



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE  
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES  
DIRETORIA-GERAL  
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E  
PESQUISA  
INSTITUTO DE PESQUISAS EM  
TRANSPORTES  
Setor de Autarquias Norte  
Quadra 03 Lote A  
Ed. Núcleo dos Transportes  
Brasília – DF – CEP 70040-902  
Tel./fax: (61) 3315-4831

OUTUBRO 2023

NORMA DNIT 444/2023 – CLA

## Classificação de solos tropicais de granulação grossa – Classificação

**Autor:** Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR

**Processo:** 50600.025726/2023-69

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 03/10/2023.**

*Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.*

### Palavras-chave:

Solos grossos tropicais, equipamento miniatura, classificação G-MCT

### Nº total de páginas

9

### Resumo

Este documento estabelece a classificação para solos tropicais de granulação grossa (G-MCT), para finalidades rodoviárias, com base nos grupos “tipo granulométricos” e na metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical).

### Abstract

This document establishes the classification of tropical coarsed soils for road construction purposes based on its own granulometric types, and as regards the MCT (Miniature, Compactated, Tropical) methodology.

### Sumário

Prefácio .....	1
1 Objetivo .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Termos e definições .....	2
4 Amostra .....	2
5 Procedimento .....	2
6 Resultado .....	3
Anexo A (normativo) – Fluxograma para procedimento de classificação G-MCT .....	4
Anexo B (normativo) – Gráfico com a classificação dos tipos granulométricos .....	5
Anexo C (normativo) – Quadros com as descrições dos grupos de solos da classificação G-MCT .....	6

Anexo D (informativo) – Bibliografia ..... 8

Índice geral ..... 9

### Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR conforme a Instrução Normativa nº 20/DNIT SEDE, de 1º de novembro de 2022 e a norma DNIT 001/2023 – PRO.

### 1 Objetivo

Esta Norma estabelece a classificação de solos grossos tropicais (G-MCT), com base nos grupos “tipos granulométricos” e na metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical). Apresenta também um quadro que contém as propriedades dos principais grupos de solos considerados na classificação, para a escolha daqueles mais apropriados para aplicação em obras rodoviárias.

### 2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – ME 080/94: Solos – Análise granulométrica de solos por peneiramento.

b) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 258 – ME: Solos – Compactação em equipamento miniatura – Ensaio Mini-MCV e perda de massa por imersão – Método de ensaio.

c) \_\_\_\_\_. DNIT 259 – CLA: Solos – Classificação de solos finos tropicais para finalidades rodoviárias utilizando corpos de prova compactados em equipamento miniatura – Classificação.

### 3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento técnico, aplicam-se os seguintes termos e definições:

#### 3.1 Classificação MCT

Classificação relativa a grupos de solos com comportamento laterítico e não laterítico, tendo como base a determinação do índice de laterização ( $e'$ ) e o coeficiente de argilosidade ( $c'$ ) obtidos com o ensaio de Mini-MCV.

#### 3.2 Ensaio Mini-MCV

É o ensaio de compactação realizado com solos finos tropicais, utilizando apenas a fração que passa integralmente na peneira nº 10 (2,0 mm). As amostras são compactadas em moldes cilíndricos, por meio da aplicação de golpes sucessivos, com soquete de massa e altura de queda padronizadas, com a energia de compactação necessária para atingir a máxima massa específica, tendendo a um valor próximo da condição de saturação. O procedimento do ensaio Mini-MCV é descrito na norma DNIT 258 – ME.

#### 3.3 Solos tropicais de granulação grossa (G-MCT)

Solos cuja classificação é dada em função do peneiramento dos materiais retidos e passantes na peneira nº 10 (2,0 mm).

#### 3.4 Tipos granulométricos específicos

Os tipos granulométricos são: Ps (composto por pedregulho com solo); Sp (composto por solo com pedregulho) e Gf (composto por material granular com finos). Esses três grupos são originados pela correlação

entre as porcentagens de materiais que passam na peneira de 2,0 mm com os que passam na peneira de 0,075 mm.

### 4 Amostra

A amostra total deve ser composta por grãos inertes de areia e pedregulho e pesar 50 kg.

A amostra deve ser separada em duas partes: a primeira deve conter  $\frac{3}{4}$  da amostra total (32,5 kg) para ser usada na primeira etapa de enquadramento nos tipos granulométricos específicos.

A segunda parte da amostra é o  $\frac{1}{4}$  restante (12,5 kg) que deve ser usada para a classificação MCT no material passante na peneira de abertura 2,0 mm, conforme a norma DNIT 259 – CLA.

### 5 Procedimento

#### 5.1 Procedimento para classificação G-MCT

- Executar a análise granulométrica de acordo com a norma DNER – ME 080 ou norma DNIT que venha a substituí-la.
- Deve-se verificar a porcentagem de amostra retida na peneira de abertura de 2,0 mm. Se a porcentagem retida for maior do que 10 %, prossegue-se com a classificação em um dos grupos de classificação G-MCT e, se for menor, segue-se com a classificação MCT, conforme norma DNIT 259 – CLA (Tabela 1).

**Tabela 1 – Resumo com as condições para procedimentos**

% retida na # n° 10 (2,0mm)	Tipo de procedimento
> 10 %	Classificação MCT (DNIT 259 – CLA) e Classificação G-MCT
< 10 %	Classificação MCT (DNIT 259 – CLA)

- Determinar o tipo granulométrico com base na análise granulométrica das porcentagens de material passantes nas peneiras de abertura 2,0 mm (Nº 10) e 0,075 mm (Nº 200), conforme a Tabela 2.

**Tabela 2 – Limites para classificação G-MCT**

Tipo Granulométrico	Características	% passa na # 2,0 mm	% passa na # 0,075 mm
Ps	Pedregulho com solo	< 50 %	< 30 %
Sp	Solo com Pedregulho	> 50 %	< 30 %
Gf	Solo granular com fino	< 100 %	> 30 %

- d) O MCT deve ser feito para a fração de amostra passante na peneira de abertura de 2,0 mm (Nº 10).
- e) Após a obtenção das informações de MCT e dos tipos granulométricos é realizada a combinação entre os dois resultados e, assim, obtém-se a classificação G-MCT, conforme pode ser observado na Figura A1 do Anexo A.

### 5.2 Procedimento para classificação MCT

- a) Executar os ensaios Mini-MCV e a determinação de perda de massa por imersão, conforme a norma DNIT 258 – ME onde serão obtidos os parâmetros de coeficiente de argilosidade ( $c'$ ) e de correlação entre a variação de massa específica seca e de umidade de compactação ( $d'$ ).

- b) Realizar classificação MCT, com base na norma DNIT 259 – CLA e, a partir dos valores do coeficiente de argilosidade ( $c'$ ) e do índice de laterização ( $e'$ ) obtidos, localizar, no gráfico de classificação MCT, o ponto que os representa, o grupo da amostra de acordo com sua posição.

### 6 Resultado

A classificação G-MCT será dada em função do tipo granulométrico combinado com o resultado da classificação MCT obtida com a fração passante na peneira de abertura de 2,0 mm (Nº 10).

Esta Norma fornece o grupo a que pertence o solo, de acordo com a classificação MCT, conforme Figura B1 do Anexo B.

As propriedades típicas dos solos integrantes dos grupos G-MCT são indicadas no Anexo C. Esses grupos são divididos em duas classes maiores: o Granular Laterítico (GL), indicado no Quadro C1 e o Granular Não Laterítico (GN) indicado no Quadro C2.

\_\_\_\_\_/Anexo A

Anexo A (normativo) – Fluxograma para procedimento de classificação G-MCT

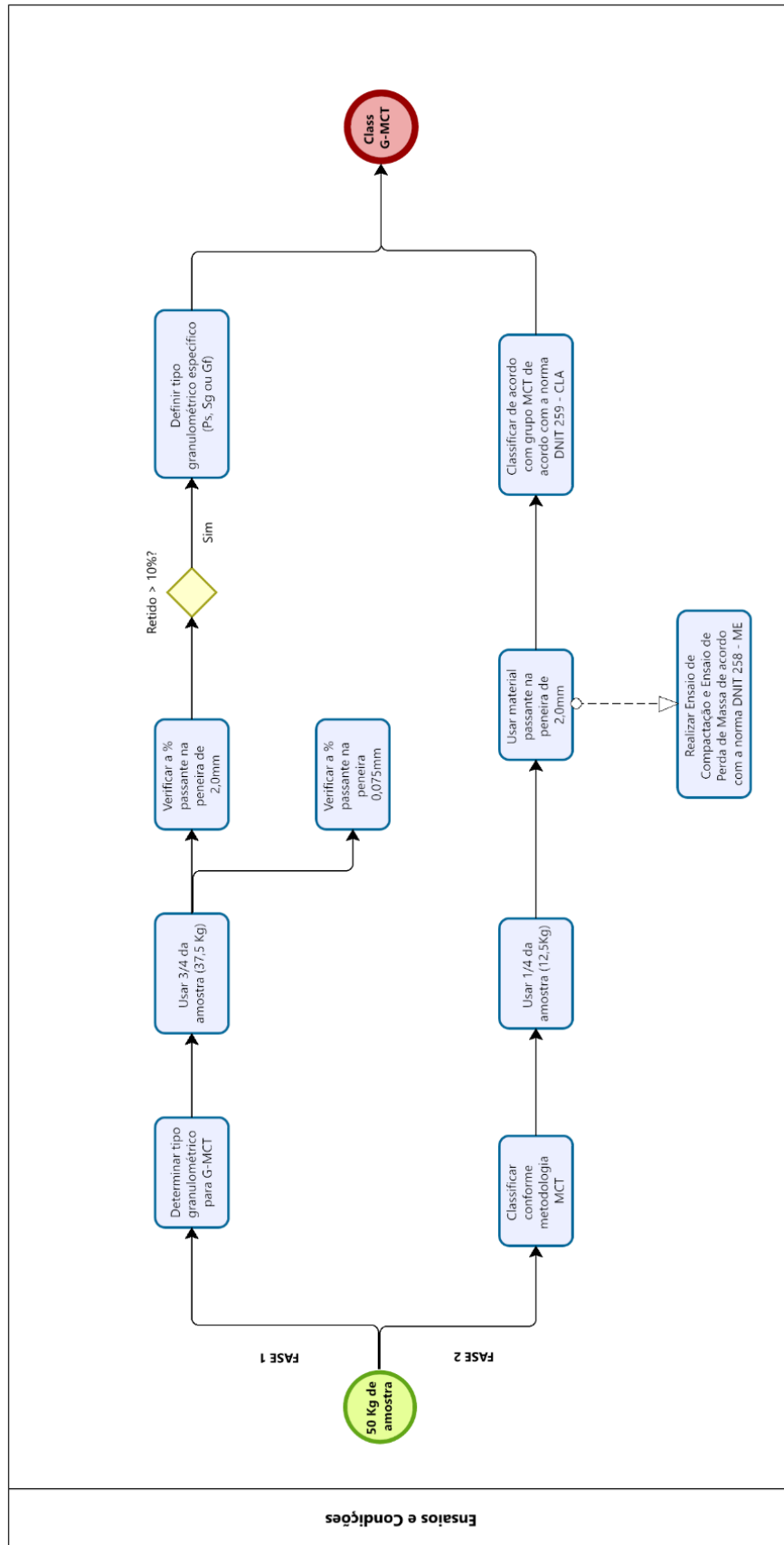


Figura A1 – Fluxograma esquemático das etapas necessárias para a classificação G-MCT

Fonte: Adaptado de Villibor e Alves, 2019.

Anexo B (normativo) – Gráfico com a classificação dos tipos granulométricos

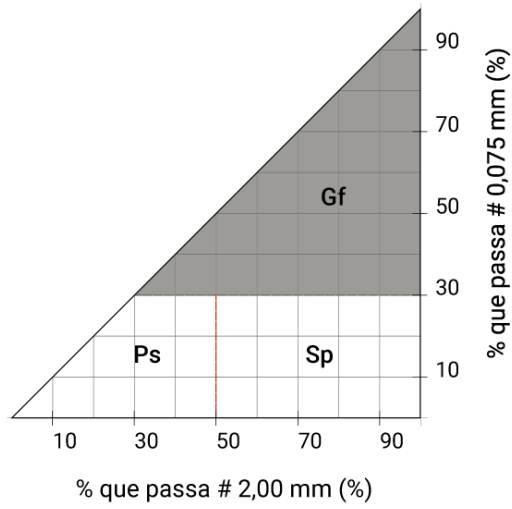


Figura B1 – Gráfico para classificação de tipos granulométricos do G-MCT

Fonte: Villibor e Alves, 2019.

\_\_\_\_\_/Anexo C

## Anexo C (normativo) – Quadros com as descrições dos grupos de solos da classificação G-MCT

## Quadro C1 – Descrição dos grupos de solos da classificação G-MCT com comportamento laterítico

Classe	Grupo MCT	Classificação G-MCT	Breve Descrição	
GL (Granular com finos de comportamento laterítico)	LA	<b>Ps-LA</b> Pedregulho com areia laterítica.	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Revestimento primário: não recomendado Reforço de Subleito: 1° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 2° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-LA</b> Areia laterítica com pedregulho.	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Revestimento primário: não recomendado Reforço de Subleito: 1° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 2° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-LA</b> Solo granular fino de areia laterítica com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Revestimento primário: 1° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 2° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 1° em prioridade de escolha.
	LA'	<b>Ps-LA'</b> Pedregulho com solo arenoso laterítico	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Revestimento primário: 1° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 4° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 5° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-LA'</b> Solo arenoso laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Revestimento primário: 1° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 4° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 5° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-LA'</b> Solo granular fino arenoso laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Médio	Revestimento primário: 1° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 4° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 5° em prioridade de escolha.
	LG'	<b>Ps-LG'</b> Pedregulho com solo argiloso laterítico	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Revestimento primário: 2° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 3° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 3° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-LG'</b> Solo argiloso laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Revestimento primário: 2° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 3° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 3° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-LG'</b> Solo granular fino argiloso laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Médio Coef. Perm.(k): Baixo a Médio	Revestimento primário: 4° em prioridade de escolha. Reforço de Subleito: 6° em prioridade de escolha. Base e Sub-base: 6° em prioridade de escolha.

Fonte: Adaptado de Villibor e Alves, 2019.

**Quadro C2 – Descrição dos grupos de solos da classificação G-MCT com comportamento não laterítico**

Classe	Grupo MCT	Classificação G-MCT	Breve Descrição	
GN (Granular com finos de comportamento não laterítico)	NA	<b>Ps-NA</b> Pedregulho com areia não laterítica	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 2° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-NA</b> Areia não laterítica com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 2° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-NA</b> Solo granular fino de areia não laterítica com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: não recomendado.
	NA'	<b>Ps-NA'</b> Pedregulho com solo arenoso não laterítico	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 1° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-NA'</b> Solo arenoso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 1° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-NA'</b> Solo granular fino arenoso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo Coef. Perm.(k): Médio	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: não recomendado.
	NS'	<b>Ps-NS'</b> Pedregulho com solo argiloso não laterítico	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 3° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-NS'</b> Solo argiloso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo a Médio Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 3° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-NS'</b> Solo granular fino siltoso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Médio Coef. Perm.(k): Baixo a Médio	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: não recomendado.
	NG'	<b>Ps-NG'</b> Pedregulho com solo argiloso não laterítico	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 4° em prioridade de escolha.
		<b>Sp-NG'</b> Solo argiloso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Médio a Alto Expansão CBR (E): Baixo a Médio Contração: Baixo a Médio Coef. Perm.(k): Médio a Alto	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: 4° em prioridade de escolha.
		<b>Gf-NG'</b> Solo granular fino argiloso não laterítico com pedregulho	Suporte CBR: Alto Expansão CBR (E): Médio a Alto Contração: Médio Coef. Perm.(k): Baixo a Médio	Reforço de Subleito, Base e Sub-base: não recomendado.

Fonte: Adaptado de Villibor e Alves, 2019.

**Anexo D (informativo) – Bibliografia**

- a) NOGAMI, J.S.; VILLIBOR, D.F. Uma nova classificação de solos tropicais para finalidades rodoviárias. Anais do simpósio brasileiro de solos tropicais em engenharia, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, vol.1, 1981.
- b) VILLIBOR, D. F; ALVES, D, M. L. Pavimentação de baixo custo para regiões tropicais. Projeto e Construção – Novas Considerações. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2019.

\_\_\_\_\_ /Índice geral



**Índice geral**

Abstract.....1	Objetivo.....1.....1
Amostra.....4.....2	Prefácio.....1
Anexo A (normativo) – Fluxograma para procedimento de classificação G-MCT.....4	Procedimento.....5.....2
Anexo B (normativo) – Gráfico com a classificação dos tipos granulométricos.....5	Procedimento para classificação G-MCT.....5.1.....2
Anexo C (normativo) – Quadros com as descrições dos grupos de solos da classificação G-MCT.....6	Procedimento para classificação MCT.....5.2.....3
Anexo D (informativo) – Bibliografia.....8	Referências normativas.....2.....1
Classificação MCT.....3.1.....2	Resultado.....6.....3
Ensaio Mini-MCV.....3.2.....2	Resumo.....1
Índice geral.....9	Solos tropicais de granulação grossa (G-MCT)...3.3.....2
	Sumário.....1
	Termos e definições.....3.....2
	Tipos granulométricos específicos.....3.4.....2

---