

WORKSHOP

GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

26 de maio de 2022

Dynatest

APRESENTAÇÃO



- Mais de 30 anos de experiência
- Monitoramento – Levantamentos – Equipamentos
- Sistemas de Gerência de Pavimentos
- Projetos – Estudos
- Gerenciamento - Supervisão
- Consultoria em Geral

SGP DNER/DNIT

- Década de 90
- 2012-2015

SGV Administradora Boliviana de Carreteras - ABC

- 16.000 km de malha
- Ferramenta SIG
- Levantamento

SGP DER/SP

- 15.000 km de malha
- Interface HDM-4

SGPA Aeroporto de Guarulhos

- Gerência de aeroportos

SGP ARTERIS

- 3.199,9 km de malha
- Apresentação de estudos aos acionistas
- Restrição Orçamentária

SGP Ecorodovias

- 3.148,6 km de malha
- Estudos Plurianuais
- Calibração dos modelos



EDSON SHIMIZU
38 anos
SP

Formação

- Formado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da USP
- Pós-Graduação em Infraestrutura Rodoviária – INBEC
- Gestão de Projetos – FGV

Experiência

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de SP (2007-2008)

- Controle tecnológico nos laboratórios de solos e asfaltos

Dynatest Engenharia (2009-atual)

- Levantamentos de campo e tratamento de dados
- Projetos e laudos de pavimentação
- Supervisão de obras
- Estudos de concessões
- Gerenciamento de projetos rodoviários

Dynatest

OBJETIVO




1
2
3
TRANSFERIR CONHECIMENTO
DESENVOLVER ANÁLISE CRÍTICA
QUEBRAR MITOS E BARREIRAS


“É IMPOSSÍVEL PARA O HOMEM APRENDER
AQUILO QUE ELE ACHA QUE JÁ SABE”
Epicteto, filósofo grego

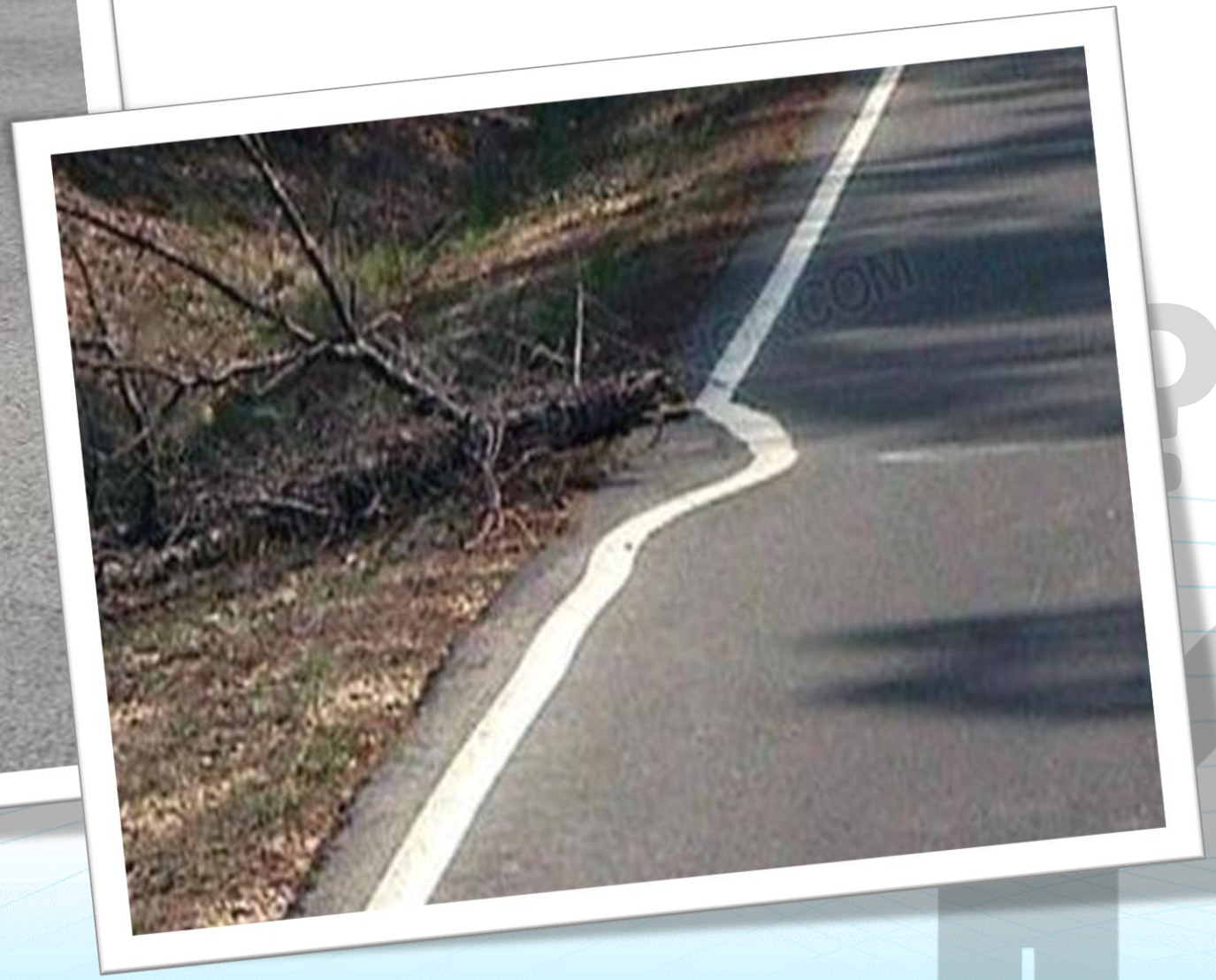
Dynatest

PARA QUE?
























A SERVIÇO
DO
DENIT

Dynatest

POR

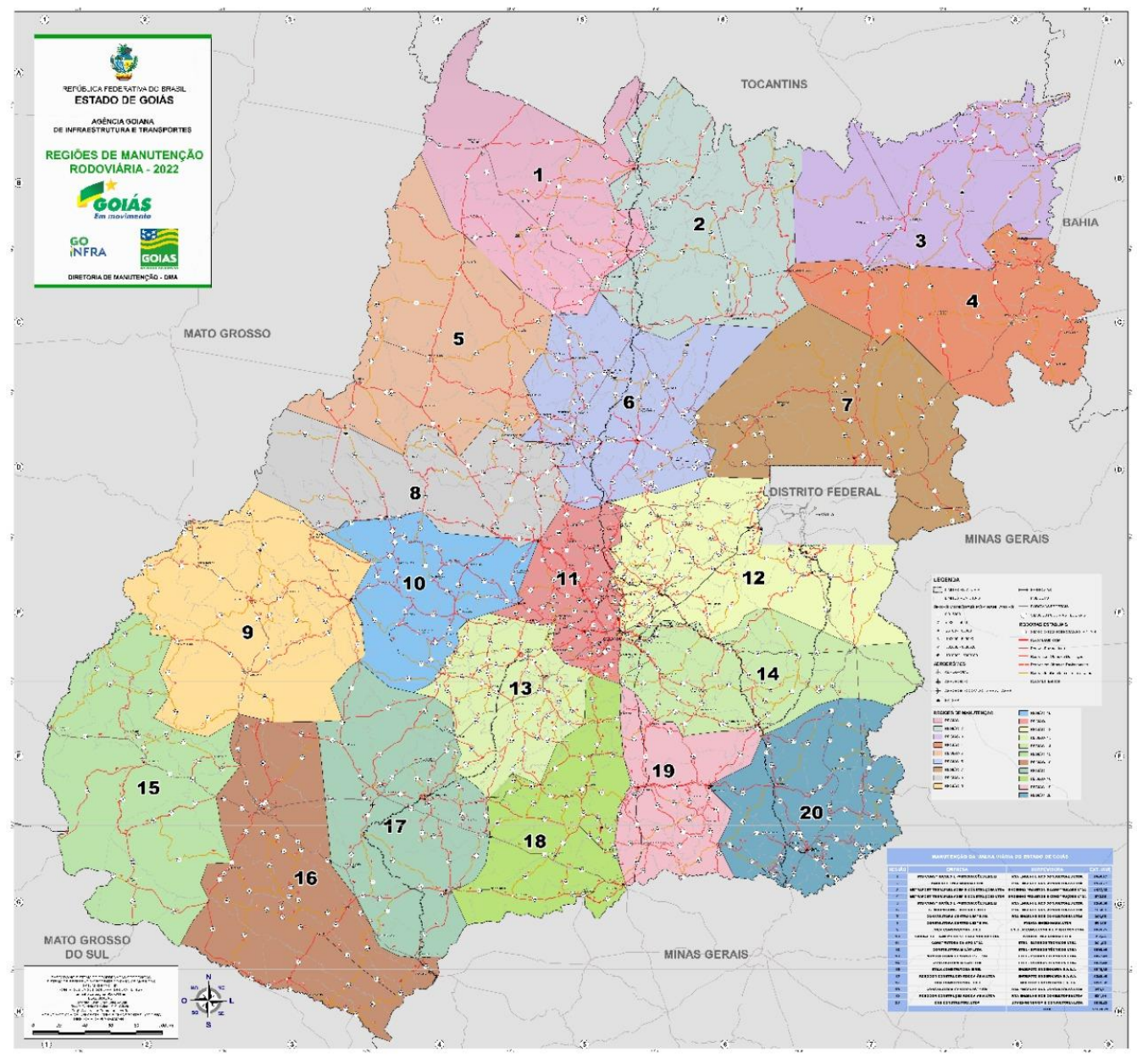
~~PARA~~ QUE?



Dynatest

O DESAFIO





- ✓ **11.830 km de malha pavimentada**
- ✓ **14.604,71 km de malha contratada**

(100% PAV – 11.830,13 Km + 30% ñ PAV – 2.774,58 km)

- ✓ **Para o SGP, levantamentos:**
  - IRI
  - FWD
  - LVC
  - Contagem Volumétrica
  - Inventário da rodovia

Dynatest

WORKSHOP
GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

CONTEÚDO



PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

1. CONCEITOS GERAIS
2. AVALIAÇÃO FUNCIONAL
3. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL
4. GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Dynatest

DISCIPLINAS RODOVIÁRIAS



ESTUDOS PRELIMINARES



Topografia



Tráfego

Hidrologia

Geologia e Geotecnia

Meio Ambiente







Interferências



Áreas Ocupadas



Traçado




GEOMETRIA


TERRAPLENAGEM


PAVIMENTAÇÃO


DRENAGEM


OAE


SINALIZAÇÃO
E OBRAS COMPL.



MEIO AMBIENTE

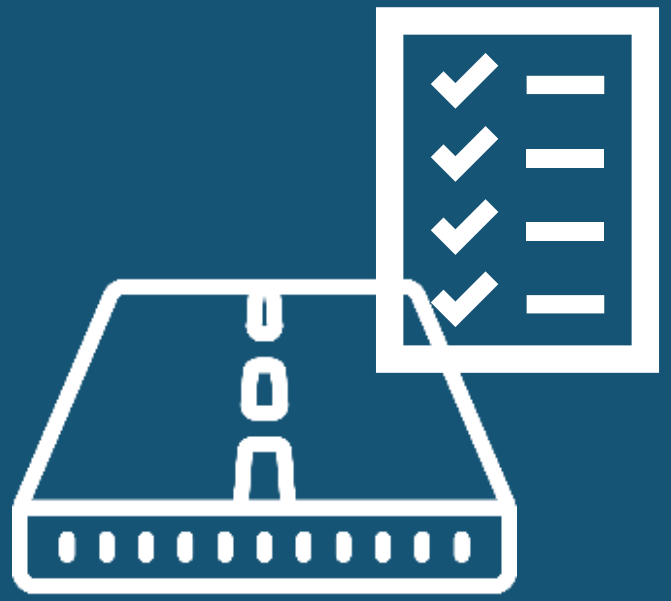

TERRAPLENAGEM
PAVIMENTAÇÃO
GEOMETRIA
DRENAGEM
OAE
SINALIZAÇÃO
E OBRAS COMPL.
MEIO AMBIENTE


Topografia
Meio Ambiente
Geologia e Geotecnia
Hidrologia
Tráfego
Interferências
Traçado
Áreas Ocupadas


INTER-
DISCIPLINARIDADE

Dynatest

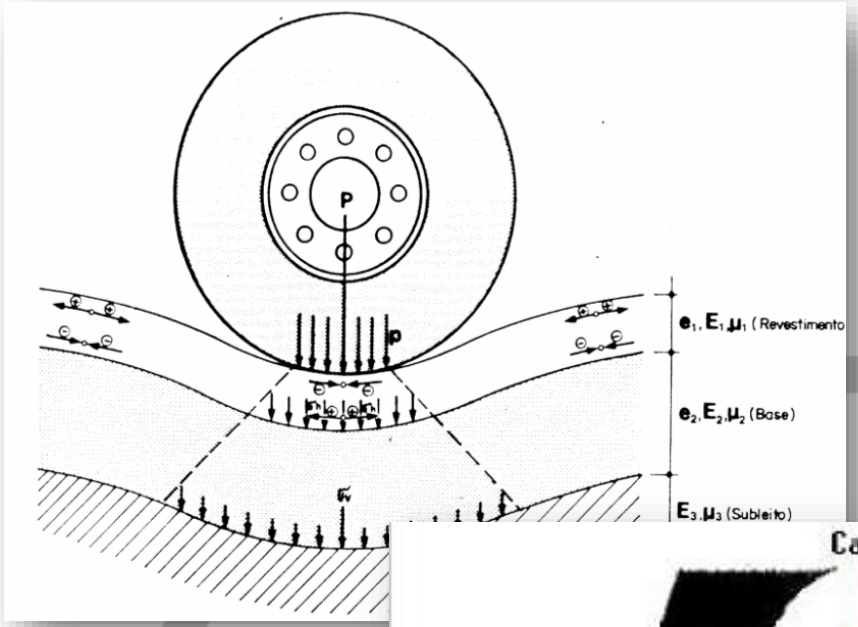
PAVIMENTOS: CONCEITOS GERAIS

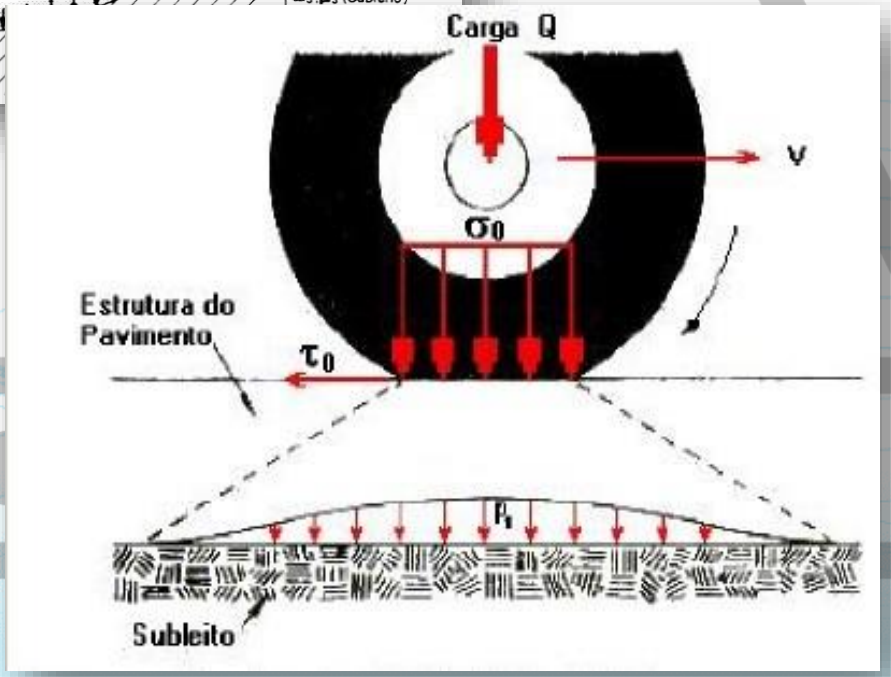


FUNÇÕES DOS PAVIMENTOS

Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a:

- Proteger o subleito;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos de veículos, equipamentos e cargas em geral;
- Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança.

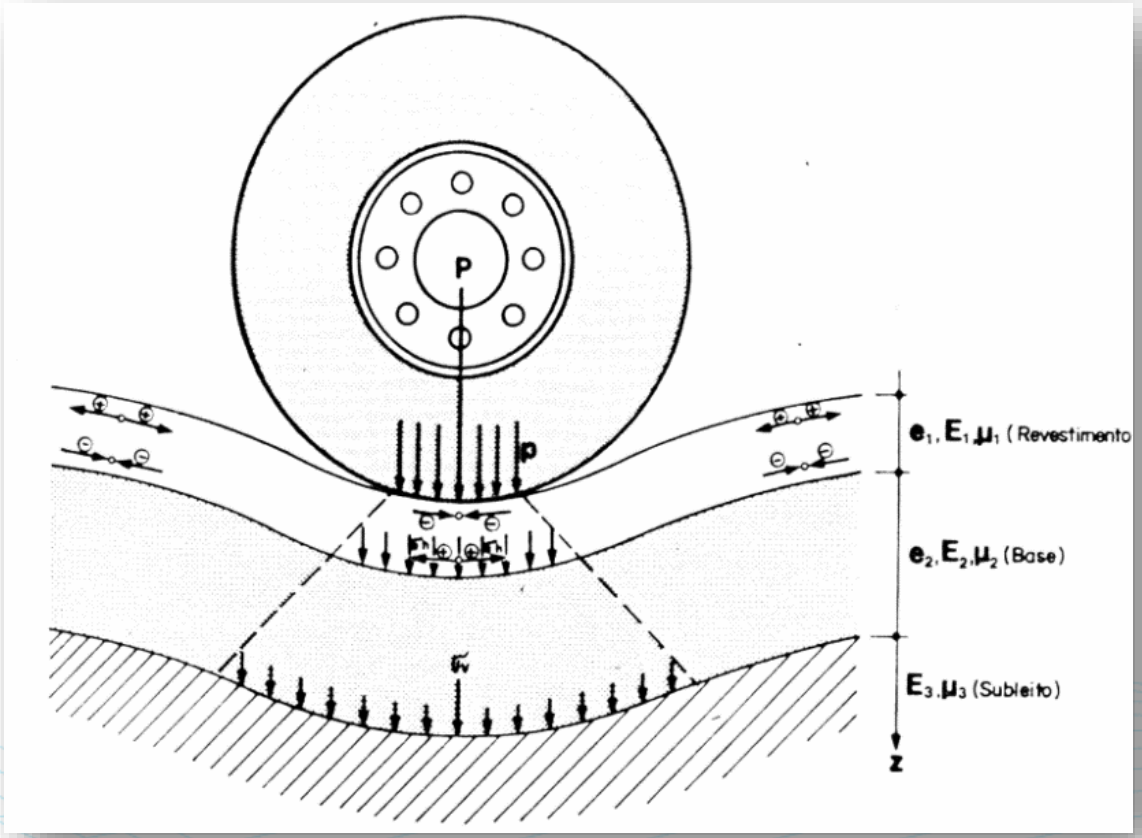


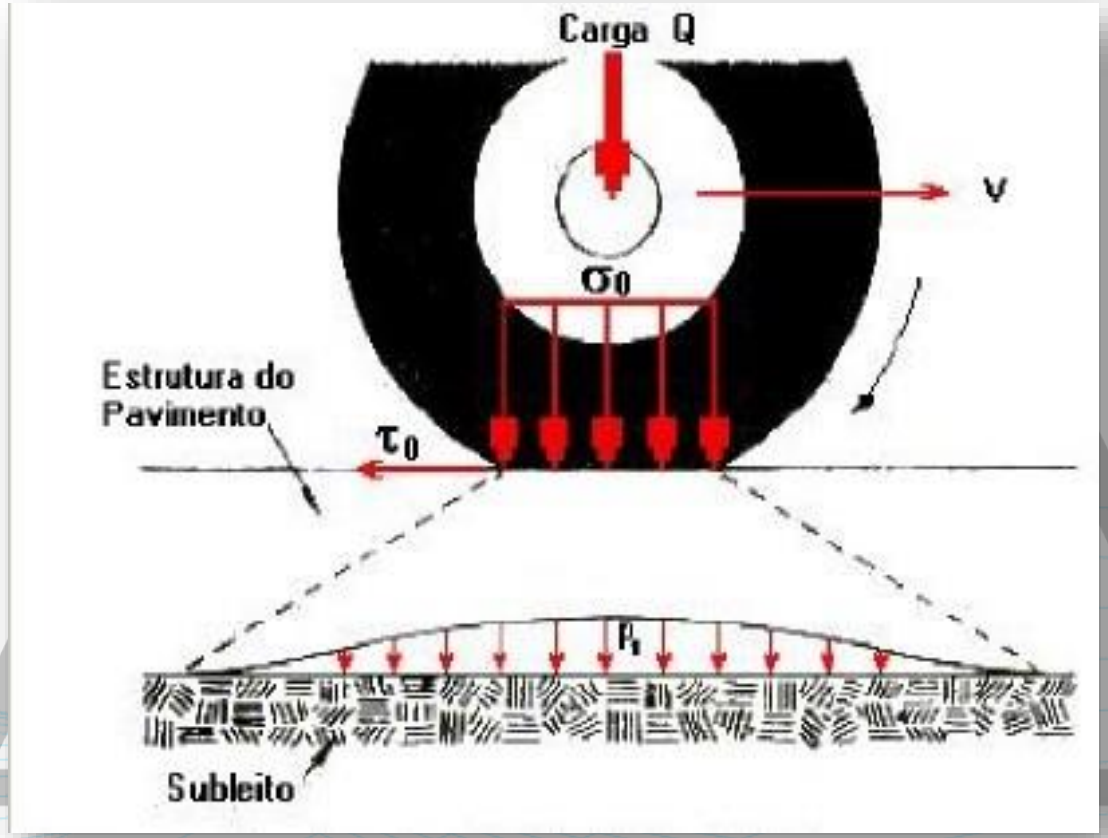


Para um dado pavimento:

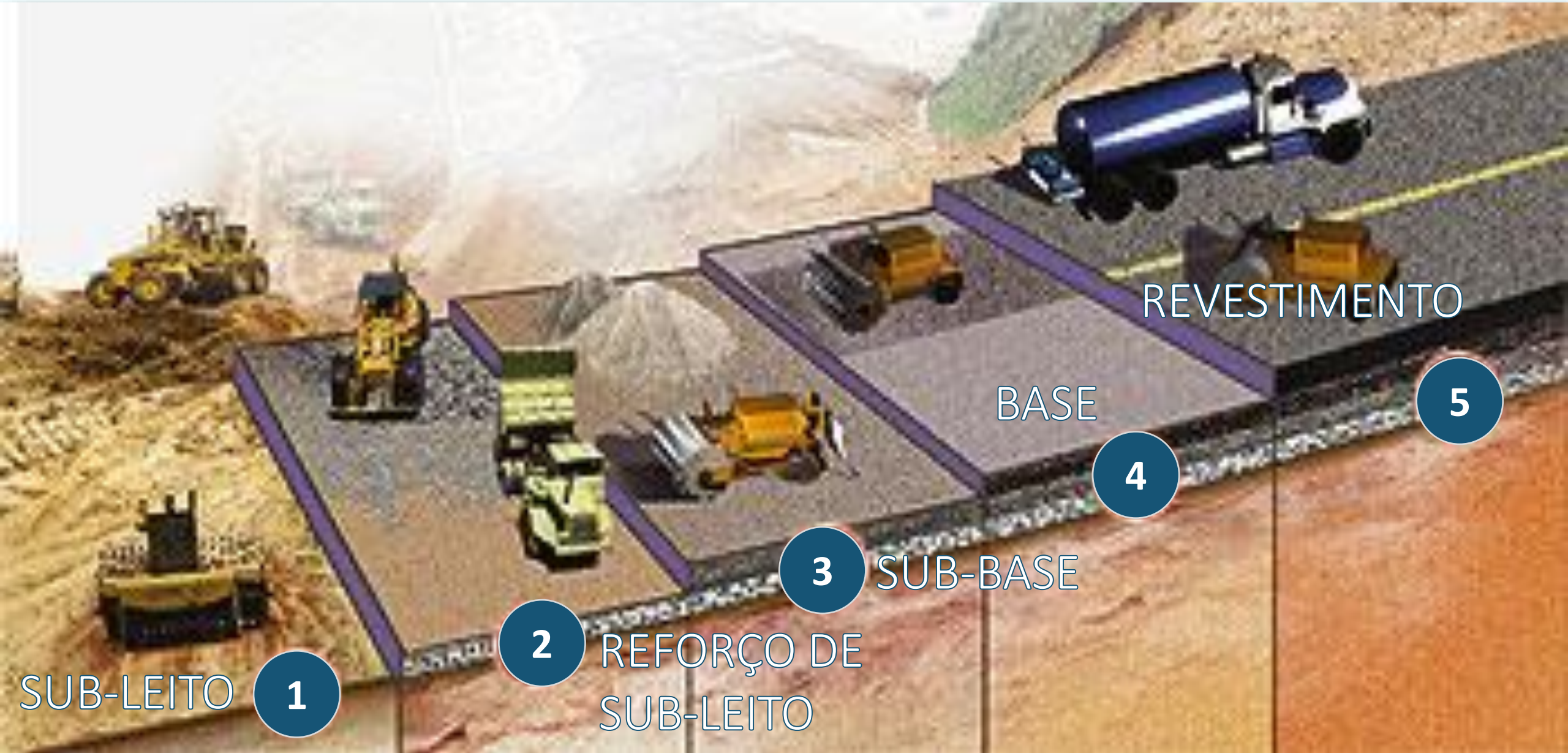


FUNÇÕES DOS PAVIMENTOS





CAMADAS DOS PAVIMENTOS

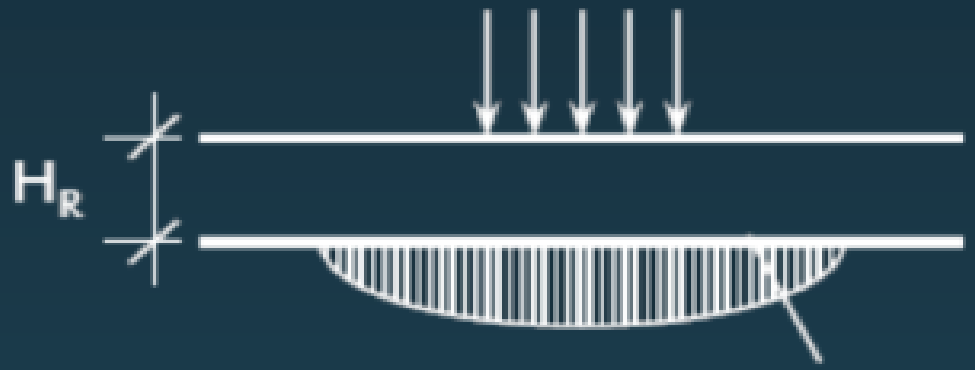


“A ÁGUA É O PIOR INIMIGO DA RODOVIA.”





RÍGIDOS



GRANDE ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA

PEQUENA PRESSÃO NA FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO

FLEXÍVEIS



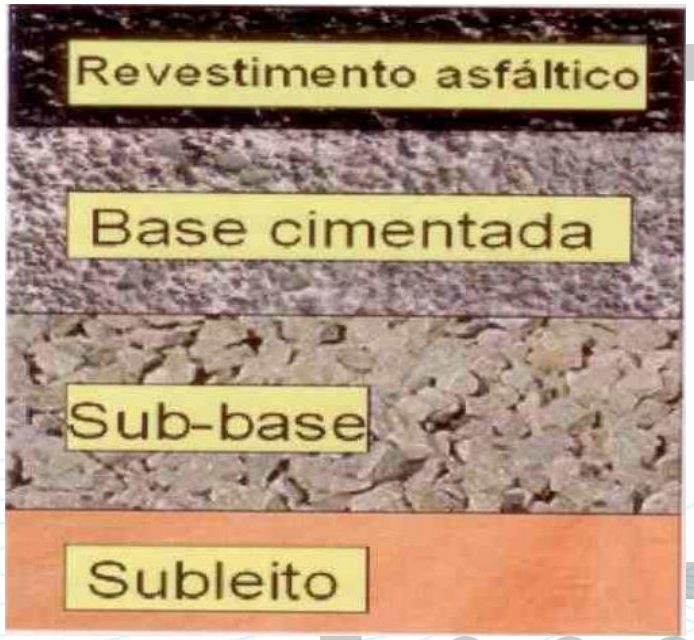
PEQUENA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARGA

GRANDE PRESSÃO NA FUNDAÇÃO DO PAVIMENTO

CAMADAS DOS PAVIMENTOS



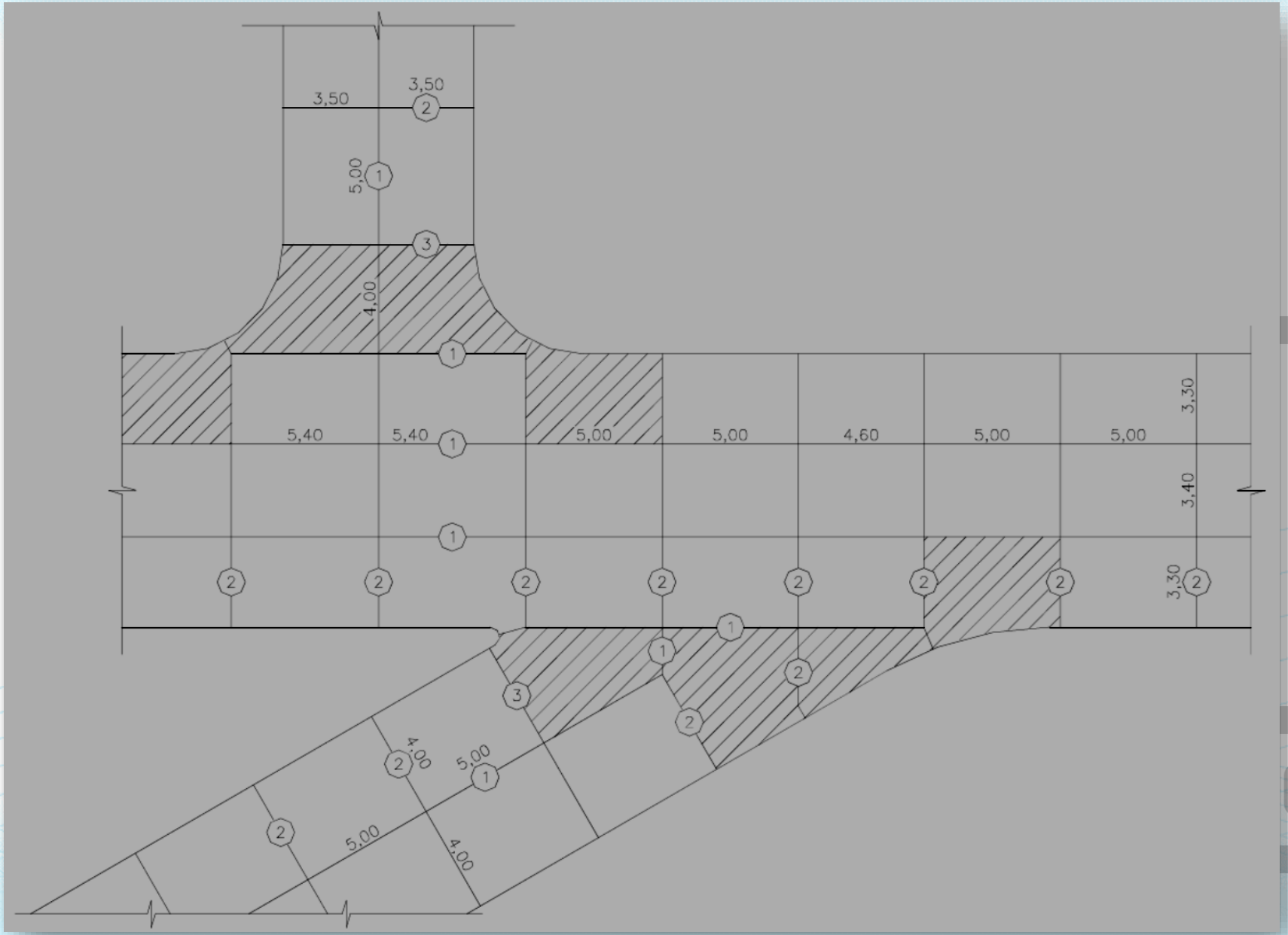
Pavimento Flexível



Pavimento Semirrígido



Pavimento Rígido

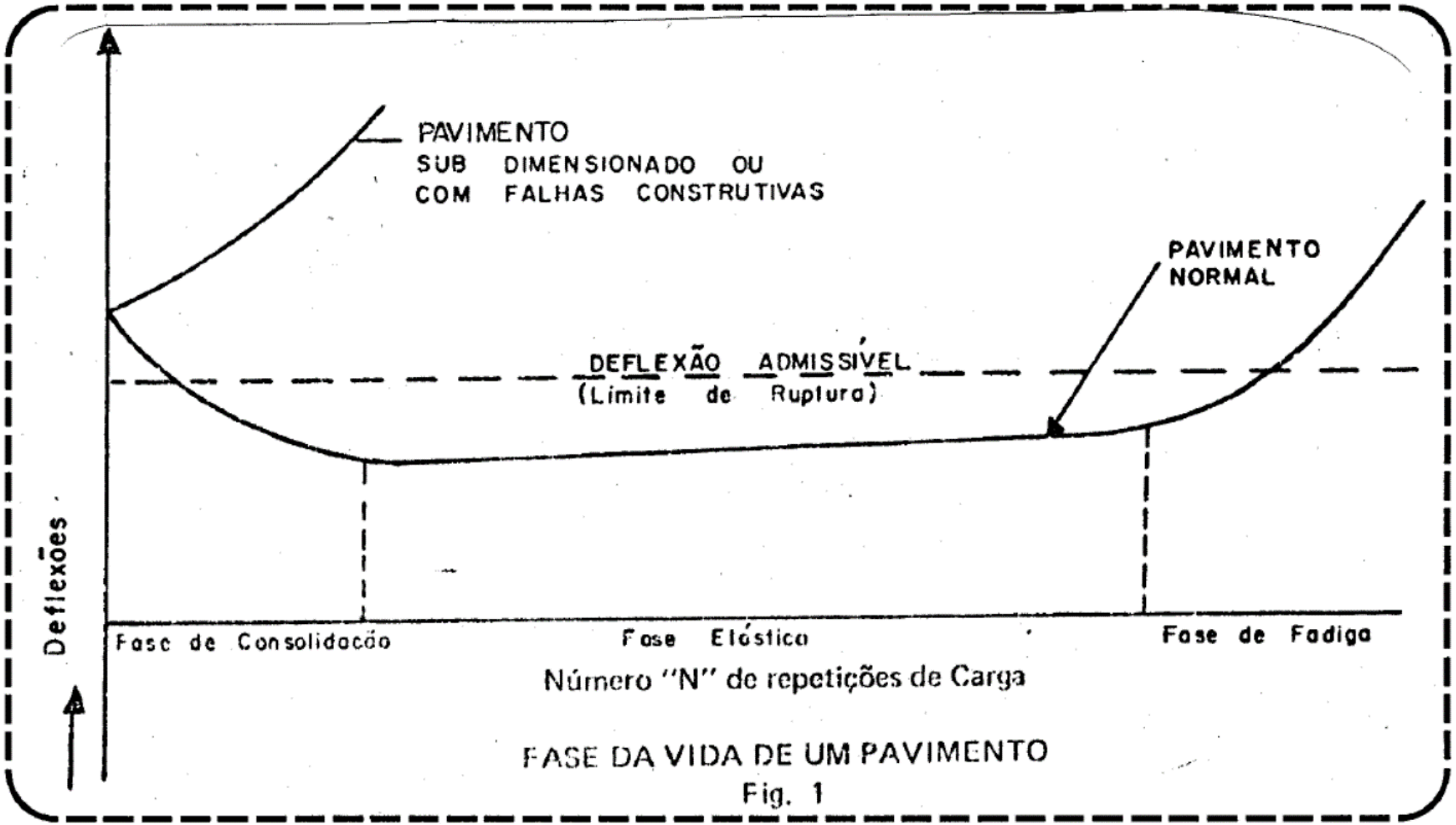

3,50
3,50
5,00
4,00
5,40
5,40
5,00
5,00
4,60
5,00
5,00
3,30
3,40
3,30
5,00
4,00
5,00
4,00

COMPARATIVO



PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	PAVIMENTOS RÍGIDOS
Estruturas mais espessas	Estruturas mais delgadas
Fortemente afetado pelos produtos químicos (óleos, graxas, combustíveis)	Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis)
Melhor aderência das demarcações viárias	Falta de aderência das demarcações viárias
Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção)	Vida útil mínima de 20 anos
Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, ocasionando prejuízos ao tráfego e custos elevados	Pequena necessidade de manutenção e conservação, mantendo o fluxo de veículos sem interrupções
Baixa reflexão de luz, sendo necessário maiores gastos com iluminação	Melhor difusão de luz, permitindo maior economia com iluminação da via
Absorve a umidade com rapidez, e retém a água, requerendo maiores caimentos	Escoa melhor a água superficial

FASES DA VIDA DE UM PAVIMENTO



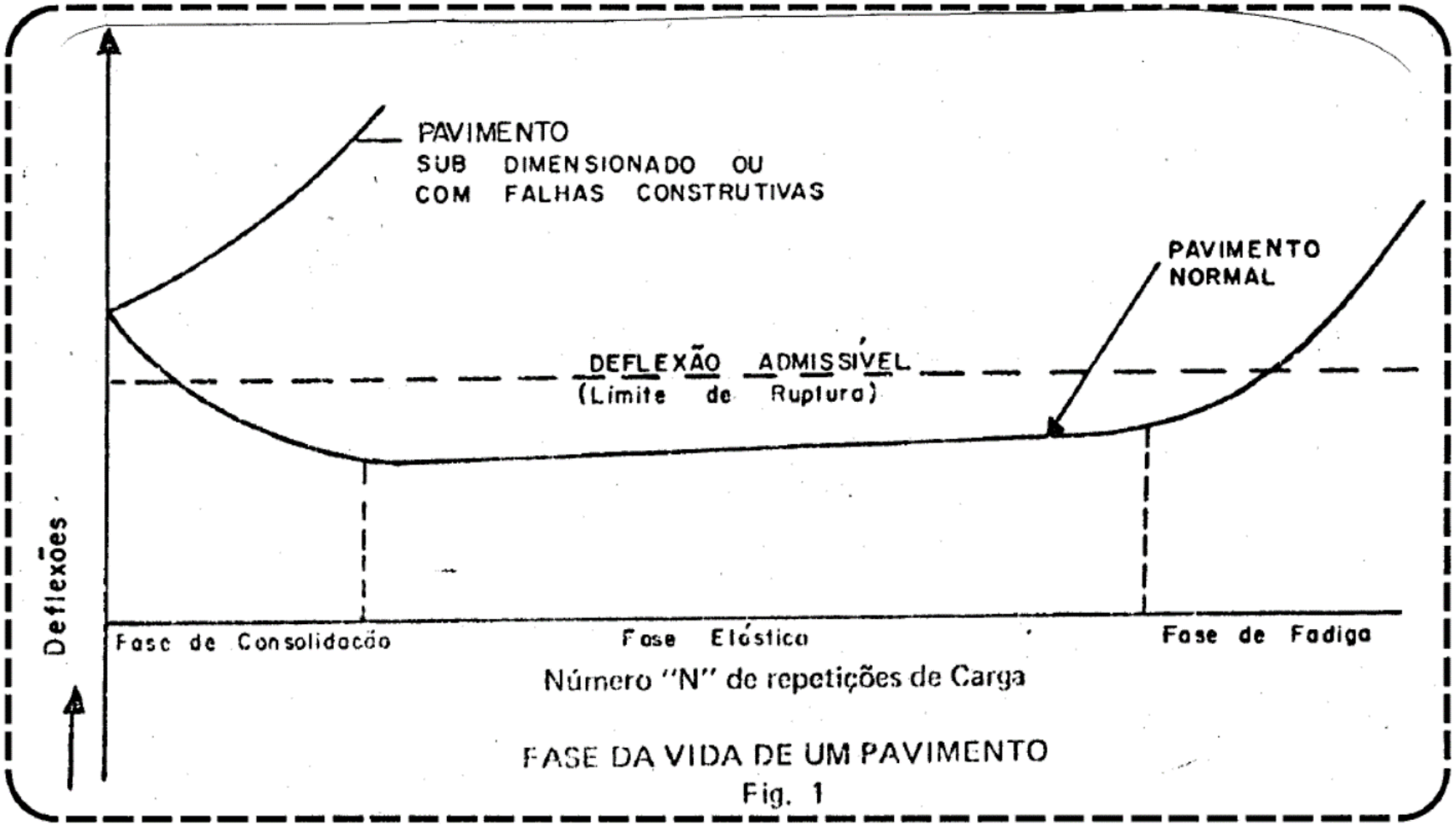
FASE DA VIDA DE UM PAVIMENTO
Fig. 1

COMO SURGE UMA PANELA?

Subleito – Feito de terra e solo compactados, é a espinha dorsal do pavimento



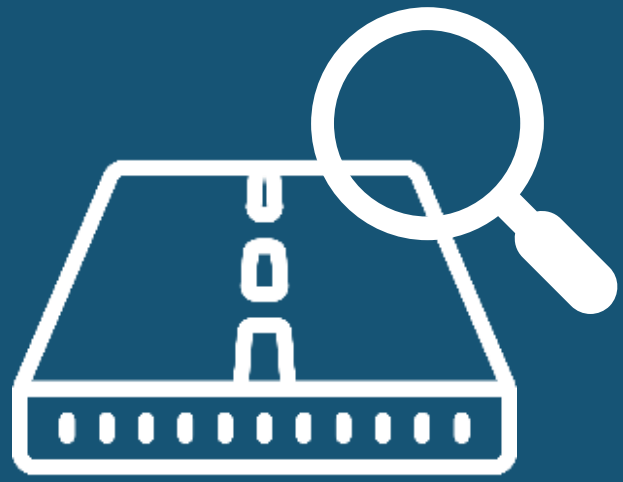
FASES DA VIDA DE UM PAVIMENTO



FASE DA VIDA DE UM PAVIMENTO
Fig. 1

Dynatest

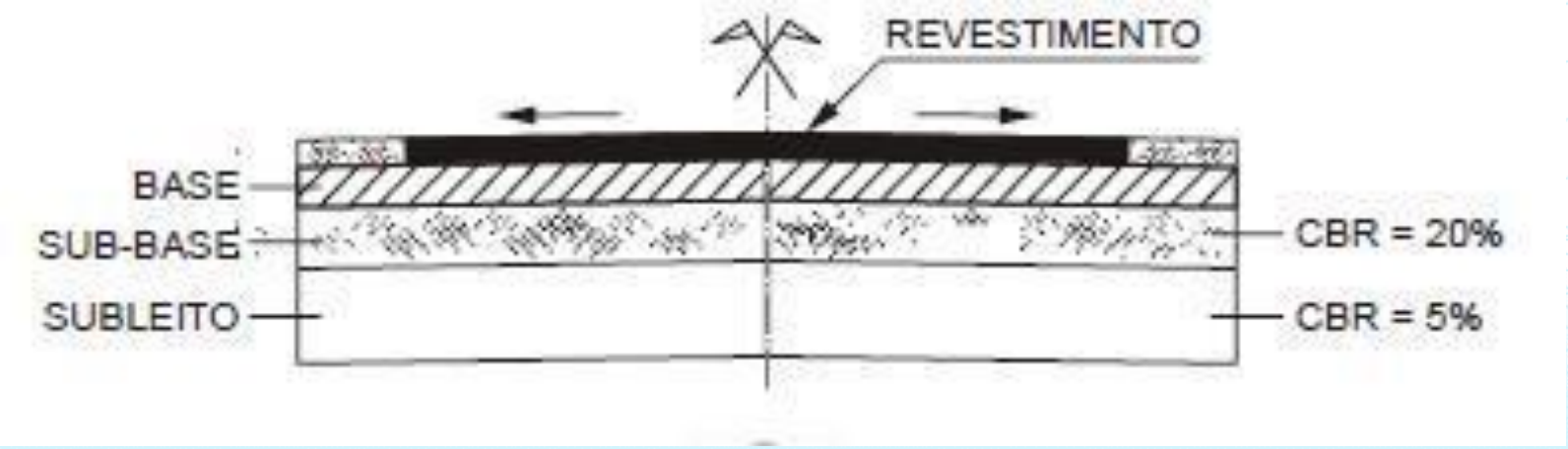
DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS NOVOS



Dimensionamento de Pavimentos Novos

Objetivo

Determinar as espessuras das camadas constituintes do pavimento de forma que estas camadas resistam e transmitam ao subleito as pressões impostas pelo tráfego , sem levar o pavimento à ruptura e a desgastes excessivos para o período de projeto.



CBR - California Bearing Ratio

- Medição da resistência à penetração de uma amostra saturada compactada;
- Valor computado em porcentagem;
- 100% é o valor correspondente a uma amostra de brita graduada de elevada qualidade que foi adotada como padrão de referência.

$$CBR = \frac{\text{Pressão calculada ou pressão corrigida}}{\text{Pressão padrão}}$$

CBR – Estatística de Vários Ensaios

- **CBR de Projeto**

$$X_{min} = \overline{X} - \frac{1{,}29\sigma}{\sqrt{N}} - 0{,}68\sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma\left(X - \overline{X}\right)^2}{N-1}}$$

onde:

N = Número de amostras

X = valor individual

$\overline{x}$ = média aritmética

σ = desvio padrão

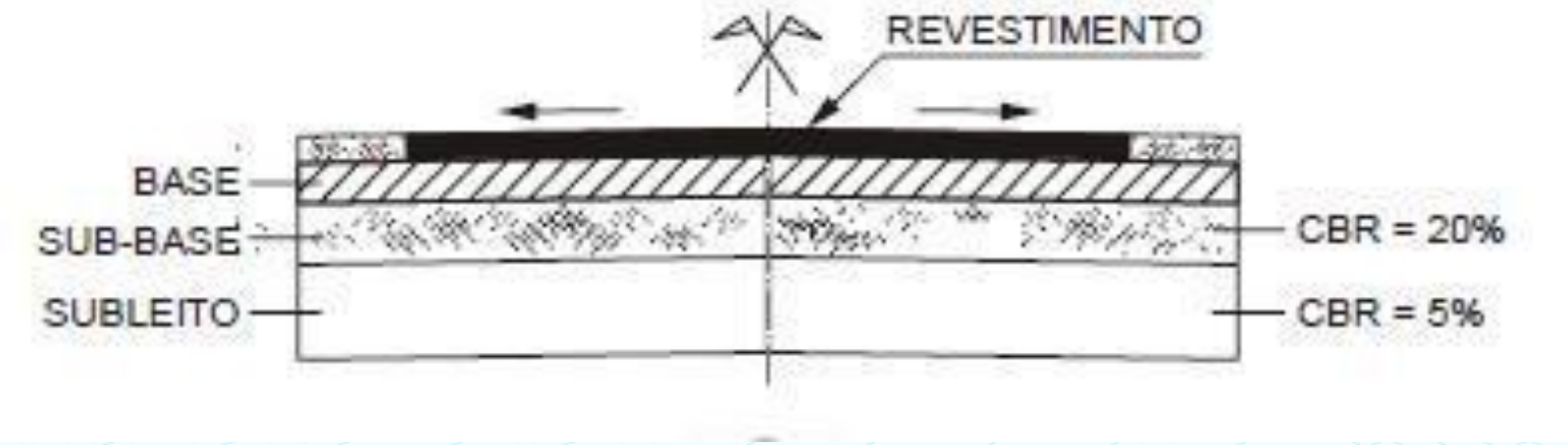
X_{min} = valor mínimo provável, estatisticamente



Dimensionamento de Pavimentos Novos

Método Empírico do DNIT (Pavimentos Flexíveis)

- Determinar as espessuras das camadas que vão constituir o futuro pavimento.



Dimensionamento de Pavimentos Novos

- Relacionar a capacidade de suporte de projeto (CBR) e a intensidade do trafego de projeto com a espessura mínima necessária do pavimento.

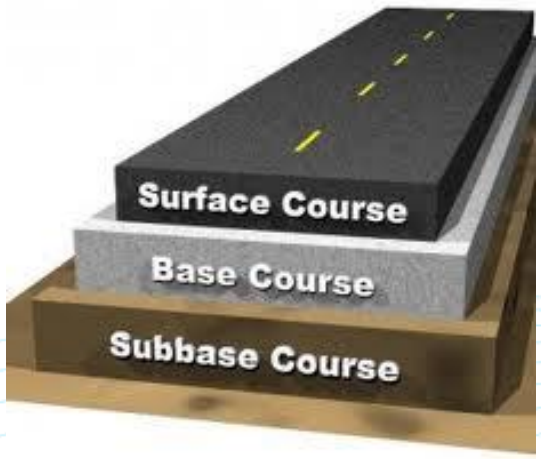




Figura 1 – Composição do pavimento flexível

Método Empírico do DNIT

Roteiriza o dimensionamento em função dos seguintes fatores:

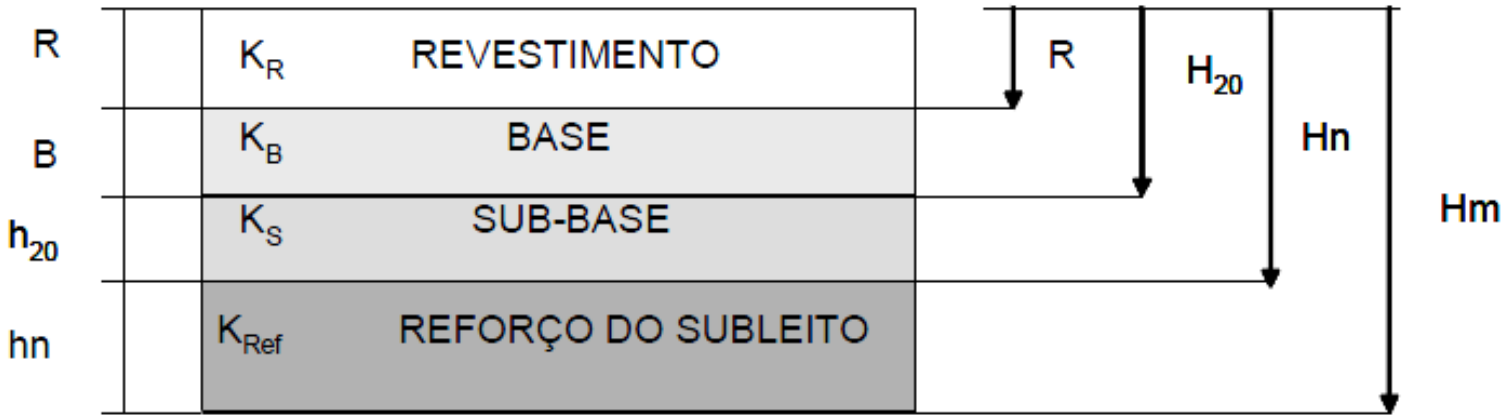
- CBR de projeto das camadas (limitado a 20%);
- Número equivalente de operações do eixo padrão (N) durante o período de projeto;
- Espessura de pavimento equivalente a proteger o subleito.





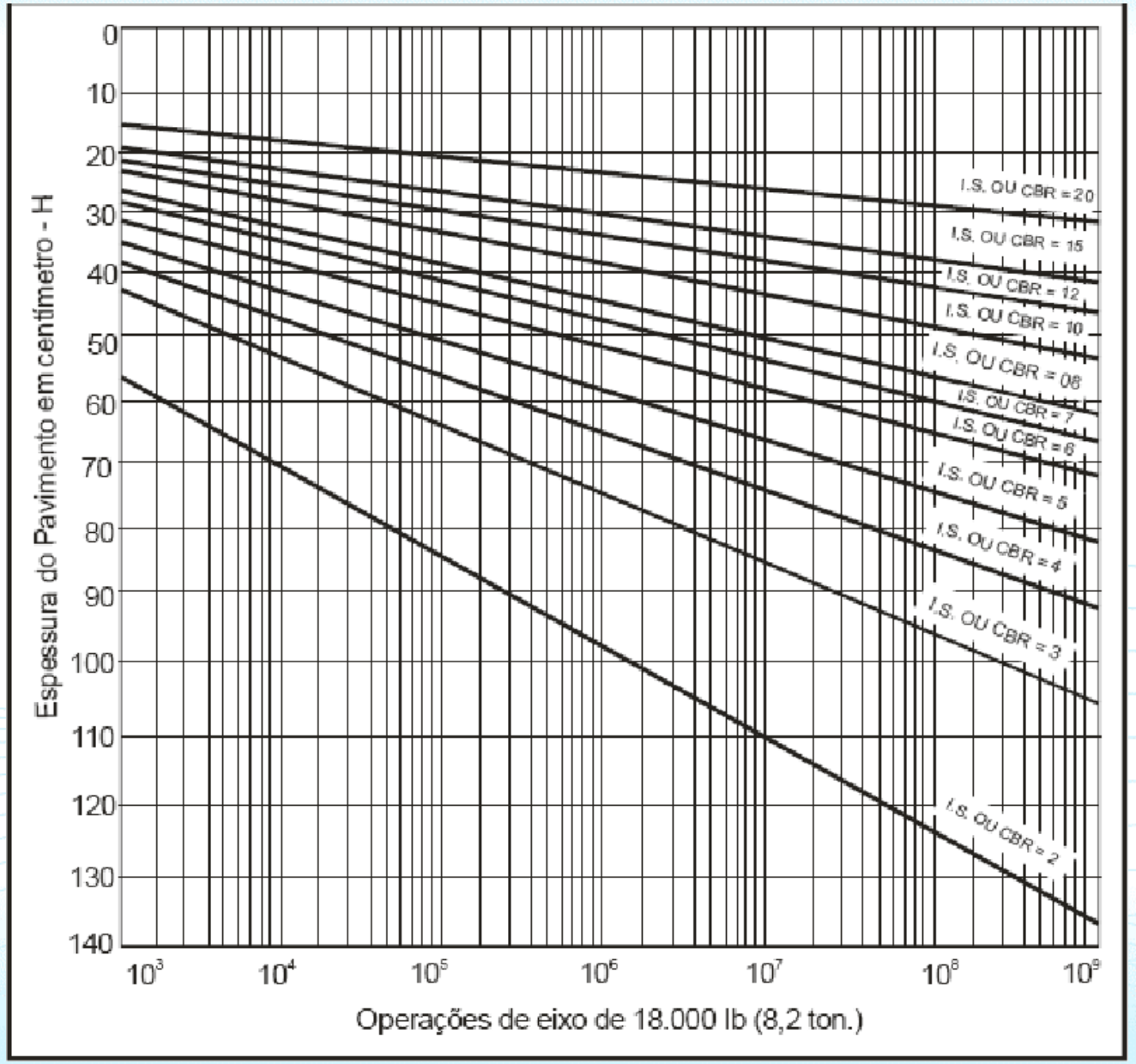


Espessuras das Camadas e Coeficiente de Equivalência Estrutural



* Estabelecer materiais (disponíveis)

Espessuras das Camadas e Coeficiente de Equivalência Estrutural



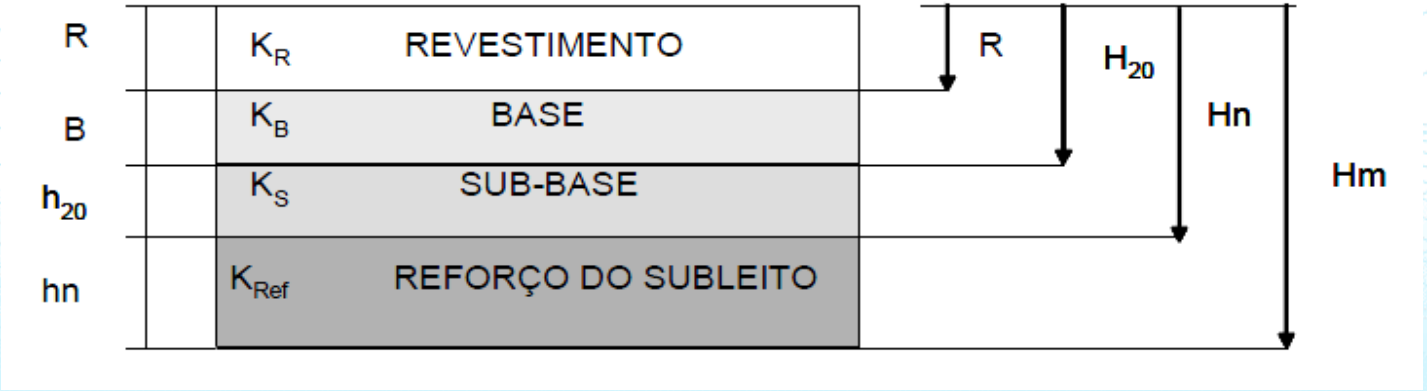
$$H = 77{,}67 . N^{0{,}0482} . CBR^{-0{,}598}$$

Espessuras das Camadas e Coeficiente de Equivalência Estrutural

Uma vez determinadas as espessuras H_m, H_n, H_{20}, pelo gráfico anterior, e R pela Tabela4 de espessura mínima de revestimento betuminoso, as espessuras da base (B), sub-base (h_{20}) e reforço do subleito (h_n) são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$K_R \cdot \mathbf{R} + K_B \cdot \mathbf{B} \geq \mathbf{H_{20}}$$
$$K_R \cdot \mathbf{R} + K_B \cdot \mathbf{B} + K_S \cdot \mathbf{h_{20}} \geq \mathbf{H_n}$$
$$K_R \cdot \mathbf{R} + K_B \cdot \mathbf{B} + K_S \cdot \mathbf{h_{20}} + K_{ref} \cdot \mathbf{h_n} \geq \mathbf{H_m}$$

* 3 equações
* 4 Incógnitas



Coeficiente de Equivalência Estrutural

Componentes dos pavimentos	Coeficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77(1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm^2	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm^2 e 28 Kg/cm^2	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm^2 e 21 Kg/cm^2	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

Espessura Mínima Recomendada pelo Método DNIT

N	Espessura mínima de revestimento betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \cdot 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \cdot 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \cdot 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \cdot 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Dimensionamento de Pavimentos Novos

Método de Resiliência

- Deformação elástica ou recuperável de solos e de estruturas de pavimentos sobre a ação de cargas repetidas;
- Considera explicitamente as características resilientes dos materiais na análise da estrutura do pavimento;
- Classifica o CBR do subleito em relação à porcentagem de silte na fração fina.

Dimensionamento de Pavimentos Novos

Método de Resiliência

ISC (%)	% DE SILTE DA FRAÇÃO QUE PASSA NA #200		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Solos Tipo I: Solos com baixo grau de resiliência que apresentam bom comportamento como subleito e reforço de subleito, com possibilidade de utilização em camada de sub-base

Solos Tipo II: Solos com grau de resiliência intermediário que apresentam comportamento regular como subleito.

Solos Tipo III: Solos com grau de resiliência elevado, não sendo aconselhável seu emprego em camadas de pavimentos. Como são materiais para subleito, requerem cuidados e estudos especiais.

Dimensionamento de Pavimentos Novos

Método de Resiliência

$$\log D_{adm} = 3{,}148 - 0{,}188 \times \log N$$

Cálculo da Deflexão Admissível

$$H_{CB} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{D_{adm}} + 0{,}972 \times I_1 + 4{,}101 \times I_2$$

Cálculo da Espessura mínima do revestimento betuminoso

$$H_t = 77{,}67 . N^{0{,}0482} . CBR^{-0{,}598}$$

Cálculo da Espessura Total Equivalente do Pavimento

$$H_{CB} \times V_E + H_{CG} = H_t$$

Cálculo da Espessura Equivalente de Camada Granular

Dimensionamento de Pavimentos Novos

Método de Resiliência

Valor Estrutural do Revestimento Betuminoso:

Tipo de Subleito	N				
	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
I	4,0	4,0	3,4	2,8	2,8
II	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8
III	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

$$H_{CB} \times V_E + H_{CG} = H_t$$

Hcb: espessura mínima da camada betuminosa, em cm.
Ve: Valor estrutural
Hcg: espessura da camada granular
Ht: espessura total equivalente do pavimento

TRÁFEGO – NÚMERO "N"



Fatores de Equivalência de Carga da AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FC = (P / 7{,}77)^{4{,}32}$
Simples de rodagem dupla	$FC = (P / 8{,}17)^{4{,}32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 15{,}08)^{4{,}14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FC = (P / 22{,}95)^{4{,}22}$

P = Peso bruto total sobre o eixo

Fatores de Equivalência de Carga da USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2{,}0782 \times 10^{-4} \times P^{4{,}0175}$
	≥ 8	$FC = 1{,}8320 \times 10^{-6} \times P^{6{,}2542}$
Tandem duplo	0 – 11	$FC = 1{,}5920 \times 10^{-4} \times P^{3{,}472}$
	≥ 11	$FC = 1{,}5280 \times 10^{-6} \times P^{5{,}484}$
Tandem triplo	0 – 18	$FC = 8{,}0359 \times 10^{-5} \times P^{3{,}3549}$
	≥ 18	$FC = 1{,}3229 \times 10^{-7} \times P^{5{,}5789}$

P = peso bruto total sobre o eixo

Dynatest

PARA PENSAR



AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS

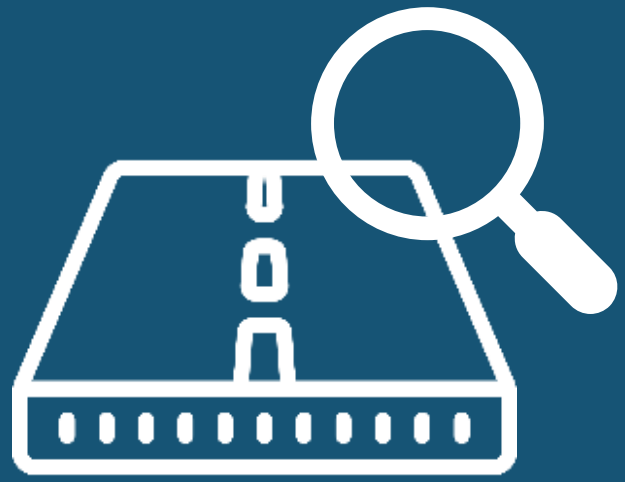
CONDIÇÕES FUNCIONAIS

X

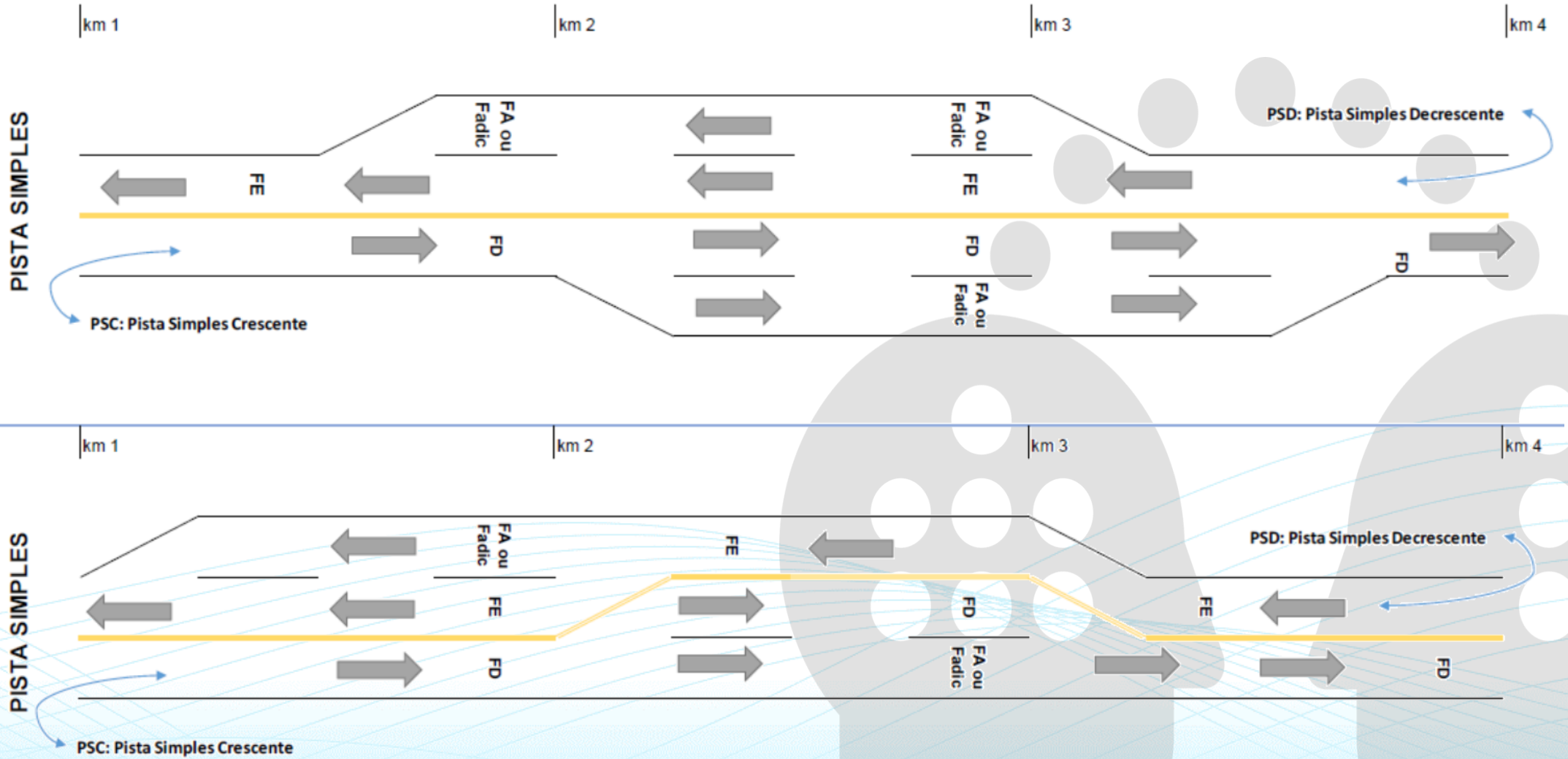
CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

Dynatest

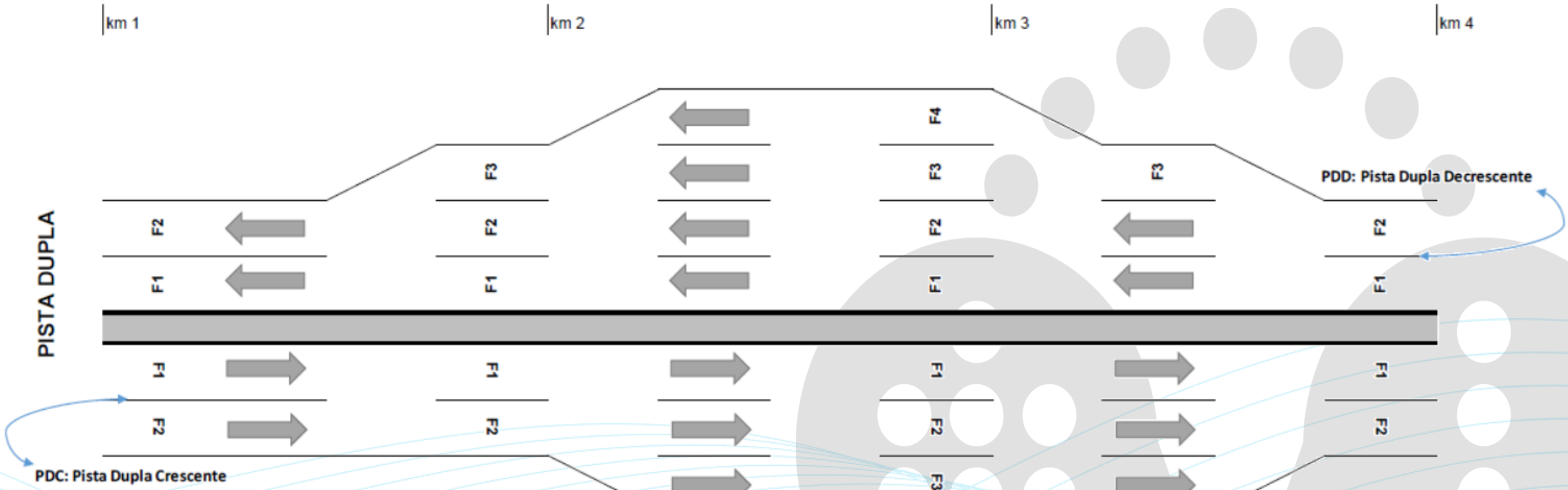
AVALIAÇÃO FUNCIONAL



CONCEITOS GERAIS

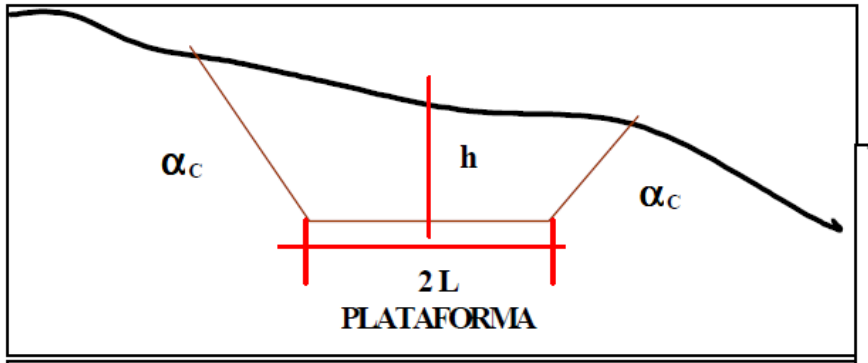


CONCEITOS GERAIS

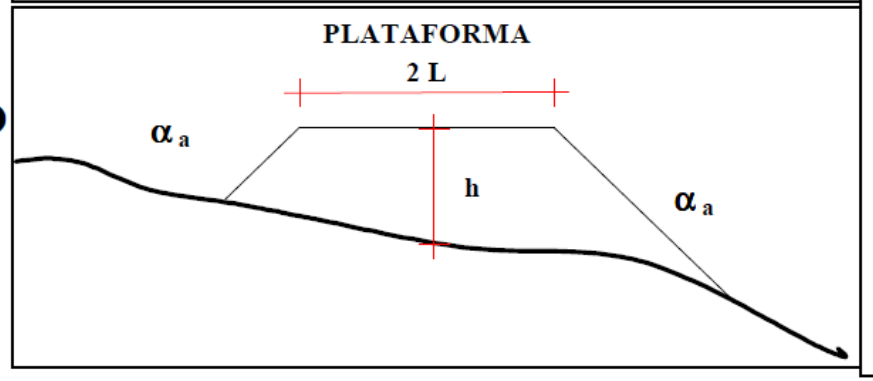


TIPOS DE SEÇÕES TRANSVERSAIS

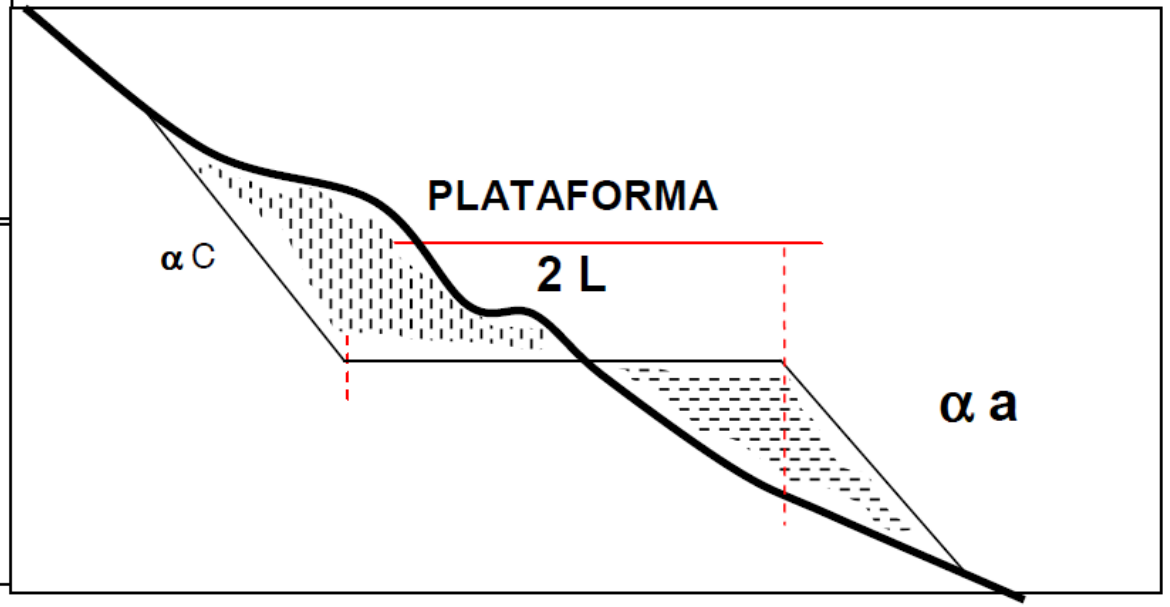
Seção em corte:



Seção em aterro



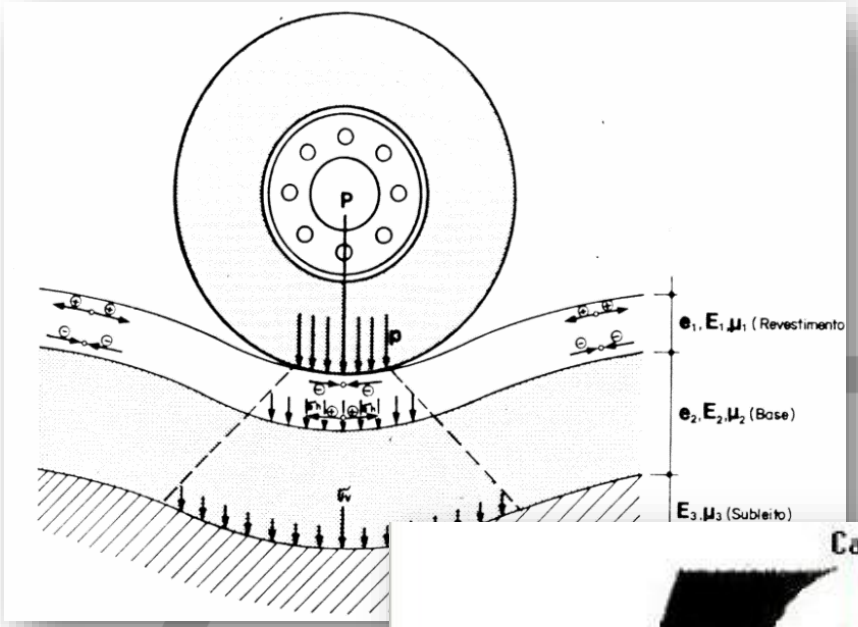
Seção mista:

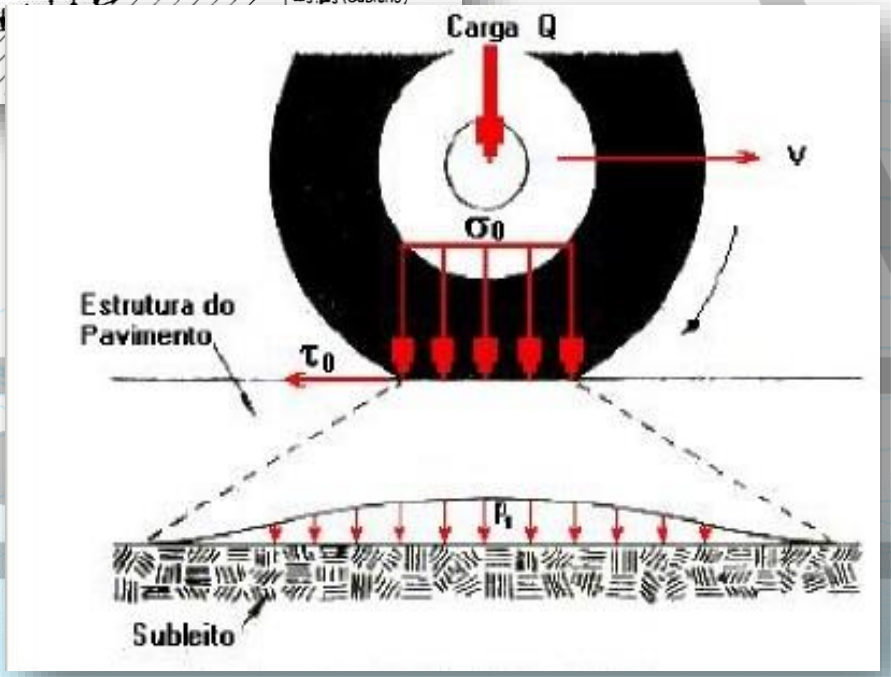


FUNÇÕES DOS PAVIMENTOS

Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a:

- Proteger o subleito;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos de veículos, equipamentos e cargas em geral;
- Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança.





CONDIÇÕES FUNCIONAIS

- CONFORTO
- SEGURANÇA

- Levantamentos visuais:
  - PRO-006: IGG
  - PRO-008: LVC
- Irregularidade (IRI/QI)
- Condições de atrito:
  - Macrotextura
  - Microtextura

X

CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

- RESISTÊNCIA
- VIDA ÚTIL

- Ensaios destrutivos
  - Poços de inspeção
  - Sondagens rotativas
- Ensaios não destrutivos
  - Viga Benkelman
  - FWD
  - LWD
  - Georadar

PRO-006: IGG - Índice de Gravidade Global

O IGG é um levantamento feito para avaliar a condição superficial do pavimento, é calculado em função de pesos dados aos defeitos, conforme quadro resumo de defeitos – Codificação e Classificação (anexo D) e obedecendo aos procedimentos contidos na Norma Rodoviária DNIT 006/2003 – PRO.



Foto B-1 – Trinca isolada



Foto B-3 – Trincas interligadas em bloco



Foto B-2 – Trincas interligadas do tipo couro de jacaré



Foto B-4 – Panela

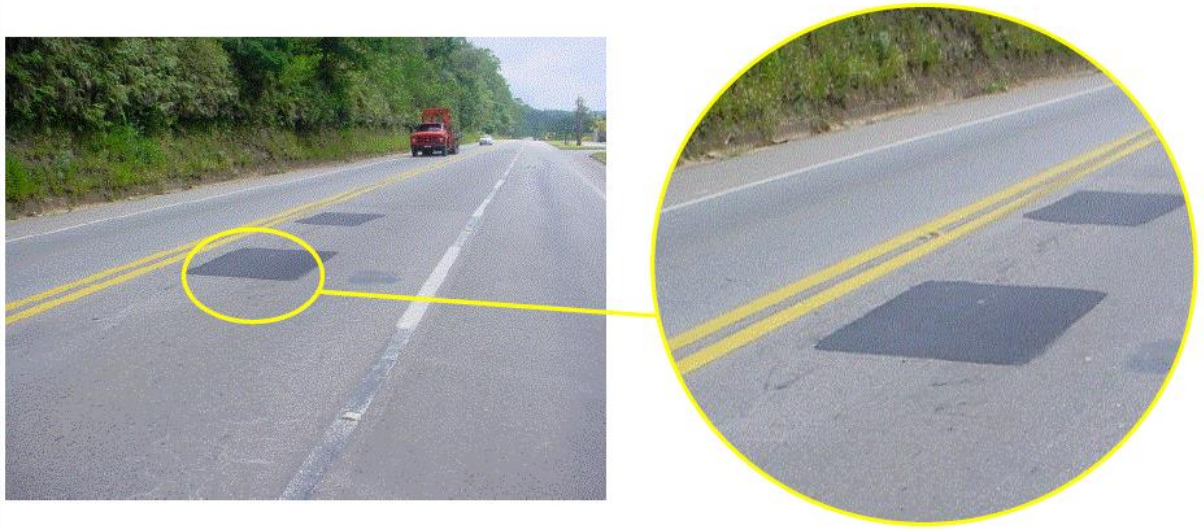


Foto B-5 – Remendos



Foto B-7 – Ondulações ou corrugações



Foto B-6 – Flecha na trilha de roda

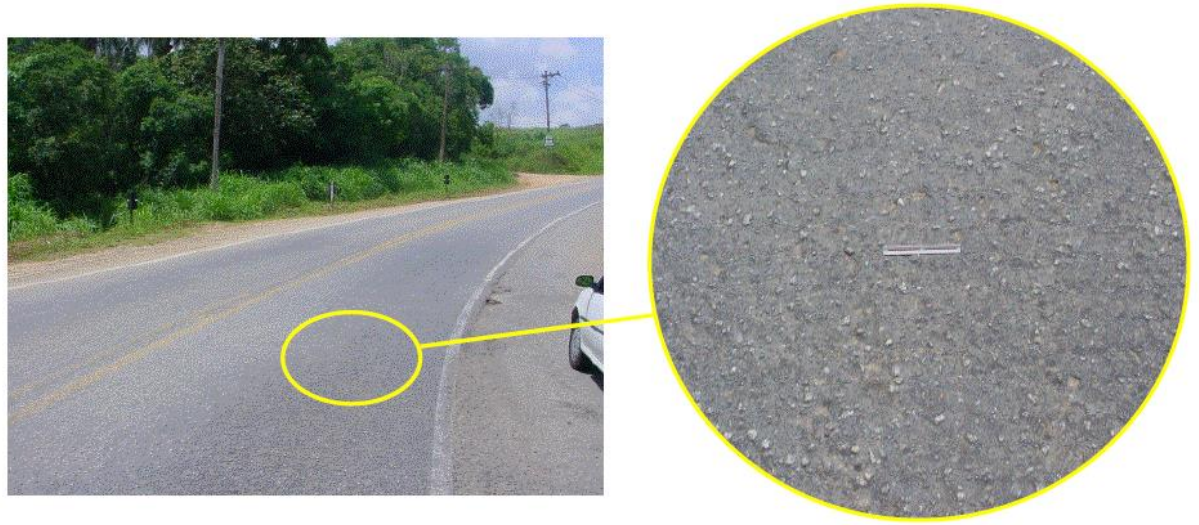


Foto B-8 – Desgaste



Foto B-9 – Exsudação



Foto B-10 – Escorregamento de massa

Valor do Fator de Ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) Nota: NOTA:Para efeito de Ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências Tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da freqüência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do Tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O e P	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	IGG ≤ 20
Bom	20 < IGG ≤ 40
Regular	40 < IGG ≤ 80
Ruim	80 < IGG ≤ 160
Péssimo	IGG > 160

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

RODOVIA: | OPERADOR: | FOLHA:

TRECHO: | REVESTIMENTO TIPO: | ESTACA OU QUILOMETRO | ESTACA OU QUILOMETRO

SUBTRECHO: | DATA:

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLASTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC -2		FC - 3		ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE	
			1	1	1	1	1	1	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	mm	mm	

PRO-008: LVC – Levantamento Visual Contínuo

O LVC é utilizado para avaliar a superfície do pavimento, o levantamento é feito na rodovia com o carro em movimento (± 40 km/h), anotando-se todos os defeitos visíveis, onde avalia-se os tipos de defeitos de acordo com a severidade 1, 2 ou 3 e sua frequência, se é alta, média ou baixa, tendo as condições estabelecidas através da Norma DNIT 008/2003-PRO.

Frequência de defeitos

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	**Frequência**	**Quant./km**
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 –5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	**Freqüência**	**% por km**
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

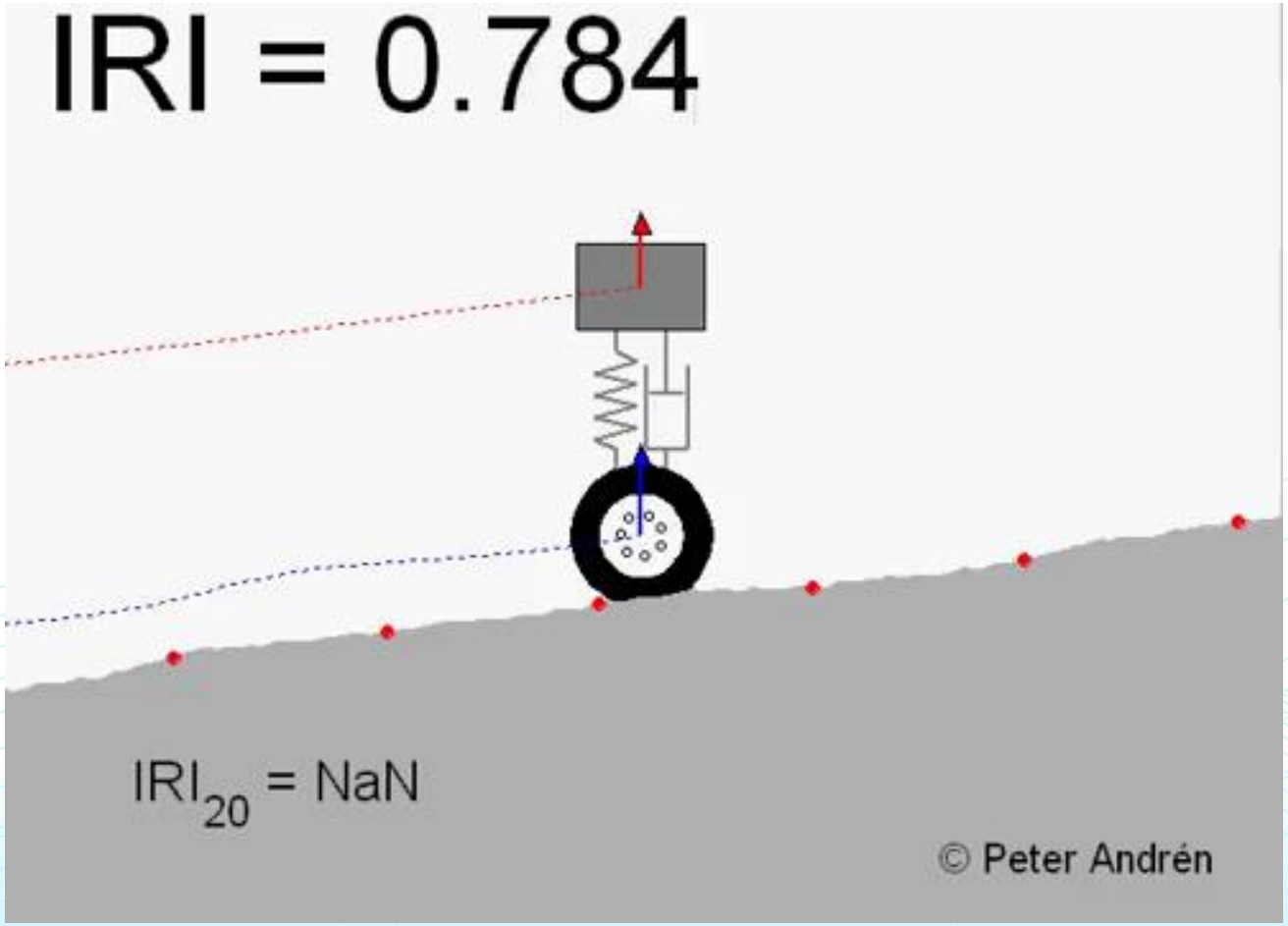
DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
IGGE ≤ 20 e ICPF > 3,5	0	A	ÓTIMO
IGGE ≤ 20 e ICPF ≤ 3,5	1	B	BOM
20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF > 3,5	2		
20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF ≤ 3,5	3	C	REGULAR
40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF > 2,5	4		
40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF ≤ 2,5	5	D	RUIM
60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF > 2,5	7		RUIM
60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF ≤ 2,5	8	E	PÉSSIMO
IGGE > 90	10		

IRI - International Roughness Index
(Índice de Irregularidade Internacional)

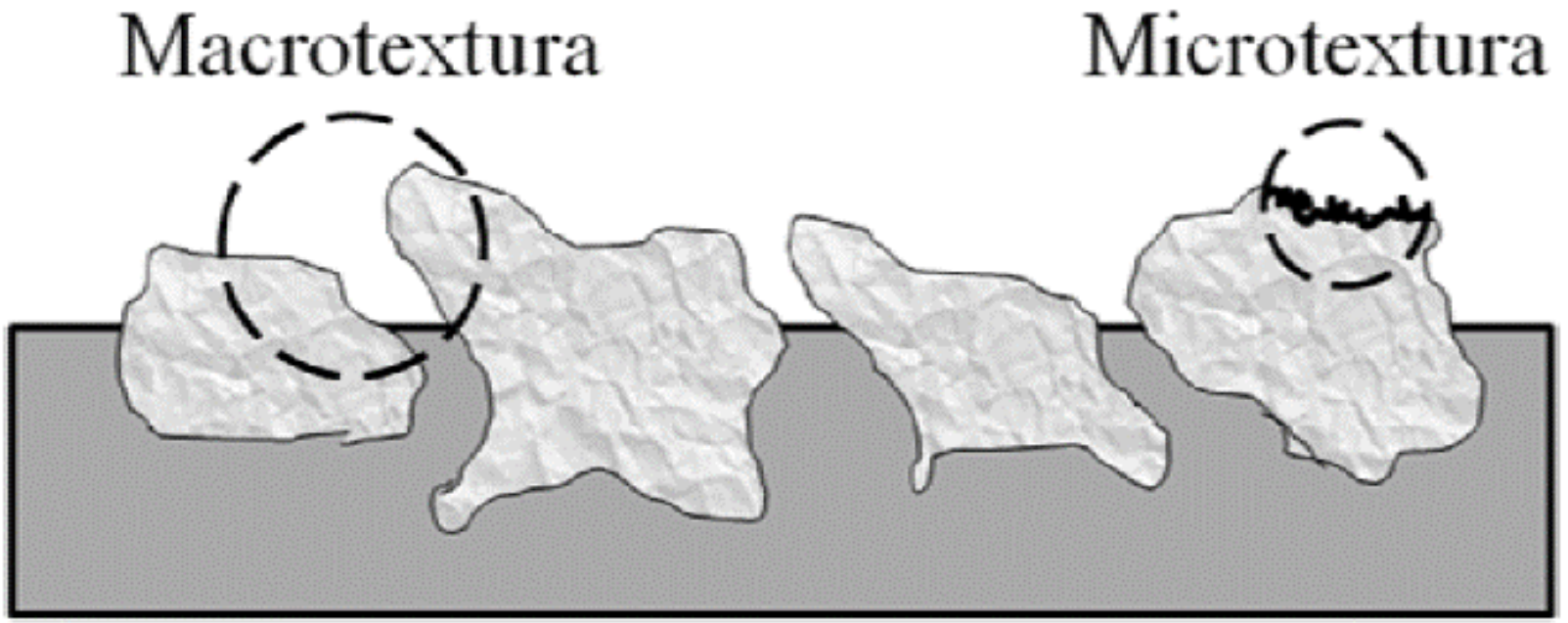
É medido através do Perfilômetro laser, um equipamento composto, usualmente por 3 ou 5 sensores laser, para medição de irregularidades no pavimento. Na configuração com 5 sensores, também pode ser utilizado para a medição no afundamento da trilha de roda



IRI - International Roughness Index (Índice de Irregularidade Internacional)



AVALIAÇÃO FUNCIONAL – ATRITO / ADERÊNCIA



MANCHA DE AREIA

Neste ensaio, utiliza-se um volume conhecido de areia que é distribuído por meio de movimentos circulares, espalha-se a areia buscando a forma mais próxima possível de um círculo, é necessário repetir este processo por no mínimo 05 vezes, mede-se o diâmetro 04 vezes e tira-se uma média do valor encontrado, então é possível determinar a **macrotextura superficial.**





PÊNDULO BRITÂNICO

O ensaio é feito da seguinte maneira: o pêndulo é nivelado e posicionado sobre o pavimento no sentido do tráfego, isto é feito para que o giro do pêndulo ocorra na mesma direção de operação dos veículos, com a pista molhada o pêndulo é liberado, podendo-se então avaliar características de rugosidade dos agregados e a **microtextura** do pavimento.





AVALIAÇÃO FUNCIONAL – ATRITO / ADERÊNCIA - LIMITES

AVALIAÇÃO DA MACROTEXTURA / MÉTODO DA ALTURA DE AREIA	
PROFUNDIDADE MÉDIA EM (mm)	TEXTURA SUPERFICIAL
HS < 0,20 mm	MUITO FINA OU MUITO FECHADA
0,20 mm < 0,40 mm	FINA OU FECHADA
0,40 mm < HS < 0,80 mm	MÉDIA
0,50 mm < HS < 1,20 mm	GROSSEIRA OU ABERTA
HS > 1,20 mm	MUITO GROSSEIRA OU ABERTA

LIMITES SUGERIDOS: HS Profundidade Média **0,6 mm < HS < 1,2 mm**

TEXTURA SUPERFICIAL MÉDIA A GROSSEIRA

CLASSES DE RESISTÊNCIA À DERRAPAGEM / MÉTODO DO PÊNDULO BRITÂNICO	
CLASSES	VRD - VALOR DE RESISTÊNCIA Á DERRAPAGEM
1 - PERIGOSA	< 25
2 - MUITO LISA	25 - 31
3 - LISA	32 - 39
4 - INSUFICIENTEMENTE RUGOSA	40 - 46
5 - MEDIANAMENTE RUGOSA	47 - 54
6 - RUGOSA	55 - 75
7 - MUITO RUGOSA	> 75

LIMITE SUGERIDO: VRD - Valor de Resistência à Derrapagem **VRD ≥ 55**

SUPERFÍCIE MEDIANAMENTE RUGOSA A RUGOSA

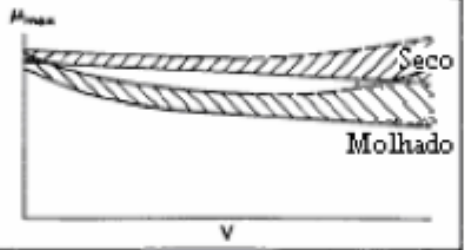
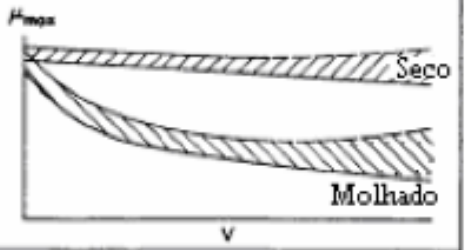
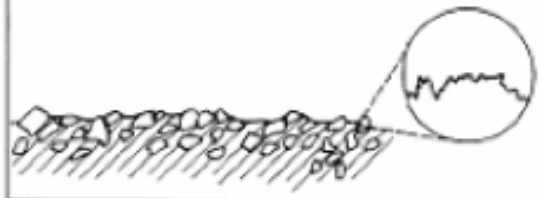
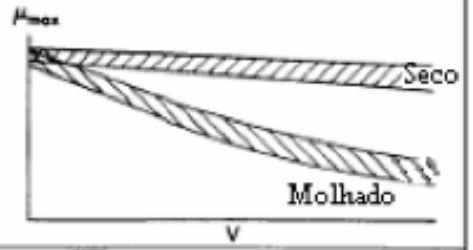
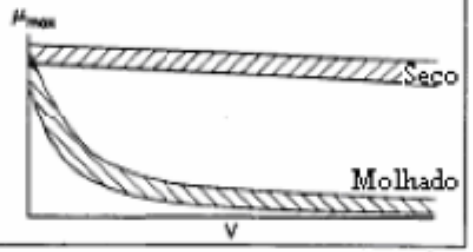
GRIP TESTER

O Grip Tester é um reboque de três rodas que mede o **coeficiente de atrito** da superfície avaliada, simulando a pior condição para o pavimento, isto é, com a superfície molhada.

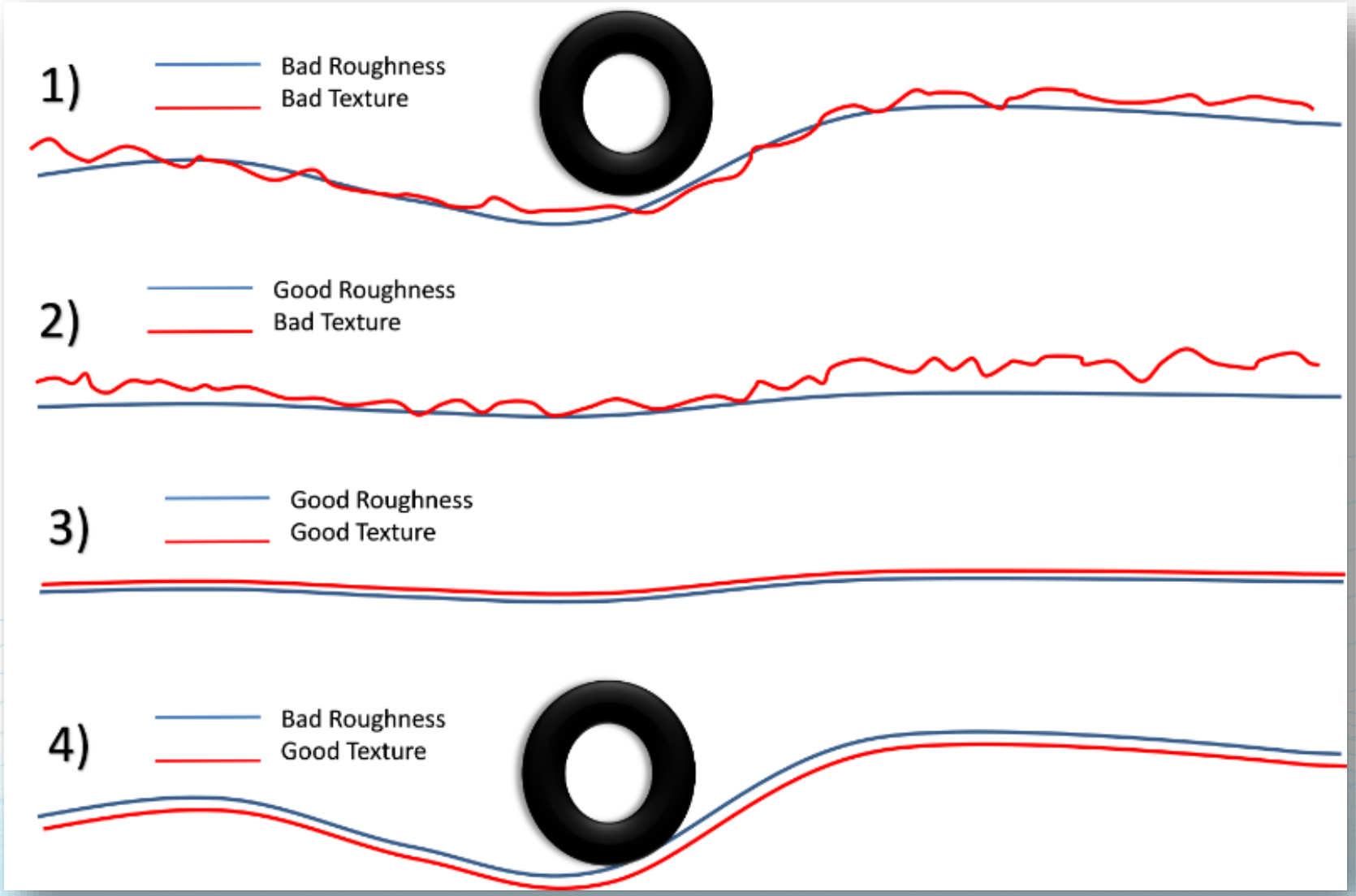




AVALIAÇÃO FUNCIONAL – ATRITO / ADERÊNCIA

SUPERFÍCIE			Gráfico aproximado da variação do coeficiente de atrito em função da velocidade.
No.	MACRO-TEXTURA	MICRO-TEXTURA	
I	Macrc-textura aberta permite boa drenagem da área de contato pneu-pavimento. Em condições molhadas, o coeficiente de atrito diminui com o aumento da velocidade. Em altas velocidades o coeficiente de atrito pode aumentar um pouco devido ao efeito da histerese	 Micro-textura áspera permitem penetração substancial do filme fino de fluido, nível geral de atrito é alto.	
II		 Micro-textura suave ou polida tem propriedades pobres de penetração do fluido e em geral resultados baixos de atrito disponível	
III	Macro-textura fechada não permite uma boa drenagem da área de contato pneu-pavimento. O coeficiente de atrito diminui rapidamente com o aumento da velocidade.	 Micro-textura áspera permitem penetração substancial do filme fino de fluido, nível geral de atrito é alto.	
IV		 Micro-textura suave ou polida tem propriedades pobres de penetração do fluido e em geral resultados baixos de atrito disponível	

AVALIAÇÃO FUNCIONAL



➢ EQUIPAMENTO MULTIFUNCIONAL – PAVEMENT SCANNER

- ✓ EQUIPAMENTO A LASER
- ✓ DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE TODOS OS DEFEITOS SUPERFICIAIS
- ✓ DETECÇÃO DE AFUNDAMENTOS
- ✓ DETECÇÃO DE MACROTEXTURA
- ✓ DETECÇÃO DE IRI
- ✓ MEDIÇÃO DE DEGRAU



COMPLETA VARREDURA DE DEFEITOS

MÉTODO UTILIZADO NAS CONCESSIONÁRIAS

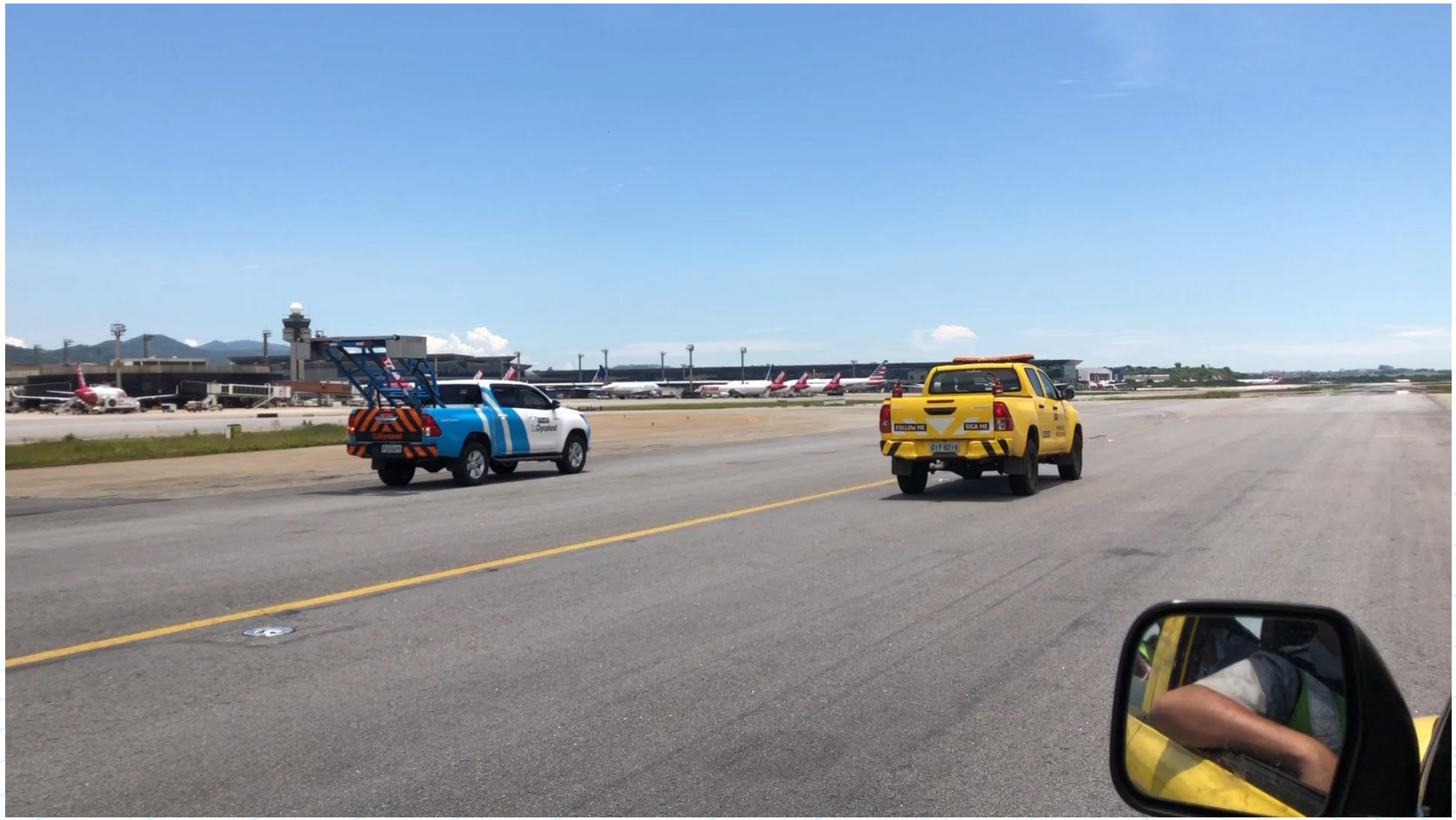
MENOR RISCOS DE ACIDENTES/POUCO TEMPO NA PISTA

FORMA DE DETECÇÃO COM ELEVADA REPETITIVIDADE DE RESULTADOS

➢ PAVEMENT SCANNER



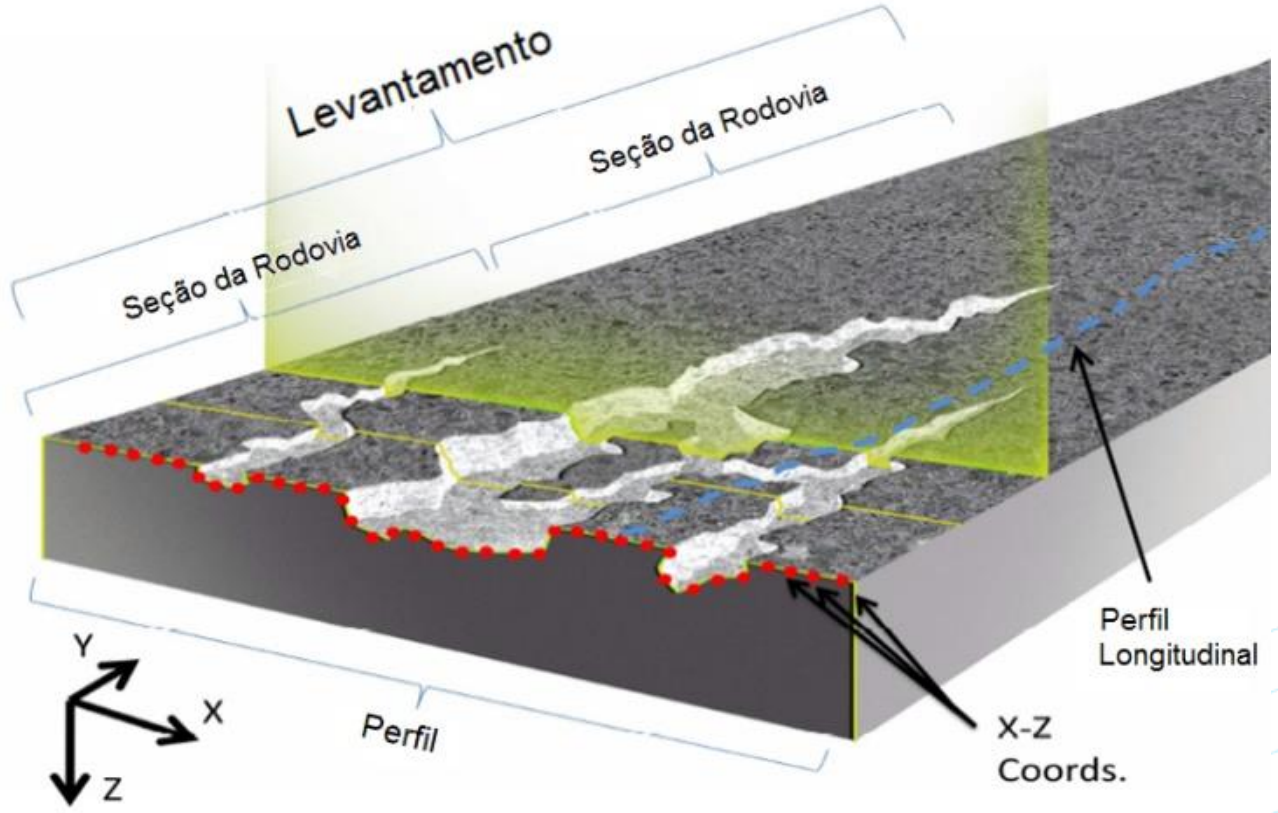
➢ PAVEMENT SCANNER – OPERAÇÃO DIURNA



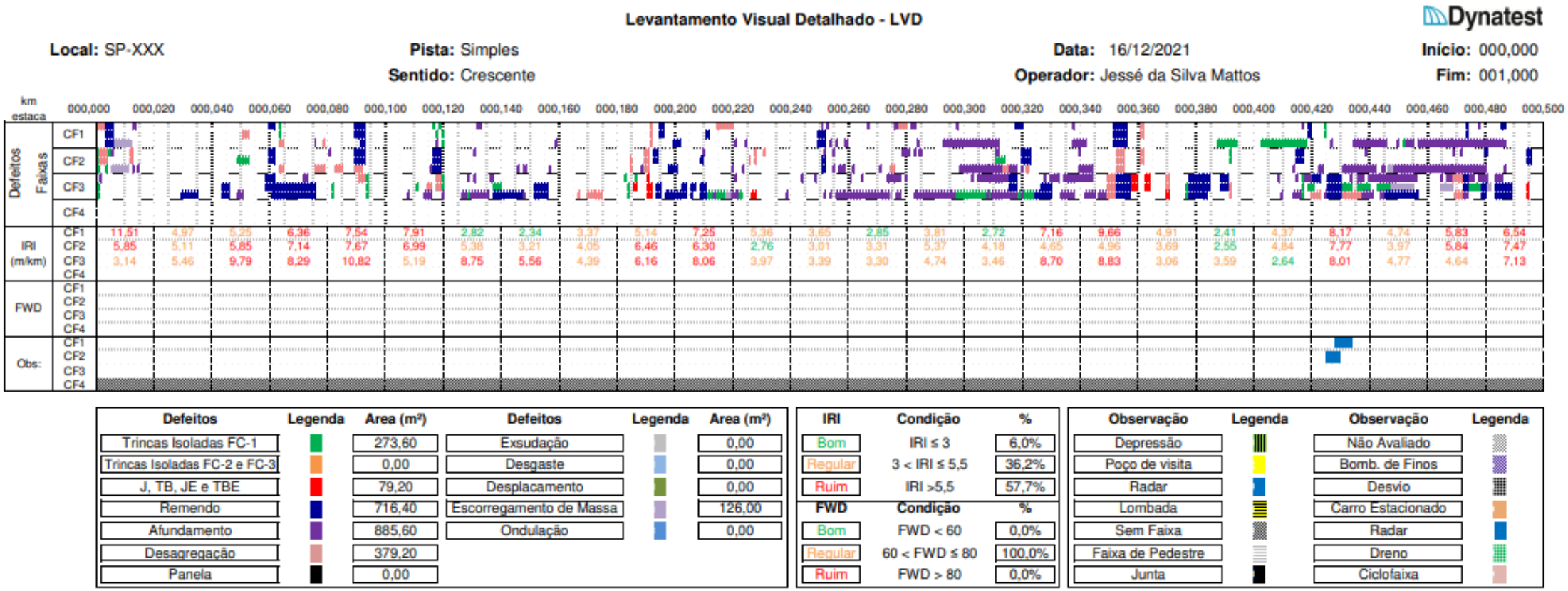
➢ PAVEMENT SCANNER – OPERAÇÃO NOTURNA



➢ PAVEMENT SCANNER



➢ LVD – LEVANTAMENTO VISUAL DETALHADO

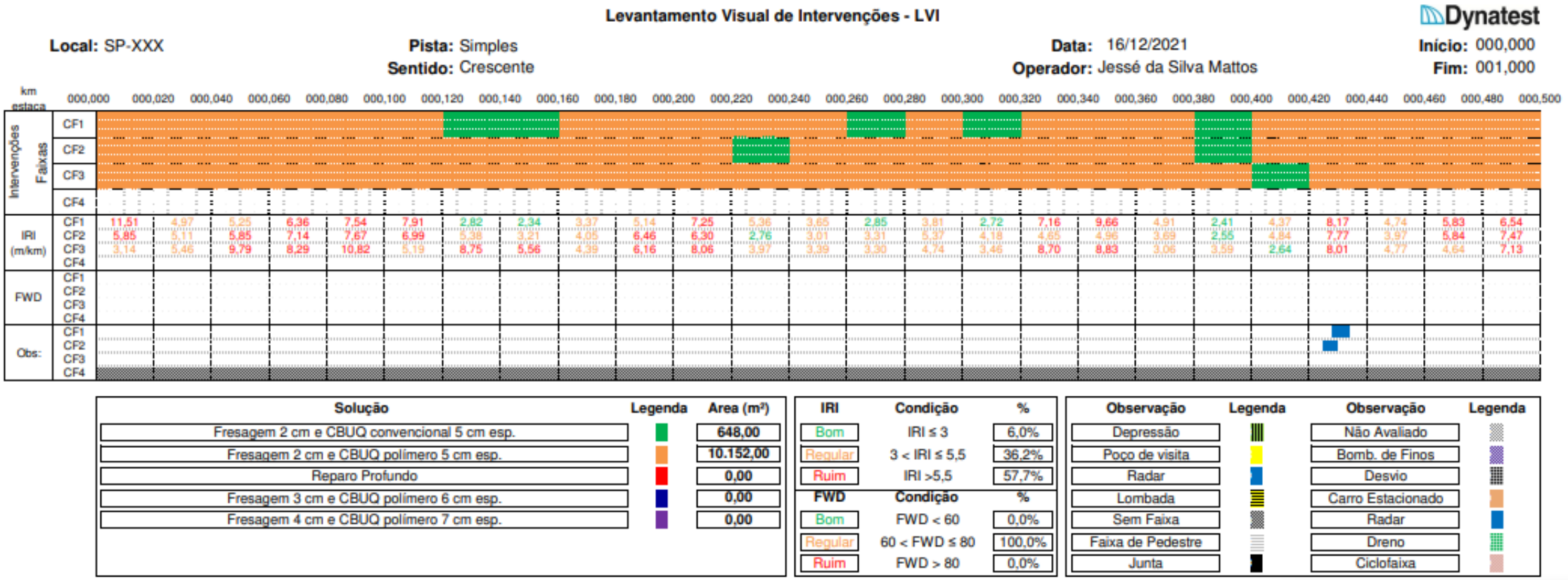


Defeitos	Legenda	Area (m²)	Defeitos	Legenda	Area (m²)
Trincas Isoladas FC-1		273,60	Exsudação		0,00
Trincas Isoladas FC-2 e FC-3		0,00	Desgaste		0,00
J, TB, JE e TBE		79,20	Desplacamento		0,00
Remendo		716,40	Escorregamento de Massa		126,00
Afundamento		885,60	Ondulação		0,00
Desagregação		379,20			
Panela		0,00			

IRI	Condição	%
Bom	IRI ≤ 3	6,0%
Regular	3 < IRI ≤ 5,5	36,2%
Ruim	IRI >5,5	57,7%
FWD	**Condição**	**%**
Bom	FWD < 60	0,0%
Regular	60 < FWD ≤ 80	100,0%
Ruim	FWD > 80	0,0%

Observação	Legenda	Observação	Legenda
Depressão		Não Avaliado	
Poço de visita		Bomb. de Finos	
Radar		Desvio	
Lombada		Carro Estacionado	
Sem Faixa		Radar	
Faixa de Pedestre		Dreno	
Junta		Ciclofaixa	

➢ LVI – LEVANTAMENTO VISUAL DE INTERVENÇÕES

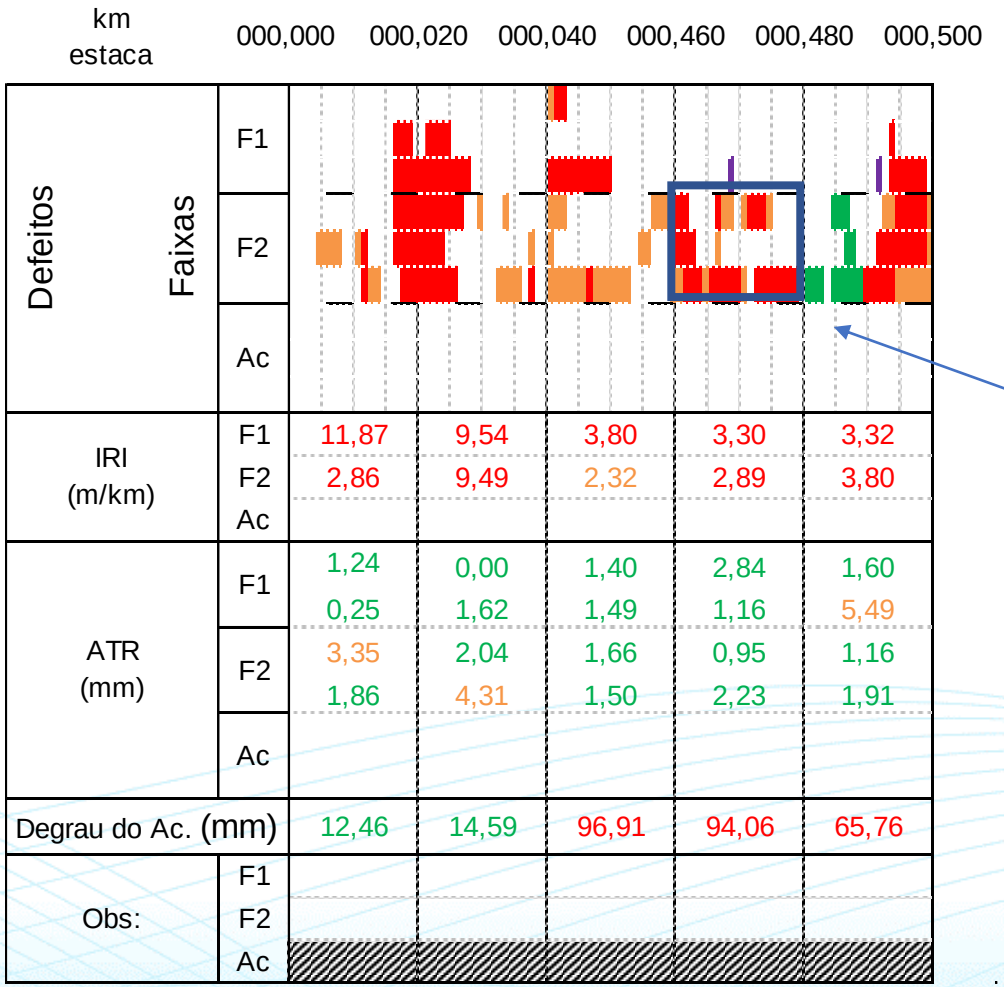


Solução	Legenda	Area (m²)
Fresagem 2 cm e CBUQ convencional 5 cm esp.		648,00
Fresagem 2 cm e CBUQ polímero 5 cm esp.		10.152,00
Reparo Profundo		0,00
Fresagem 3 cm e CBUQ polímero 6 cm esp.		0,00
Fresagem 4 cm e CBUQ polímero 7 cm esp.		0,00

IRI	Condição	%
Bom	IRI ≤ 3	6,0%
Regular	3 < IRI ≤ 5,5	36,2%
Ruim	IRI >5,5	57,7%
FWD	**Condição**	**%**
Bom	FWD < 60	0,0%
Regular	60 < FWD ≤ 80	100,0%
Ruim	FWD > 80	0,0%

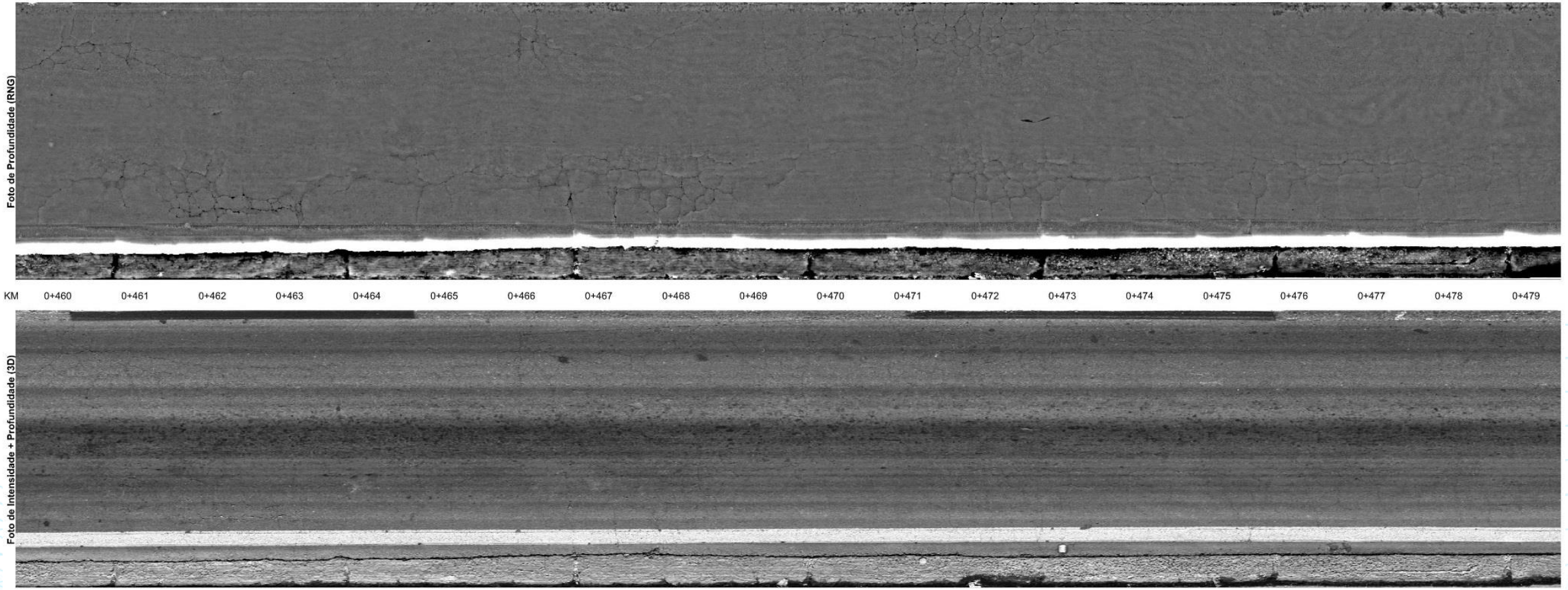
Observação	Legenda	Observação	Legenda
Depressão		Não Avaliado	
Poço de visita		Bomb. de Finos	
Radar		Desvio	
Lombada		Carro Estacionado	
Sem Faixa		Radar	
Faixa de Pedestre		Dreno	
Junta		Ciclofaixa	

LVD – INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

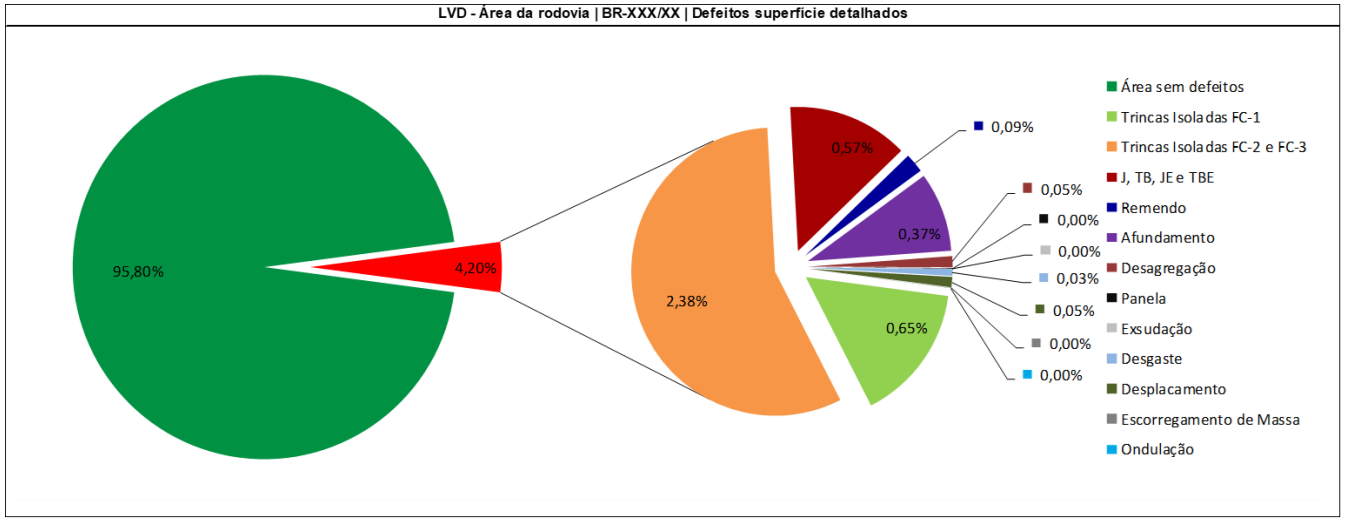


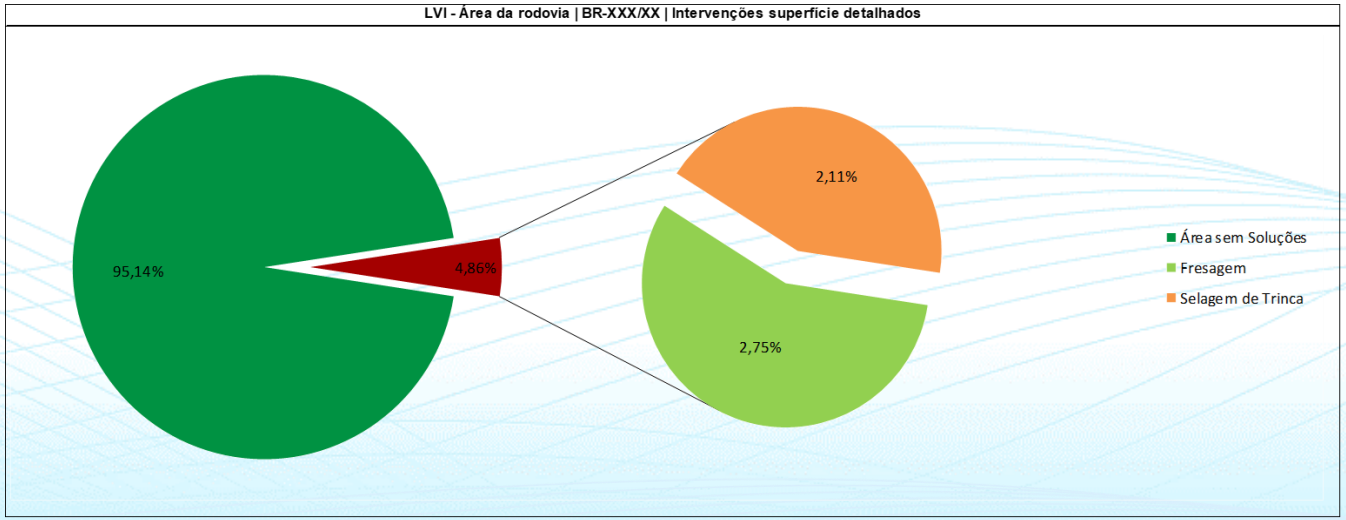
F2_000238_(km 0+460).jpg

➢ LVD – INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO



LVD - ANÁLISE GERENCIAL





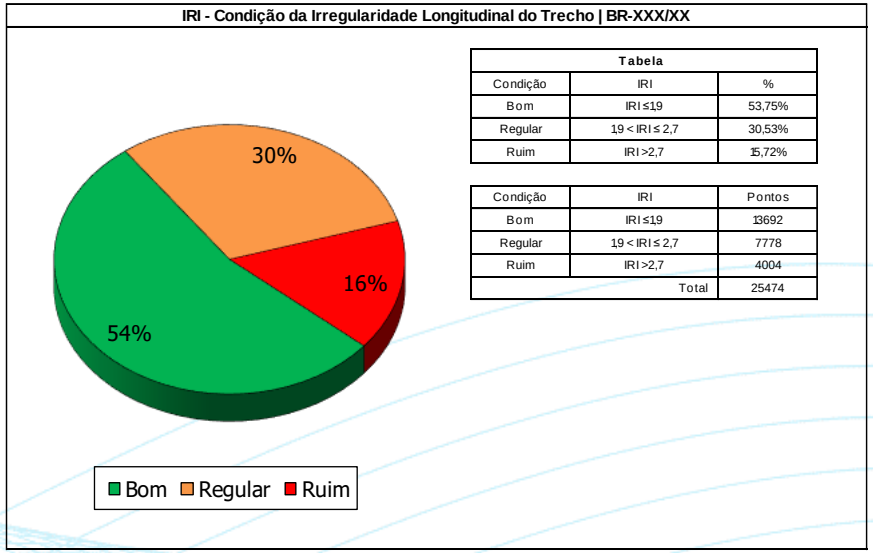


Tabela		
Condição	IRI	%
Bom	IRI ≤ 1,9	53,75%
Regular	1,9 < IRI ≤ 2,7	30,53%
Ruim	IRI > 2,7	15,72%

Condição	IRI	Pontos
Bom	IRI ≤ 1,9	13692
Regular	1,9 < IRI ≤ 2,7	7778
Ruim	IRI > 2,7	4004
	Total	25474

➢ IGG – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

Dynatest

Inventário de Superfície

Rodovia	Local	Sentido tráfego (quilometragem)	Faixa	km	Seção Terrap.	Ok	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	J	TB	JE	TBE	ALP	ATP	O	P	EX	D	R	ALC	ATC	E	FL TRE (mm)	FL TRI (mm)	FC-1 (%)	FC-2 (%)	FC-3 (%)	PA (%)	AT/ON (%)	IGG	Análise dos Resultados	Data	Hora	Observações
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,001	eção Terra	X																					5,82	4,84		0%	0%	0%	0%	7,6	Bom	23/11/2021	11:12:18	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,003	eção Terra	X																					4,80	4,02		0%	0%	0%	0%	6,2	Bom	23/11/2021	11:12:18	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,040	eção Terra	X																					1,57	1,66		0%	0%	0%	0%	2,2	Bom	23/11/2021	11:12:20	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,080	eção Terra	X																					2,23	2,05		0%	0%	0%	0%	2,9	Bom	23/11/2021	11:12:23	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,120	eção Terra	X																					0,13	2,68		0%	0%	0%	0%	5,1	Bom	23/11/2021	11:12:25	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,160	eção Terra	X																					1,91	0,28		0%	0%	0%	0%	2,8	Bom	23/11/2021	11:12:28	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,200	eção Terra	X																					2,32	1,07		0%	0%	0%	0%	3,1	Bom	23/11/2021	11:12:30	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,240	eção Terra	X																					3,29	0,84		0%	0%	0%	0%	5,7	Bom	23/11/2021	11:12:32	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,280	eção Terra	X																					6,69	1,17		0%	0%	0%	0%	20,5	Bom	23/11/2021	11:12:35	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,320	eção Terra	X																					1,13	0,92		0%	0%	0%	0%	1,4	Bom	23/11/2021	11:12:37	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,360	eção Terra	X																					3,66	0,41		0%	0%	0%	0%	8,0	Bom	23/11/2021	11:12:40	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,400	eção Terra	X																					0,34	3,25		0%	0%	0%	0%	6,6	Bom	23/11/2021	11:12:42	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,440	eção Terra	X																					2,79	1,45		0%	0%	0%	0%	3,7	Bom	23/11/2021	11:12:45	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,480	eção Terra	X																					2,67	1,67		0%	0%	0%	0%	3,4	Bom	23/11/2021	11:12:47	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,520	eção Terra	X																					0,66	1,27		0%	0%	0%	0%	1,5	Bom	23/11/2021	11:12:50	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,560	eção Terra	X																					0,18	1,50		0%	0%	0%	0%	2,0	Bom	23/11/2021	11:12:53	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,600	eção Terra	X																					0,00	0,28		0%	0%	0%	0%	0,2	Bom	23/11/2021	11:12:55	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,640	eção Terra	X																					0,12	2,29		0%	0%	0%	0%	4,0	Bom	23/11/2021	11:12:58	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,680	eção Terra	X																					0,04	1,83		0%	0%	0%	0%	2,8	Bom	23/11/2021	11:13:01	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,720	eção Terra	X																					0,29	2,60		0%	0%	0%	0%	4,6	Bom	23/11/2021	11:13:03	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,760	eção Terra	X																					1,71	1,85		0%	0%	0%	0%	2,4	Bom	23/11/2021	11:13:06	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,800	eção Terra	X																					0,23	2,62		0%	0%	0%	0%	4,8	Bom	23/11/2021	11:13:08	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,840	eção Terra	X																					1,69	2,86		0%	0%	0%	0%	3,7	Bom	23/11/2021	11:13:10	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,880	eção Terra	X																					1,71	1,00		0%	0%	0%	0%	2,1	Bom	23/11/2021	11:13:13	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,920	eção Terra	X																					2,13	0,80		0%	0%	0%	0%	2,8	Bom	23/11/2021	11:13:15	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,960	eção Terra					X																	0,61	1,14		0%	0%	0%	0%	21,3	Bom	23/11/2021	11:13:17	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,000	eção Terra	X																					4,19	0,97		0%	0%	0%	0%	8,6	Bom	23/11/2021	11:13:20	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,040	eção Terra	X																					1,01	1,09		2%	0%	0%	0%	1,4	Bom	23/11/2021	11:13:22	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,080	eção Terra	X																					0,56	1,40		4%	0%	0%	0%	1,7	Bom	23/11/2021	11:13:25	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,120	eção Terra								X														2,25	2,65		2%	0%	0%	0%	53,4	Regular	23/11/2021	11:13:27	
SP-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,160	eção Terra	X																					3,03	2,36		0%	0%	0%	0%	3,8	Bom	23/11/2021	11:13:30	

➢ IGG – UNIFILAR

Rodovia :
Segmento : km 20,000 ao km 25,960
Trecho:

SP-083

LEGENDA

ATR (mm)	IGG	FC-2	FC-3
ATR (mm) ≤ 5	IGG ≤ 20	FC-2 ≤ 10%	FC-3 ≤ 1%
5 < ATR (mm) < 7	20 < IGG < 30	10% < FC-2 < 15%	1% < FC-3 < 2%
ATR (mm) ≥ 7	IGG ≥ 30	FC-2 ≥ 15%	FC-3 ≥ 2%

Crescente

km inicial	km final	Faixa 2				Faixa 1			
		ATR	IGG	%FC-2	%FC-3	ATR	IGG	%FC-2	%FC-3
20,0	21,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%
21,0	22,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%
22,0	23,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%
23,0	24,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%
24,0	25,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%
25,0	26,0	0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%

Decrescente

Faixa 1				Faixa 2				km inicial	km final
ATR	IGG	%FC-2	%FC-3	ATR	IGG	%FC-2	%FC-3		
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	20,0	21,0
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	21,0	22,0
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	22,0	23,0
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	23,0	24,0
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	24,0	25,0
0,00	0	0%	0%	0,00	0	0%	0%	25,0	26,0

➢ TRILHA DE RODA

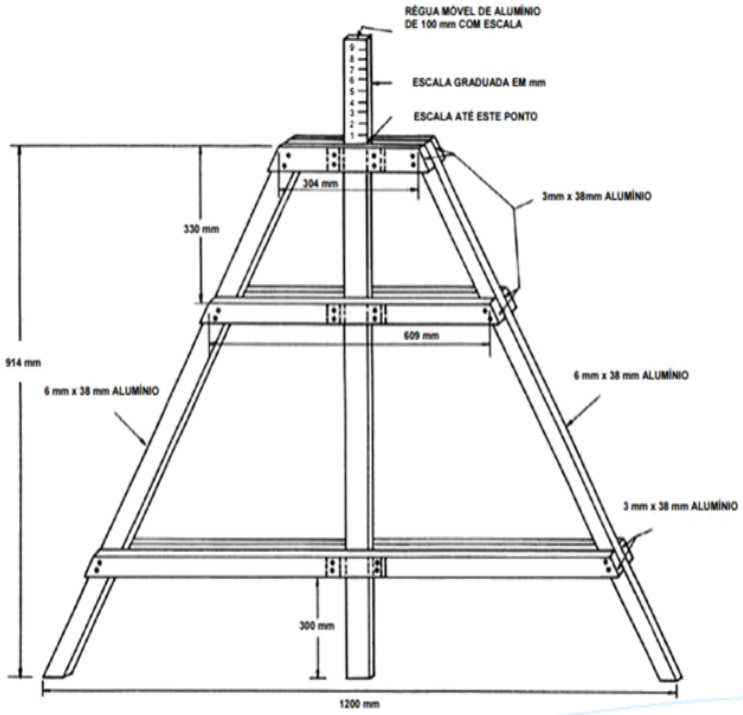


Figura da treliça (DNIT PRO-006/2003)

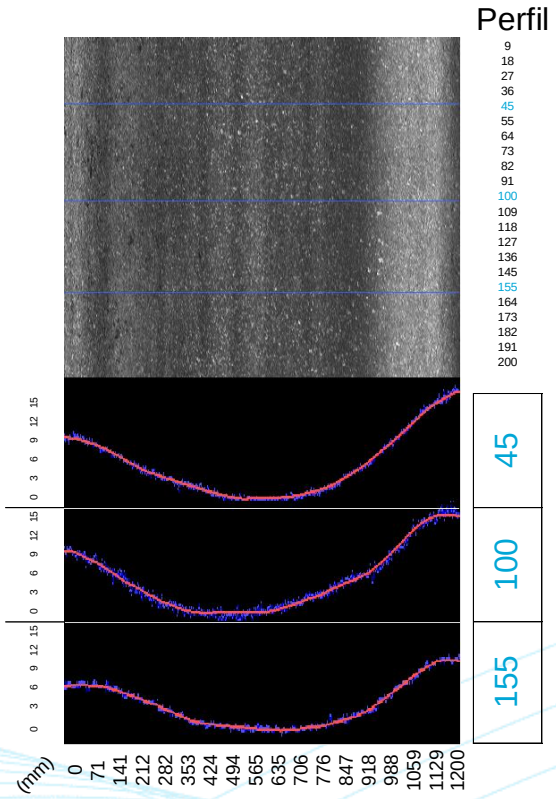


Imagem do perfil transversal

Resultado:

- Mais Confiável
- Mais Rápido
- Mais Seguro
- Mais Preciso
- Georreferenciado

➢ IRI – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

Dynatest

CONDIÇÃO DE CONFORTO - IRI

Rodovia	Local	Sentido tráfego (quilometragem)	Faixa	km incial	km final	Extensão(m)	Velocidade (km/h)	IRI_TRI (m/km)	IRI_TRE (m/km)	IRI MÉDIO (m/km)	QI_TRI (cont./km)	QI_TRE (cont./km)	QI MÉDIO (cont./km)	Análise dos Resultados	Data	Hora	Observações
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,000	0,200	200,0	39,9	10,9	6,3	8,6	141,6	81,9	111,8	Ruim	27/11/20	11:20:00	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,200	0,400	200,0	61,8	7,4	4,6	6,0	96,6	59,4	78,0	Ruim	27/11/20	11:20:20	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,400	0,600	200,0	61,3	9,7	7,9	8,8	126,6	103,0	114,8	Ruim	27/11/20	11:20:31	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,600	0,800	200,0	60,9	9,8	7,5	8,7	127,4	97,8	112,6	Ruim	27/11/20	11:20:43	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	0,800	1,000	200,0	64,0	8,5	5,5	7,0	110,6	70,9	90,7	Ruim	27/11/20	11:20:55	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,000	1,200	200,0	61,8	9,7	7,1	8,4	125,6	92,0	108,8	Ruim	27/11/20	11:21:06	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,200	1,400	200,0	64,7	7,3	6,3	6,8	94,9	81,4	88,1	Ruim	27/11/20	11:21:18	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,400	1,600	200,0	64,0	8,6	5,4	7,0	111,3	69,9	90,6	Ruim	27/11/20	11:21:29	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,600	1,800	200,0	63,8	5,0	4,3	4,6	64,4	56,3	60,3	Ruim	27/11/20	11:21:40	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	1,800	2,000	200,0	65,6	4,8	3,4	4,1	62,1	44,3	53,3	Ruim	27/11/20	11:21:52	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	2,000	2,200	200,0	63,0	10,6	6,5	8,5	137,9	84,0	111,0	Ruim	27/11/20	11:22:03	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	2,200	2,400	200,0	61,6	8,5	6,8	7,7	110,8	88,5	99,7	Ruim	27/11/20	11:22:14	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	2,400	2,600	200,0	62,1	6,5	7,3	6,9	84,5	95,2	89,8	Ruim	27/11/20	11:22:26	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	2,600	2,800	200,0	65,3	5,9	6,3	6,1	77,2	82,4	79,8	Ruim	27/11/20	11:22:37	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	2,800	3,000	200,0	62,6	8,6	7,5	8,0	111,3	97,2	104,3	Ruim	27/11/20	11:22:48	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	3,000	3,200	200,0	61,7	10,4	8,5	9,4	135,1	110,1	122,6	Ruim	27/11/20	11:23:00	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	3,200	3,400	200,0	63,5	9,3	7,5	8,4	120,9	98,0	109,5	Ruim	27/11/20	11:23:12	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	3,400	3,600	200,0	65,7	6,8	5,4	6,1	88,9	70,7	79,8	Ruim	27/11/20	11:23:23	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	3,600	3,800	200,0	65,4	8,6	7,1	7,9	111,9	92,2	102,1	Ruim	27/11/20	11:23:34	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	3,800	4,000	200,0	67,5	9,1	5,7	7,4	118,7	74,1	96,5	Ruim	27/11/20	11:23:45	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	4,000	4,200	200,0	65,3	6,6	4,3	5,5	86,2	56,3	71,2	Ruim	27/11/20	11:23:56	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	4,200	4,400	200,0	65,7	6,2	4,5	5,3	80,3	58,0	69,2	Ruim	27/11/20	11:24:07	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	4,400	4,600	200,0	65,3	4,6	4,0	4,3	59,3	52,1	55,8	Ruim	27/11/20	11:24:18	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	4,600	4,800	200,0	65,8	5,0	4,1	4,6	64,5	53,7	59,2	Ruim	27/11/20	11:24:29	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	4,800	5,000	200,0	65,2	4,6	4,2	4,4	60,3	54,6	57,5	Ruim	27/11/20	11:24:40	
ES-XXX	PISTA PRINCIPAL	CRESCENTE	1	5,000	5,200	200,0	65,6	6,0	4,5	5,3	78,0	58,9	68,5	Ruim	27/11/20	11:24:51	

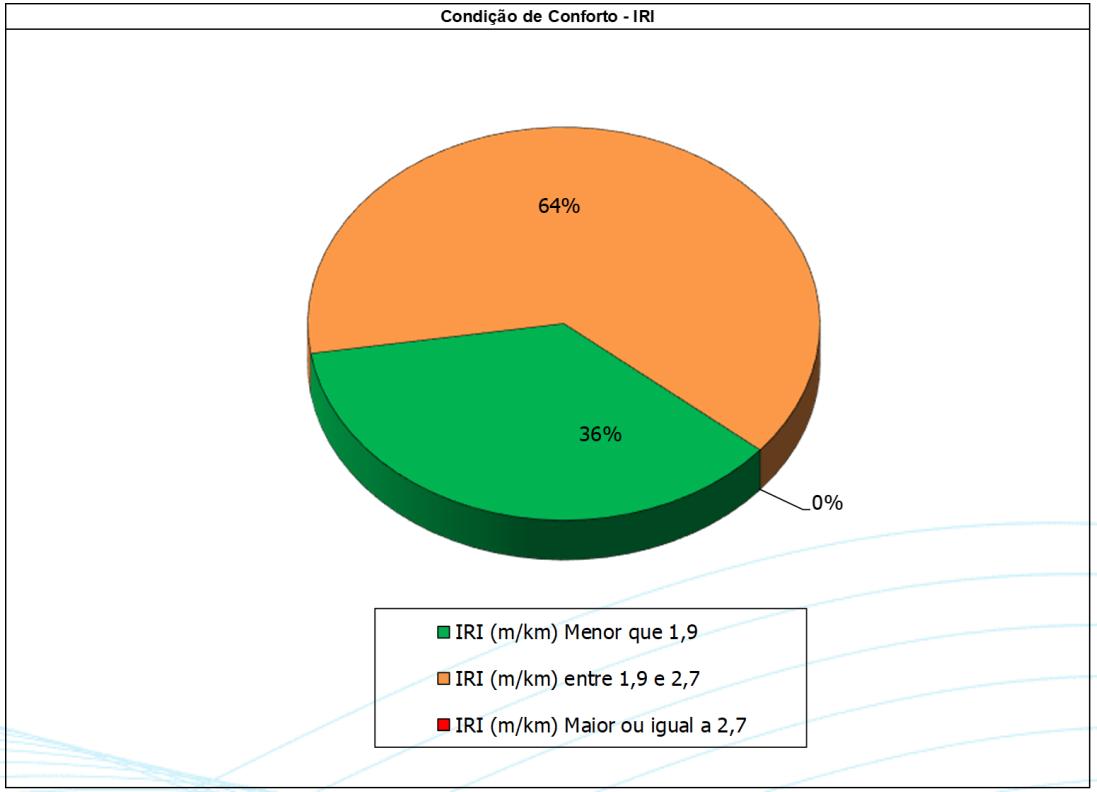
IRI – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

Sítese da Condição de Conforto - IRI

Rodovia : SP-XXX
Trecho : km 189,000 ao km 214,000

Rota dos Coqueiros	LEGENDA
	IRI (m/km) Menor que 1,9
	IRI (m/km) entre 1,9 e 2,7
	IRI (m/km) Maior ou igual a 2,7

Marginal Direita				Pista Principal					Marginal Esquerda			
				CRESCENTE				DECRESCENTE				
km inicial	km final	IRI F2	IRI F1	IRI F3 | FA	IRI F2	IRI F1	IRI F1	IRI F2	IRI F3 | FA	IRI F1	IRI F2	km inicial	km final
189	190				2,17	2,47	1,82	1,94				189	190
191	192				2,06	2,36	1,76	1,49				191	192
192	193				1,63	1,67	2,28	2,41				192	193
193	194				2,57	2,56	2,12	2,02				193	194
194	195				2,42	2,64	1,54	1,46				194	195
195	196				2,21	2,62	1,74	1,48				195	196
196	197				1,90	2,20	1,74	1,59				196	197
197	198				1,56	1,85	2,10	2,23				197	198
198	199				1,62	1,95	2,07	1,92				198	199
199	200				2,48	2,51	1,53	1,48				199	200
200	201				1,81	2,00	1,52	1,40				200	201
201	202				2,26	2,42	1,61	1,51				201	202
202	203				2,62	2,57	2,15	1,90				202	203
203	204				1,97	2,17	2,37	2,51				203	204
204	205				2,27	2,58	2,61	2,33				204	205
205	206				2,13	1,96	2,06	1,98				205	206
206	207				1,72	1,86	2,22	2,30				206	207
207	208				1,46	1,53	2,39	2,58				207	208
208	209				1,89	1,87	2,18	2,17				208	209
209	210				1,98	2,10	1,98	2,20				209	210
210	211				2,01	1,96	2,24	2,25				210	211



➢ ICP – AVALIAÇÃO OBJETIVA E GEORREFERENCIADA

Levantamento de Defeitos do Pavimento Rígido

Dynatest

Rodovia: BR-XXX/XX
Segmento: km 218,880 ao km 218,610
Sentido: Decrescente
Pista: Dupla Norte
Avaliador: Leonardo Bozza Rangel

1- Alçamento (B/M/A)
2 - Fissura de Canto (B/M/A)
3 - Placa dividida (B/M/A)
4 - Degrau nas Juntas (B/M/A)
5 - Falha na Selagem (B/M/A)
6 - Desnível Pista/Acost. (B/M/A)
7 - Fissuras Lineares (B/M/A)
8 - Grandes Reparos (B/M/A)
9 - Pequenos Reparos (B/M/A)
10 - Desgaste Superficial

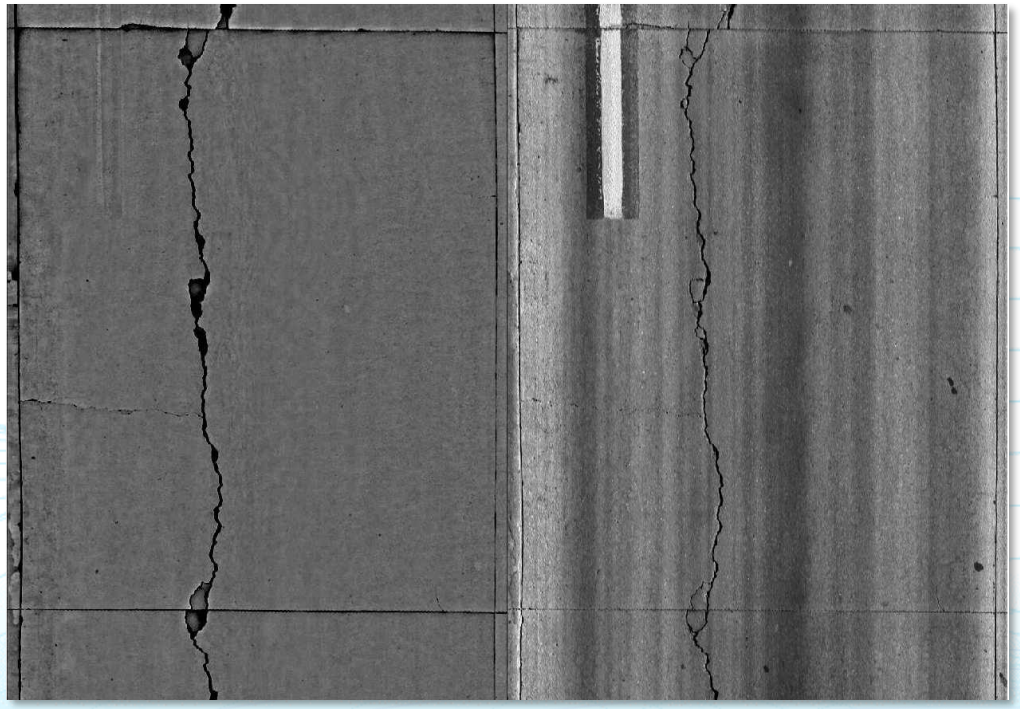
11 - Bombeamento
12 - Quebras Localizad. (B/M/A)
13 - Passagem de Nível (B/M/A)
14 - Fissuras Sup. e Escamação (B/M/A)
15 - Fissura de Retração Plástica
16 - Esborcinam. ou Quebra de Canto (B/M/A)
17 - Esborcinamento de Juntas (B/M/A)
18 - Placa Bailarina (B/M/A)
19- Assentamento (B/M/A)
20 - Buracos

Posição		Faixa 6	Faixa 5	Faixa 4	Faixa 3	Faixa 2	Faixa 1	Observação	Faixa 4		Faixa 3		Faixa 2		Faixa 1	
Placa	km	F	E	D	C	B	A		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	218,8800			5B 5B 4B 5B 5B 5B	5B 5B 5B 5B 5B 17M	5B 5B 5B 5B 5B 5B	5B 5B 4B 5B 5B 5B		-23,4623053	-46,4911449	-23,462275	-46,4911678	-23,4622401	-46,4911819	-23,4622151	-46,4911947
1	218,8795			5B	5B 5B	4B 5B			-23,4623035	-46,49114	-23,4622736	-46,4911636	-23,4622384	-46,491177	-23,4622135	-46,4911902
1	218,8790			5B	5B 5B				-23,4623018	-46,491135	-23,4622722	-46,4911594	-23,4622367	-46,4911721	-23,4622119	-46,4911857
1	218,8785			5B	5B	5B	5B		-23,4623001	-46,4911301	-23,4622707	-46,4911552	-23,462235	-46,4911672	-23,4622103	-46,4911812
1	218,8780			5B	5B	5B			-23,4622984	-46,4911251	-23,4622693	-46,491151	-23,4622333	-46,4911623	-23,4622087	-46,4911767
1	218,8775			5B	5B 5B	5B			-23,4622967	-46,4911201	-23,4622679	-46,4911469	-23,4622316	-46,4911574	-23,4622071	-46,4911722
1	218,8770			5B	5B 5B	5B			-23,462295	-46,4911152	-23,4622664	-46,4911427	-23,4622299	-46,4911525	-23,4622055	-46,4911677
1	218,8765			5B	5B 5B	7B 7B 7B 7B 5B			-23,4622932	-46,4911102	-23,462265	-46,4911385	-23,4622282	-46,4911476	-23,4622039	-46,4911632
1	218,8760			5B	5B 7B 7B 7B 7B 7B	5B			-23,4622915	-46,4911053	-23,4622633	-46,4911335	-23,4622265	-46,4911427	-23,4622023	-46,4911587
1	218,8755			5B	5B 5B				-23,4622898	-46,4911003	-23,4622616	-46,4911285	-23,4622248	-46,4911378	-23,4622007	-46,4911542

IF – INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

Posição		Faixa 4	Faixa 3	Faixa 2
Placa	km	D	C	B
35	218,7060	5B 5B 4B 5B 5B 5B	5B 4B 5B 5B 5B	5B 17B 7M 4M 5B 5B
35	218,7055	5B	5B	5B 7M
35	218,7050	7B 5B	5B	5B 7M
35	218,7045	7B 5B		5B 7M 7B
35	218,7040	7B 5B	7B	5B 7M
35	218,7035	7B 5B	7B 7B 7B	5B 7A
35	218,7030	5B	5B 7B 7B	7B 7M
35	218,7025	5B	5B 7B 7B	5B 7B 7M
35	218,7020	5B	5B	5B 7M
35	218,7015	5B	5B	5B 17B 7M

F2 Placa 000035 km 218+710.jpg



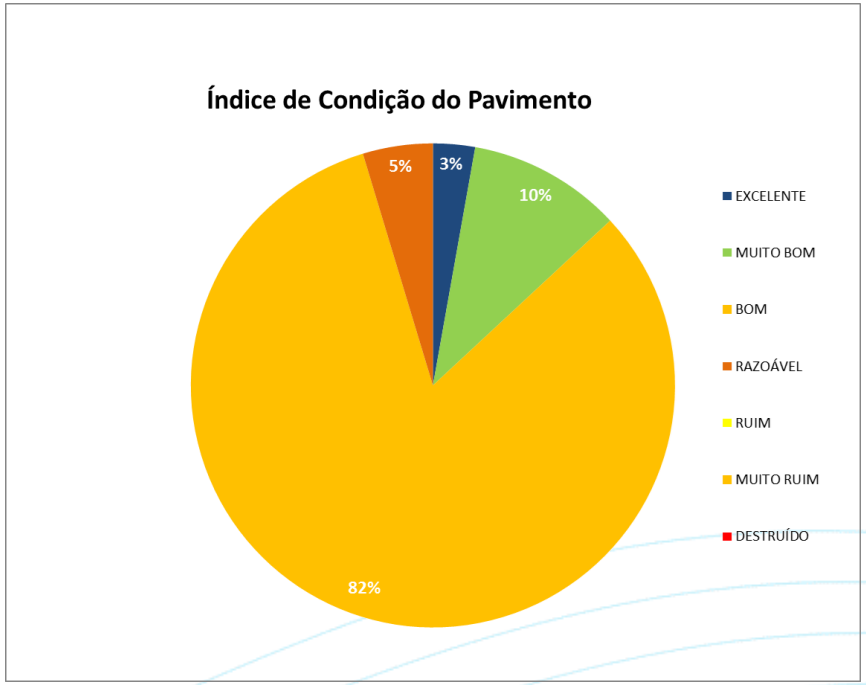
➢ ICP – AVALIAÇÃO OBJETIVA DA CONDIÇÃO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS

Tabela Resumo ICP

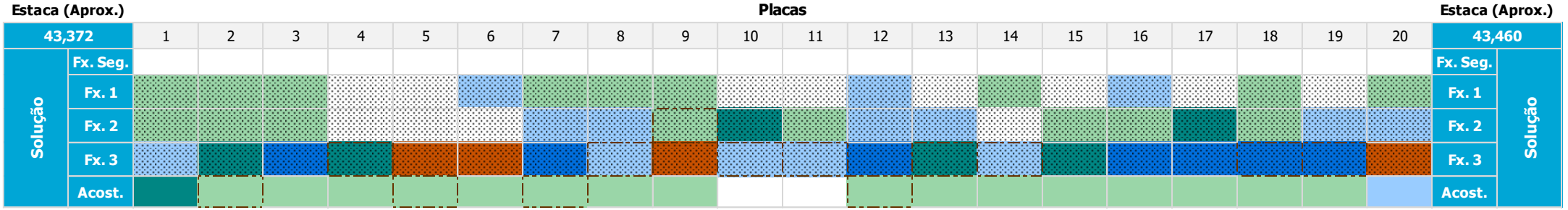
Rodovia: BR-XXX/XX

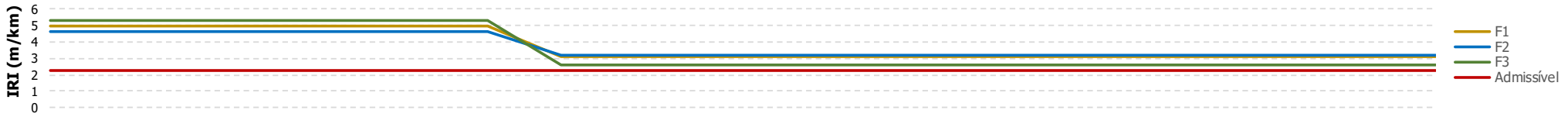
km: km 218,880 ao km 218,610

Pista	Amostra	Faixa	ICP	Conceito
Dupla | Norte	1	1	TRECHO EM OAE	
Dupla | Norte	2	1	64,6	Bom
Dupla | Norte	3	1	57,2	Bom
Dupla | Norte	4	1	67,9	Bom
Dupla | Norte	5	1	66,7	Bom
Dupla | Norte	6	1	59,3	Bom
Dupla | Norte	7	1	56,6	Bom
Dupla | Norte	8	1	67,6	Bom
Dupla | Norte	9	1	61,3	Bom
Dupla | Norte	10	1	64,8	Bom
Dupla | Norte	11	1	69,9	Bom
Dupla | Norte	12	1	59,6	Bom
Dupla | Norte	13	1	57	Bom
Dupla | Norte	14	1	59	Bom
Dupla | Norte	15	1	58,9	Bom
Dupla | Norte	16	1	60,8	Bom
Dupla | Norte	17	1	62,6	Bom
Dupla | Norte	18	1	65,1	Bom
Dupla | Norte	19	1	57,6	Bom
Dupla | Norte	20	1	69	Bom
Dupla | Norte	21	1	59,8	Bom
Dupla | Norte	22	1	55,1	Bom
Dupla | Norte	23	1	81	Muito Bom



ICP – UNIFILAR DE SOLUÇÕES PAVIMENTO RÍGIDO





Faixa	Placa	Defeito	Descrição	Faixa	Placa	Defeito	Descrição	Faixa	Placa	Defeito	Descrição	Faixa	Placa	Defeito	Descrição
1	1	17B	Esborcinamento de juntas	3	6	3A	Placa dividida	2	10	17B	Esborcinamento de juntas	3	14	17M	Esborcinamento de juntas
2	1	17B	Esborcinamento de juntas	3	6	18A	Placa bailarina	3	10	4M	Degrau na junta	3	14	18B	Placa bailarina
3	1	7M	Fissuras lineares	A	6	15	Fissuras de retração plástica	3	10	5B	Defeito na selagem das juntas	A	14	15	Fissuras de retração plástica
3	1	17B	Esborcinamento de juntas	A	6	17B	Esborcinamento de juntas	3	10	7A	Fissuras lineares	A	14	17B	Esborcinamento de juntas
3	1	20	Buracos	1	7	17B	Esborcinamento de juntas	3	10	17B	Esborcinamento de juntas	2	15	17B	Esborcinamento de juntas
A	1	7B	Fissuras lineares	2	7	7M	Fissuras lineares	3	10	18M	Placa bailarina	3	15	15	Fissuras de retração plástica
A	1	15	Fissuras de retração plástica	2	7	17B	Esborcinamento de juntas	2	11	17B	Esborcinamento de juntas	3	15	17B	Esborcinamento de juntas
A	1	17B	Esborcinamento de juntas	3	7	4M	Degrau na junta	3	11	4B	Degrau na junta	A	15	15	Fissuras de retração plástica
1	2	17B	Esborcinamento de juntas	3	7	7A	Fissuras lineares	3	11	5M	Defeito na selagem das juntas	A	15	17B	Esborcinamento de juntas
2	2	17B	Esborcinamento de juntas	3	7	15	Fissuras de retração plástica	3	11	7A	Fissuras lineares	1	16	16M	Quebra de canto
3	2	15	Fissuras de retração plástica	3	7	17B	Esborcinamento de juntas	3	11	17B	Esborcinamento de juntas	2	16	17B	Esborcinamento de juntas
3	2	17B	Esborcinamento de juntas	3	7	18M	Placa bailarina	3	11	18B	Placa bailarina	3	16	7A	Fissuras lineares
A	2	5B	Defeito na selagem das juntas	A	7	5B	Defeito na selagem das juntas	A	11	15	Fissuras de retração plástica	3	16	15	Fissuras de retração plástica
A	2	7M	Fissuras lineares	A	7	15	Fissuras de retração plástica	1	12	16B	Quebra de canto	3	16	17B	Esborcinamento de juntas
A	2	15	Fissuras de retração plástica	A	7	17B	Esborcinamento de juntas	2	12	16A	Quebra de canto	3	16	18B	Placa bailarina

Legenda das Soluções:

Reconstrução | Reparo Superficial | Rep.Superf.+Selag.Trinca | Selagem de Junta

Selagem de Trinca | Reparo Localizado | Rep.Localiz.+Selag.Trinca | Cepilhamento

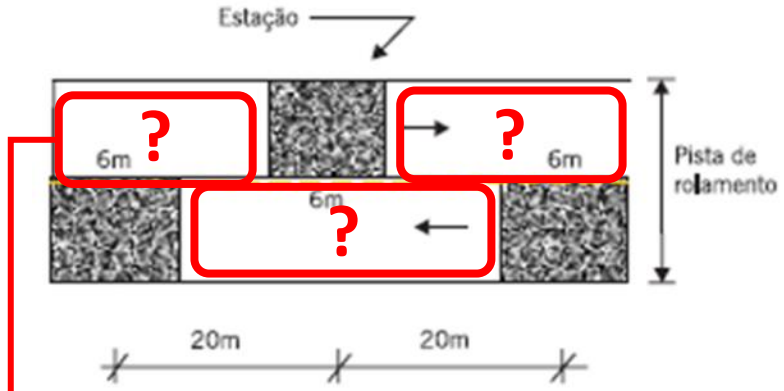
Rodovia:
Pista:

Dynatest

Revisão: 0
Emissão:

COMPARATIVO DE METODOLOGIAS

DNIT 006/2003-PRO IGG



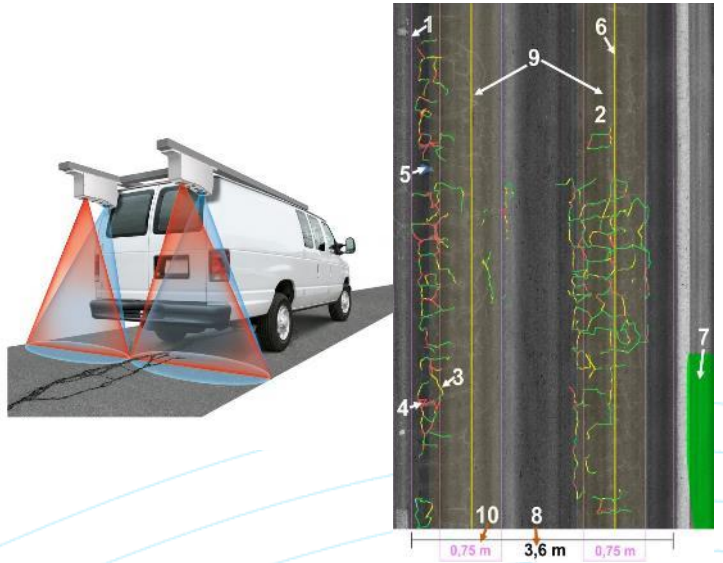
- Avaliação objetiva
- **Amostral**
- Baixa produtividade
- Interfere na operação
- Fator humano
- Fator climático

DNIT 008/2003-PRO LVC

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	**Freqüência**	**Quant./km**
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 –5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	**Freqüência**	**% por km**
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

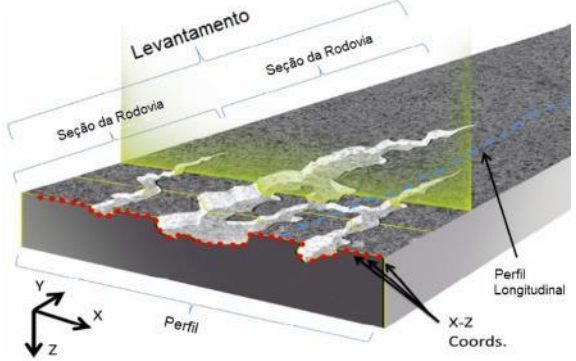
- Avaliação **estatística** (baixa precisão)
- Alta produtividade
- Fator humano
- Fator climático

PAVEMENT SCANNER "LVD"

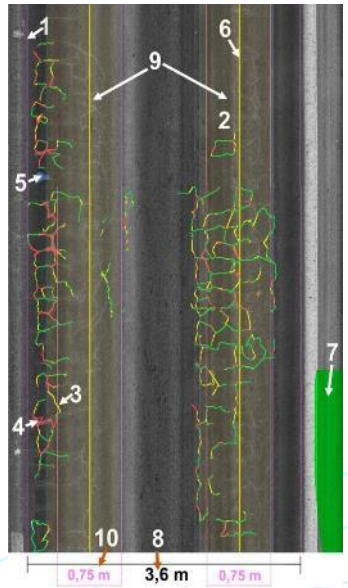


- Avaliação objetiva
- Alta produtividade
- Grande precisão
- Sem fator humano
- Operação 24hrs

PAVEMENT SCANNER







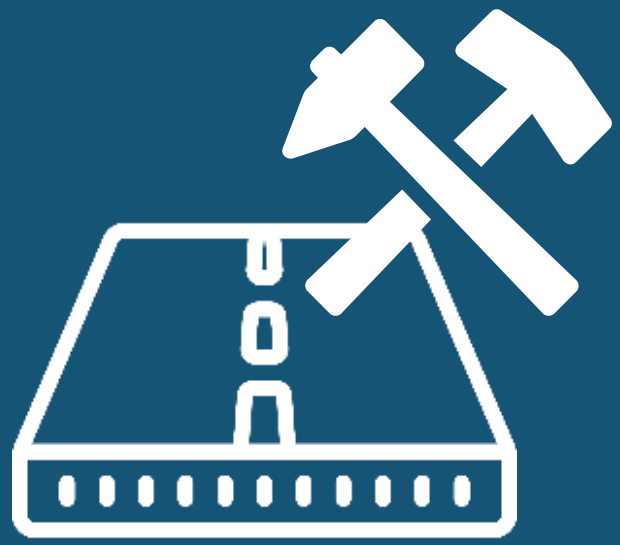
PRECISÃO NA DETERMINAÇÃO DE DEFEITOS E ÁREAS TRINCADAS

20% até **60%*** DE DIFERENÇA COMPARADO COM OUTROS MÉTODOS CONVENCIONAIS

** Segundo estudo feito pela equipe de engenharia do Tribunal de Contas do Município de São Paulo.*

Dynatest

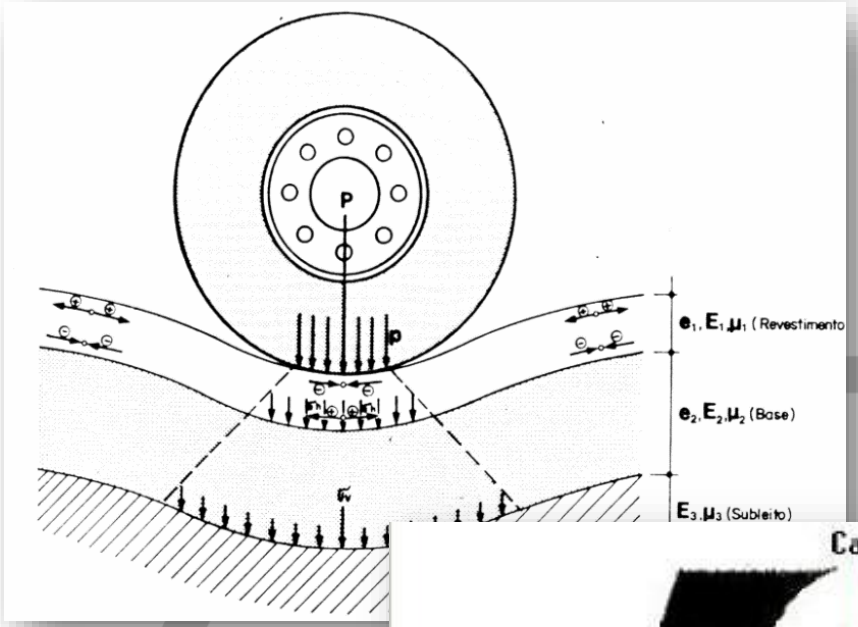
AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

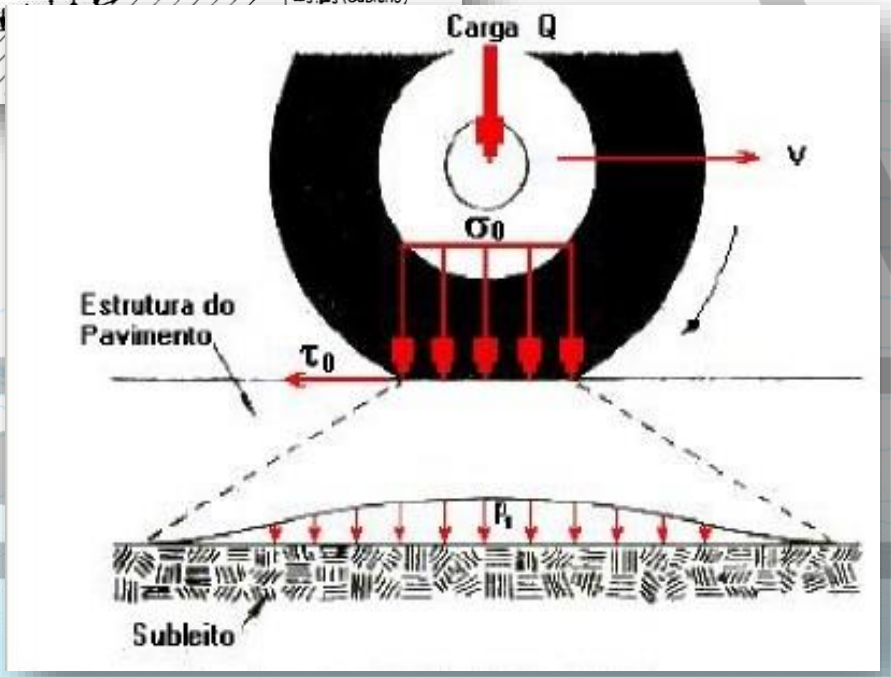


FUNÇÕES DOS PAVIMENTOS

Estrutura construída após a terraplenagem, destinada a:

- Proteger o subleito;
- Resistir e distribuir os esforços verticais oriundos de veículos, equipamentos e cargas em geral;
- Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança.





CONDIÇÕES FUNCIONAIS

- CONFORTO
- SEGURANÇA

- Levantamentos visuais:
  - PRO-006: IGG
  - PRO-008: LVC
  - PRO-062: ICP
- Irregularidade (IRI/QI)
- Condições de atrito:
  - Macrotextura
  - Microtextura

X

CONDIÇÕES ESTRUTURAIS

- RESISTÊNCIA
- VIDA ÚTIL

- Ensaios destrutivos
  - Poços de inspeção
  - Sondagens rotativas
- Ensaios não destrutivos
  - Viga Benkelman
  - FWD
  - LWD
  - Georadar

Avaliação Estrutural



Ensaios destrutivos

SONDAGEM ROTATIVA

- Controle tecnológico tradicional:
  - Espessura do revestimento;
  - Teor de betume, granulometria, índice de vazios, grau de compactação;
  - Resistência à tração por compressão diametral e módulo de resiliência.
- Desvantagens principais:
  - Ensaios pontuais;
  - Indiretos (não medem propriedades mecânicas diretamente e empregam correlação de resultados de laboratório com a resistência e/ou deformabilidade).





POÇOS DE INSPEÇÃO

- Controle tecnológico tradicional:
  - Característica visual e espessura das camadas;
  - Umidade;
  - Peso específico aparente in situ;
  - Ensaios complementares em laboratório;
  - Dificuldade de caracterização do comportamento real (coleta de amostras indeformadas).
- Desvantagens principais:
  - Ensaios pontuais;
  - Indiretos (não medem propriedades mecânicas diretamente e empregam correlação de resultados de laboratório com a resistência e/ou deformabilidade).









	Camada	Espessura (cm)	Material	Aspecto Visual
1	Asfáltica	1,5	Micro revestimento	Trincas e reparos
2	Asfáltica	9,0	CBUQ	Compacto
3	Asfáltica	10,0	CBUQ	Compacto
4	Base	16,0	Solo Cimento	Compacto
5	Sub-Base	20,0	Argila Arenosa Amarela	Compacto
6	Sub-Leito	20,0	Argila Siltosa Amarela	Compacto

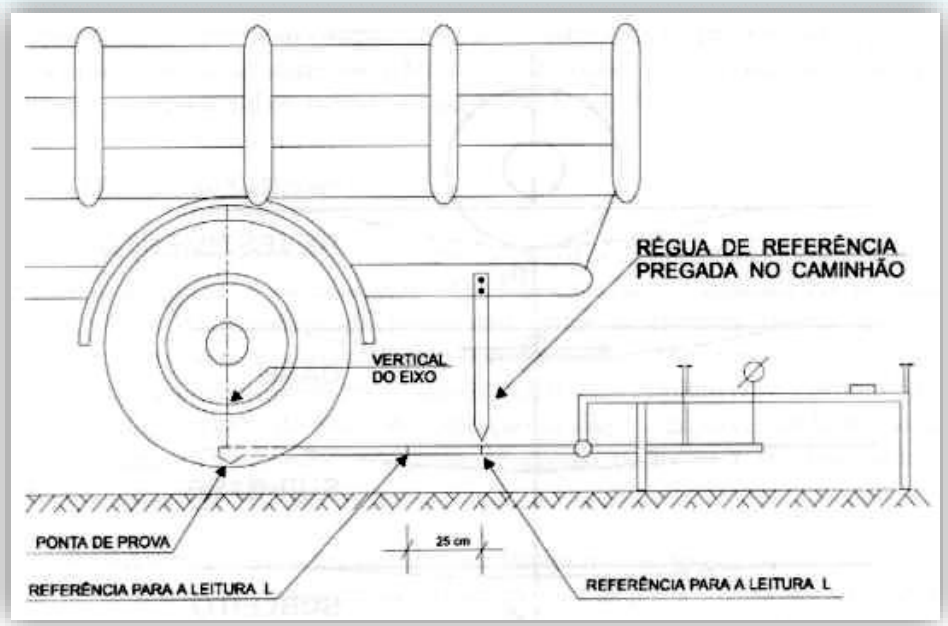


Avaliação Estrutural

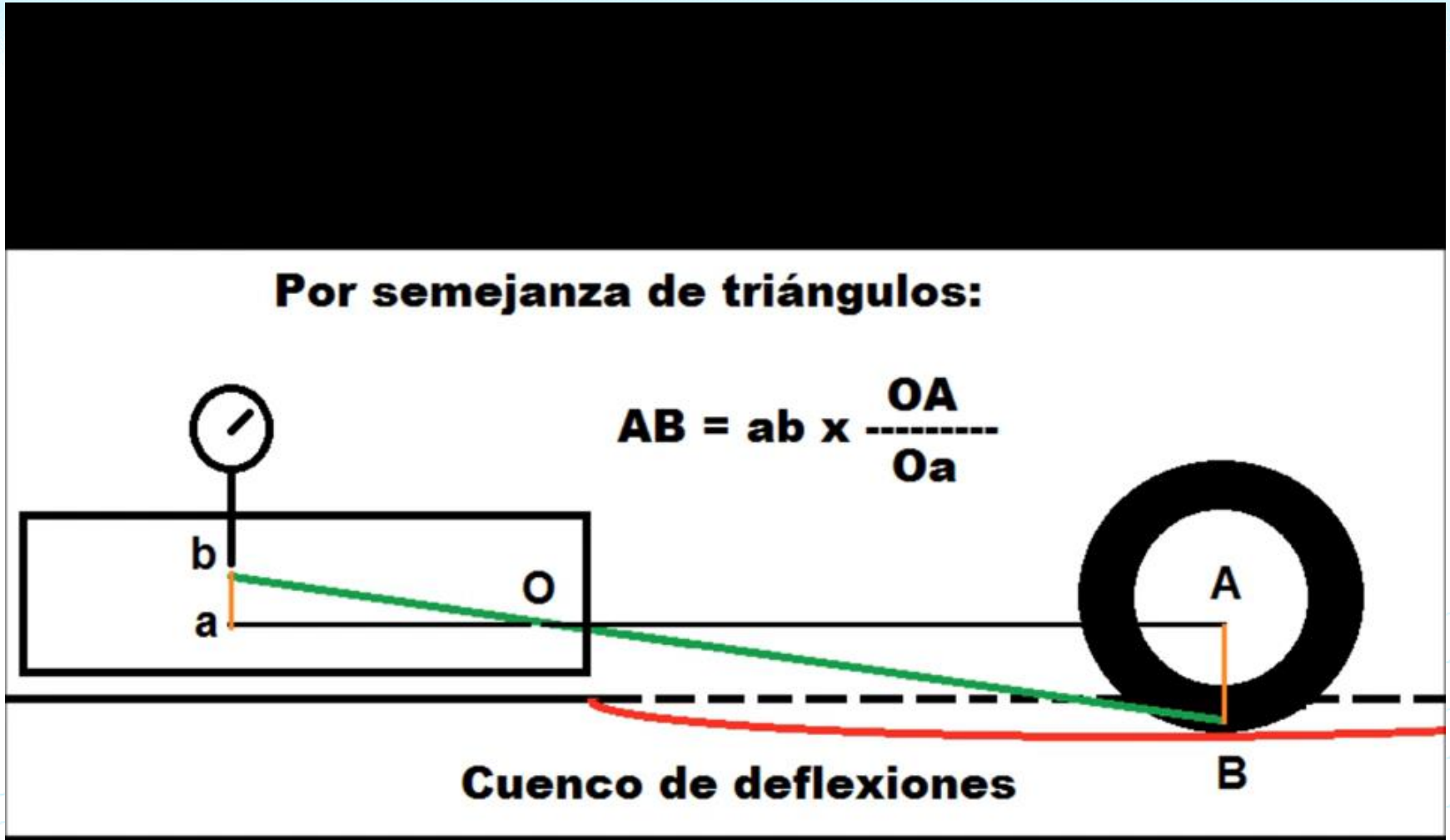
Ensaios não-destrutivos

VIGA BENKELMAN

É uma viga, que, quando posicionada na roda traseira de um caminhão, estando carregado com uma carga de 8,2 tf, permite que seja avaliada a deflexão do pavimento.







Principio de medida de la viga Benkelman.

FWD - Falling Weight Deflectometer

É um deflectômetro de impacto projetado para simular o efeito de cargas de roda em movimento. Isto é obtido pela queda de um conjunto de massas, a partir de alturas, sobre um sistema de amortecedores de borracha, que transmitem a força aplicada a uma placa circular com 30 cm de diâmetro apoiada no pavimento.

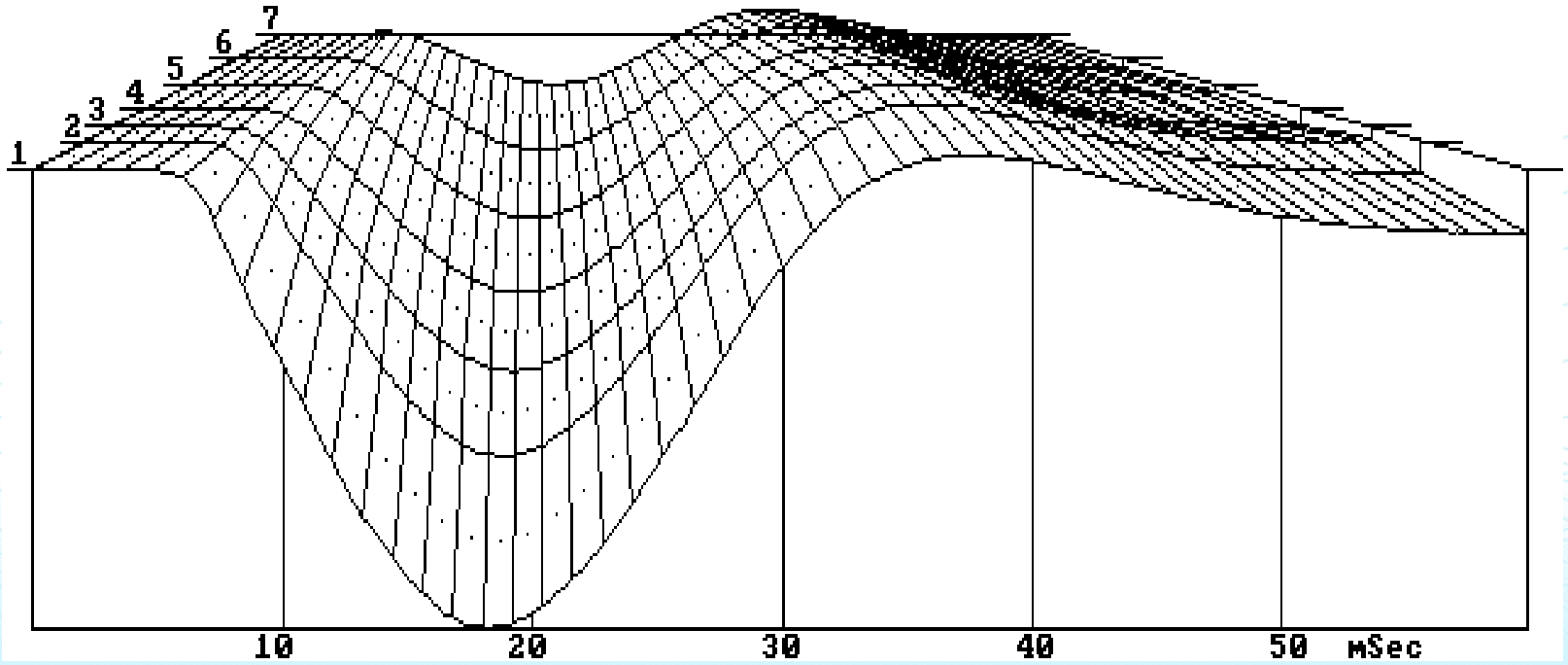






FWD - Falling Weight Deflectometer

Os deslocamentos recuperáveis gerados na superfície do pavimento (bacia de deflexões) são medidos por 7 geofones com os seguintes espaçamentos: 0, 20, 30, 45, 65, 90, 120 cm



PAVETESTING

PRN

WWW.PAVETESTING.COM

LWD – Light Weight Deflectometer

É um equipamento utilizado para medir a capacidade de suporte do subleito e infraestrutura do pavimento, é ideal para garantia e controle de qualidade no subleito, sub-base, base e no pavimento flexível, em pavimentos novos ou em obras já existentes, ajuda a identificar a necessidade de investigação com o FWD ou outras técnicas de análise de materiais.



LWD – Light Weight Deflectometer

- Célula de carga mede o valor máximo da força de impacto da queda de um peso com 10, 15 ou 20 kg, incorporada em uma placa de carga com diâmetro de 300mm;
- Os deslocamentos (deflexões) são medidos pelos geofones em tempo real, armazenados e apresentados graficamente em tablet;
- O módulo de resiliência é calculado e visualizado em tempo real.

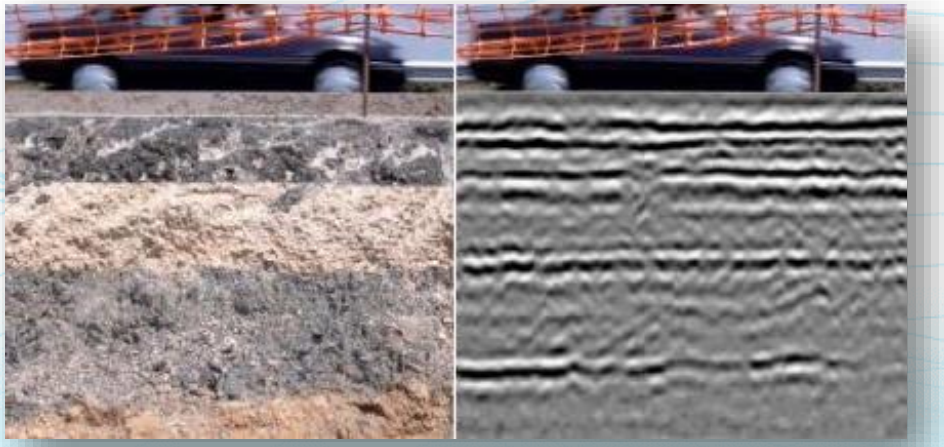




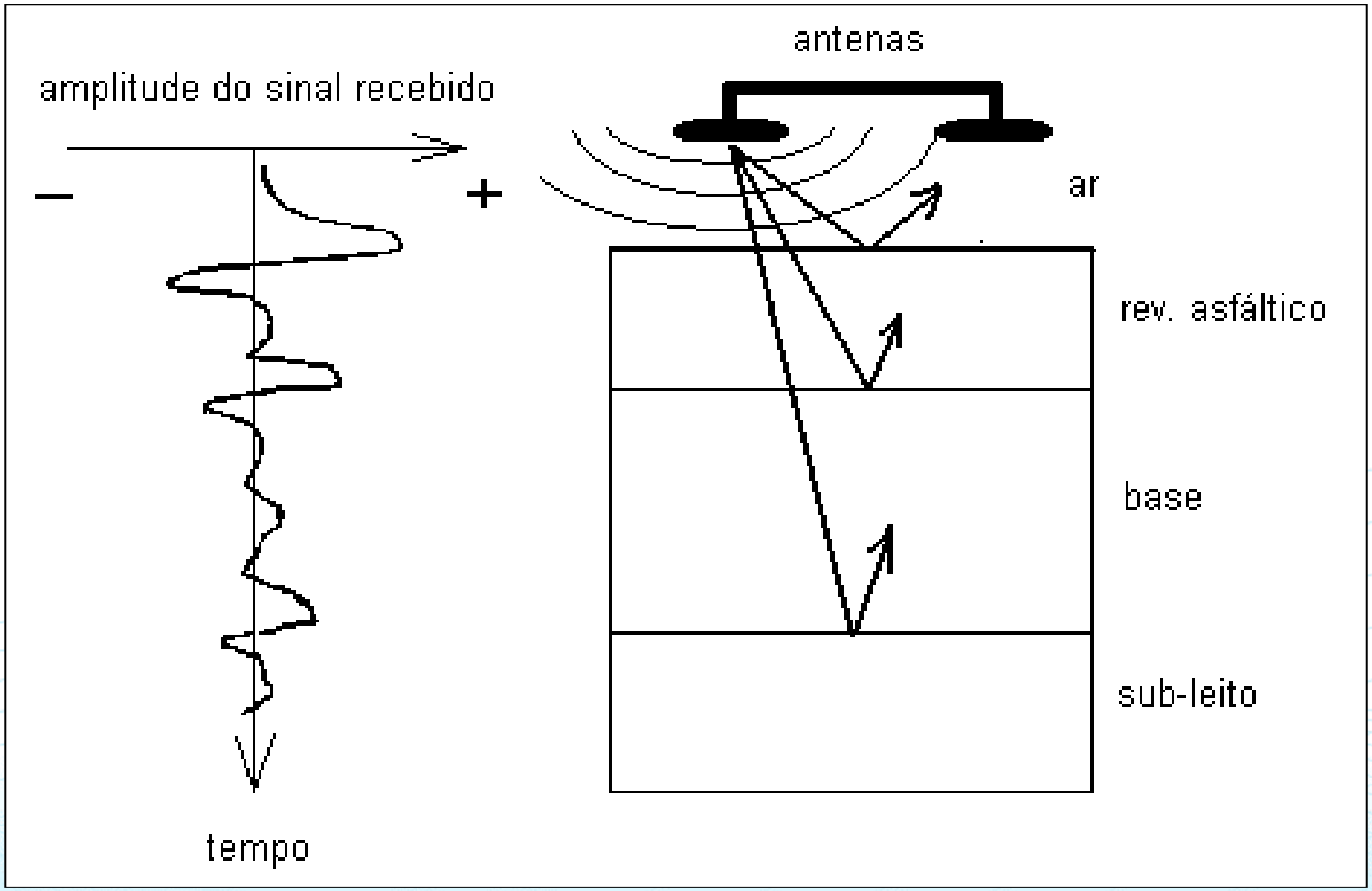
GPR - Ground Penetrating Radar (Georadar)

Georadar é um equipamento com duas antenas, uma emissora e a outra receptora, utilizado para refletir ondas eletromagnéticas, ajuda na identificação da espessura das camadas do pavimento, verifica as condições dos materiais das camadas e ajuda a detectar vazios sob placas de concreto-cimento.

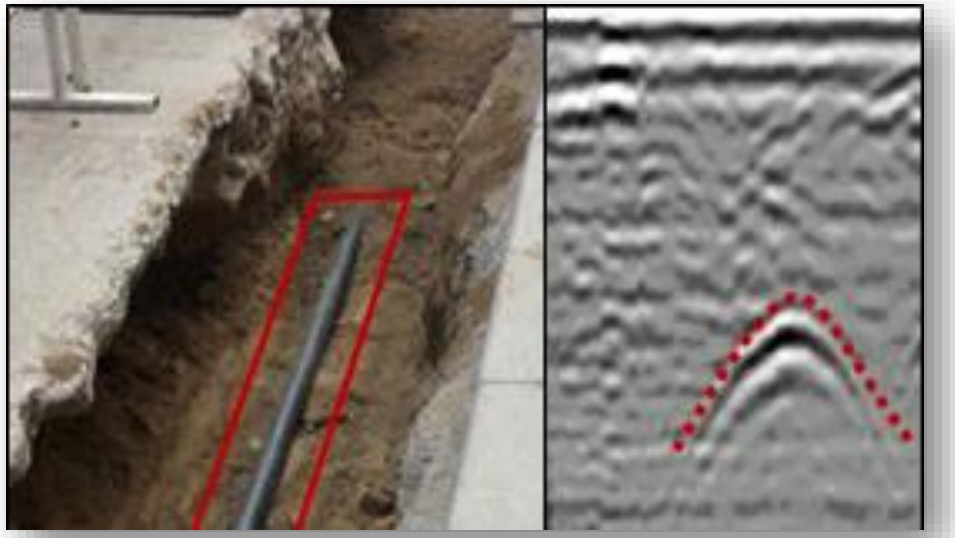




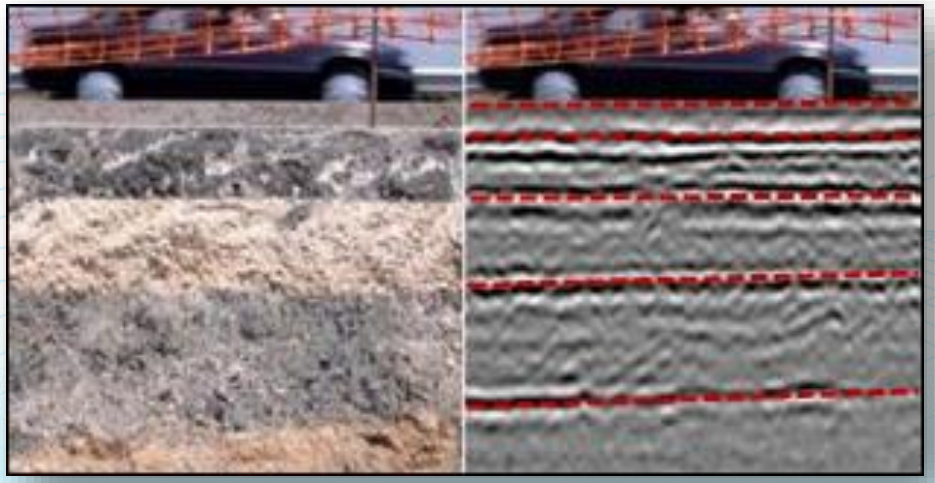
GPR - Ground Penetrating Radar (Georadar)



GPR - Ground Penetrating Radar (Georadar)



Reflexão pontual gerada por uma tubulação.



Reflexão plana típica de camadas do solo.

HVS – Heavy Vehicle Simulator





O HVS é um equipamento utilizado para a aplicação das cargas associadas à ação do tráfego de forma acelerada, sendo capaz de simular 20 anos de deterioração nas rodovias em até 3 meses, além de possibilitar o entendimento dos mecanismos de deterioração causados pelo tráfego e, em até certo grau, por fatores ambientais

HVS – Heavy Vehicle Simulator







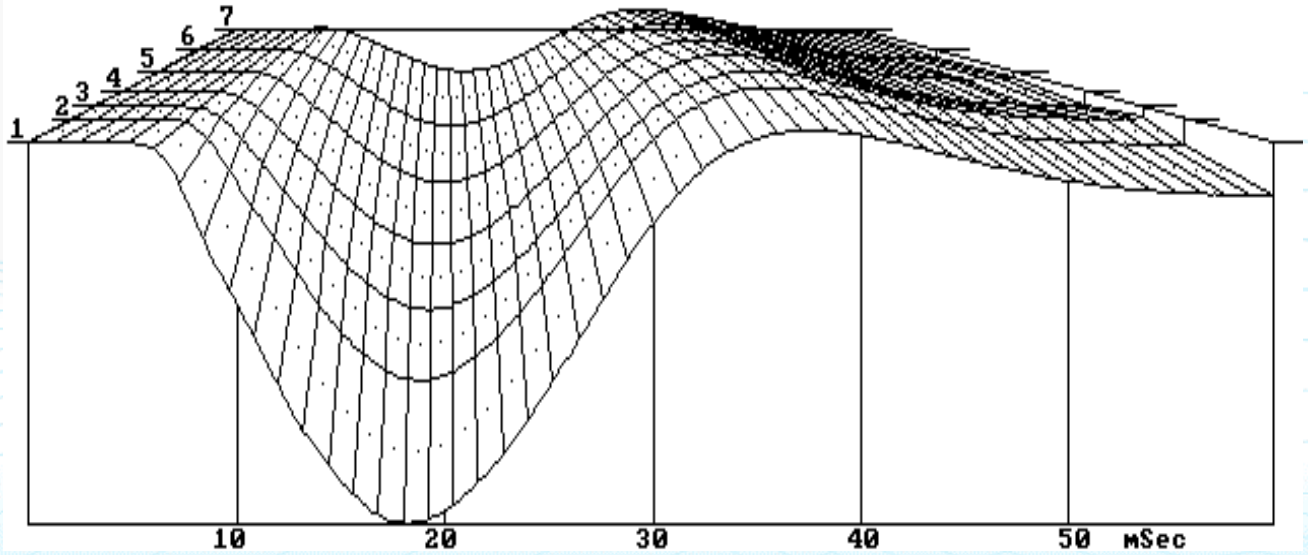




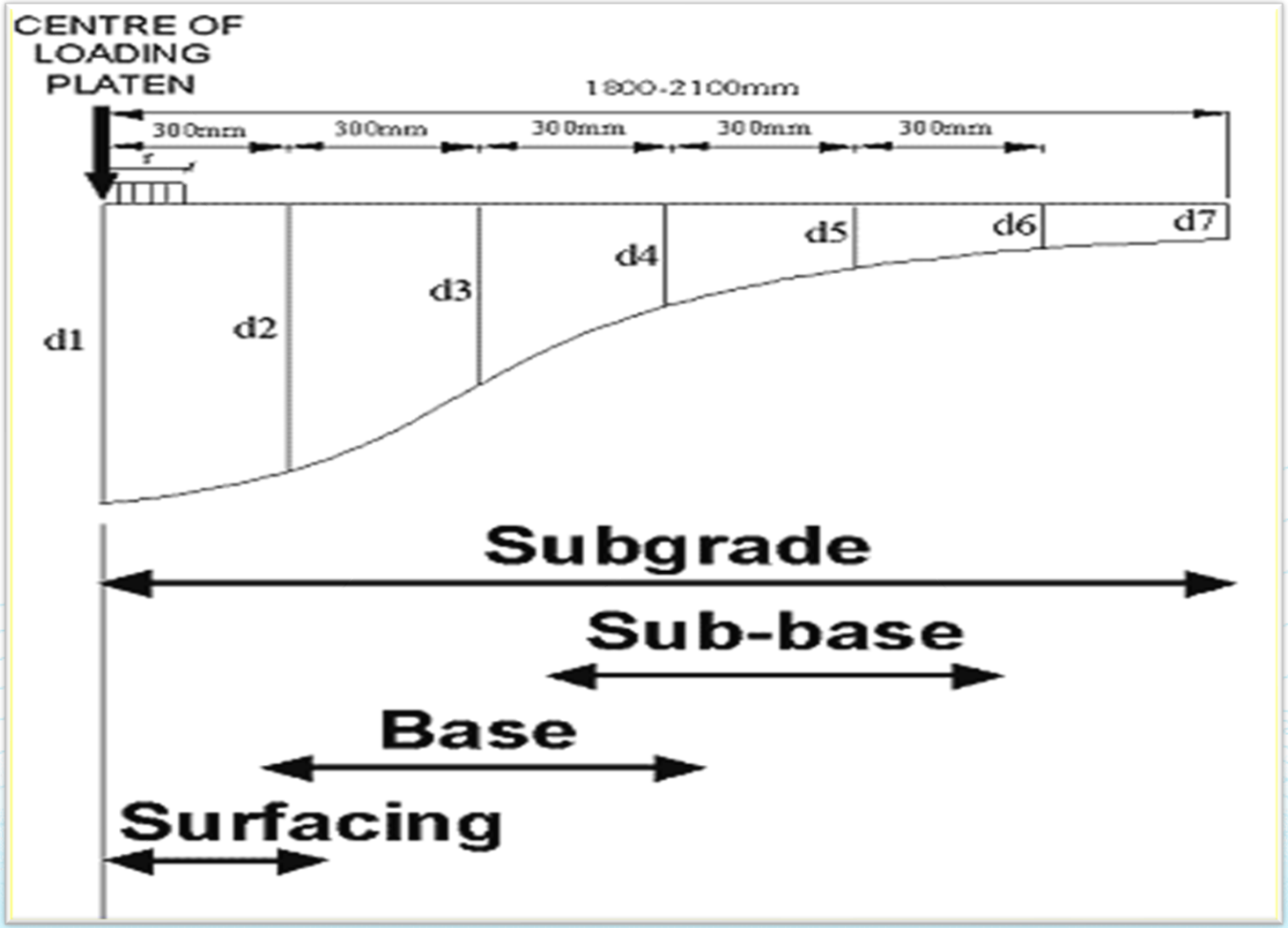


FWD – Interpretação de dados





FWD – Interpretação de dados

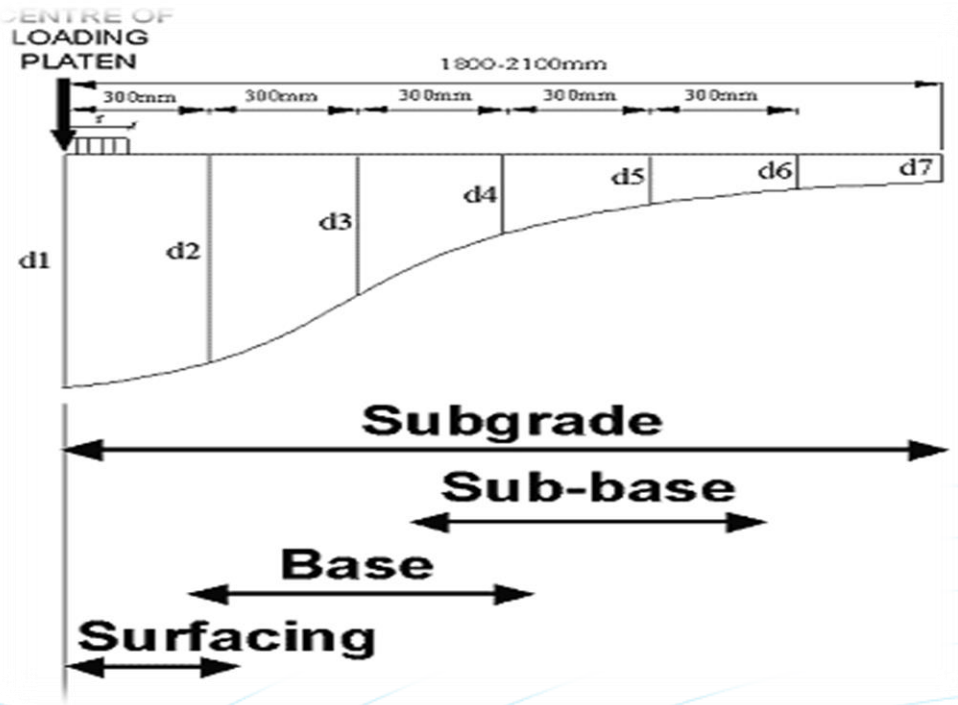


FWD – Interpretação de dados

- Valores de deflexão máxima (**Df_1**);
- Comparação de níveis deflectométricos admissíveis em função do tráfego;
- Espessuras de reforço necessárias por segmento homogêneo.

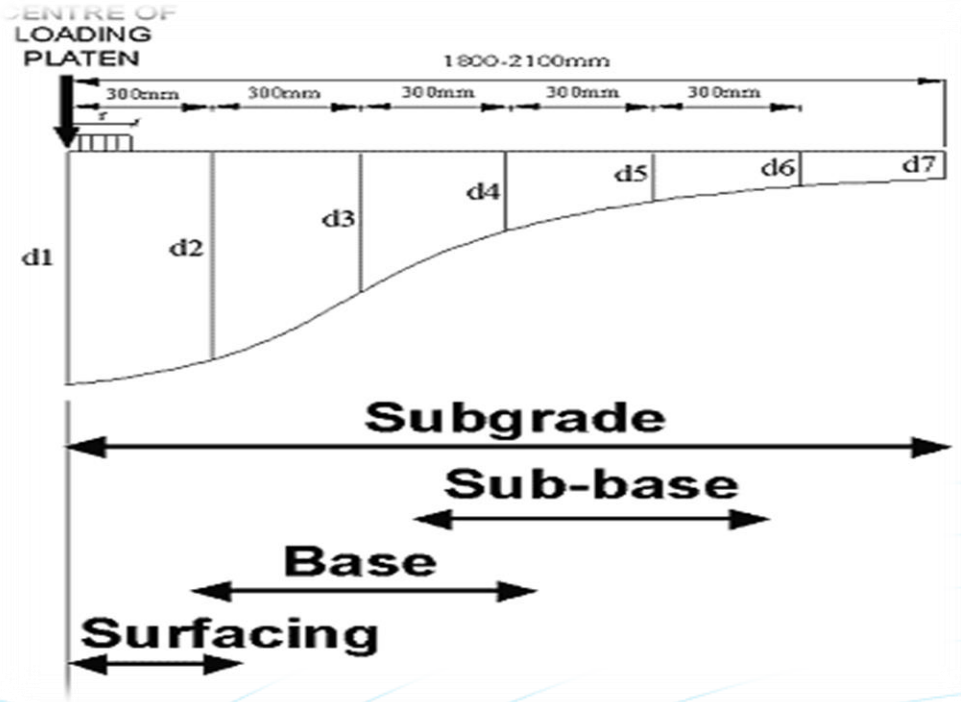
FWD – Interpretação de dados

- A relação (Df_1-Df_4), ou seja, a diferença entre as leituras de deflexão sob a ação da carga e a leitura a 45 cm de distância, permite uma avaliação das condições das camadas de base ou sub-base.



FWD – Interpretação de dados

- Os valores Df_7 oferecem informações acerca das condições de deformabilidade das camadas finais de terraplenagem ou subleito, sendo recomendáveis valores inferiores a 8 x 10^{-2} mm para leituras realizadas a 120 cm do ponto de aplicação da carga.

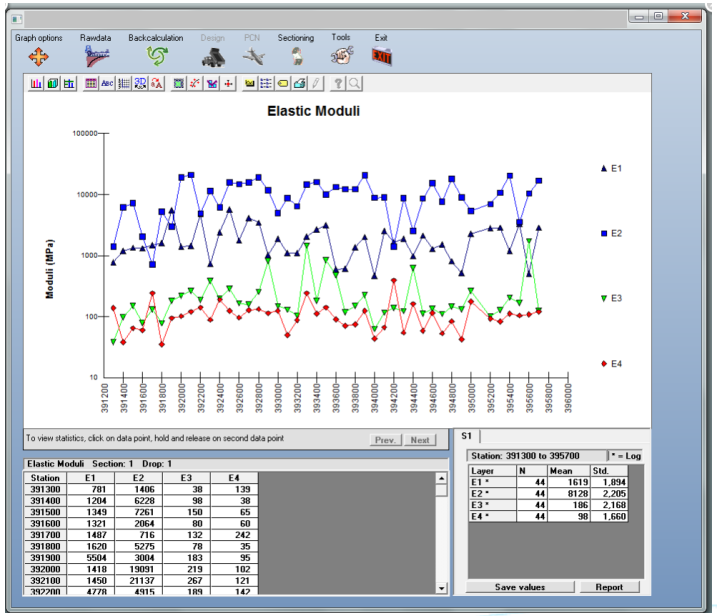


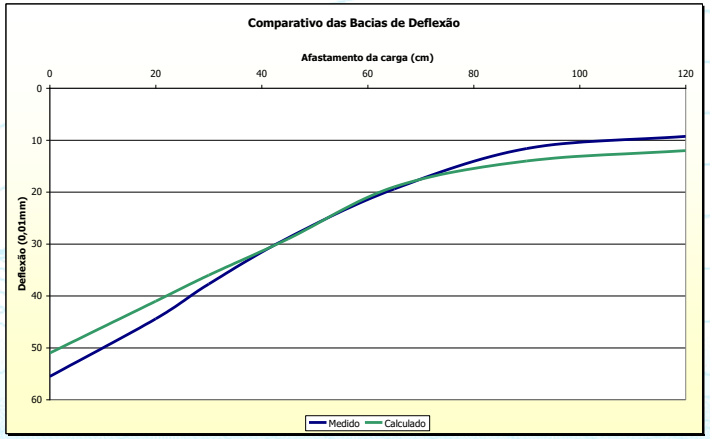
FWD – Interpretação de dados - Retroanálise

- Processo iterativo:
  - Dados do pavimento (espessuras e materiais)
  - Estimam-se módulos para as camadas
  - Comparam-se valores deflectométricos reais com medidos

- ELMOD 6

- ELSYM 5

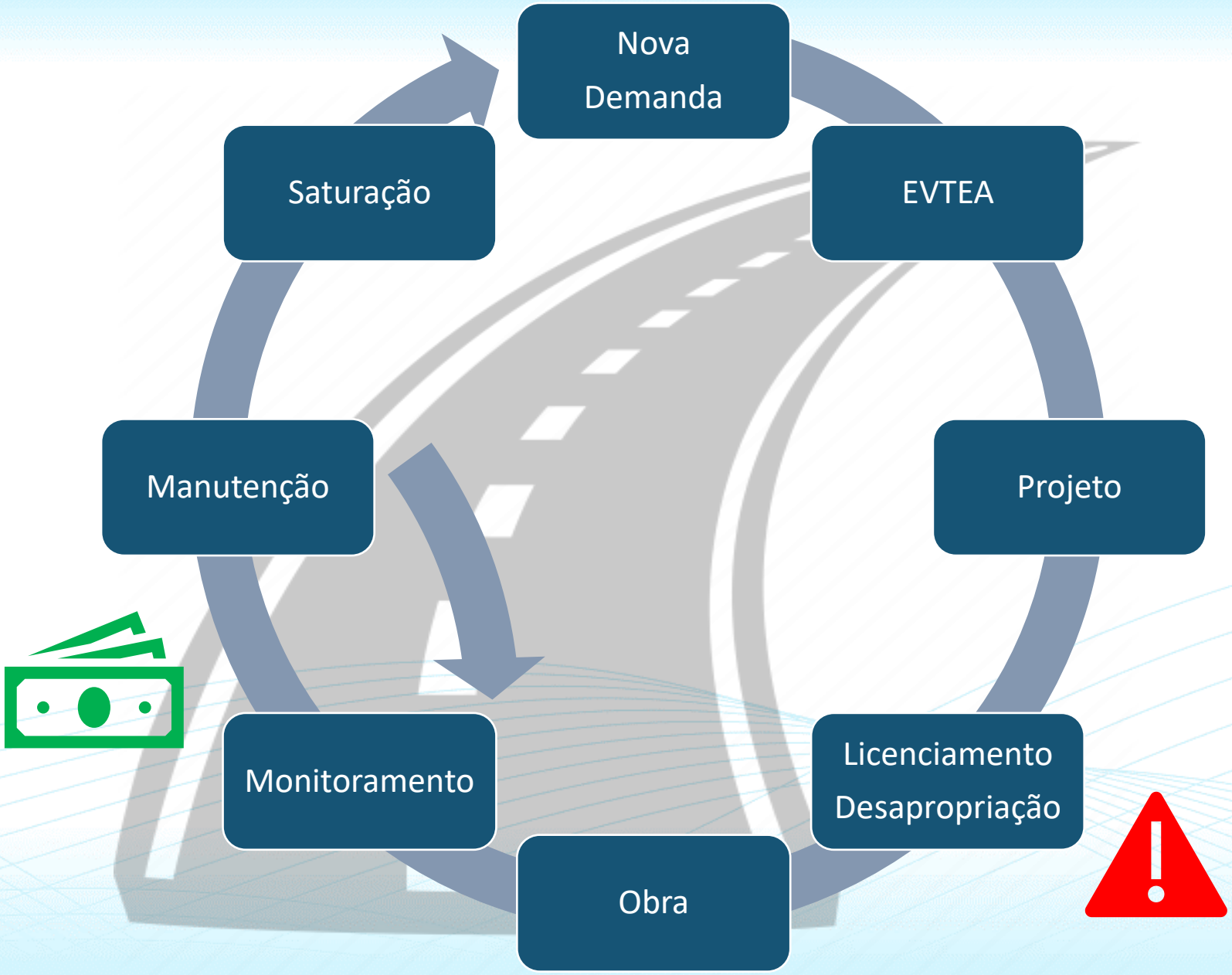


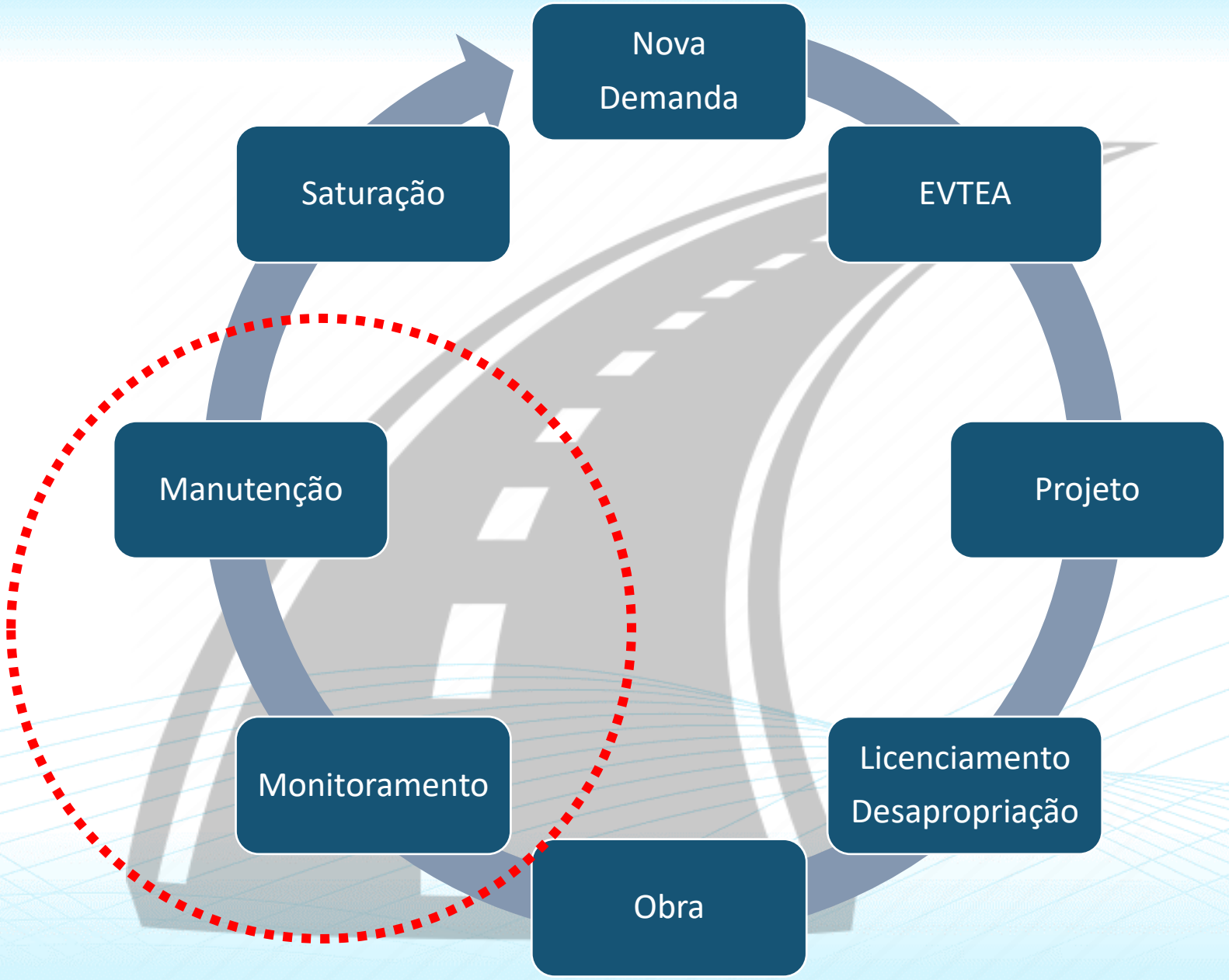


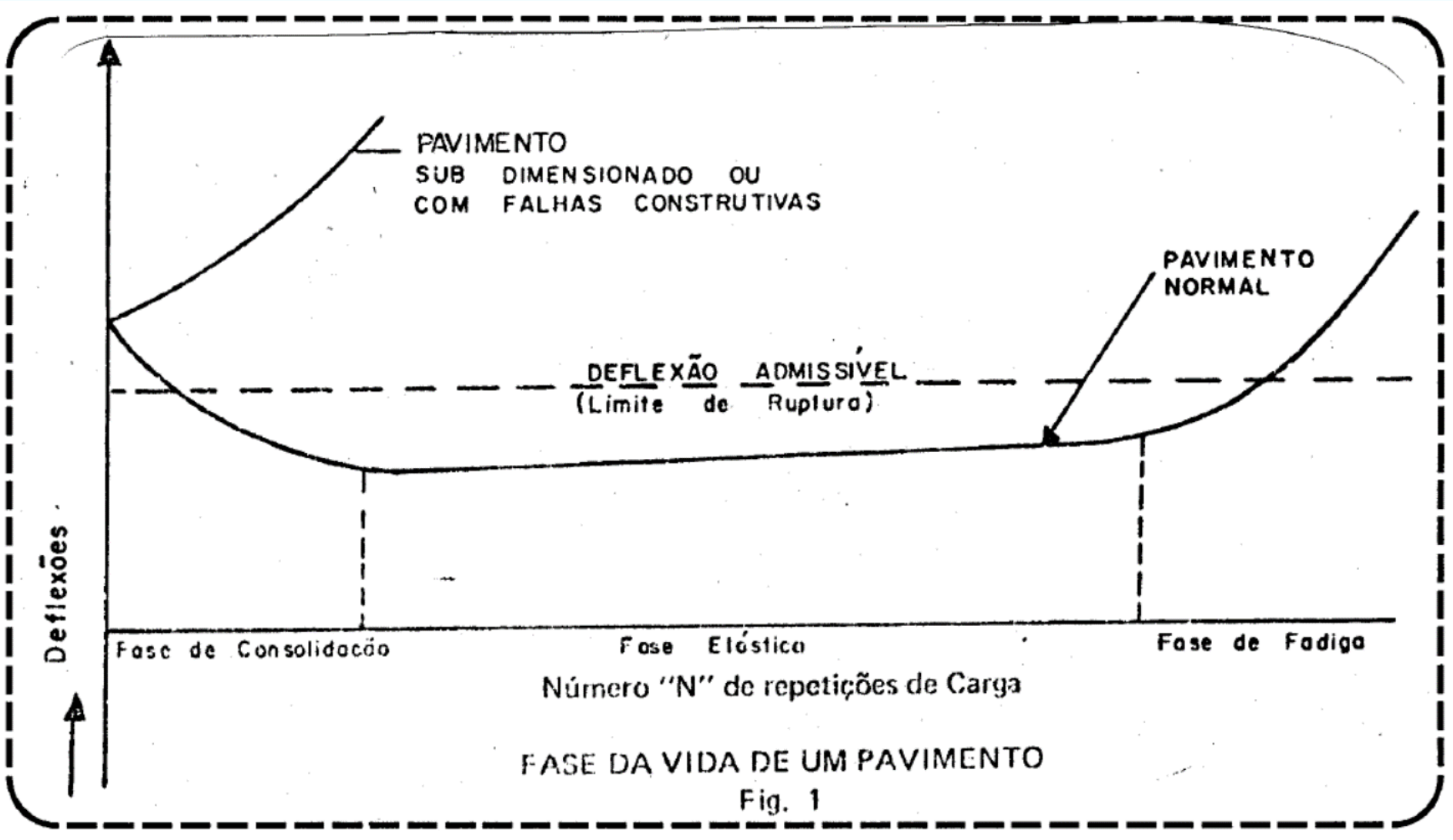
Dynatest

CICLO DE VIDA DE UMA RODOVIA



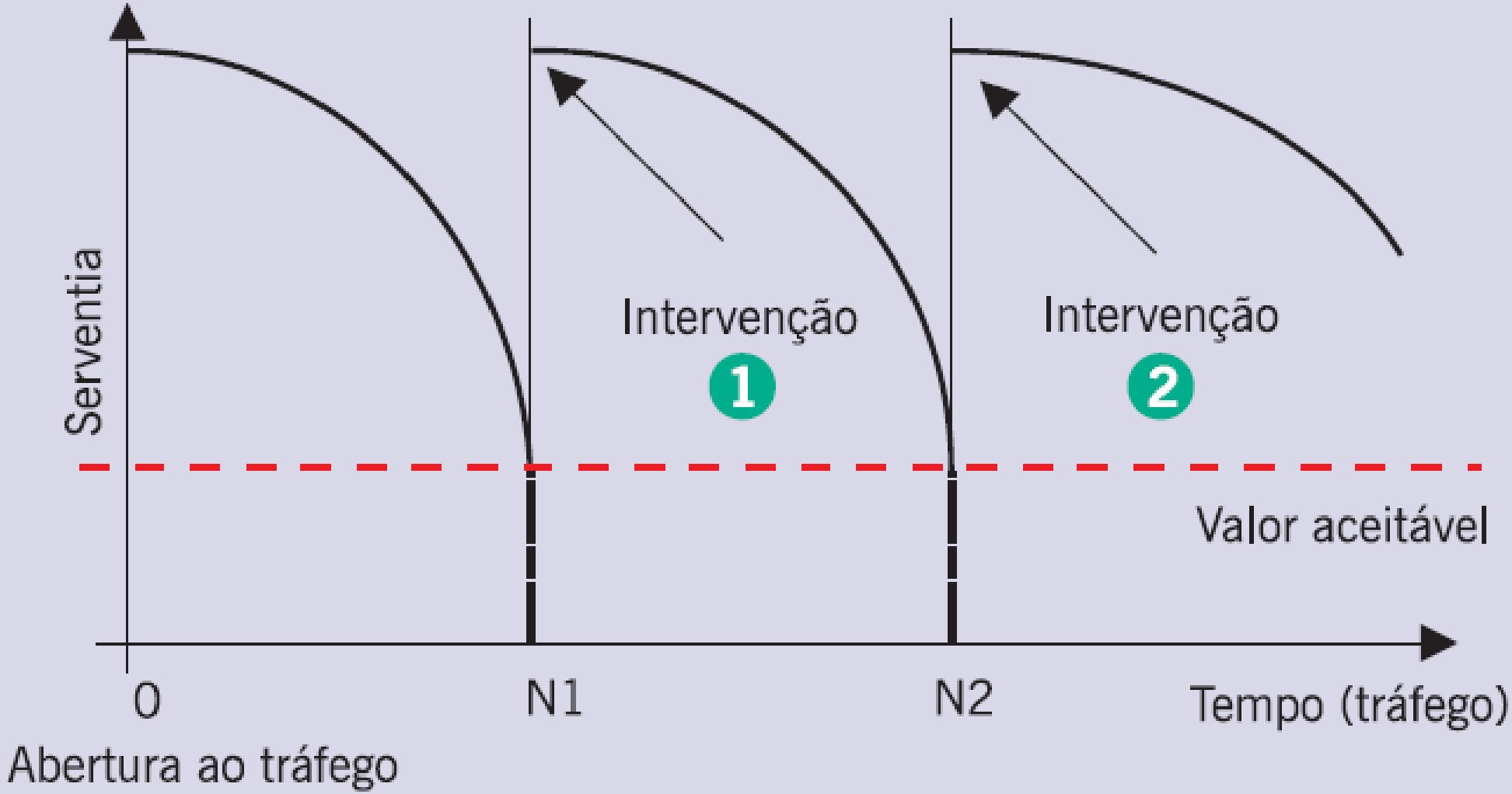

Nova Demanda
EVTEA
Projeto
Licenciamento Desapropriação
Obra
Monitoramento
Manutenção
Saturação

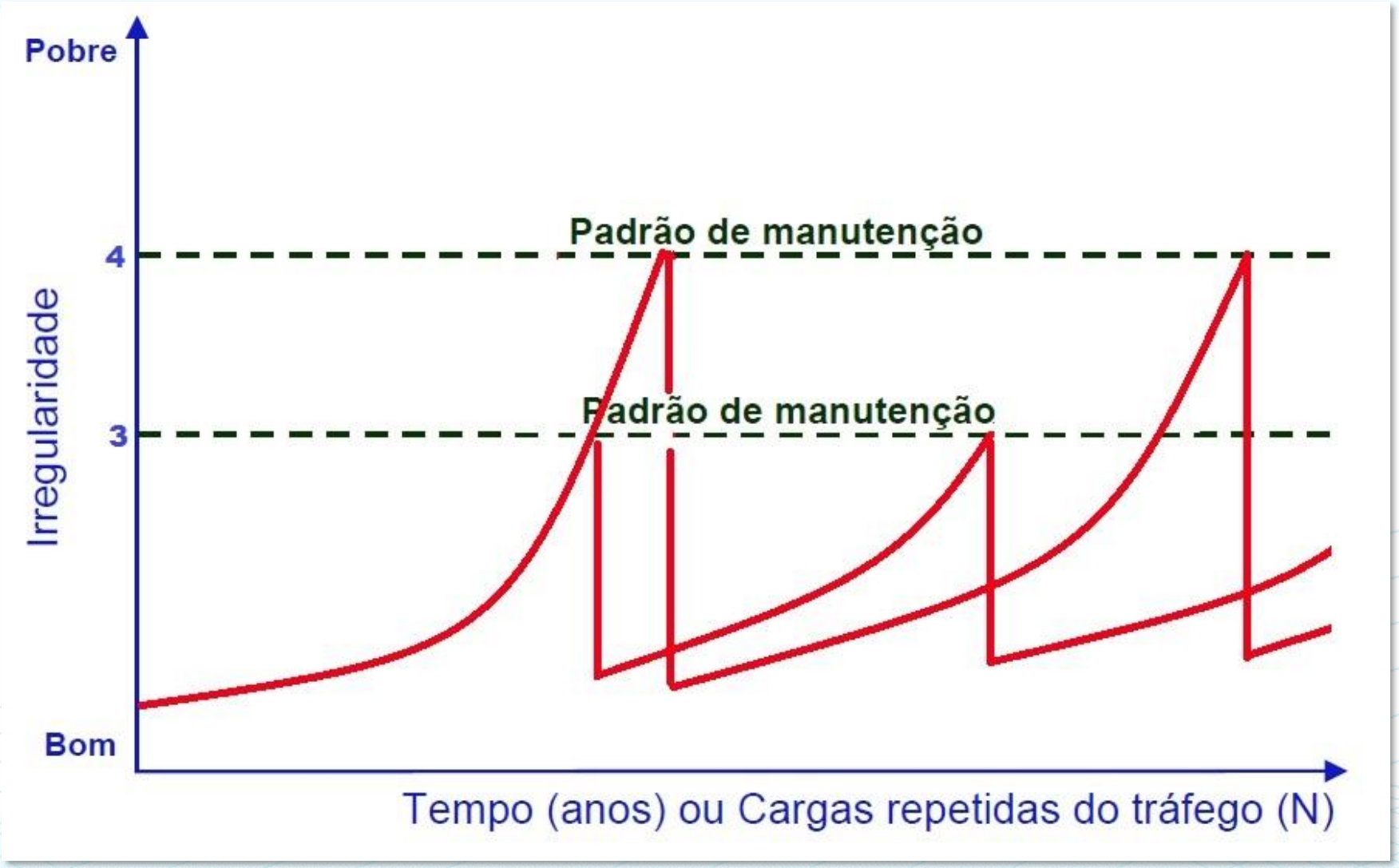

Nova Demanda
EVTEA
Projeto
Licenciamento Desapropriação
Obra
Monitoramento
Manutenção
Saturação



FASE DA VIDA DE UM PAVIMENTO

Fig. 1


Serventia
Intervenção
1
Intervenção
2
Valor aceitável
0
N1
N2
Tempo (tráfego)
Abertura ao tráfego


Pobre
4
3
Bom
Irregularidade
Padrão de manutenção
Padrão de manutenção
Tempo (anos) ou Cargas repetidas do tráfego (N)


Dynatest®
WWW.DYNATEST.COM.BR
PROJETAMOS CAMINHOS
PARA QUE VOCÊ POSSA
SEGUIR O SEU
Edson Shimizu
edson@dynatest.com.br
(11) 98684-0944
SÃO PAULO
(11) 3149.3969
BRASÍLIA
(61) 3039.8466
RIO DE JANEIRO
(21) 2224.8830