

Método MeDiNa: conceitos e ferramentas

Laura Maria Goretti da Motta
Filipe Augusto Cinque de Proença Franco

INFRASHOW
DER/PR

MÉTODO MEDINA

FEVEREIRO 2021



Método MeDiNa: conceitos e ferramentas

- Introdução
- Conceito da Mecânica dos Pavimentos
- Convênio DNIT/COPPE
- Rede Temática de Asfalto: o papel da Petrobras
- Os critérios de dimensionamento
- Ensaio fundamentais de seleção dos materiais
- Ferramentas desenvolvidas:
 - AEMC
 - BackMeDiNa
 - MeDiNa

INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Introdução

- O método de dimensionamento de pavimentos novos do DNIT criado pelo Eng. Murillo Lopes de Souza foi muito importante e foi utilizado por décadas: CBR (ruptura)
- Os métodos de projeto de reforço divergem entre si, mas consideram a deformabilidade como critério (\neq CBR)
- O tráfego é muitíssimo diferente de 1966: volume, tipos de veículos, tipos de pneus, velocidade, pesos, etc.
- Os materiais asfálticos modificados hoje são amplamente disponíveis.
- O conhecimento da Mecânica dos Pavimentos e a implantação de ensaios de carga repetida no país também é de décadas.
- Assim, a implantação de um novo método M-E pode se concretizar

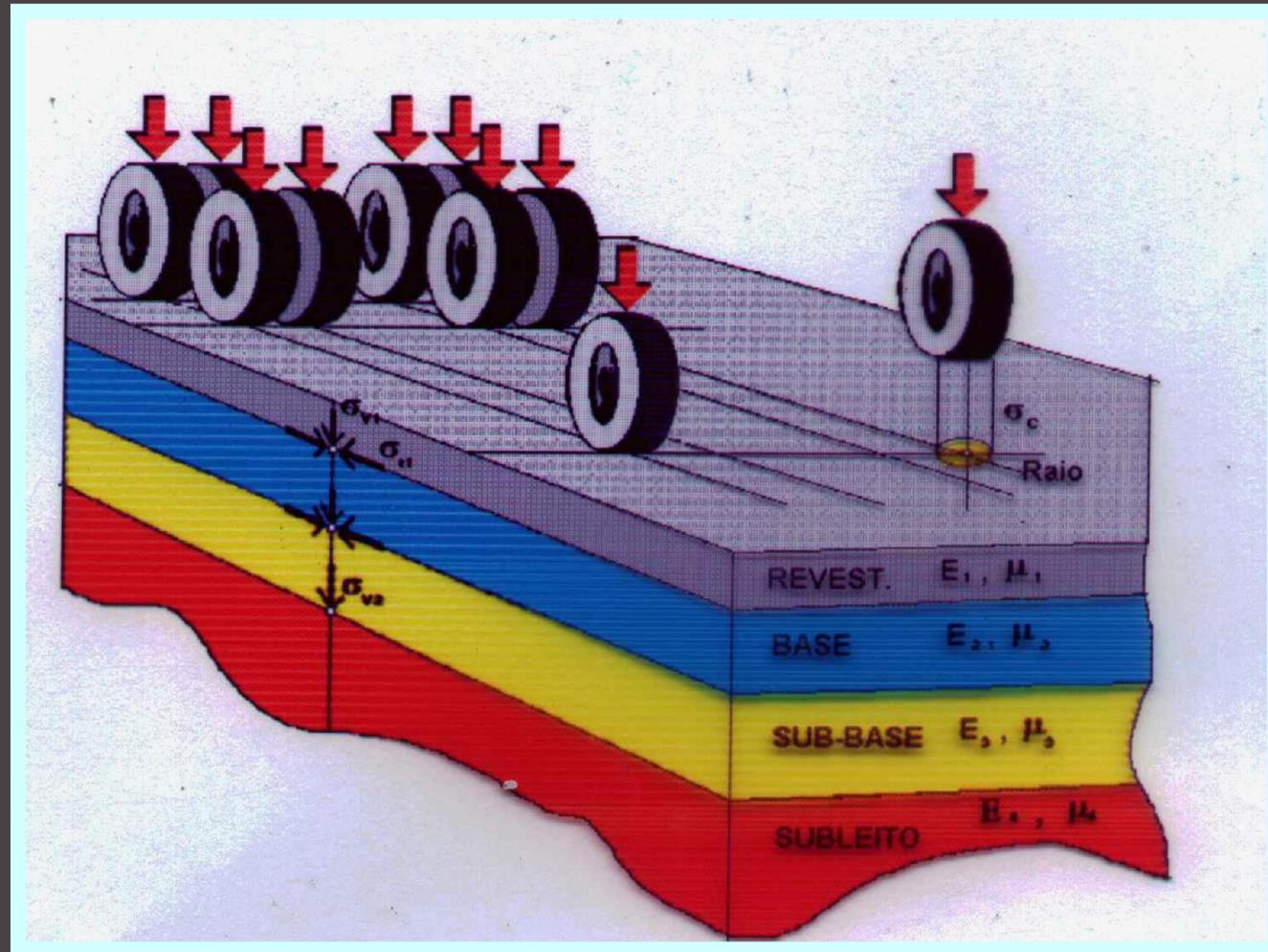
INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Conceitos da Mecânica dos Pavimentos: pavimento é um sistema em camadas



INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Convênio DNIT/COPPE

- TED início abril 2015 e final 2019
- Parceria antiga, como exemplo:
 - ✓ Ensaio de carga repetida de solos implantados desde 1978 (Preussler, 1978)
 - ✓ Ensaio de carga repetida de concreto asfáltico desde 1980 (Pinto e Preussler, 1980)
 - ✓ Ensaio de fadiga desde 1985 (Pinto, 1991)

INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Rede Temática de Asfalto (RTA)

Rede Temática de Asfalto da Petrobras – 20 universidades (desde 2006) – trechos monitorados em vários estados

- Projeto Fundação (UFRJ) – base para a calibração
- Outros segmentos (validação).

Disseminação do conhecimento com inúmeros cursos e palestras

Vários laboratórios equipados

Banco de dados organizado

Acompanhamento de trechos com mesmo procedimento

INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



TED IPR/COPPE

Opções feitas no início:

- Utilizar os ensaios de carga repetida já estabelecidos e correntes (número de laboratórios que já realizam os ensaios)
- Adaptar um software nacional (SISPAV 2007)
- Continuar a utilizar o N do método do Murilo
- “Afundamento” do revestimento (deslocamento de massa): problema de dosagem da mistura asfáltica: *definido critério*.
- Critério de fadiga fixo: 30% de área trincada ao final do período
- Uso de nível de confiabilidade (função N)

INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Critérios de ruptura (danos)

Fadiga do revestimento



Afundamento de Trilha de Roda



INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA





Ensaio indispensáveis para dimensionamento pavimentos novos



Critérios de seleção de materiais

- Entrada de dados obtidos por ensaios apropriados:
- Solos e britas: Módulo de Resiliência e Deformação permanente
- Misturas asfálticas e materiais cimentados: Módulo de resiliência e fadiga
- Classes de curvas de fadiga de misturas asfálticas



INFRASHOW
DER/PR

MÉTODO MEDINA



Critérios de seleção dos materiais

- **Solos e britas**

Com o ensaio triaxial de carga repetida definem-se:

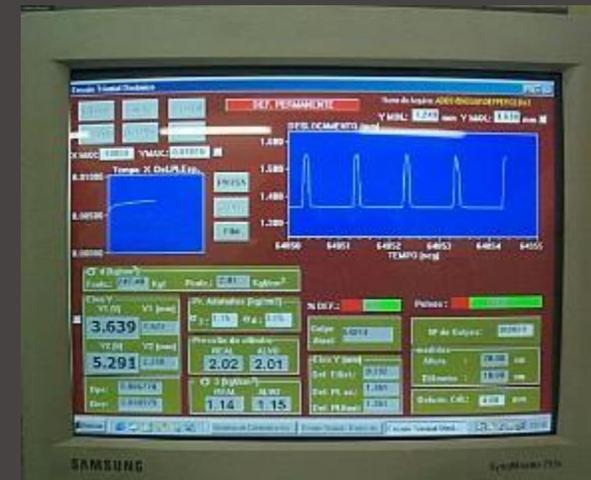
- Módulo de resiliência (parcela elástica)

Banco de dados com cerca de 500 amostras foi analisado por Ferreira (2007) – Redes neurais

- Deformação permanente (parcela plástica)

modelo inicial (Svenson, 1980), Atual (Guimarães, 2009)

Normas dos ensaios atualizadas e feitas as que ainda não tinham no DNIT



INFRASHOW
DER/PR

MÉTODO MEDINA



Misturas asfálticas

Módulo de resiliência CD
Deformação permanente – FN
(Nascimento, 2008)

Fadiga por Compressão diametral



Principais Normas DNIT (dim.)

- Mais de 40 normas novas ou atualizadas no âmbito do TED
- Destacam-se:
 - DNIT 134/2018 – ME : MR de solos e britas
 - DNIT 135/2018 – ME: MR de CA
 - DNIT 136/2018 – ME: RT de CA
 - DNIT 179/2018 – IE: DP de solos e britas
 - DNIT 180/ 2018 – ME: DUI
 - DNIT 181/2018 – ME: MR solos estabilizados
 - DNIT 183/2018 – ME : Fadiga de CA
 - DNIT 184/2018 – ME: FN de CA

INFRASHOW

DER/PR

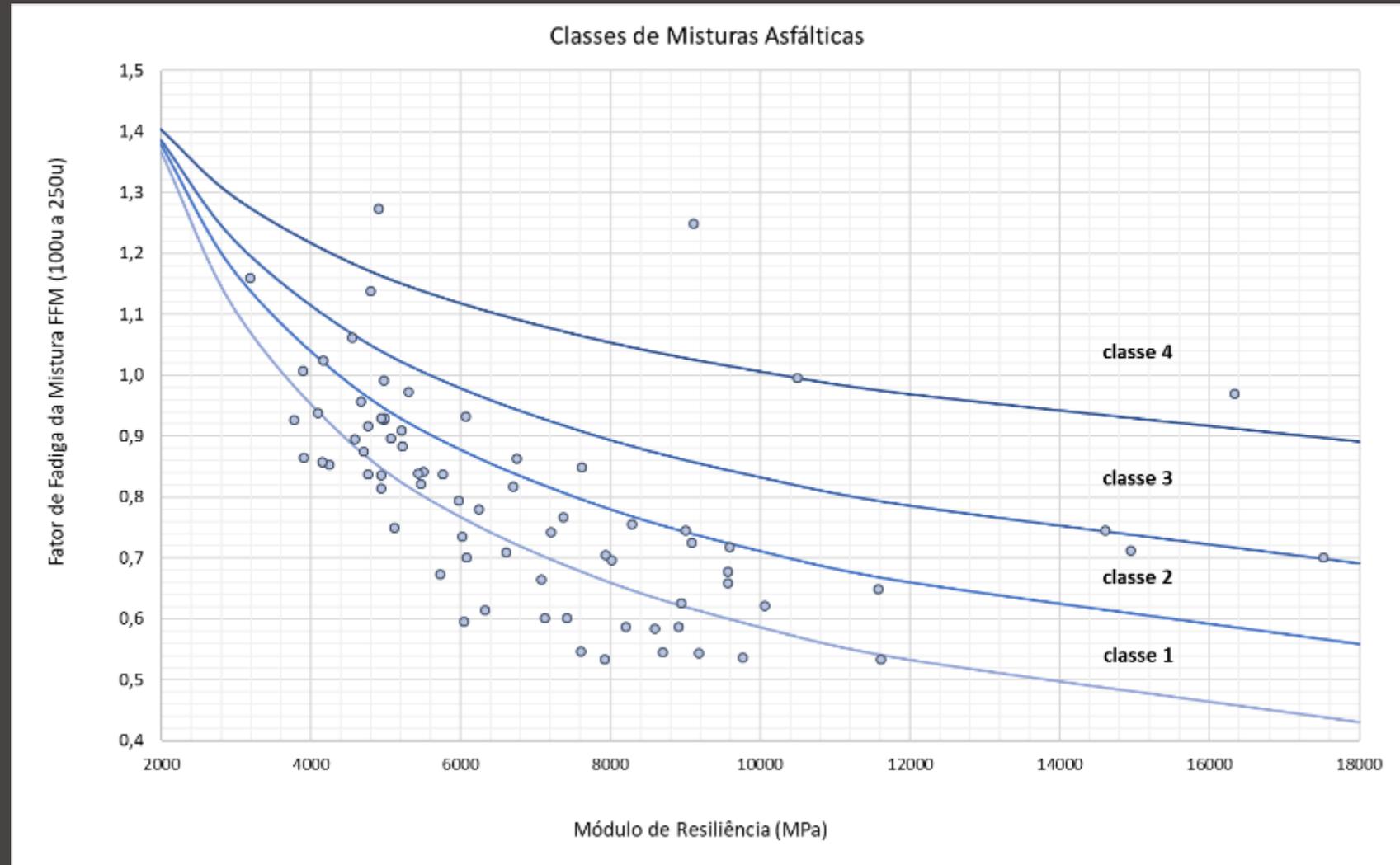
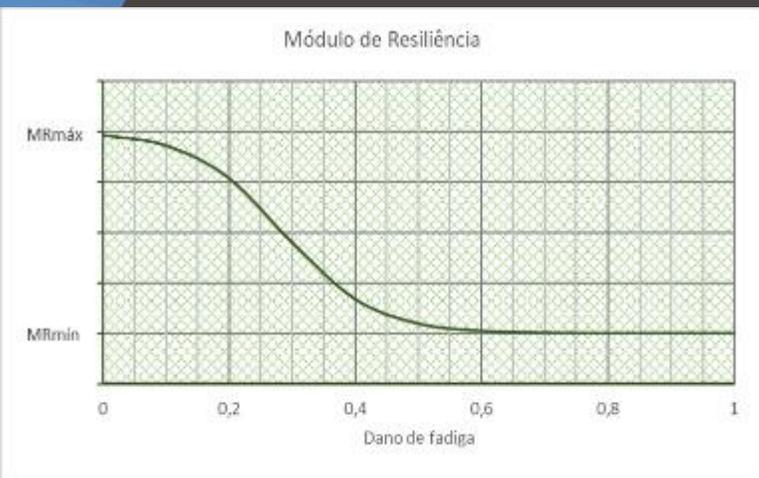
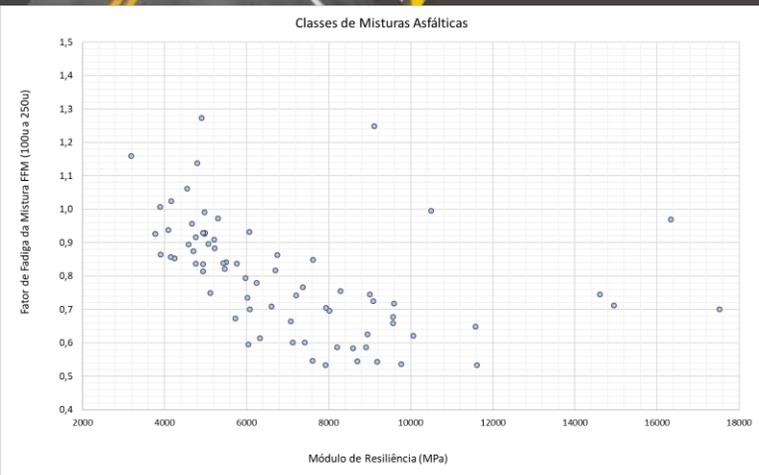
MÉTODO MEDINA





Misturas Asfálticas

Curvas de fadiga



Materiais Cimentados



MeDiNa

- Software de verificação e dimensionamento de pavimentos novos e reforço
- Composto de três Programas:



MÉTODO MEDINA



Projeto Ajuda

Estrutura >>

CAMADA	ESPESSURA (cm)	MASSA ESP (g/cm³)	COMPORTAMENTO	MÓDULO (MPa)	k1	k2	k3	k4	COEF POISSON	ADERÊNCIA
1	7,5	2,4	LINEAR	4500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,30	0,0
2	18,0	1,8	LINEAR	800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,35	0,0
3	20,0	1,6	LINEAR	300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,35	0,0
4	0,0	1,6	LINEAR	80	0,0	0,0	0,0	0,0	0,40	0,0

Tipo de carregamento:

Eixo padrão rodoviário
 Eixo simples
 Dois eixos simples (direcional)
 Eixo duplo
 Dois eixos duplos
 Dois eixos duplos em tandem

EIXO PADRÃO RODOVIÁRIO

Número de rodas: 4

Análise: Semi-eixo

Carga de eixo (ton): 8,20

Carga de roda (ton): 2,05

Pressão de pneus (MPa): 0,56

Ty (cm): 0,00

Tx (cm): 32,40

Lx (cm): 181,00

Área (cm²): 366,07

Raio (cm): 10,79

Pontos de análise e resultados

Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Ux (µm)	Uy (µm)	Uz (µm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Sz (MPa)
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00000	0,00000	609,70072	0,239977	1,048029	0,000000
2	2,7027	0,0000	0,0000	0,31462	0,00000	610,47805	0,326276	1,083054	0,000000
3	5,4044	0,0000	0,0000	-0,72260	0,00000	614,23739	0,686767	1,300549	0,000000
4	16,2000	0,0000	0,0000	-14,15323	0,00000	602,26470	1,408728	1,638629	0,560000
5	26,9956	0,0000	0,0000	-27,73213	0,00000	526,08801	0,616102	1,055338	0,000000
6	47,0000	0,0000	0,0000	-22,51518	0,00000	368,09538	-0,109202	0,236305	0,000000
7	67,0000	0,0000	0,0000	-15,37377	0,00000	261,33872	-0,116863	0,083572	0,000000
8	87,0000	0,0000	0,0000	-9,94923	0,00000	190,35288	-0,093411	0,028947	0,000000
9	107,0000	0,0000	0,0000	-6,24995	0,00000	144,69471	-0,063154	0,009448	0,000000
10	0,0000	0,0000	3,7500	0,00000	0,00000	611,46589	0,080896	-0,041938	0,061640
11	2,7027	0,0000	3,7500	-0,45873	0,00000	612,31070	0,091572	-0,038257	0,086907
12	5,4044	0,0000	3,7500	-0,78787	0,00000	614,55282	0,077200	-0,015500	0,230837
13	16,2000	0,0000	3,7500	0,83666	0,00000	601,55912	0,070651	0,053249	0,441542
14	26,9956	0,0000	3,7500	2,62414	0,00000	526,00318	0,062267	-0,005292	0,218486
15	47,0000	0,0000	3,7500	1,32040	0,00000	368,25546	0,012477	-0,011357	0,002915
16	67,0000	0,0000	3,7500	0,88495	0,00000	261,29715	0,005128	-0,004890	0,000788



INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



RESPONSÁVEL: EMPRESA:

PROJETO: MODO:

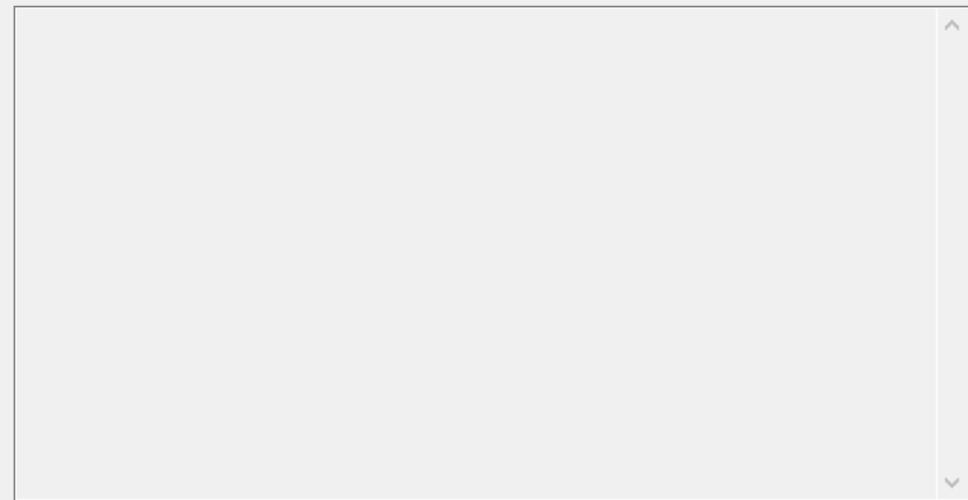
Alterar Estrutura >>

CAMADA	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	TIPO	ESPESSURA (cm)	MÓDULO (MPa)	COEFICIENTE DE POISSON
>> 1 <<	CONCRETO ASFÁLTICO	RJ CAP 30/45 #12,5mm Sepetiba	10,0	9000	0,30
2	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C5	20,0	381	0,35
3	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO	Solo Argiloso LG'(1)	20,0	250	0,45
SL	SUBLEITO	Solo Siltoso NS'	0,0	189	0,45

EIXO PADRÃO RODOVIÁRIO

DADOS DO TRÁFEGO

Tipo de Via:	Sistema Arterial Primário
VMD (1º ano):	1370
FV:	1.000
N anual (1º ano):	5.00e+05
% Veículos na faixa de projeto:	100
N Anual da faixa:	5.00e+05
Taxa de crescimento (%):	0.0
Período de projeto (anos):	10
N Total:	5.00e+06





INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



RESPONSÁVEL: EMPRESA:

PROJETO: MODO:

Alterar Estrutura >>

CAMADA	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	TIPO	ESPESSURA (cm)	MÓDULO (MPa)	COEFICIENTE DE POISSON
>> 1 <<	CONCRETO ASFÁLTICO	Classe 3	13,5	8000	0,30
2	MATERIAL GRANULAR	Brita Graduada - Gnaisse C5	20,0	381	0,35
3	SOLO FINO, SILTOSO OU ARGILOSO	Solo Argiloso LG'(1)	20,0	250	0,45
SL	SUBLEITO	Solo Siltoso NS'	0,0	189	0,45

EIXO PADRÃO RODOVIÁRIO

DADOS DO TRÁFEGO

Tipo de Via:	Sistema Arterial Primário
VMD (1º ano):	3288
FV:	1,000
N anual (1º ano):	1,20e+06
% Veículos na faixa de projeto:	100
N Anual da faixa:	1,20e+06
Taxa de crescimento (%):	0,0
Período de projeto (anos):	10
N Total:	1,20e+07

N Anual da faixa:

Número de passagens anual do eixo padrão na faixa de projeto

--- DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO NOVO ---

Seção do pavimento dimensionada considerando os dados inseridos pelo Engenheiro Projetista no programa MeDiNa.

Nível de confiabilidade da análise: 85%
Área Trincada Estimada do pavimento no fim do período: 28,8%
Afundamento de Trilha de Roda: 3,2mm

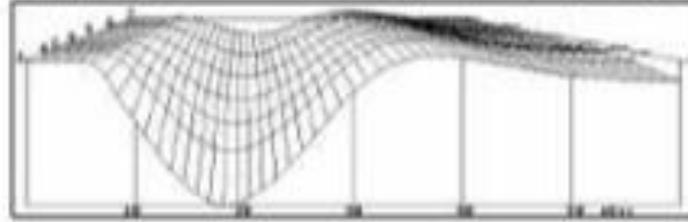
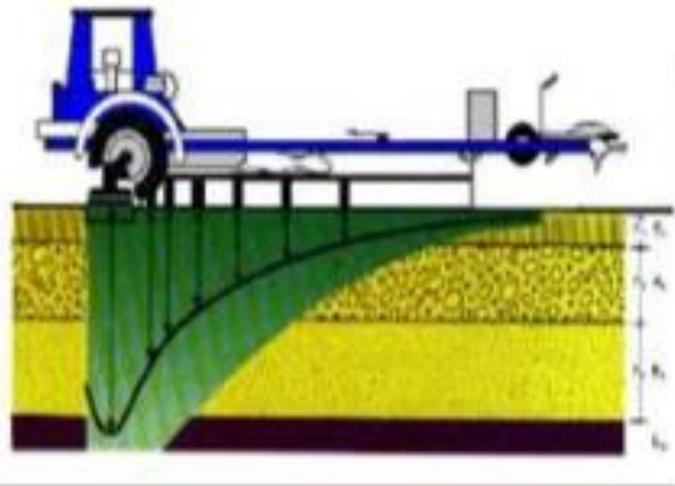
Os resultados obtidos pelo programa devem ser avaliados criteriosamente antes de serem aprovados para a execução de campo.



(a) FWD modelo Dynatest



(b) FWD modelo Kuab aberto



(c) bacia de deformação admitida (d) amplitude de deslocamentos lidos nos sensores

INFRASHO
DER/PR

MÉTODO MEDI



GRU PPD-6MD

BACIA	ESTACA	FAIXA	TRILHA
1	Estaca: 2400 + ...	-	-
2	Estaca: 2430 + ...	-	-
3	Estaca: 2460 + ...	-	-
4	Estaca: 2490 + ...	-	-
5	Estaca: 2520 + ...	-	-
6	Estaca: 2550 + ...	-	-
7	Estaca: 2580 + ...	-	-
8	Estaca: 2610 + ...	-	-
9	Estaca: 2640 + ...	-	-
10	Estaca: 2670 + ...	-	-
11	Estaca: 2700 + ...	-	-
12	Estaca: 2730 + ...	-	-
13	Estaca: 2760 + ...	-	-
14	Estaca: 2790 + ...	-	-
15	Estaca: 2820 + ...	-	-
16	Estaca: 2850 + ...	-	-
17	Estaca: 2880 + ...	-	-
18	Estaca: 2910 + ...	-	-
19	Estaca: 2940 + ...	-	-
20	Estaca: 2970 + ...	-	-
21	Estaca: 3000 + ...	-	-
22	Estaca: 3030 + ...	-	-
23	Estaca: 3060 + ...	-	-
24	Estaca: 3090 + ...	-	-
25	Estaca: 3120 + ...	-	-
26	Estaca: 3150 + ...	-	-
27	Estaca: 3180 + ...	-	-
28	Estaca: 3210 + ...	-	-
29	Estaca: 3240 + ...	-	-
30	Estaca: 3270 + ...	-	-
31	Estaca: 3300 + ...	-	-
32	Estaca: 3330 + ...	-	-
33	Estaca: 3360 + ...	-	-
34	Estaca: 3390 + ...	-	-
35	Estaca: 3420 + ...	-	-
36	Estaca: 3450 + ...	-	-

Estaca: 2790 + -m		Faixa:	-		Trilha:	-			09/2015 04
CARGA (kgf):	7853,21						T AR:	15	°C
RAIO (cm):	15						T PAV:	18	°C
SENSORES:	0	1	2	3	4	5	6	7	8
DISTÂNCIA (cm):	0	20	30	45	60	90	120		
DEFLEXÕES (µm):	803	610	501	388	215	132	79		
CALCULADAS (µm):	858	583	470	347	254	137	80		
DIFERENÇAS (µm):	-55	27	31	41	-39	-5	-1		
ERRO (%):	9,0%								

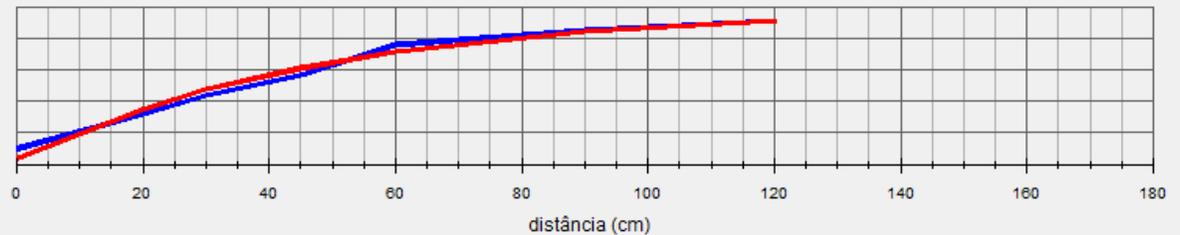
ESTRUTURA >>

RETROANALISAR

RETROANALISAR TODAS >>

CAMADA	MATERIAL	ESPESSURA (cm)	MÓDULO (MPa)	COEF POISSON	ADERÊNCIA
1	Camadas Asfálticas	25	852	0,30	ADERIDO
2	Camadas Granulares	17	159	0,40	ADERIDO
3	Camadas Granulares	40	63	0,40	ADERIDO
4	Subleito	0	236	0,45	-

DEFLEXÕES NORMALIZADAS



INFRASHOW

DER/PR

MÉTODO MEDINA



Anúncio do nome do método de dimensionamento Seminário 60 anos IPR (2017)

INFRASHOW
DER/PR

MÉTODO MEDINA

