de determinação de perda de massa por imersão, conforme a Norma DNIT 258/2023, e, a partir dos resultados obtidos nos ensaios, determinar os coeficientes c' , d' e Pi' , descritos na Norma DNIT 259/2023, onde: c' é o coeficiente de argilosidade; d' é o coeficiente angular da parte retilínea (ou assimilável a uma reta) e mais inclinada do ramo seco da curva de compactação correspondente ao número de golpes de referência do ensaio Mini-MCV; e Pi' é a perda de massa por imersão.

Posteriormente, a Equipe de Auditoria pode calcular o índice de laterização (e') descrito na Norma DNIT 259/2023.

De posse dos valores de c' e e' obtidos, a Equipe de Auditoria pode localizar, neste gráfico, o ponto que os representa, classificando a amostra de acordo com sua localização.



Fonte: Norma DNIT 259/2023.

Conforme a Norma DNIT 259/2023, quando o ponto no gráfico estiver próximo da linha que separa os solos de grupos lateríticos (prefixo L) dos não lateríticos (prefixo N), deve-se considerá-lo laterítico quando atender a estes dois critérios:

- a curva P_i versus Mini-MCV tiver inclinação negativa no trecho com Mini-MCV de 10 a 15;
- a curva Mini-MCV versus hc tiver concavidade para cima.

Finalmente, a partir da identificação do grupo a que pertence o solo, de acordo com a classificação MCT, as propriedades típicas dos solos integrantes dos vários grupos podem ser verificadas nesta tabela:

Classes			N - Solos de comportamento "não laterítico"				L - Solos de comportamento laterítico									
Grupos			NA Areias	NA' Arenosos	NS' Siltosos	NG' Argilosos	LA Areias	LA' Arenosos	LG' Argilosos							
Granulometrias Típicas (Minerais) (1)			Areias	Areias Siltosas	Siltos (k,m)	Argilos, Argilas	Areias com pouca argila	Areias Argilosas	Argilas, Argilas Arenosas							
Capacidade de Suporte	Mini-CBR sem Embrebição	Muito Alto > 30	Alta a Média	Alta	Alta a Média	Alta	Alta	Alta a Muito Alta	Alta							
		Alto 12 - 30														
		Médio 4 - 12														
	Perda de Suporte por Embrebição	Baixo < 4														
		Alta > 70	Baixa a Média	Baixa	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa							
		Média 40 - 70														
		Baixa < 40														
Expansão (%) (2)	Alta > 3		Baixa	Baixa	Alta	Alta a Média	Baixa	Baixa	Baixa							
	Média 0,5 - 3															
	Baixa < 0,5															
Contração (%) (2)	Alta > 3		Baixa a Média	Baixa a Média	Média	Alta a Média	Baixa	Baixa a Média	Baixa a Alta							
	Média 0,5 - 3															
	Baixa < 0,5															
Permeabilidade log k (cm/s)	Alta > (-3)		Alta a Média	Baixa	Média a Alta	Baixa a Média	Baixa a Média	Baixa	Baixa							
	Média (-3) a (-6)															
	Baixa < (-6)															
Plasticidade	IP (%) LL (%)		Baixa a NP	Média a NP	Média a Alta	Alta	NP a Baixa	Baixa a Média	Média a Alta							
	Alta > 30 > 70															
	Média 7 - 30 30 - 70															
	Baixa < 7 < 30															

Fonte: Norma DNIT 259/2023

Cita-se, como exemplo, a aplicação da classificação MCT para seleção de solos conforme previsto na Norma DNIT 445/2023 – ES – Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço:

CLASSIFICAÇÃO MCT DE SOLOS, CARACTERÍSTICAS E PRIORIDADES DE ESCOLHA.							
Granulometria típica	Areias argilosas	Argilas (arenosas, siltosas), siltos argilosos	Areias siltosas	Areias	Areias, siltos (q, s)	Siltos (k, m), siltos arenosos.	Argilas (arenosas, siltosas), siltos argilosos
Grupo MCT	LA'	LG'	NA'	LA	NA	NS'	NG'
Prioridade de escolha do material para revestimento primário	1°	2°	3°	4°	5°	n	n

Onde: 1°, 2° ... = Prioridade de escolha, n = não recomendado, q = quartzoso, s = sericítico, k = caulinítico e m = micáceo.

Fonte: Norma DNIT 445/2023 apud Villibor e Alves (2019).

4. DOS POSSÍVEIS ACHADOS DE AUDITORIA

- a) Superfaturamento pela medição de serviços executados com materiais incompatíveis com as normas técnicas, em desacordo com os artigos 66 e 76 da Lei n.º 8.666/1993 ou artigo 115 e § 1º do artigo 140 da Lei nº 14.133/2021 c/c os artigos 62 e 63 da Lei n.º 4.320/1964.

5. DOCUMENTOS PARA INSTRUÇÃO PROCESSUAL

- a) Cópia das especificações de serviço e de ensaios do órgão jurisdicionado fiscalizado;
- b) Cópia do Projeto de Terraplenagem;
- c) Fichas de aferição dos parâmetros ensaiados;
- d) Cópia dos processos de medição e pagamento;
- e) Cópia do Controle Tecnológico da obra; e
- f) Cópia das especificações do Projeto de Pavimentação.

6. NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

A relação apresentada a seguir não é exaustiva, sendo necessário que a Equipe de Auditoria considere as atualizações, revisões, exclusões e inclusões de novas orientações, normas e aspectos legais:

- Norma DNIT 259/2023 – CLA – Solos – Classificação de solos finos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos de prova compactados em equipamento miniatura – Classificação;
- Norma DNIT 258/2023 – ME – Solos – Compactação em equipamento miniatura – Ensaios Mini-MCV e perda de massa por imersão – Método de ensaio.