

## Pavimentos - Determinação de deflexões utilizando o Deflectógrafo Lacroix - Procedimento

**Autor:** Instituto de Pesquisas Rodoviárias

**Processo:** 50607.000860/2012 - 34

**Aprovação pela Diretoria Colegiada DNIT na reunião de 18/9/2012**

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

### Palavras-chave:

Pavimento, diagnóstico, determinação da deflexão

**Nº total de  
páginas**  
09

### Resumo

Este documento determina os métodos para medir a deflexão recuperável sob efeito de uma carga dinâmica utilizando o Deflectógrafo Lacroix.

### Abstract

This document defines the method to measure of reversible deflections due to an applied dynamic load using the Lacroix Deflectograph.

### Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definições.....	2
4 Princípio.....	2
5 Equipamentos.....	2
6 Procedimentos para as medições.....	3
7 Resultados.....	3
Anexo A (normativo).....	5
Anexo B (informativo).....	6
Anexo C (informativo).....	8
Índice geral.....	9

### Prefácio

Esta Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX para servir como documento base, visando estabelecer a sistemática a ser empregada na operação do Deflectógrafo Lacroix para a determinação das deflexões recuperáveis. Foi elaborada tomando como base a norma NF P 98-200-4 – determination de la deflexion avec le deflectographe 03.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO.

### 1 Objetivo

Esta Norma especifica um método de diagnóstico a partir de um equipamento de medição dinâmica, chamado Deflectógrafo Lacroix, cujo objetivo é a determinação das deformações recuperáveis, fundamentais para avaliação estrutural da condição do pavimento.

### 2 Referências normativas

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

- a) DNER-ME 024 : Determinação das Deflexões pela Viga Benkelman, Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.
- b) DNIT 163/2012-PRO : Calibração do Deflectógrafo Lacroix – Procedimento. Rio de Janeiro : IPR.

### 3 Definições

#### 3.1 Área sobre a curva “A”

Corresponde à área da curva sobre a bacia de deformação formada pela aplicação da carga.

#### 3.2 Deflexão

Para os fins desta Norma, deflexão é o afundamento vertical em um ponto do pavimento, causado pela passagem de uma carga. A deflexão é função da distância e da carga no ponto considerado. Ela parte de um valor nulo, quando o ponto a ser medido ainda não esta na zona de influência da carga (chegada), cresce até um valor máximo que ocorre quando a carga vertical está sobre o ponto de medida, ou muito próximo dele. Com o afastamento (saída) da carga do ponto de medida, a deflexão decresce progressivamente até tornar-se novamente nula. À curva representativa das deflexões medidas dá-se o nome de Bacia de Deformação.

#### 3.3 Deflexão pontual “d”

É o valor da deflexão medido em um ponto.

#### 3.4 Deflexão máxima “dM”

É o valor correspondente ao deslocamento vertical máximo no ponto de medição.

#### 3.5 Raio de curvatura “Rc”

Para os fins desta Norma “Rc” é o raio da circunferência que melhor se ajusta à bacia de deformação.

#### 3.6 Trilha externa

Faixa longitudinal do pavimento que suporta as rodas direitas dos veículos que por ela trafegam normalmente.

#### 3.7 Trilha interna

Faixa longitudinal do pavimento que suporta as rodas esquerdas dos veículos que por ela trafegam normalmente.

### 4 Princípio

A medida das deflexões “d” provocadas por uma carga dinâmica aproximando-se dos pontos de medida é feita simultaneamente em dois pontos determinados nos eixos das trilhas interna e externa da faixa de tráfego da via.

### 5 Equipamentos

O Deflectógrafo Lacroix consiste nos seguintes equipamentos e dispositivos:

- 5.1 Caminhão de dois eixos, com distância entre eixos de  $6750 \text{ mm} \pm 100 \text{ mm}$ , com roda dupla traseira, pneus  $1000 \times 20$ , com 12 lonas e câmara, calibrados com  $0,56 \text{ MPa}$  ( $5,6 \text{ kgf/cm}^2$  ou  $80 \text{ lb/pol}^2$ ), carregado com  $8,2 \text{ tf}$ , em conformidade com a Norma DNER-ME 024/94, e com a carga simetricamente distribuída. Pode ser usada carga por eixo diferente da indicada, quando julgado conveniente.
- 5.2 Viga eletro-mecânica acoplada na parte inferior do chassi do caminhão (Foto 02, do Anexo B), mecanismo este sincronizado à velocidade de operação do caminhão ( $3,0 \text{ km/h} \pm 0,5 \text{ km/h}$ ), cujas dimensões são fornecidas no Anexo A, sendo composta pelas seguintes partes:
- Uma viga de referência e suporte em forma de T;
  - Duas vigas longitudinais (braços);
  - Um sistema de tração hidráulico e um sistema de guia;
  - Dois sistemas de medição de deslocamento vertical da extremidade da viga longitudinal em relação ao plano da viga de referência em T, com precisão de  $\pm 0,02 \text{ mm}$ , e com variação de 0 a 3 mm;

- e) Um sensor medidor da distância entre os pontos de medição e o eixo da roda dupla, localizado a  $\pm 5$  mm deste;
- f) Central de computação (Fotos 03 e 04 do Anexo B).

## 6 Procedimentos para as medições

### 6.1 Segurança do tráfego

Para a execução do serviço deve ser implantada a adequada sinalização, visando à segurança do tráfego no segmento rodoviário.

### 6.2 Preparação do equipamento

No início de cada jornada de trabalho deve ser realizada a calibração do equipamento de acordo com a Norma DNIT-163/2012-PRO. Após a calibração, colocar o Deflectógrafo Lacroix paralelamente ao eixo de medida, de maneira que as rodas duplas estejam nas trilhas interna e externa, estando o eixo dianteiro do caminhão alinhado com o marco inicial. Colocar a viga eletromecânica sobre o pavimento, de modo que as 3 (três) extremidades das vigas estejam sobre os pontos de medição (vide Anexo A). A temperatura da superfície do pavimento é registrada pelo Deflectógrafo, com precisão de  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

### 6.3 Execução das medições

O ciclo de funcionamento do equipamento se desdobra em duas partes:

#### 6.3.1 Medição propriamente dita:

- a) O equipamento é desvinculado do veículo que avança, até que a extremidade da viga esteja entre os pneus das rodas traseiras e a  $150\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$  após o eixo de carga. Os sensores medem os deslocamentos verticais a cada  $20\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ , desde  $1450\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$  adiante do eixo traseiro até  $150\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$  atrás.
- b) A deflexão será medida pelos 2 braços (Vigas) munidos de captadores rotativos e articulados, instalados na extremidade da viga de apoio, os quais são os responsáveis

pela leitura de todos os dados, através de impulsos eletromagnéticos.

Esta viga de apoio é independente do veículo e fica assentada sobre três pontos situados fora da área de influência da carga. O veículo faz sua progressão com velocidade constante, medindo 81 pontos da bacia de deformação do pavimento ( $\pm 1600\text{ mm}$ ) até que as rodas traseiras ultrapassem os patins das extremidades dos braços alguns centímetros.

- c) O conjunto de informações coletado pelo sensor é transmitido por meio de cabos ópticos a uma central de computação no interior da cabine do veículo (Foto 03 e 04), que permite o acompanhamento em tempo real das medidas, fornecendo a deflexão máxima, raio de curvatura e área da bacia, distância percorrida, temperatura do pavimento e o gráfico da bacia de deformação.

#### 6.3.2 Reposicionamento do equipamento

O Deflectógrafo avança a viga eletromecânica com a utilização do sistema de tração hidráulico e posicionando-a sobre a medição seguinte/próxima, sem que o caminhão interrompa seu avanço. A distância entre a viga e o eixo traseiro deve ser a máxima possível.

Nota: No caso de emissão de alerta de erro pelo "Programa de Operação e Gerenciamento do Deflectógrafo 98", deverá ser efetuada nova calibração, em conformidade com a Norma DNIT 163/2012-PRO: Calibração do Deflectógrafo Lacroix – Procedimento.

## 7 Resultados

### 7.1 Apresentação de dados e determinações

Cada medição efetuada em conformidade com a subseção 6.3 gera os seguintes dados:

- a) A distância em metro (m) em relação ao início do ensaio.

- b) A deflexão máxima “dM” levantada na trilha externa em centésimo de milímetro (1/100 mm).
- c) A deflexão máxima “dM” levantada na trilha interna em centésimo de milímetro (1/100 mm).
- d) O Raio de curvatura “Rc” levantado na trilha externa em metro (m).
- e) O Raio de curvatura “Rc” levantado na trilha interna em metro (m).
- f) A área sob a curva “A” levantada na trilha de roda externa em milímetro quadrado (mm<sup>2</sup>).
- g) A área sob a curva “A” levantada na trilha de roda interna em milímetro quadrado (mm<sup>2</sup>).
- h) A temperatura do pavimento em graus Celsius (°C).

#### Exemplo de apresentação dos resultados.

Localização	Deflexão		Raio de Curvatura		Área Sob a Bacia de Deformação		Temp.
	TRE (1/100 mm)	TRI (1/100 mm)	TRE (m)	TRI (m)	TRE (mm <sup>2</sup> )	TRI (mm <sup>2</sup> )	
m							Pav.
0,0	22	14	285	660	95	57	50
4,7	33	22	254	278	131	90	53
9,4	25	29	173	412	99	146	53
14,1	29	23	332	388	128	95	53
39,6	27	28	405	284	134	134	52
44,3	28	28	251	268	118	123	53

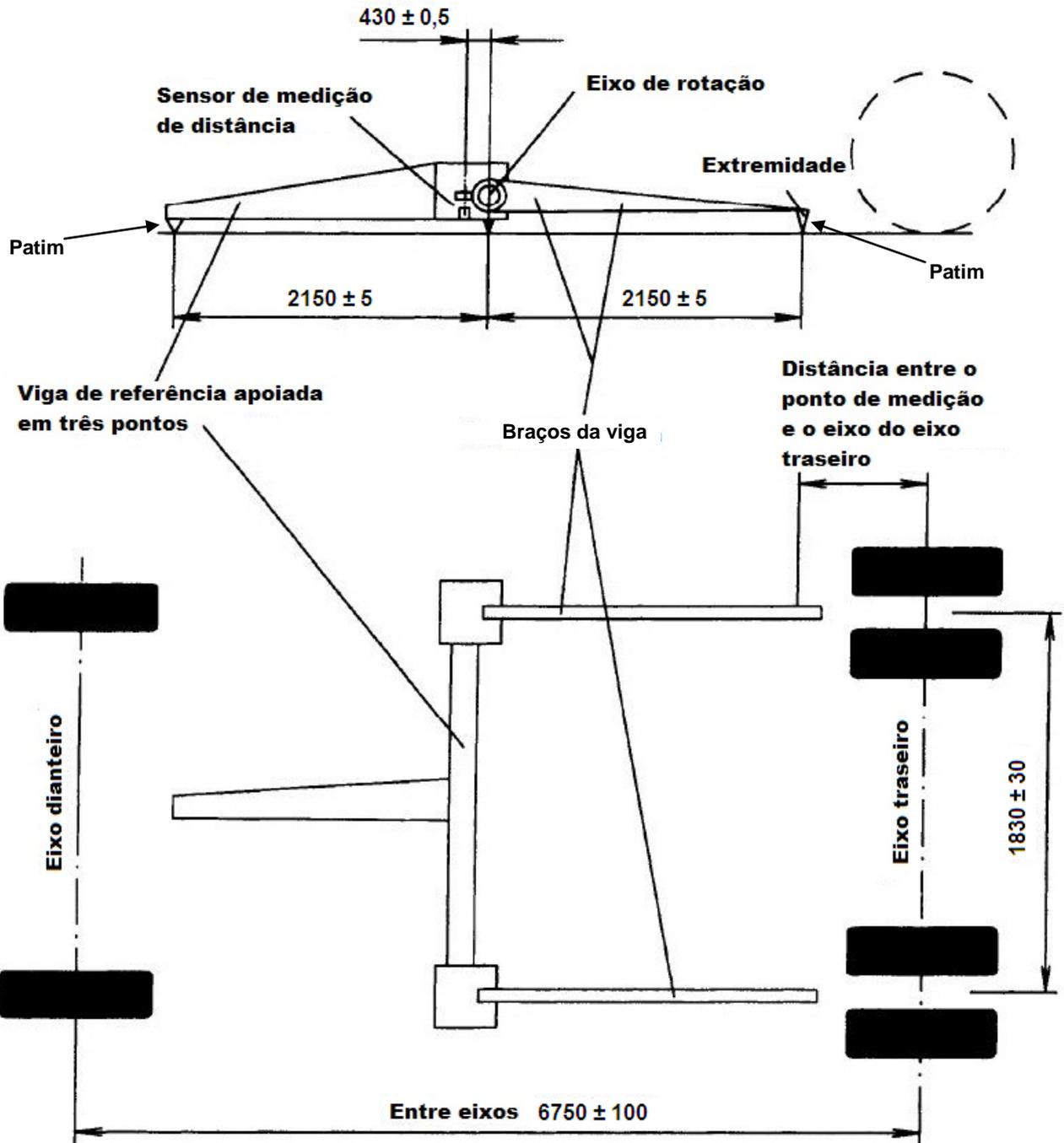
## 7.2 Relatório

O relatório deve fazer referência à presente Norma e comportar as seguintes informações:

- a) Dados gerais (empresa, contrato, rodovia, trecho, segmento, quilômetro, pista, data, horário, equipamentos utilizados e modelos etc).
- b) Os valores de “dM” definidos nas alíneas “b” e “c” da subseção 7.1.
- c) Os valores de “Rc” definidos nas alíneas “d” e “e” da subseção 7.1.
- d) Os valores de “A” definidos nas alíneas “f” e “g” da subseção 7.1.
- e) A temperatura da superfície do pavimento no início e final do levantamento.
- f) As condições do ensaio e os detalhes operacionais não previstos e eventuais incidentes capazes de alterar os resultados.

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

Anexo A (Normativo) - Equipamento de medição



Dimensões em milímetros.

**Anexo B (informativo)**

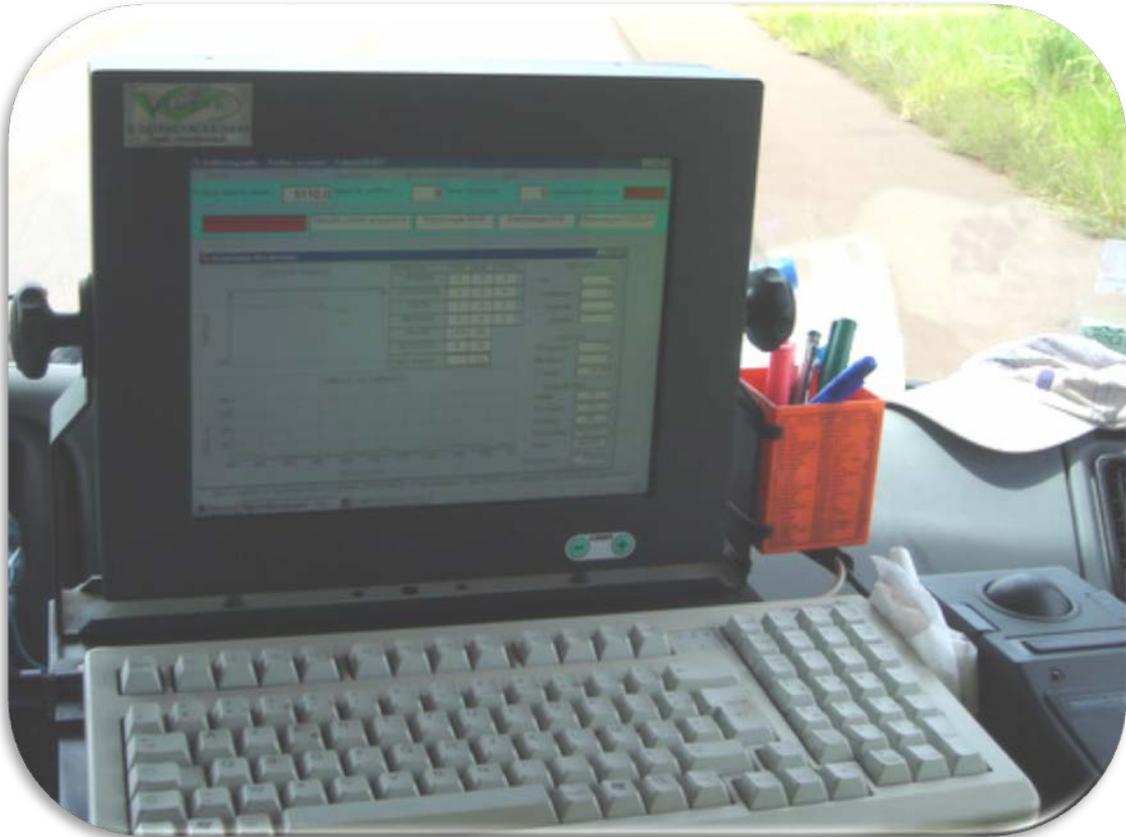
Foto 01 – Veículo com os equipamentos e dispositivos.



Foto 02 – Mecanismo sob o veículo.



Fotos 03 e 04 – Central de computação no interior do veículo.



**Anexo C (informativo)****Bibliografia**

- a) ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION.  
NF P98-200-1 : mesure de la déflexion engendrée par une charge roulante : essais relatifs aux chaussées: partie 1 : définitions, moyens de mesure, valeurs caractéristiques. Paris, 1991.
- b) \_\_\_\_\_.NF P98-200-4 : mesure de la déflexion engendrée par une charge roulante : essais relatifs aux chaussées: partie 4 : détermination de la déflexion avec le déflectographe 03. Paris, 1993.

\_\_\_\_\_/Índice geral

## Índice Geral

Abstract .....	1	Preparação do equipamento 6.2 .....	3
Anexo A (normativo) Equipamento de medição .....	5	Princípio 4 .....	2
Anexo B (informativo) Fotos .....	6	Procedimentos para as medições 6 .....	3
Anexo C (informativo) Bibliografia .....	8	Raio de curvatura "Rc" 3.5 .....	2
Apresentação de dados e determinações 7.1 .....	3	Referências normativas 2 .....	1
Área sobre a curva "A" 3.1 .....	2	Relatório 7.2 .....	3
Definições 3 .....	2	Reposicionamento do equipamento 6.3.2 .....	3
Deflexão 3.2 .....	2	Resultados 7 .....	3
Deflexão pontual "d" 3.3 .....	2	Resumo .....	1
Deflexão máxima "dM" 3.4 .....	2	Segurança do tráfego 6.1 .....	3
Equipamentos 5 .....	2	Sumário .....	1
Execução das medições 6.3 .....	3	Trilha externa 3.6 .....	2
Índice geral .....	9	Trilha interna 3.7 .....	2
Medição propriamente dita 6.3.1 .....	3		
Objetivo 1 .....	1		
Prefácio .....	1		

---