



# AVALIAÇÃO DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS: MORFOLOGIAS E GÊNESES

PTR 3521 – Avaliação e Reabilitação de Pavimentos

Prof. José Tadeu Balbo

**Prof. Kamilla Vasconcelos**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA POLITÉCNICA

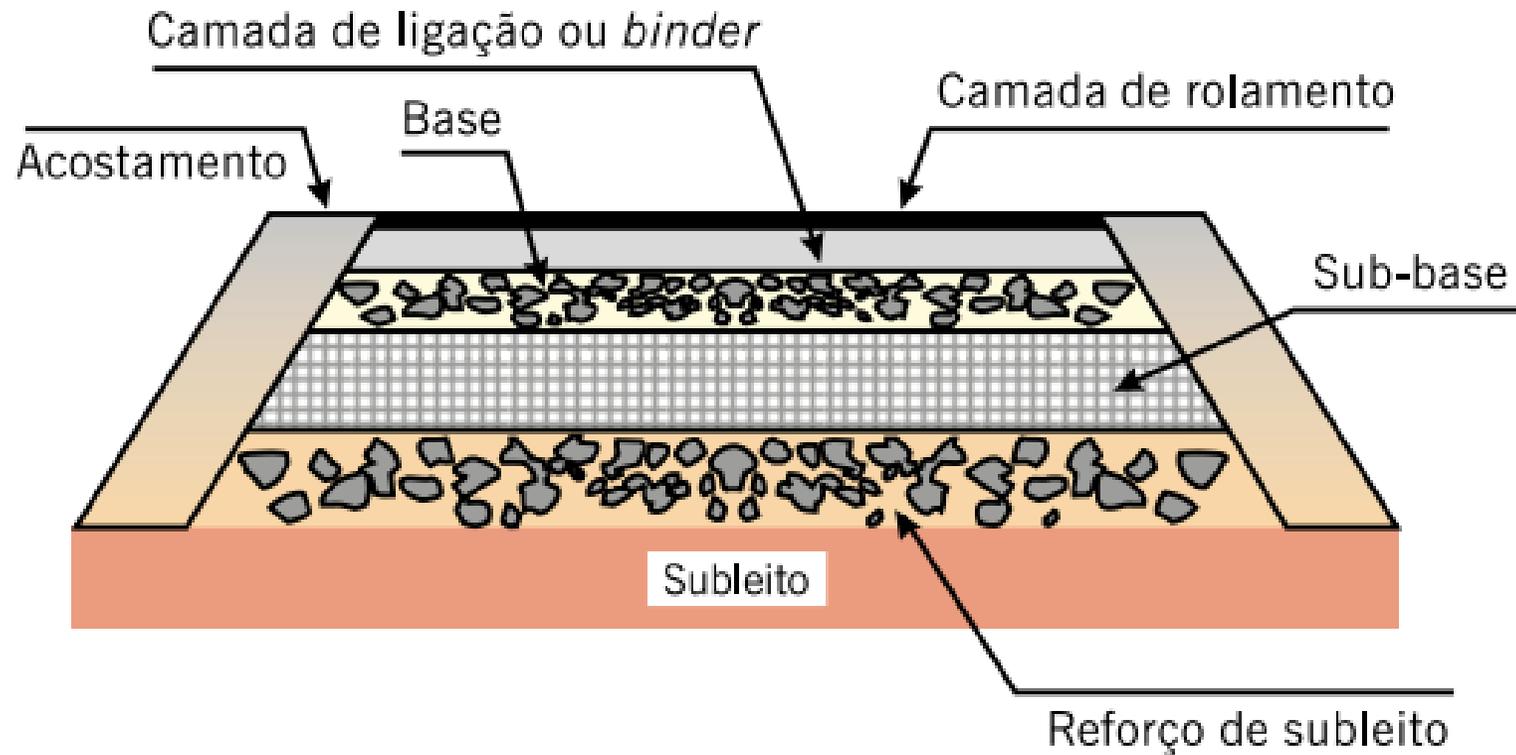
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE

TRANSPORTES





# PAVIMENTO ASFÁLTICO (FLEXÍVEL)





# PAVIMENTO ASFÁLTICO (SEMIRRÍGIDO)

**SEMIRRÍGIDO  
TRADICIONAL**



**REVESTIMENTO**

**BASE CIMENTADA**

**SUB-BASE  
GRANULAR**

**SUBLEITO**

**SEMIRRÍGIDO  
INVERTIDO**



**REVESTIMENTO**

**BASE GRANULAR**

**SUB-BASE  
CIMENTADA**

**SUBLEITO**



# PAVIMENTO ASFÁLTICO

- **Como surgem os defeitos em um pavimento asfáltico?**



# PAVIMENTO ASFÁLTICO

- **Como surgem os defeitos em um pavimento asfáltico?**

Os defeitos de superfície podem aparecer precocemente (devido a erros ou inadequações de projeto e/ou executivos) ou a médio ou longo prazo (em função da utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries).

DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: terminologia



# PAVIMENTO ASFÁLTICO

## **Ruptura/Final de vida útil:**

1. Excesso de carga (ruptura por resistência)
2. Fissuração (danificação por fadiga)
3. Deformação plástica das camadas



# PAVIMENTO ASFÁLTICO

## Erros ou inadequações:

1. Erros de projeto.
2. Erros ou inadequações na seleção de materiais ou na dosagem de materiais.
3. Erros ou inadequações construtivas.
4. Erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção.

**Importância do diagnóstico correto**



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## Terminologia e tipos de defeitos

- Trincas ou Fissuras
- Afundamentos
- Escorregamento de massa e Exsudação
- Buraco/Panela e Remendo
- Desgaste/Desagregação e Descolamento

Outros tipos de defeitos:

- Segregação
- Bombeamento de finos



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Trincas ou Fissuras)



**Trinca interligada por fadiga**  
Causas prováveis:



**Trinca interligada de bloco**  
Causas prováveis:



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Trincas ou Fissuras)



### Trinca interligada por fadiga

Causas prováveis:

- Ação repetida do tráfego + efeito das condições climáticas
- Envelhecimento do ligante (perda da flexibilidade)
- Subdimensionamento (baixa capacidade de suporte)



### Trinca interligada de bloco

Causas prováveis:

- Reflexão das trincas da camada de solo-cal ou solo-cimento
- Erosão do material das camadas



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE (Afundamentos)



## **Afundamento em trilha por consolidação**

Causas prováveis:



## **Afundamento local plástico**

Causas prováveis:



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Afundamentos)



### **Afundamento em trilha por consolidação**

Causas prováveis:

- Densificação da camada após compactação
- Ruptura das camadas subjacentes
- Consolidação diferencial de uma ou mais camadas



### **Afundamento local plástico**

Causas prováveis:

- Fluência plástica de uma ou mais camadas
- Excesso de ligante asfáltico
- Falha na seleção do tipo de mistura



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Escorregamento de massa e Exsudação)



### **Escorregamento da massa**

Causas prováveis:



### **Exsudação**

Causas prováveis:



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Escorregamento de massa e Exsudação)



### Escorregamento da massa

Causas prováveis:

- Excesso de ligante junto às bordas do pavimento ou trilha de roda (fluência)
- Baixa resistência do asfalto (fluência)
- Falta de aderência adequada entre o revestimento e a base (falha construtiva)



### Exsudação

Causas prováveis:

- Excesso de ligante asfáltico
- Segregação da massa
- Cravamento dos agregados na base e ascensão do ligante à superfície



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Buraco/Panela e Remendos)



### **Panela**

Causas prováveis:



### **Remendo**

Causas prováveis:



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Buraco/Panela e Remendos)



### Panela

Causas prováveis:

- Trincamento por fadiga severo → aparecimento de blocos → arrancamento do revestimento
- Drenagem inadequada



### Remendo

Causas prováveis:

- Deterioração localizada removida e remendada
- Cortes para serviços diversos



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Desgaste e Descolamento)



**Desgaste/desagregação**  
Causas prováveis:



**Descolamento**  
Causas prováveis:



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Desgaste e Descolamento)



### Desgaste/desagregação

Causas prováveis:

- Falha de adesividade entre ligante-agregado
- Presença de água causando *stripping*
- Falha no bico espargidor de tratamentos superficiais
- Segregação da massa asfáltica



### Descolamento

Causas prováveis:

- Problemas de adesividade ligante/agregado
- Remoção dos agregados pelo tráfego
- Agregados com baixa resistência mecânica ou química



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Segregação)

Concentração de agregados graúdos decorrente de separação dos mesmos do mástique asfáltico (ligante + fíler)

Possíveis causas:

- ✓ Erro na granulometria
- ✓ Usinagem mal feita
- ✓ Temperatura heterogênea na aplicação



**Segregação**



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Segregação)

Concentração de agregados graúdos decorrente de separação dos mesmos do mástique asfáltico (ligante + fíler)



**Segregação**



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Bombeamento de finos)

Surgimento de finos na superfície, que sobem pela ação da água, que, sob pressão devido ao tráfego, vem à superfície pela trincas do revestimento asfáltico.



Foto: Patrícia Barboza da Silva



Foto: Glauco Fabbri



# DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

## (Falha de bico espargidor)

Gerado pela ausência ou redução de taxa de ligante asfáltico nos tratamentos superficiais, provocando o desprendimento de agregados.





# AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

- **E se precisássemos quantificar a qualidade de um pavimento com um número?**



# AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

- **E se precisássemos quantificar a qualidade de um pavimento com um número?**

A condição de superfície de um pavimento asfáltico deve ser levantada, analisados seus defeitos e causas, e atribuídos indicadores numéricos que classifiquem seu estado geral. A norma DNIT 006/2003 – PRO (DNIT, 2003b) estabelece um método de levantamento sistemático de defeitos e atribuição do **Índice de Gravidade Global (IGG)**, que pode ser empregado em projetos de reforço. Muitas vezes o levantamento dos defeitos e o cálculo do IGG precedem o levantamento estrutural para poder melhor embasá-lo.



# AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

- **ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)**

Os tipos de defeitos catalogados pela norma brasileira e que são considerados para cálculo de indicador de qualidade da superfície do pavimento (IGG/Índice de Gravidade Global) são: fendas (F); afundamentos (A); corrugação e ondulações transversais (O); exsudação (EX); desgaste ou desagregação (D); panela ou buraco (P); e remendos (R).



# AVALIAÇÃO OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

Figura 9.28 – Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos

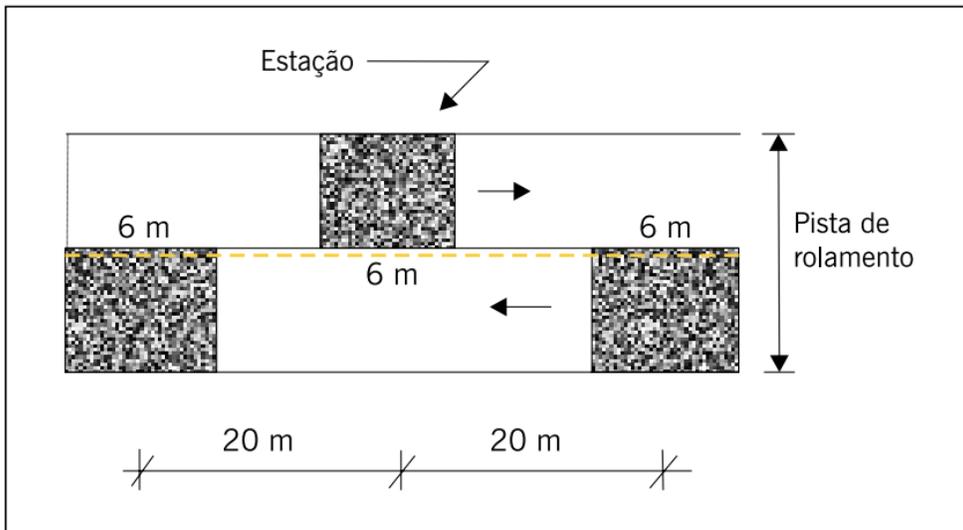


Figura 9.29 – Exemplo de planilha empregada para levantamento do estado de superfície pela norma do IGG

Inventário de superfície		Rodovia																	
		Trecho										Operador							
		Subtrecho										Revestimento tipo							
Data	Folha	Estaca inicial										Estaca final							
Estação		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Faixa		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Configuração da terraplenagem		A	A	A	SMA	C	C	SMC	C	C	C	A	A	SMC	C	C	A	A	A
Tipo	OK	Sem defeito																	
1	F1	Fissuras																	
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas																	
	TTL	Trincas transversais longas																	
	TLC	Trincas longitudinais curtas																	
	TLL	Trincas longitudinais longas																	
	TRR	Trincas isoladas retração																	
2	J	Couro de jacaré																	
(FCII)	TB	Trincas em bloco																	
3	JE	Couro de jacaré com erosão																	
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão																	
4	ALP	Afundamento plástico local																	
	ATP	Afundamento plástico trilha																	
5	O	Ondulação																	
	P	Panela																	
6	EX	Exsudação																	
7	D	Desgaste																	
8	R	Remendo																	
	ALC	Afundamento consolidação local																	
	ATC	Afundamento consolidação trilha																	
	E	Escorregamento																	
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)																	
	TRE	Afundamento trilha externa (mm)																	

D = direita E = esquerda A = aterro C = corte SMA = seção mista (meia encosta)



# AValiação OBJETIVA DE SUPERFÍCIE

**TABELA 9.5 – CONCEITOS DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL IGG POR FAIXA DE VALORES**

Norma DNIT 06/2003		Norma DNER 08/1994	
Conceito	Limites	Conceito	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$		
Bom	$20 < IGG \leq 40$	Bom	$0 < IGG \leq 20$
Regular	$40 < IGG \leq 80$	Regular	$20 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$	Ruim	$80 < IGG \leq 150$
Péssimo	$IGG > 160$	Péssimo	$IGG > 150$



# NOVAS FORMAS DE AVALIAÇÃO OBJETIVA DOS DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

← → ↻ 🔒 www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-disponibiliza-vidioteca-com-imagens-dos-levantamentos-de-campo-executados-pelo-veic... 🌐 📄 ☆ 🗄️ 👤 (Atualizar) ⋮

☰ Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

O que você procura?



**B**uscando identificar os investimentos capazes de gerar maior eficiência nas ações de manutenção na malha rodoviária federal, o DNIT executa levantamentos para a caracterização funcional e estrutural de rodovias federais sob sua administração. Utilizando o Veículo de Diagnóstico de Rodovias, a atividade é realizada com equipamentos especiais para a coleta de dados de Índice de Irregularidade Internacional (IRI); Afundamento de Trilha de Roda (ATR), Registro em Vídeo para a atividade de Levantamento Visual Contínuo (LVC) e coleta de dados de GPS para manutenção da base georreferenciada do DNIT.

Com a intenção de atender a diversas demandas e solicitações internas e externas, o DNIT disponibiliza, por meio do endereço <https://servicos.dnit.gov.br/vidioteca>, as imagens de vídeo capturadas pelos VDRs. A ferramenta conta com uma interface bastante intuitiva e de fácil acesso. Nela é possível encontrar importantes insumos de pesquisas rodoviárias, assim como identificar as condições das vias, velocidade do deslocamento, quilômetro inicial e final dos segmentos, mapas com coordenadas geográficas, entre outros.





# NOVAS FORMAS DE AVALIAÇÃO OBJETIVA DOS DEFEITOS DE SUPERFÍCIE

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

O que você procura?





# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO POR TIPO DE MATERIAL

**Quadro 7.3** *Ocorrência de diversos modos de ruptura em alguns materiais de pavimentação*

MODO DE RUPTURA	TIPOS DE MATERIAIS E CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE UM MODO DE DEGRADAÇÃO						
	CONCRETOS	MISTURAS ASFÁLTICAS	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	LAMAS ASFÁLTICAS	PEDRAS BRITADAS	SOLO-CIMENTO	BRITAS TRATADAS COM CIMENTO
Flexão (resistência)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim
Cisalhamento (resistência)	Subdimensionamento	Subdimensionamento	Não	Não	Falta de travamento entre grãos	Baixo consumo de cimento; subdimensionamento	Subdimensionamento
Funcional	Em todos os tipos de materiais e pavimentos						
Fadiga	Presente	Presente	Não	Não	Não	Presente	Presente
Deformação permanente	Não	Fluência estática ou dinâmica	Não	Não	Sim, com eventual melhoria resiliente*	Após avançado estágio de fadiga	Após avançado estágio de fadiga



# PROCESSOS DE DEGRADAÇÃO POR TIPO DE MATERIAL

**Quadro 7.3** (Continuação) Ocorrência de diversos modos de ruptura em alguns materiais de pavimentação

MODO DE RUPTURA	TIPOS DE MATERIAIS E CONDIÇÕES PARA OCORRÊNCIA DE UM MODO DE DEGRADAÇÃO						
	CONCRETOS	MISTURAS ASFÁLTICAS	TRATAMENTOS SUPERFICIAIS	LAMAS ASFÁLTICAS	PEDRAS BRITADAS	SOLO-CIMENTO	BRITAS TRATADAS COM CIMENTO
Retração plástica	Sim, menos provável no CCR	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Retração hidráulica	Sim, inevitável nos concretos	Não	Não	Não	Não	Durante a cura, é inevitável	Durante a cura, é inevitável
Retração térmica	Temperaturas extremas	Temperaturas muito baixas	Improprovável	Improprovável	Não	Improprovável	Temperaturas muito baixas
Propagação de fissuras	Incomum	Quando sobre bases cimentadas ou sobre revestimento fissurado	Quando sobre bases cimentadas ou sobre revestimento fissurado	Quando sobre bases cimentadas ou sobre revestimento fissurado	Não	É o agente gerador da fissura de reflexão	É o agente gerador da fissura de reflexão
Contaminação	Não	Apenas infiltração por fissuras	Não	Não	Sim	Não	Apenas em fase pós-fissuração
Funcional	Em todos os tipos de materiais e pavimentos						

\* Em caso de compactação posterior pelo tráfego inicial.



# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

1





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

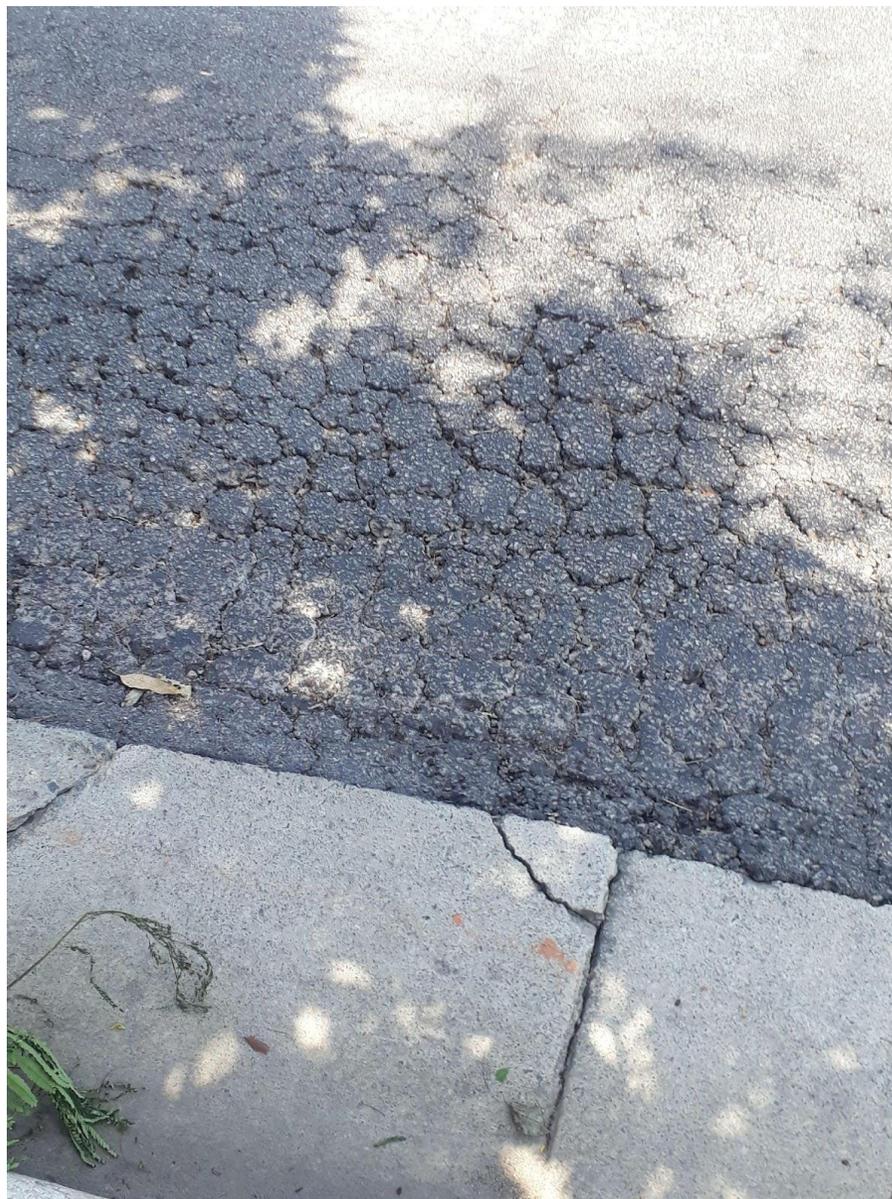
2





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

3





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

4





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

5





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

6





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

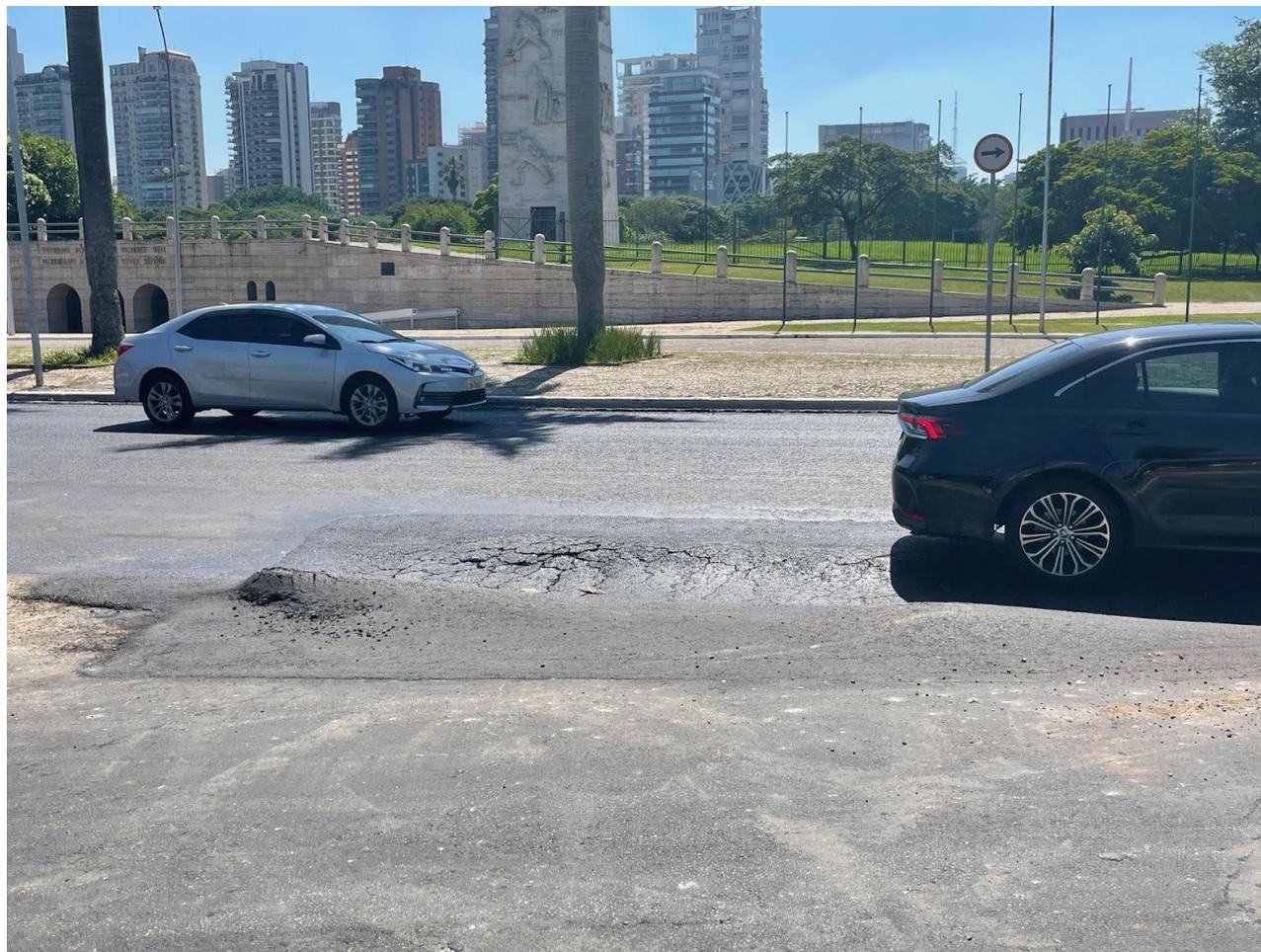
7





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

8





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

9





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**10**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**11**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**12**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**13**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

14





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

15





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

16





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

17





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**18**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

19





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**20**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

**21**





# FOTO DOS ARTISTAS DE PTR 3521 (2023)...

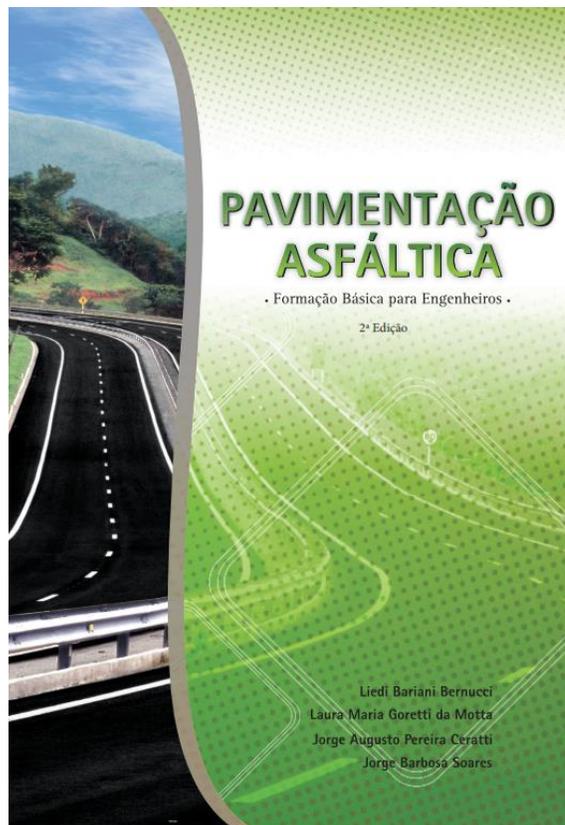
22



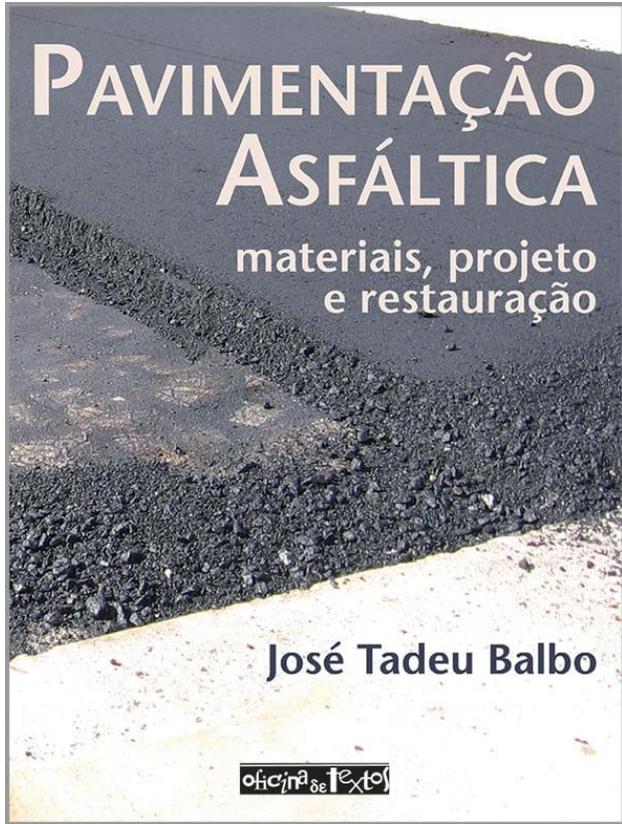
Pavimento de Concreto de Cimento Portland



# MATERIAL DE ESTUDO



9  
Diagnóstico de defeitos, avaliação funcional e de aderência



7  
Processos de Degradação dos pavimentos associados ao tráfego e ao clima