

The banner features the IPR+ logo at the top left. The main title 'Avaliação Estrutural e Funcional de Segmentos Experimentais em Rodovias Não Pavimentadas' is centered in a large white font on a blue background. Below the title, the speaker's information is provided: 'Prof. Weiner Gustavo Silva Costa' and 'Universidade Federal do Recôncavo da Bahia'. To the right, there is a promotional image for a webinar on November 7th at 10:00 AM, featuring a circular graphic with green and orange segments and a portrait of the professor. Logos for UFRRB, PaveLab\_UFRB, and DNIT are at the bottom.

A flow diagram illustrating the structure of the presentation. It consists of five rectangular boxes arranged in two rows. The top row contains three blue boxes: 'Introdução', 'Estradas Não Pavimentadas', and 'Segmentos Experimentais'. The bottom row contains two blue boxes: 'Monitoramento funcional' and 'Considerações finais'. Arrows indicate a flow from 'Introdução' to 'Estradas Não Pavimentadas', then to 'Segmentos Experimentais', and finally to 'Considerações finais'. Arrows also point from 'Monitoramento funcional' back towards the first two boxes. Logos for UFRRB, PaveLab\_UFRB, and DNIT are at the bottom.

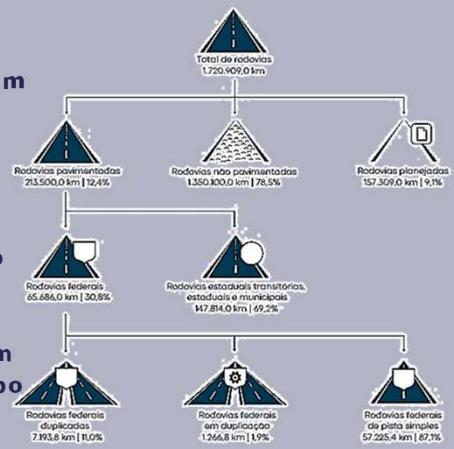


## PaveLab\_UFRB – Não Pav.

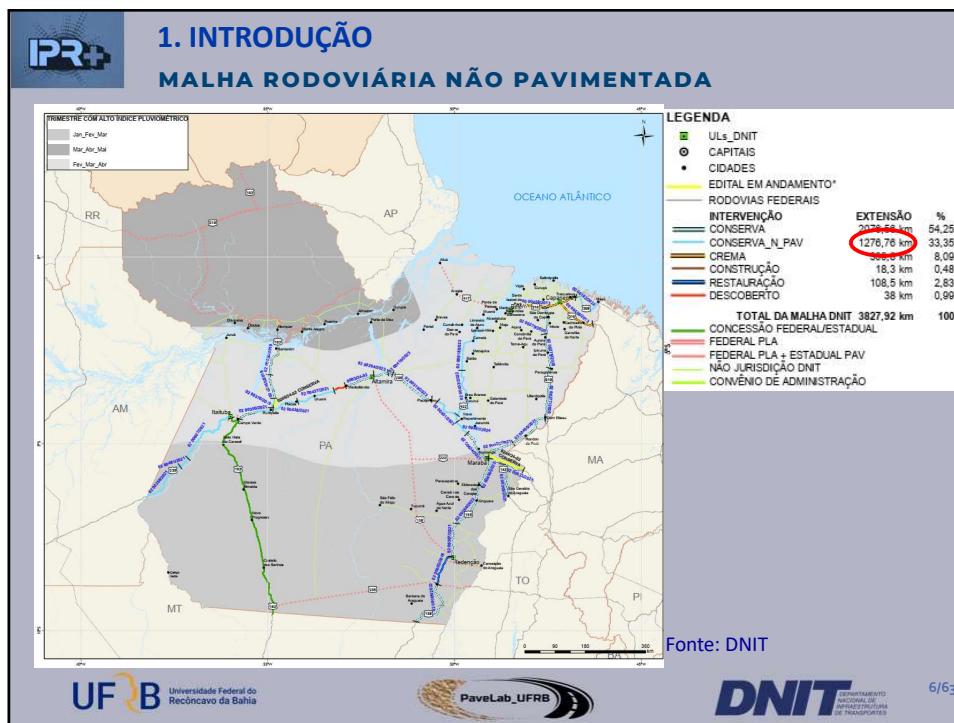
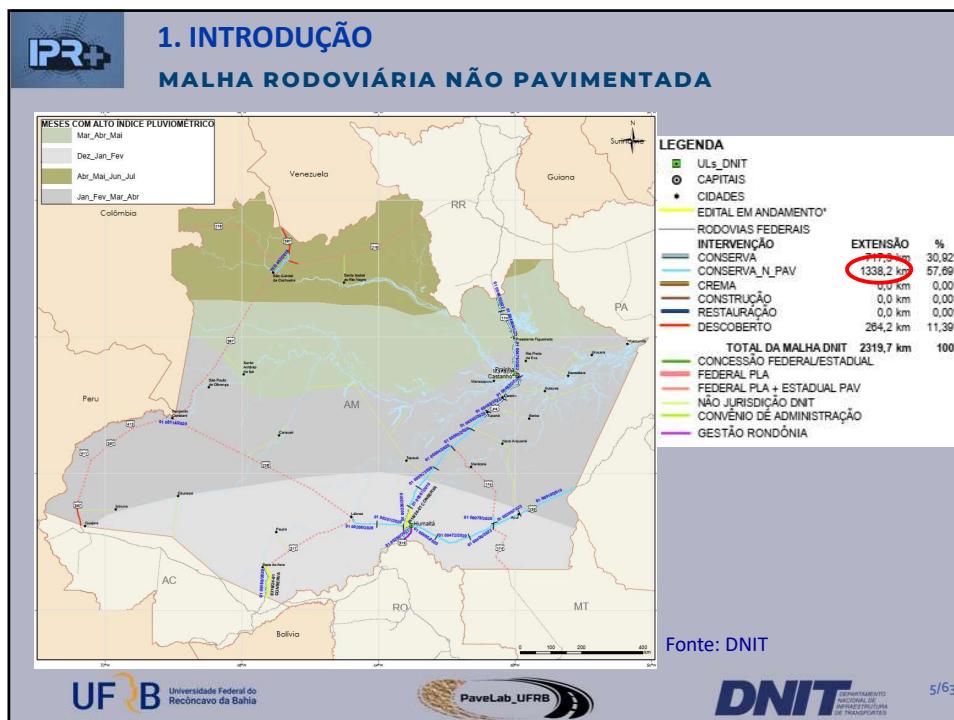


## 1. INTRODUÇÃO MALHA RODOVIÁRIA NÃO PAVIMENTADA

- Da malha rodoviária apenas 213.452 km dessas vias contam com revestimento definitivo.**
- 12,4% de rodovias pavimentadas CNT (2023).**
- 87,6% da malha rodoviária do Brasil é hoje constituída por rodovias e estradas rurais assentadas exclusivamente em leito natural ou com algum tipo de tratamento superficial da camada de desgaste apenas primário.**



Fonte: CNT





**1. INTRODUÇÃO**  
**MALHA RODOVIÁRIA NÃO PAVIMENTADA**

**Malha rodoviária federal (km) (Rede do SNV) segundo a situação física.**

REGIÃO	UF	REDE NÃO PAVIMENTADA				TOTAL
		LEITO NATURAL	EM OBRAS IMP	IMPLANT	EM OBRAS PAV	
Centro-Oeste	Sub-Total	564,5	15,0	255,3	159,9	17937,6
	BA	504,3	-	194,8	164,2	11621,7
Nordeste	Sub-Total	605,5	-	584,0	258,4	32442,1
	AM	-	-	1360,8	86,2	6106,5
	AP	-	-	542,6	11,5	1199,5
	PA	54,0	-	1248,9	314,4	8148,0
	RR	-	-	425,8	18,2	1859,9
Norte	Sub-Total	246,6	8,3	3702,5	430,3	24280,0
	MG	277,8	-	288,9	56,5	17590,1
Sudeste	Sub-Total	329,1	4,3	311,7	88,9	28395,8
Sul	Sub-Total	-	-	217,0	33,7	19093,3
<b>BRASIL</b>		<b>1745,7</b>	<b>27,6</b>	<b>5070,5</b>	<b>971,2</b>	<b>122148,8</b>

**FONTE:** DNIT (2023).

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

8/63



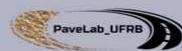
## 1. INTRODUÇÃO

### MALHA RODOVIÁRIA NÃO PAVIMENTADA

Malha rodoviária estadual (km) segundo a situação física - Bahia

SITUAÇÃO /REDE	PLANEJADA	NÃO PAVIMENTADA					TOTAL GERAL
		LEITO NATURAL	IMPLANTADA	TCP	EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO/ IMPLANTAÇÃO	SUB -TOTAL	
ESTADUAL COINCIDENTES	0,00	88,78	318,70	23,85	21,78	453,11	2.160,03
ESTADUAL ACESSOS	3.438,74	5.299,05	5.172,22	406,57	755,72	11.633,56	25.837,23
<b>TOTAL</b>	<b>3.438,74</b>	<b>5.396,76</b>	<b>5.517,54</b>	<b>465,76</b>	<b>782,60</b>	<b>12.162,68</b>	<b>28.212,80</b>

Fonte: SEINFRA-BA (2020).



9/63



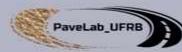
## 1. INTRODUÇÃO

### MALHA RODOVIÁRIA NÃO PAVIMENTADA

Malha rodoviária Total (Pavimentada e Não Pavimentada) – 2021

Categoria	Malha rodoviária Total Pavimentada - km	Malha rodoviária Total Não Pavimentada - km
EUA (2020)	4 511 838	2.133.744 (32 %)
Índia (2018)	3 748 291	2.467.506 (61 %)
China	4 496 716	783.993 (15 %)
Brasil	212 943	1.366.872 (87 %)
Rússia	1 107 513	458.632 (29 %)
Japão (2020)	1 013 500	213.300 (17 %)
Canadá (2019)	452 000	674.600 (60 %)
África do Sul	163 472	586.528 (78 %)
Tailândia (2020)	618 595	293.982 (42 %)
Indonésia	366 301	179.815 (33 %)
Polônia	315 513	114.303 (27 %)
México	176 599	224.768 (56 %)
Argentina (2019)	47 495	157.168 (77 %)
Nova Zelândia	65 179	31.784 (33 %)
Paraguai	11 779	66.732 (85 %)

Fonte: IRF (2023).



10/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário**

Camada de material de boa qualidade, selecionado e estabilizado, superposta ao subleito ou reforço do subleito de uma rodovia, para permitir uma superfície de rolamento com características superiores à camada subjacente, garantindo melhores condições de trafegabilidade

Pode ser aplicado como camada de rolamento em rodovias, com volume diário médio de veículos (VDM) de até 200 veículos.

Acima desse VDM recomenda-se pavimentar a via.

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

11/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário**

- Podem ser empregados diferentes tipos de materiais, oriundos de alteração de rocha ou não, como saibro, cascalho, rocha decomposta, seixo rolado ou não, pedregulho, areia, materiais sílico-argilosos, materiais lateríticos, subprodutos industriais, escórias, que, combinados ou não.
- Diâmetro máximo do agregado  $\leq 1"$  (25 mm)
- Abrasão Los Angeles da fração retida na peneira nº10  $< 55\%$
- $CBR \geq 20\%$  e expansão  $\leq 1\%$ , na energia intermediária ou naquela especificada em projeto.

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

12/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário**

- Classificação MCT (DNIT 259 – CLA e DNIT 444 – CLA)
- No caso de utilização de materiais não lateríticos, deve-se atender aos requisitos:
- Límite de Liquidez deve ser  $\leq 35\%$ ;

Pluviometria	IP (valor máximo)
até 800 mm	12 %
entre 800 e 1500 mm	9 %
maior que 1500 mm	7 %

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

13/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Tabela 2 – Espessuras mínimas para a camada de revestimento primário**

Número de veículos comerciais Diários Estimados	Capacidade de Suporte do Subleito (conforme Tabela 3)	Espessura Mínima para Camada de Revestimento Primário (mm)
0-5	Baixa	165
	Média	140
	Elevada	115
5-10	Baixa	215
	Média	180
	Elevada	140
10-25	Baixa	290
	Média	230
	Elevada	180
25-50	Baixa	370
	Média	290
	Elevada	215

**Tabela 3 – Capacidade de suporte do subleito**

Baixa capacidade de suporte	CBR $\leq 3\%$
Média capacidade de suporte	$3\% < CBR \leq 10\%$
Elevada capacidade de suporte	CBR $> 10\%$

Fonte: Adaptado de SKORSETH et al., 2015.

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

14/63



## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023

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 argilosas	Areias siltosas	Areias	Areias, siltes (q, s)	Siltos (k, m), siltes arenosos.	Argilas arenosas, siltosas, siltos argilosas
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: Adaptado de VILLIBOR E ALVES, 2019.



## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023

NORMA DNIT 445/2023 – ES

#### Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço

CLASSIFICAÇÃO G-MCT DE SOLOS, CARACTERÍSTICAS E PRIORIDADES DE ESCOLHA.

Tipo granulométrico		Ps: Pedregulho com solo; Sp: Solo com pedregulho; Gf: Granular fino					
GRUPOS MCT DOS FINOS ( $\phi < 2,0 \text{ mm}$ )		LA		LA'		LG'	
CARACTERÍSTICAS DOS SOLOS GRANULARES	Pedregulho com areia latéritica	Areia latéritica com pedregulho	Solo granular fino de areia latéritica com pedregulho	Pedregulho com solo arenoso latéritico	Solo arenoso latéritico com pedregulho	Solo granular fino arenoso latéritico com pedregulho	Pedregulho com solo argiloso latéritico
Grupo G-MCT	Pa-LA	Sp-LA	Gf-LA	Ps-LA'	Sp-LA'	Gf-LA'	Ps-LG'
Prioridade de escolha do material para revestimento primário	n	5°	1°	3°	2°	4°	Gf-LG'

Onde: 1°, 2°... = Prioridade de escolha, n = não recomendado

Fonte: Adaptado de VILLIBOR E ALVES, 2019.

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário - Compactação**

- Compactação do material de revestimento primário na pista
- a) Determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, a cada 200 m
- Determinação do teor de umidade, a cada 200 m
  - A umidade do material deve estar compreendida no intervalo entre - 2,0 % a + 1,0 % em relação à umidade ótima do material.

**UF** B Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

17/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário - Compactação**

- Após o término da compactação, determinar a umidade e massa específica aparente seca *in situ*
  - Determinação do grau de compactação a cada 60 m.
- As deflexões podem ser medidas com a Viga Benkelman ou FWD, a cada 100 m por faixa alternada e a cada 200 m na mesma faixa para determinar a deflexão máxima (*D<sub>O</sub>*) e a bacia deflectométrica.

**UF** B Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

18/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

OUTUBRO 2023	NORMA DNIT 445/2023 – ES
Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço	

**Revestimento Primário - Compactação**

- Compactação do material de revestimento primário na pista
- a) Determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, a cada 200 m
- Determinação do teor de umidade, a cada 200 m
  - A umidade do material deve estar compreendida no intervalo entre - 2,0 % a + 1,0 % em relação à umidade ótima do material.
- Após o término da compactação, determinar a umidade e massa específica aparente seca in situ → Determinação do grau de compactação a cada 60 m.

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 19/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

**Seção Transversal**

Fonte: FHWA (2015)

**UF RB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 20/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### RODOVIAS NÃO PAVIMENTADAS – PROJETO E MANUTENÇÃO

**Drenagem**

Fonte: FHWA (2015)

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

21/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### Avaliação funcional e estrutural de estradas não pavimentadas

- **DEFEITOS**
  - Seção transversal inadequada
  - Drenagem lateral
  - Ondulação
  - Afundamento trilha de roda
  - Buracos
  - Sulcos
  - Cascalho Solto
  - Poeira
  - Rachaduras
  - Falta de aderência

Fonte: FHWA (2015)

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

22/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### Avaliação funcional e estrutural de estradas não pavimentadas

- **DEFEITOS**
  - Seção transversal inadequada
  - Drenagem lateral
  - Ondulação
  - Afundamento trilha de roda
  - Buracos
  - Sulcos
  - Cascalho Solto
  - Poeira
  - Rachaduras
  - Falta de aderência



Fonte: FHWA (2015)

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

23/63

**IPR+**

## 1. INTRODUÇÃO

### Estabilização de solos

- Estabilização Mecânica
- Estabilização Química
  - Cal
  - Cimento
  - Polímeros
  - Emulsão Asfáltica
- Estabilização Física
  - Areia
  - Argila
  - Cascalho
  - Resíduos
  - Fibras

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

24/63

**2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS**

**Delineamento Experimental**



**Laboratório**

- Caracterização do RP e do subleito
- Caracterização física
- MCT
- Compactação
- Módulo de Resiliência
- Deformação Permanente
- CBR
- Estabilização do RP
- Compactação
- Módulo de Resiliência
- Deformação Permanente
- CBR
- Durabilidade



**Segmentos Experimentais**

- Seleção do local
- Levantamento das condições estruturais previas
- Construção
- Controle de qualidade
- Levantamento das condições estruturais
- Monitoramento das condições funcionais
- Análise mecanicista do pavimento

UF  
UFRB Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
PaveLab\_UFRB
DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

25/63

**2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS**

**Delineamento Experimental**

**Segmento Experimental – BR 030 - Boa Nova - BA**

RP + Solução 1	RP + Solução 2	RP (controle)	RP + Solução 3	RP + Solução 4	RP + Solução 5
← 100 m →	← 100 m →	← 100 m →	← 100 m →	← 100 m →	← 100 m →
Est. 01-05	Est. 06-10	Est. 11-15	Est. 16-20	Est. 21-25	Est. 26-30



UF  
UFRB Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
PaveLab\_UFRB
DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

26/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Segmento Experimental – BR 030 – Maraú - BA**

**UFRRB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

27/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Revestimento Primário**

**Subleito**

**UFRRB** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

28/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Descrição do meio físico**

**Pedologia**




**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

29/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

- **Classificação dos solos: ASTM D2487-17 (2017);**
- **Distribuição granulométrica: NBR 7181 (2016);**
- **Limites de consistência: ME DNER 82 (1994) e ME DNER 122 (1994);**
- **Massa Específica dos sólidos: NBR 6458 (2016).**



**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

30/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

- **Classificação MCT**
  - DNIT 259/2023 – CLA
  - DNIT 444/2023 – CLA (Classificação G-MCT)

Classificação MCT obtida com a fração passante na peneira de abertura de 2,0 mm

**Tipo granulométrico**

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

31/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### Compactação

#### ME DNIT 443 (DNIT, 2023)

- Energia do Proctor intermediário
- Moldes tripartidos: diâmetro 100 mm e altura 200 mm

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

32/63



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### Ensaios Dinâmicos - Módulo de Resiliência (MR)

ME DNIT 134 (DNIT, 2018)

- Misturas estabilizadas quimicamente: 0, 7 e 28 dias de cura;
- $GC_{\min} = 98\%$
- $\Delta w_{\text{ót}} = \pm 0,5\%$ .

$$MR = k_1 \sigma_3^{k_2} \sigma_d^{k_3}$$



Sequência	$\sigma_3$ (MPa)	$\sigma_d$ (MPa)
1	0,020	0,020
2	0,020	0,040
3	0,020	0,060
4	0,035	0,035
5	0,035	0,070
6	0,035	0,105
7	0,050	0,050
8	0,050	0,100
9	0,050	0,150
10	0,070	0,070
11	0,070	0,140
12	0,070	0,210
13	0,105	0,105
14	0,105	0,210
15	0,105	0,315
16	0,140	0,140
17	0,140	0,280
18	0,140	0,420



DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

33/63



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

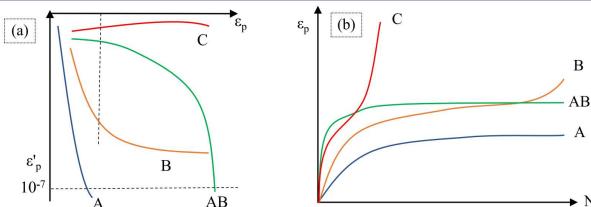
### Ensaios Dinâmicos - Deformação permanente (DP)

DNIT 179 IE (DNIT, 2018)

- Frequência de 5 Hz;
- Modelo proposto por Guimarães (2009);

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

$\sigma_3$ (MPa)	$\sigma_d$ (MPa)
0,040	0,040
0,040	0,080
0,080	0,120
0,080	0,080
0,080	0,160
0,120	0,240
0,120	0,120
0,120	0,240
0,360	0,360



DNIT DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

34/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Ensaios Dinâmicos - Fadiga**  
DNIT 434/2021 – ME

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

35/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Ensaios Durabilidade a ciclos de umedecimento e secagem**

**ASTM D559**  
**DNER ME 203/94**

Cylindrical samples after 7 days curing

After 12 W-D cycles

Samples weighed for mass loss

One cycle consists of wetting, drying and brushing.

Samples immersed in water for 5 hours

Samples in oven at 71°C for 42 hours

OR

Samples under hand brushing

Samples under mechanical brushing

**Fonte:** Dr. U. C. Sahoo

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

36/63



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### Ensaios Erodibilidade

Os ensaios de erodibilidade (erosão de finos) foram realizados conforme norma australiana TM-T186



Ensaio de erodibilidade: exposição à lâmina d'água e vibração

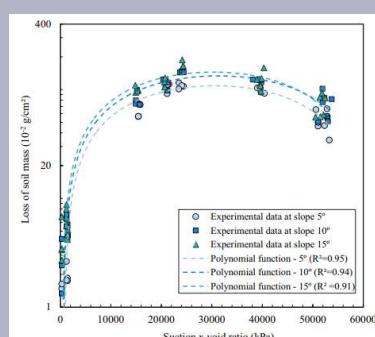
Fonte: Malabarda e Nuñez (2017)



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### Ensaios Erodibilidade

Os ensaios de erodibilidade - Inderbitzen



Fonte: Britto et al. (2024)

Influence of Suction on Mass Loss of Compacted Clayey Soil from the Guabirotuba Formation in Southern Brazil

Tainá Silva Sá Britto®, Weiner Gustavo Silva Costa®,  
Yeiny Ordóñez Muñoz®, Jacqueline Cristina Pätzsch®,  
Cleyton Stresser da Silva®, Ronaldo Luis dos Santos Izzo®



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### **Coleta e levantamento estrutural prévio**

#### **- Segmento Experimental**

- Massa específica - Método do Frasco de Areia - DNER-ME 092 (DNIT, 1994)
- Teor de umidade - DNER-ME 052 (DNIT, 1994b)
- Ensaio de viga Benkelman (VB)
- LWD



## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### **Construção do Segmento Experimental**

**Escavação e estabilização de cerca de 15 cm de material na pista de rolamento, numa largura de faixa de 8 m.**



**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

**Construção do Segmento Experimental**

UF  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

DNIT  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

41/63

**IPR+**

## 2. SEGMENTOS EXPERIMENTAIS

### Controle de Compactação

- Massa específica - Método do Frasco de Areia - DNER-ME 092 (DNIT, 1994)
- Teor de umidade - DNER-ME 052 (DNIT, 1994b)

UF  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

DNIT  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

42/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

**Monitoramento do Segmento experimental**

- **Poeira**

UF  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

DNIT  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

43/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

**Monitoramento do Segmento experimental**

- **Buracos**

UF  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

PaveLab\_UFRB

DNIT  
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

44/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

**Monitoramento do Segmento experimental**

- **Desagregação**

A photograph showing a white bucket placed on a digital scale. To its left is a square area of brown soil outlined by a red line, labeled "1 m<sup>2</sup>".

- **Agregados soltos**

A photograph of a dirt road surface covered in small, loose gravel or aggregate.

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 45/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

**Monitoramento do Segmento experimental**

- **Corrugação**

A photograph showing a person's legs in jeans and work boots standing on a dirt road. A wooden ruler is being held vertically to measure the depth of a rut in the surface.

A photograph of a dirt road surface with deep, parallel ruts and grooves, indicating significant surface irregularity.

**- 3 m EST +3 m**

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 46/63



### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

- Sulcos



**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

47/63

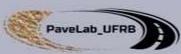


### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

##### Monitoramento Estrutural

Viga Benkelman (VB), LWD e FWD: após a construção e após 28 dias



48/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

##### Monitoramento Estrutural

Viga Benkelman (VB), LWD e FWD: após a construção e após 28 dias

25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR)  
48º Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE SEGMENTO EM UMA VIA NÃO PAVIMENTADA A PARTIR DE ENSAIOS DEFLECTOMÉTRICOS

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 49/63

**IPR+**

### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

##### Clima

Legenda:  
Segmento Experimental - RR 030  
Estação Automática - INMET  
Estação Meteorológica  
Limites Municipais - BA

Altitude:  
0 <= 150 m  
150 - 300 m  
300 - 450 m  
450 - 600 m  
600 - 750 m  
750 - 900 m  
900 - 1050 m  
1050 - 1200 m  
1200 - 1350 m

Estações Climáticas

Pluviômetros

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia **PaveLab\_UFRB** **DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES 50/63



### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

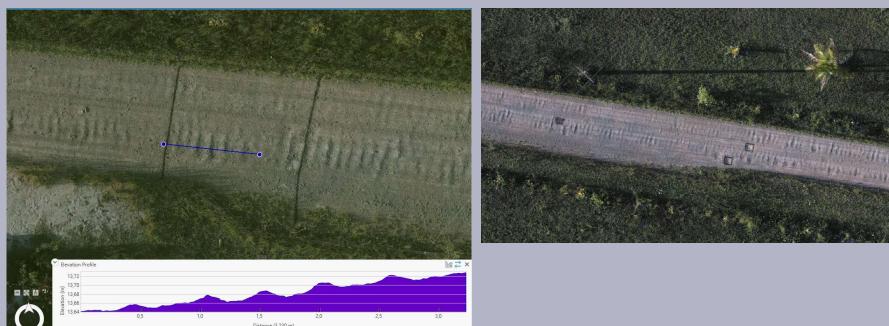
##### Tráfego



### 3. MONITORAMENTO FUNCIONAL

#### Monitoramento do Segmento experimental

##### Mapeamento Aéreo Com Drones



**IPR+**

## 4.RESULTADOS PRELIMINARES

### Segmento Experimental – Boa Nova

#### Monitoramento estrutural – Viga Benkelman

Seção	Lado Esquerdo ( $D_{0,0}$ )	Lado Direito ( $D_{0,0}$ )	$D_{0,0} / D_{0,28}$
Seção 1	~2.5	~1.8	~1.38
Seção 2	~2.0	~1.5	~1.33
Controle	~1.7	~0.9	~1.89
Seção 3	~1.2	~0.9	~1.33
Seção 4	~0.5	~0.4	~1.25
Seção 5	~0.7	~0.5	~1.40

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

53/63

**IPR+**

## 4.RESULTADOS PRELIMINARES

### Segmento Experimental

#### Monitoramento funcional – Poeira 40 km/h

Image	Latitude	Longitude
(a)	14.22.9766S	40.11.5175W
(b)	14.23.0340S	40.11.4576W
(c)	14.23.1830S	40.11.4224W
(d)	14.23.3670S	40.11.3756W
(e)	14.23.7000S	40.11.2922W
(f)	14.23.8960S	40.11.2453W

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

54/63

**IPR+**

**Monitoramento funcional – Poeira 60 km/h**

## 4.RESULTADOS PRELIMINARES

### Segmento Experimental

(a) 14.22.9872S 40.11.4967W  
(b) 14.23.0540S 40.11.4548W  
(c) 14.23.0480S 40.11.3996W  
(d) 14.23.5238S 40.11.3553W  
(e) 14.23.5950S 40.11.3209W  
(f) 14.23.5428S 40.11.2953W

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

55/63

**IPR+**

**Monitoramento funcional – Poeira 80 km/h**

## 4.RESULTADOS PRELIMINARES

### Segmento Experimental

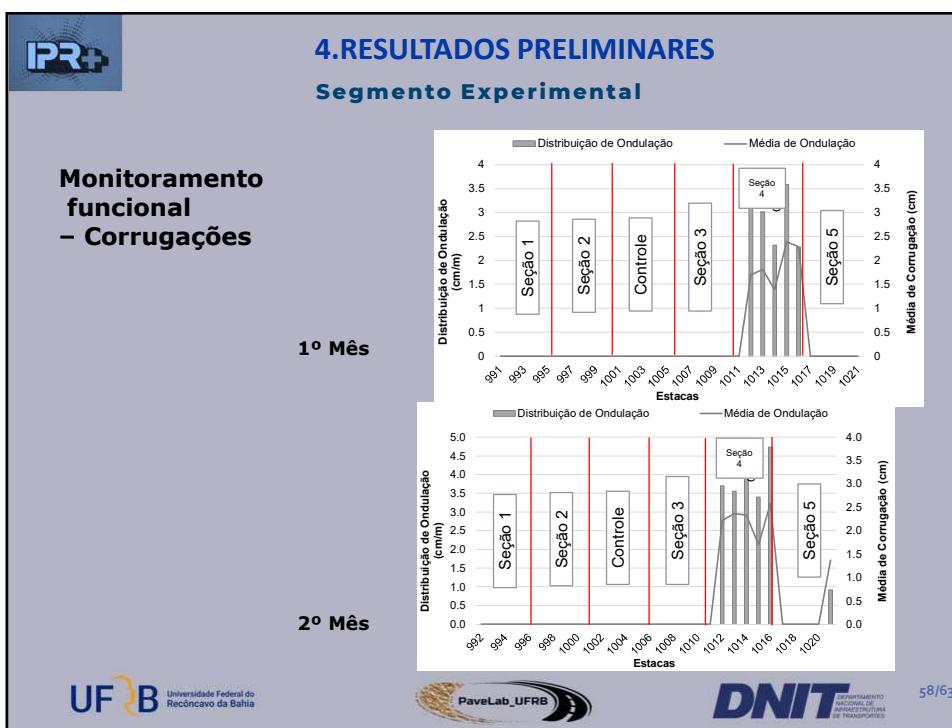
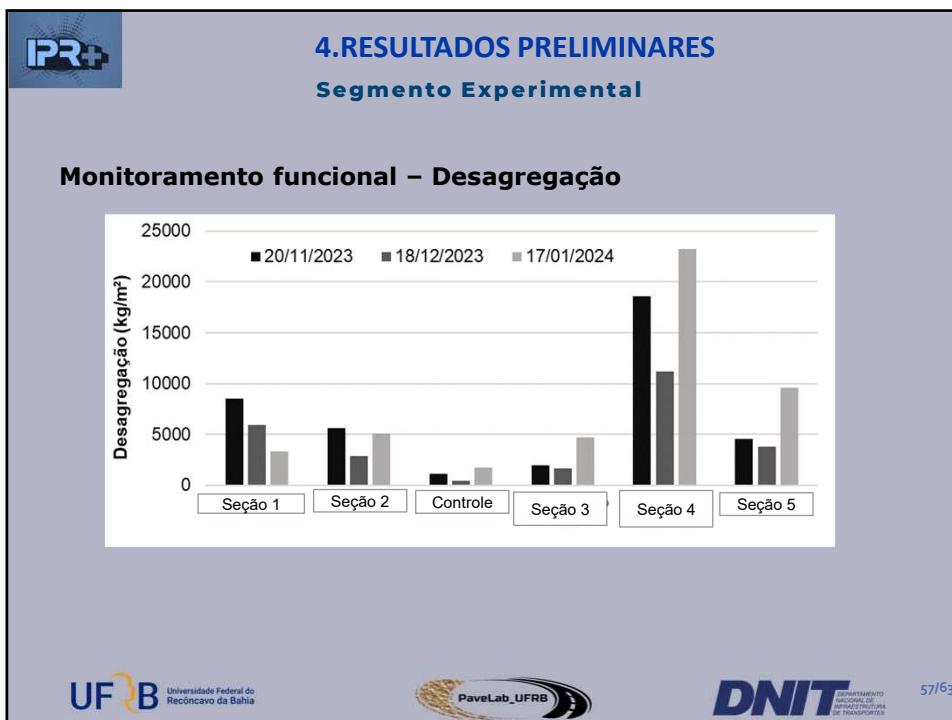
(a) 14.22.9799S 40.11.5020W  
(b) 14.23.0540S 40.11.4548W  
(c) 14.23.2280S 40.11.3145W  
(d) 14.23.4530S 40.11.3572W  
(e) 14.23.6810S 40.11.2996W  
(f) 14.23.5950S 40.11.2943W

**UF** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**PaveLab\_UFRB**

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

56/63





## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Importância da manutenção e conservação de estradas não pavimentadas no Brasil.
- Importância da busca por soluções técnico-econômica e ambientalmente viáveis.
- Importância da pesquisa e vivência de campo.
- Importância da incorporação de (novas) tecnologia.
- Importância do DNIT como vanguarda da Engenharia de Infraestrutura.



## REFERÊNCIAS

1. Britto, T. S. S. et al. Influence of Suction on Mass Loss of Compacted Clayey Soil from the Guabirota Formation in Southern Brazil. *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 42, Issue 7, pp. 6339–6361, 2024.
2. Costa, W. G. S., et al. Avaliação Estrutural De Segmento Em Um Via Não Pavimentada A Partir De Ensaios Deflectométricos. *Anais do(a) RAPV. Reunião Anual de Pavimentação -- RAPV*, 2023.
3. DNIT. DNIT 445/2023-ES. Terraplenagem – Revestimento primário – Especificação de serviço, 2023.
4. FHWA. Gravel Roads Construction & Maintenance Guide, 2015.
5. Roads and Maritime Services, 2012. Erodibility of stabilised road construction materials: Test Method T186, New South Wales.

