

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE ESTRUTURAL NÃO DESTRUTIVA DE PAVIMENTO FLEXÍVEL
DO KM 42 AO KM 50, DA BR 424, SENTIDO ARCOVERDE/CORRENTES
COM A UTILIZAÇÃO DO FWD (*FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER*)**

Bruno Teixeira Fiuza Gabriele

RECIFE, JULHO DE 2012

Bruno Teixeira Fiuza Gabriele

**ANÁLISE ESTRUTURAL NÃO DESTRUTIVA DE PAVIMENTO
FLEXÍVEL DO KM 42 AO KM 50, DA BR 424, SENTIDO
ARCOVERDE/CORRENTES COM UTILIZAÇÃO DO
FWD (*FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER*)**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Msc. Maurício Renato Pina Moreira

RECIFE, JULHO DE 2012

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Rosineide Mesquita Gonçalves Luz / CRB4-1361 (BCTG)

- G118a Gabriele, Bruno Teixeira Fiuza.
Análise estrutural não destrutiva de pavimento flexível do KM 42 ao KM 50, da BR 424, sentido Arcoverde/Correntes com utilização do FWD (*Falling Weight Deflectometer*)/ Bruno Teixeira Fiuza Gabriele – Recife: O Autor, 2012.
x, 82f., il., figs., gráfs., tabs.
- Orientador: Prof. Msc. Maurício Renato Pina Moreira.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Curso de Engenharia Civil, 2012.
Inclui Referências e Anexos.
1. Engenharia Civil. 2. Análise Estrutural não Destrutiva. 3. FWD. 4. Deflexões. I. Moreira, Maurício Renato Pina. (Orientador). II. Título.

BRUNO TEIXEIRA FIUZA GABRIELE

**ANÁLISE ESTRUTURAL NÃO DESTRUTIVA DE PAVIMENTO FLEXÍVEL DO
KM 42 AO KM 50, DA BR 424, SENTIDO ARCOVERDE/CORRENTES COM
UTILIZAÇÃO DO FWD (*FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER*)**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao
Departamento de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Pernambuco como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Msc. Maurício Renato Pina Moreira

Banca Examinadora

Prof. Msc. Maurício Renato Pina Moreira
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Msc. Fernando Jordão de Vasconcelos
Universidade Federal de Pernambuco

Profª. Msc. Shirley Minnell Ferreira de Oliveira
Universidade Católica de Pernambuco

Recife, 20 de Julho de 2012

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais – Aurelio Gabriele Neto e Christianne Teixeira Fiusa Gabriele - que me trouxeram a vida e como vivê-la acerca dos mais nobres princípios morais e éticos, além de propiciar diretrizes para meu desenvolvimento educativo e, consequentemente, profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por acolher meus desejos e iluminar meus caminhos na longa estrada da vida.

Aos meus pais, Aurelio Gabriele Neto e Christianne Teixeira Fiusa Gabriele, que não mediram esforços para fornecer, a mim e meus irmãos, os valores e sentidos da vida, além de acompanhar todos os nossos passos durante nosso desenvolvimento.

Aos meus irmãos, André e Marcello, por estarem juntos nos melhores e mais engraçados das fases da minha vida.

A minha esposa, Tatiana Valéria, por passar comigo os últimos sete anos, dos momentos mais difíceis aos mais gloriosos, dando carinho, amor, compreensão, repeito e construindo, ao meu lado, os mais belos laços de união.

A minha filha, Beatriz, prestes a nascer, que é, e será, minha fonte de incentivo e tranquilidade para vencer os maiores obstáculos.

Ao meu orientador, Mauricio Renato Pina Moreira, pela tranquilidade, clareza, objetividade e pela convicção em lutar por nós, alunos.

Ao professor Fernando Jordão de Vasconcelos, por me ajudar nos primeiros passos do trabalho, principalmente na parte burocrática.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco proporcionaram a estrutura suficiente para garantir minha aprendizagem.

Aos amigos que fiz durante o período de graduação na UFPE, que passaram comigo várias madrugadas, feriados e finais de semana estudando para as cadeiras.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Nas condições atuais das rodovias, e com o aumento de frota cada vez mais acelerado, a estrutura do pavimento destas vem ganhando preocupação para os órgãos gestores. Nesta perspectiva, a avaliação estrutural desses pavimentos se torna cada vez mais utilizada, para definição de diretrizes a serem tomadas, desde pequenas correções superficiais, até grandes intervenções. Através desta avaliação, ainda é possível programar uma possível recuperação. Para avaliar estruturalmente o pavimento, vem sendo bastante usual, no Brasil, as medidas deflectométricas através do equipamento FWD (Falling Weight Deflectometer), visto que este apresenta grande agilidade, acurácia e produtividade, além de ser um método não destrutivo. O trabalho em questão tem como objetivo analisar estruturalmente, através de método não destrutivo, as condições do trecho compreendido entre os quilômetros 42 e 50, da rodovia BR-424 (sentido Arcoverde/Correntes), com a utilização do FWD. A partir das deflexões obtidas pelo relatório do FWD, e com o auxílio da norma DNER-PRO 011/79 do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, foram calculadas as deflexões de projeto dos sub-trechos, os raios de curvatura dos pontos de aplicação e da deflexão admissível. Através da matriz de decisão da norma acima citada, e dos parâmetros anteriormente mencionados, constatou-se que por todo o trecho avaliado o pavimento encontra-se com qualidade boa, sem necessidade de estudos complementares, sendo necessárias, apenas, correções superficiais.

Palavras-chave: Avaliação; FWD; Deflexões.

ABSTRACT

Under current conditions of roads, and increased fleet increasingly rapid, the floor structure of these has gained concern for management agencies. In this perspective, the structural evaluation of pavements becomes increasingly used for setting guidelines to be taken from small surface patches to large interventions. Through this assessment, it is still possible to schedule a possible recovery. To evaluate the structural deck, has been quite usual in Brazil, the measures through the deflection device FWD (Falling Weight Deflectometer), since it has great agility, accuracy and productivity, besides being a non-destructive method. The work has as objective to analyze structurally, through non-destructive method, the conditions of the section between km 42 and 50, the BR-424 (sense Arcoverde / Correntes), using the FWD. The deflections obtained from FWD's report, and with the aid of the norm DNER-PRO 011/79 National Department of Transport Infrastructure, the deflections were calculated design of sub-sections, the radii of curvature of the points of application and allowable deflection. Through the decision matrix of the standard referred to above, and the parameters mentioned above, it was found that the entire stretch evaluated the surface is good quality without the need for further studies, therefore requiring only fixes surface.

Keywords: Evaluation; FWD; Deflections.

Sumário

Lista de Figuras	VIII
Lista de Gráficos	XI
Lista de Tabelas	X
1. Introdução	11
2. Objetivos	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. Revisão Bibliográfica	13
3.1 Pavimento Rodoviário	13
3.1.1 Tipos de Pavimentos	14
3.2 Avaliação de Pavimentos	18
3.2.1 Avaliação Estrutural	19
3.3 Métodos de Avaliação de Pavimentos	22
3.2.1 Métodos Destrutivos	22
3.2.2 Métodos Não Destrutivos	23
3.4 Equipamentos Medidores de Deflexão	24
3.4.1. Falling Weight Deflectometer (FWD)	25
4. Metodologia	30
4.1. Estudo da Área	30
4.2. Dados Pluviométricos	30
4.3. Utilização do Falling Weight Deflectometer (FWD) para obtenção das deflexões	31
4.4. Avaliação Estrutural do Pavimento Flexível	33
4.4.1. Gráfico <i>Deflexão x Distância</i>	34
4.4.2. Sub-Trechos Homogêneos	34
4.4.3. Análise Estatística	34
4.4.4. Avaliação Estrutural do Pavimento	37
4.4.5. Dimensionamento de Reforço do Pavimento	39
5. Resultados e Discussão	40
5.1 Dados Pluviométricos	40
5.2. Deflexões levantadas pelo FWD	41

5.3. Sub-trechos Homogêneos	41
5.4. Deflexões	42
5.4.1. Deflexões Características	42
5.4.2. Deflexões de Projeto	44
5.4.3. Deflexão Admissível	44
5.5. Raio de Curvatura	45
5.6. Avaliação Estrutural do Pavimento	46
6. Considerações Finais	48
7. Referências Bibliográficas	49
Anexo 1	52
Anexo 2	74
Anexo 3	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de Carga em Pavimento Flexível	15
Figura 2 - Perfil da Seção Típica de Pavimento Flexível	16
Figura 3 - Perfil da Seção Típica de um Pavimento Semi-Rígido	17
Figura 4 - Distribuição de Carga em Pavimento Rígido	17
Figura 5 - Estrutura Perfil da Seção Típica de um Pavimento Invertido	18
Figura 6 - Fases da vida de um pavimento (DNER PRO 011/79)	21
Figura 7 - Exemplos de extração de corpos de prova e de poços de sondagem em pavimentos em uso (BERNUCCI et al., 2010)	23
Figura 8 - Seção Transversal do Pavimento com diferentes ondas de reflexão na interface entre as camadas (PEREIRA, 2010)	24
Figura 9 - Deflectômetro de impacto FWD	26
Figura 10 - Sensores de medida de deflexão (MACEDO, 2003)	28
Figura 11 - Localização geográfica do trecho (KM 42 + 4,0m ao KM 50 + 10,0m) da BR- 424	30
Figura 12 - Equipamento FWD (PRI 2100 FWD) utilizado no levantamento do trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m)	31
Figura 13 - Indicação do trecho inicial com marcação direta na rodovia	32
Figura 14 (a) Disposição dos Geofones (sensores) no FWD	32
(b) Momento em que a carga é aplicada no pavimento pelo FWD (FERREIRA, 2010)	32
Figura 15 - Indicação dos espaçamentos entre os nove geofones para a carga aplicada	33
Figura 16 - Formato da tabela de resultados enviada pela Rincen BTP Brasil	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Deflexão (μm) x Distância (m) (Geofone 01) entre o Km 42 + 4,0m e 50 + 10,0m	34
Gráfico 2 - Precipitações mensais (2010) – Município de Arcoverde-PE	41
Gráfico 3 - Raios de curvatura ao longo do estaqueamento no trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m)	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores do Parâmetro z , de acordo com o número de amostras (n) (Tabela I – DNER-PRO 011/79)	35
Tabela 2 – Fator de Correção Sazonal - F_s (Tabela II – DNER-PRO 011/79)	36
Tabela 3 - Critérios para avaliação estrutural (Tabela III- DNER-PRO 011/79)	38
Tabela 4 - Sub-trechos e suas extensões	41
Tabela 5 - Média Aritmética e Desvios Padrões por sub-trecho	42
Tabela 6 - Coeficiente de Variação por sub-trechos	42
Tabela 7 - Número de amostras (n), parâmetro z e faixa de aceitação por sub-trechos	43
Tabela 8 - Média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação e faixa de aceitação por sub-trechos após a primeira expurgação	43
Tabela 9 - Deflexões características por sub-trecho	44
Tabela 10 - Fator de Correção (F_s) e Deflexões de Projeto (D_p) por sub-trecho	44
Tabela 11 - Comparativo de Deflexões de Projeto e Admissível	45
Tabela 12 - Matriz de decisão (Tabela III – Critérios para avaliação estrutural, DNER-PRO 011/79)	47

1. INTRODUÇÃO

Devido às condições atuais das rodovias, a avaliação de pavimentos vem se tornando cada vez mais importante no âmbito da Engenharia Civil. Isto se deve, principalmente, pela mudança no perfil das entidades que gerenciam essas rodovias, visto que devido ao avanço tecnológico, seja com a chegada de novos equipamentos avaliadores, ou melhorias nos atuais, faz com que os resultados desses diagnósticos sejam mais precisos, e conseqüentemente trazem reduções de custos na própria manutenção, pontuando, com eficácia, os lugares necessitados.

A avaliação tem duas orientações, a funcional e a estrutural. Esta está associada à capacidade de carga (suporte), enquanto aquela está ligada ao conforto e segurança do usuário. Desta maneira, é de suma importância definir a diretriz de avaliação, para a escolha correta.

Com o aumento da frota nacional, algumas patologias ligadas às condições estruturais do pavimento vêm sendo analisadas com mais ênfase. Atualmente, essas análises tendem às medidas deflectométricas, e o equipamento de carregamento por impacto, Falling Weight Deflectometer (FWD) é o mais utilizado.

O FWD (*Falling Weigth Deflectometer*) é um equipamento de grande precisão, que calcula as deflexões dos pavimentos, através de sensores, mediante carregamentos de impactos de modo semelhante ao efeito causado pela passagem de uma carga de roda a uma velocidade entre 70 e 80 km/h.

Neste contexto, este trabalho tem como finalidade avaliar estruturalmente as condições do trecho entre os Km 42 e 50, da rodovia BR-424 (Arcoverde/Correntes), utilizando o (FWD).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a estrutura do pavimento do trecho entre o Km 42 e Km 50, da BR 424, sentido Arcoverde/Correntes, no estado de Pernambuco, utilizando método não destrutivo.

2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar o equipamento FWD para a realização de ensaios não destrutivos que avaliem a condição estrutural do pavimento;
- Avaliar a qualidade estrutural e a necessidade de reforços do pavimento utilizando-se a matriz de decisão do DNER PRO 011 (1979);
- Propor solução para o pavimento do trecho em estudo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Pavimento Rodoviário

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2010).

Segundo a Norma Brasileira de Pavimentação (NBR 7207, 1982), pavimento é uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a:

- resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego de veículos;
- melhorar as condições de rolamento quanto a comodidade e segurança;
- resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

A Norma Brasileira de Serviços de Pavimentação (NBR 11170, 1990) define pavimento como a estrutura construída sobre o leito natural ou terrapleno de uma via, constituída de uma ou várias camadas, capaz de resistir às tensões geradas pelas cargas dos veículos e pelas variações ambientais, distribuí-las minoradas no subleito, e dar condições de conforto e segurança de rolamento.

O pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocados em contato, resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas imposta pelo tráfego.

A concepção de um pavimento geralmente é feita a partir de três dados fundamentais conforme Bonet¹ (2002 apud Bernucci et al., 2010):

- a) disponibilidade de recursos e materiais para a construção de um pavimento;
- b) características do tráfego que irá circular sobre o pavimento construído;
- c) característica da fundação do pavimento: subleito (no caso de pavimento novo) ou estrutura existente (no caso de reforço de pavimento).

3.1.1 Tipos de pavimentos

O pavimento rodoviário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Mais recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de cimento Portland (ou simplesmente concreto-cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento (BERNUCCI et al., 2010).

Os referidos autores afirmam que os pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland. Nesses pavimentos a espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes. As placas de concreto podem ser armadas, ou não, com barras de aço. É usual designar-se a subcamada desse pavimento como sub-base, uma vez que a qualidade do material dessa camada equivale à sub-base de pavimentos asfálticos.

Os mesmos ainda citam que os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. São formados por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser composto por camada de rolamento – em contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, por vezes denominadas de binder, embora essa designação possa levar a uma certa confusão, uma vez que esse termo é utilizado na língua inglesa para designar o ligante asfáltico. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, pode-se ter ausência de algumas camadas. As camadas da

¹ BONET, I. I. **Valorização de Resíduos de Areia de Fundação (RAF): Incorporação nas Massas Asfálticas do Tipo CBUQ**. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 142 p. 2002.

estrutura repousam sobre o subleito, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT (2010) apresenta a seguinte classificação para os tipos de pavimentos:

- Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base em solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

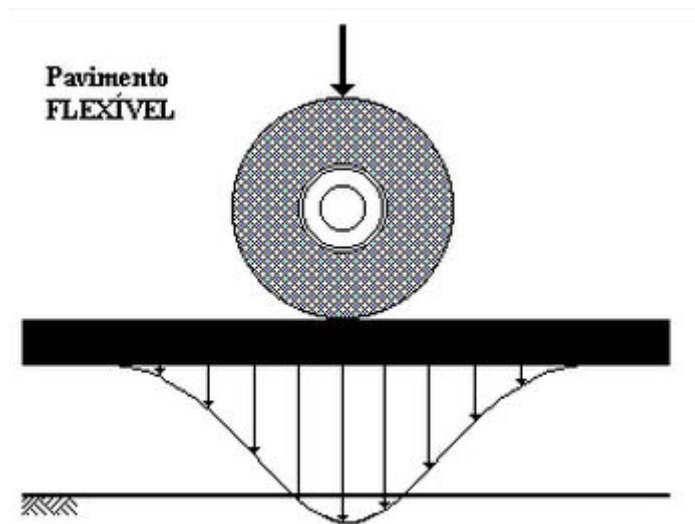


Figura 1 - Distribuição de Carga em Pavimento Flexível.

Os pavimentos flexíveis normalmente têm sua estrutura composta por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço de subleito.

De acordo com a NBR 7207 (1982), o pavimento flexível é constituído das seguintes camadas:

- a) Subleito: é o terreno de fundação do pavimento ou do revestimento;
- b) Sub-base: é a camada corretiva do subleito, ou complementar à base, quando por qualquer circunstância não seja aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido pela terraplenagem;

- c) Base: é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos sobre a qual se constrói um revestimento;
- d) Revestimento: é a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, que se destina, economicamente e simultaneamente a melhorar as condições do rolamento quanto à comodidade e segurança, e a resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

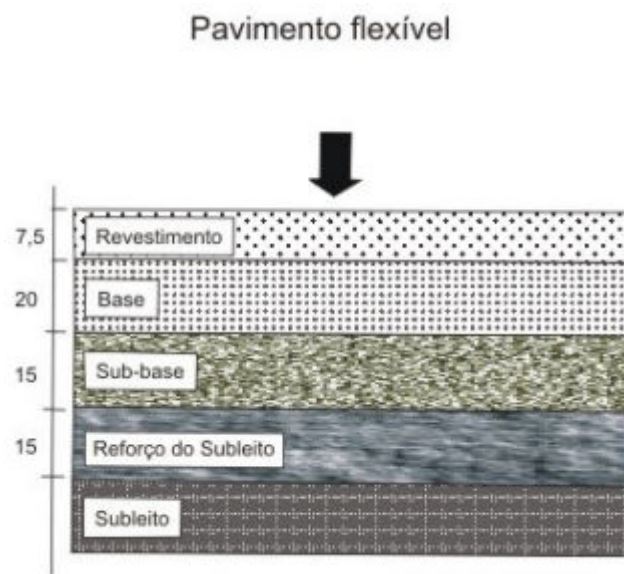


Figura 2 - Perfil da Seção Típica de Pavimento Flexível.

Senço (2008) acrescenta a camada de reforço de subleito afirmando que esta trata-se de uma camada com espessura constante constituída de material com características superiores ao do subleito, porém inferiores às das camadas superiores.

- **Semirrígido:** caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, como por exemplo, uma camada de solo-cimento revestida por uma camada asfáltica.

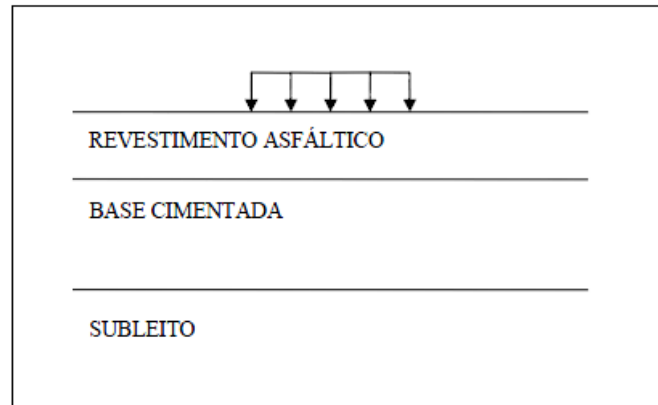


Figura 3 - Perfil da Seção Típica de um Pavimento Semi-Rígido.

- Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

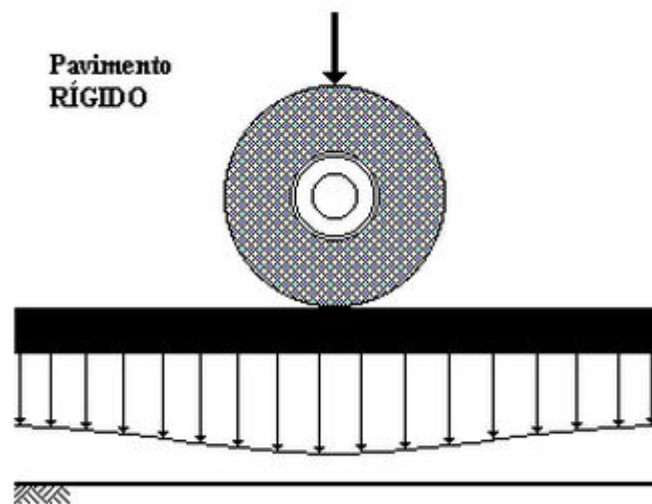


Figura 4 - Distribuição de Carga em Pavimento Rígido.

Ainda há outras classificações, como:

- Pavimentos Compostos: são constituídos por pavimento flexível e rígido, sendo que a camada inferior consiste de placa de cimento Portland e a camada superior de concreto asfáltico.
- Pavimentos Intertravados: A camada de rolamento pode ser formada por peças pré-moldadas de concreto (PPCs). Compõem um revestimento de grande durabilidade e

resistência, assentadas sobre uma camada delgada de areia. Este revestimento deve ser capaz de suportar as cargas e as tensões distribuídas pela camada de revestimento, sendo sua principal função a de resistir e distribuir os esforços ao subleito, evitando assim, as deformações permanentes e consequentemente a deterioração do pavimento (MÜLLER, 2005).

- Pavimentos Invertidos: são constituídos por uma sub-base cimentada, uma base granular e revestimento de concreto asfáltico.

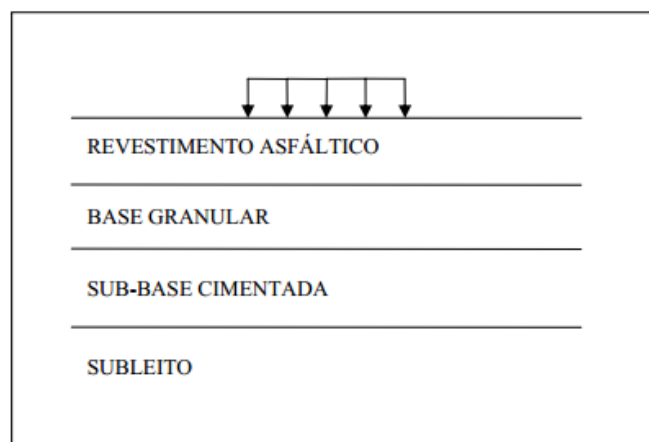


Figura 5. Estrutura Perfil da Seção Típica de um Pavimento Invertido.

3.2 Avaliação de Pavimentos

Através da avaliação de pavimentos pode-se verificar se o pavimento necessita de manutenção, reconstrução, se foi bem construído e se está atendendo às especificações para as quais foi projetado, conforme afirmam Haas e Hudson² (1978 apud Danieleski 2004).

Para Bernucci et al., (2010) a avaliação de pavimentos tem como conceitos associados:

- Serventia: qualidade do pavimento, num determinado instante, quanto aos aspectos para o qual foi construído em relação ao conforto, ao rolamento e à segurança;
- Desempenho: variação da serventia ao longo do tempo (ou do tráfego) de uso do pavimento;

² HAAS, R.; HUDSON, W. R. **Pavement Management Systems**. New York: McGraw-Hill, 1978.

- Gerência: administração, gestão e otimização dos recursos, aplicada ao planejamento, projeto, construção, manutenção e avaliação dos pavimentos;
- Restauração: conjunto de operações destinadas a reestabelecer, na íntegra ou em parte, as características técnicas originais de um pavimento (intervenções); incluem as ações de manutenção denominadas preventivas e reforço;
- Manutenção preventiva: operação de correções localizadas que não atingem a maioria da superfície do pavimento, repondo pequena parcela da condição de serventia;
- Reforço: operação de restauração onde se aproveita o valor residual da estrutura do pavimento e acrescenta-se nova camada de mistura asfáltica (também dito recapeamento). Atualmente, pode incluir a fresagem de parte do revestimento antigo além da colocação de nova camada estrutural de revestimento ou camadas de reposição de conforto ao rolamento;
- Reconstrução: operação de refazer o pavimento no todo, desde o subleito, ou mais comumente atualmente a partir da sub-base por retirada total dos materiais de base e revestimentos antigos e, substituição por novos materiais ou por reciclagem dos mesmos com ou sem adição de estabilizantes tais como asfalto-espuma, cimento Portland ou cal hidratada. Após a reciclagem constrói-se nova capa asfáltica como revestimento.

O critério de avaliação pode ser funcional ou estrutural, e o nível mínimo aceitável para este parâmetro define o momento de fazer a intervenção corretiva de restauração ou reforço. Tais tipos de avaliação auxiliam nos levantamentos de dados pertinentes a capacidade estrutural com a utilização de ensaios e equipamentos apropriados ou, levantar visualmente os dados (BERNUCCI et al., 2010).

No presente trabalho, o tipo de avaliação utilizada foi a estrutural, a qual será descrita abaixo.

3.2.1 Avaliação Estrutural

A avaliação estrutural está associada ao conceito de capacidade de carga, que pode ser vinculado diretamente ao projeto do pavimento e ao seu dimensionamento. Os defeitos estruturais resultam especialmente da repetição das cargas e vinculam-se às deformações elásticas ou recuperáveis, e plásticas ou permanentes. As deformações elásticas são avaliadas

por equipamentos próprios chamados genericamente de deflectômetros por medirem os deslocamentos verticais nomeados como “deflexão” do pavimento. Elas são responsáveis pelo surgimento da maioria dos trincamentos ao longo da vida do pavimento, e que podem levar à fadiga do revestimento. As deformações plásticas são acumulativas durante os anos de vida de um pavimento e resultam em defeitos do tipo afundamento localizado ou nas trilhas de roda, medidos por meio de treliça normatizada (BERNUCCI et al., 2010).

As características que geralmente são avaliadas e permitem a determinação do desempenho de um pavimento são: degradações superficiais, deflexão, irregularidade longitudinal e transversal, atrito transversal e longitudinal, textura superficial e drenabilidade (ALVES, 2007).

O autor supracitado ainda afirma que as deflexões consistem em medidas de recalque observáveis à superfície do pavimento quando este é submetido a um determinado carregamento (ensaios de carga). O resultado desta medição permite também avaliar a contribuição de cada camada para o comportamento estrutural, tendo em conta as deflexões medidas em várias distâncias do ponto de aplicação da carga, nas várias camadas constituintes.

Segundo Borges (2001), os parâmetros deflectométricos empregados na avaliação estrutural são: deflexão máxima, raio de curvatura e módulos de resiliência obtidos por retroanálise.

A norma DNER PRO 011 (1979) estabelece os procedimentos necessários para a avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis existentes e cálculos de parâmetros deflectométricos e também aponta as causas de suas deficiências. Estes procedimentos foram desenvolvidos com base nos critérios de deformabilidade dos pavimentos flexíveis, que na prática são expressos pela medida de deflexões recuperáveis, estabelecendo uma correlação entre a magnitude das deflexões (e do raio de curvatura correspondente) e o aparecimento de falhas nos pavimentos flexíveis.

Ainda segundo esta norma, o pavimento, ao longo de sua vida útil, é submetido a diversos esforços devido ao tráfego (compressão, cisalhamento e flexão) e também devido ao clima, como precipitações e mudanças de temperatura, causando a fadiga de toda a estrutura. Quanto

à deflexão, podem-se distinguir três fases da vida do pavimento: de consolidação, elástica e de fadiga.

- A fase de consolidação é a que sucede imediatamente à construção do pavimento, sendo caracterizada pela elevada deflexão, decorrente da consolidação adicional proporcionada pelo tráfego nas diversas camadas do pavimento. A tendência é que o valor desta deflexão estabilize-se;
- Em seguida, tem-se a fase elástica. Nesta, a deflexão mantém-se aproximadamente constante ou cresce acentuadamente, menos nas variações sazonais;
- A fase de fadiga sucede a fase elástica, na qual se tem o aparecimento de fissuras, trincas e acúmulo de deformações permanentes sob cargas repetidas, caracterizando-se por um crescimento acelerado do valor de deflexão do pavimento. Um pavimento flexível será melhor, tecnicamente e economicamente, quanto maior for a sua fase elástica, que está limitada, de uma maneira geral, pelo número de solicitações das cargas de roda e por diversos fatores que causam deficiências no revestimento e na estrutura do pavimento.

A Figura 6 apresenta a relação entre a deflexão e a fase da vida de um pavimento.

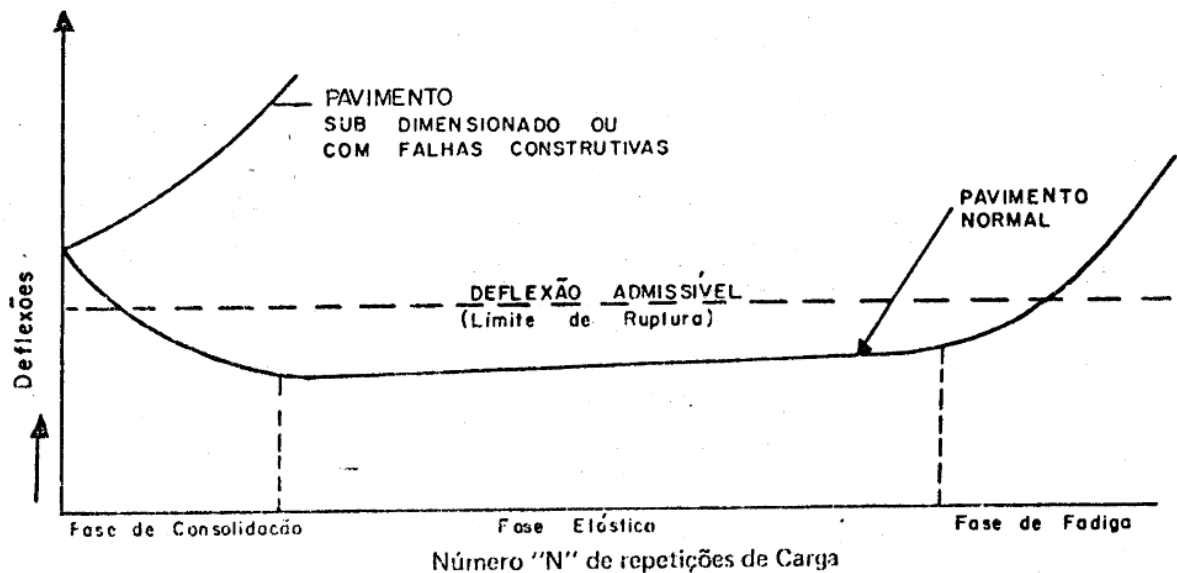


Figura 6. Fases da vida de um pavimento (DNER PRO 011/79).

Assim, para Berti (2009), a avaliação estrutural trata-se da determinação da capacidade do pavimento em manter sua integridade estrutural, através de medidas de deslocamentos verticais recuperáveis da superfície do pavimento quando submetido a determinadas cargas.

3.3 Métodos de Avaliação de Pavimentos

A avaliação estrutural de um pavimento pode ser feita via métodos destrutivos e não-destrutivos.

3.3.1 Métodos destrutivos

Um método destrutivo é aquele que investiga a condição estrutural de cada camada que compõe o pavimento por abertura de trincheiras ou poços de sondagem (Figura 7), permitindo recolher amostras de cada material até o subleito e realizar ensaios de capacidade de carga *in situ*. Pela sua própria natureza destrutiva, só pode ser empregado em alguns poucos pontos selecionados como representativos de cada segmento a ser avaliado (BERNUCCI et al., 2010).

O mesmo ainda afirma que com a extração de amostras do pavimento, é possível identificar os tipos de materiais das camadas e subleito, as espessuras de camadas e fazer coleta de amostras para ensaios de laboratório. É possível determinar a massa específica e a umidade de cada camada para comparar com as condições de umidade ótima e massa específica máxima dos ensaios de compactação, e assim, avaliar o grau de envelhecimento do ligante, entre outras observações possíveis.



Figura 7. Exemplos de extração de corpos de prova e de poços de sondagem em pavimentos em uso (BERNUCCI et al, 2010)

3.3.2 Métodos Não Destrutivos

A avaliação mais adequada para ser feita em grandes extensões de pistas e com possibilidade de inúmeras repetições no mesmo ponto, de forma a acompanhar a variação da capacidade de carga com o tempo, é a que lança mão de medidas não destrutivas, representadas por medidas de deflexão (BERNUCCI et al., 2010).

A cada passagem de roda o pavimento sofre um deslocamento total que tem duas componentes:

- Deformação elástica, que resulta na flexão alternada do revestimento, chamada por convenção de deflexão, cuja medida é a principal forma de avaliação estrutural de um pavimento em uso.
- Deformação permanente, que resulta no afundamento de trilha de roda cuja medida também é um critério de definição da vida útil estrutural e funcional de um pavimento, visto que, a partir de certo valor, pode interferir na condição de conforto e segurança do tráfego.

O Manual do DNER (1999) descreve que os ensaios não destrutivos podem ser utilizados para:

- auxiliar no projeto de reforço estrutural;
- distinguir os diferentes segmentos, para efeito de projeto, em função dos valores de deflexão encontrados;
- determinar causas dos defeitos e apontar locais com falta de suporte;
- diferenciar os períodos críticos de deterioração do pavimento, em função das variações sazonais nas deflexões;
- indicar a capacidade das estruturas de suportar o tráfego atual e futuro;
- avaliação dos módulos de resiliência por retroanálise.

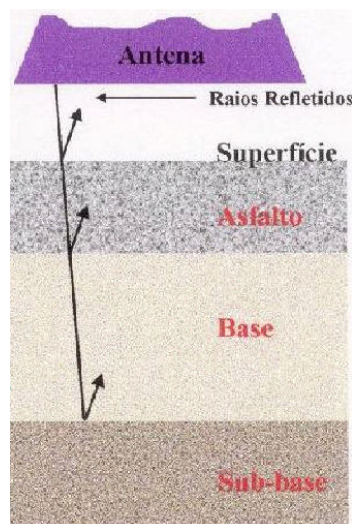


Figura 8. Seção Transversal do Pavimento com diferentes ondas de reflexão na interface entre as camadas (PEREIRA, 2010).

3.4 Equipamentos Medidores de Deflexão

Para medir a deflexão no pavimento, podem-se ser utilizados, através de carregamento, alguns equipamentos, dentre os quais:

- Medidores Estáticos: Ensaio de placa, Viga Benkelman e Viga Benkelman Automatizada;
- Medidores Vibratórios: Dynaflect e Road Rater;

- Medidores de Pulso: Falling Weight Deflectometer (FWD).

No Brasil, os medidores mais utilizados são a Viga Benkelman (DNER-ME 024/94) e o Falling Weight Deflectometer (FWD) com procedimento normatizado em DNER-PRO 273/96.

3.4.1. Falling Weight Deflectometer (FWD)

O Falling Weight Deflectometer (FWD) foi concebido no Laboratoire Centrales Pontes et Chaussées (LCPC), na França, sendo posteriormente desenvolvido por estudantes da Universidade de Tecnologia da Dinamarca em 1964, com justificativa de criar um instrumento confiável para medições – testes para capacidade de suporte dos pavimentos das estradas, que não poderiam ser medidas por meio de método estático de ensaio, segundo Bohn³ (1985 apud Luis, 2009).

O FWD é um equipamento de alta precisão, utilizado para medir as deflexões dos pavimentos quando submetidos a carregamentos de impacto. O equipamento foi projetado para que o pulso produzido pelo impacto de carga no pavimento possa simular uma deflexão na superfície do mesmo, de modo semelhante ao efeito causado pela passagem de uma carga de roda a uma velocidade entre 70 e 80 km/h. Isto é obtido pela queda de um conjunto de massas, a partir de alturas pré-fixadas, sobre um sistema de amortecedores de borracha, que transmitem a força aplicada a uma placa circular apoiada no pavimento. Esta placa contém uma célula de carga que mede a carga gerada pelo impacto dos pesos permitindo, assim, a calibragem, da altura de queda destes (MACEDO, 2003).

³ BOHN, A. O. **The History of the Falling Weight Deflectometer (FWD)**. Dinamarca, 1985.



Figura 9 - Deflectômetro de impacto FWD.

A norma DNER-PRO 273/96 descreve tais equipamentos e aparelhagem necessários:

- a) Um veículo propulsor que abriga um sistema de controle do sistema hidráulico, de dados e geração de energia para recarga de baterias instaladas em um reboque;
- b) Equipamento “Falling Weight Deflectometer (FWD)” instalado em um reboque tracionado por veículo, conforme o item acima, com placa de carga e barra de suporte dos sensores;
- c) Sistema de aquisição de dados constituído de:
 - Cédula de carga;
 - Sensores;
 - Termômetros;
 - Odômetros de precisão.

Nota: O controle do sistema hidráulico, capaz de aplicar as cargas no pavimento, é feito a partir de um computador e de um digitador de sinais instalados no veículo propulsor.

A referida norma ainda diz que o ensaio é realizado da seguinte forma:

- a) No início de cada jornada de trabalho, são realizados os ajustes e calibrações necessários da seguinte forma:

- Posicionamento dos sensores: Estes devem ser dispostos ao longo da barra de sustentação, de modo a permitir a perfeita determinação da bacia de deflexões para aquele tipo de pavimento;
 - Altura de queda do conjunto de massa: Deve ser verificado se a carga aplicada ao pavimento, medida pela célula de carga, está de acordo com aquela especificada pelo projeto. Caso contrário, a altura dos parafusos que determinam a altura de queda, e consequentemente a carga aplicada, deve ser alterada até se obter a carga desejada. Normalmente é aplicada uma carga de 40KN;
- b) Através do computador, instalado no veículo propulsor, devem ser programadas as unidades a serem utilizadas, o número de cargas aplicadas em cada estação de ensaio, assim como as respectivas alturas de queda (cargas);
- c) As estações de ensaio devem estar espaçadas longitudinalmente conforme a necessidade específica do projeto, transversalmente afastadas do bordo do revestimento das distâncias especificadas em função da faixa de rolamento;
- d) As etapas do ensaio são obedecidas pelo operador na seguinte ordem:
- Soltar as travas de transporte;
 - Ligar todo o sistema;
 - Abrir arquivo no computador para armazenar os dados;
 - Executar as operações de medidas na superfície do pavimento;
 - Fechar arquivo no computador utilizado para armazenar os dados;
 - Desligar todo o sistema;
 - Acionar as travas de transportes.

As deflexões obtidas no ensaio devem ser computadas com precisão de 0,001mm.



Figura 10. Sensores de medida de deflexão (MACEDO, 2003).

Alves (2007) relata que a medição da temperatura do ensaio é um parâmetro muito importante, essencialmente na avaliação de pavimentos flexíveis, já que quanto menor for a temperatura menor são as deflexões registradas. Isso justifica a instalação de termômetros e odômetros de precisão no equipamento.

Medina et al.⁴ (1994 apud Ferreira, 2010) destacam vantagens e limitações do FWD:

Vantagens:

- acurácia e repetibilidade na medida das deflexões e das cargas;
- medição e registro automático das temperaturas nas deflexões do ar e da superfície do pavimento e da distância percorrida entre os pontos de ensaio;
- redução ou mesmo eliminação de ensaios destrutivos complementares, para um mesmo nível de confiabilidade para o projeto de restauração;
- as deflexões produzidas são as que mais se aproximam das deflexões causadas por um caminhão carregado em movimento, medidas a partir de acelerômetros instalados no pavimento;
- a determinação e registro automático dos módulos de elasticidade das camadas constituintes do pavimento, através de processos de retroanálise das bacias de deformação (somente se acoplar um software de retroanálise);

⁴ MEDINA, J. MACÊDO, J.A.G.; MOTTA, L.M.G.; ALBERNAZ, C.A.V. **Utilização de Ensaio Deflectométricos e de Laboratório para a Avaliação Estrutural de Pavimentos**. 28º Reunião Anual de Pavimentação, Belo Horizonte-MG. Setembro de 1994.

- a rapidez com que se pode variar a carga aplicada, agiliza o ensaio e permite avaliar a não linearidade no comportamento tensão-deformação dos materiais constituintes das camadas do pavimento; e,
- equipe mínima envolvida na execução do ensaio, porém, especializada.

Limitações:

- a presença de uma camada rígida na estrutura de um pavimento, dependendo da sua profundidade, pode afetar a bacia de deformação, o que viria a dificultar a retroanálise dos módulos;
- a aceleração da carga do FWD é maior que a de uma carga de roda em movimento, de modo que a inércia da massa do pavimento pode desempenhar um papel importante para o FWD, enquanto que é desprezível para a roda em movimento, o que parece não afetar a boa concordância das deflexões medidas com o FWD com as medidas sob carga de roda;
- o FWD gera um sinal de carga transiente e o impulso gerado no pavimento cria ondas de corpo e ondas superficiais. Os sensores captam a velocidade vertical do movimento da superfície do pavimento e, a partir da integração analógica dos sinais, obtém-se a resposta da deflexão versus o tempo de cada sensor, sendo o tempo para completar esta operação de aproximadamente 100 ms. Usualmente estes sinais são utilizados para extrair o pico de carga e os picos de deflexão em cada sensor, de modo que a bacia de deformação não é na verdade, o que se observa durante o ensaio, pois há diferença de fase dos sinais dinâmicos captados pelos transdutores;
- a presença de nível d'água ou solo saturado mascaram os resultados, indicando a presença de um material rígido.

4. METODOLOGIA

4.1. Estudo da Área

Os ensaios de determinação da deflexão do pavimento com o uso do FWD foram realizados na primeira quinzena de Julho de 2010, no período da manhã.

O trecho em estudo teve início no Km 42,006 e término no KM 50,010, na BR-424, no Estado de Pernambuco, como mostra a figura abaixo.

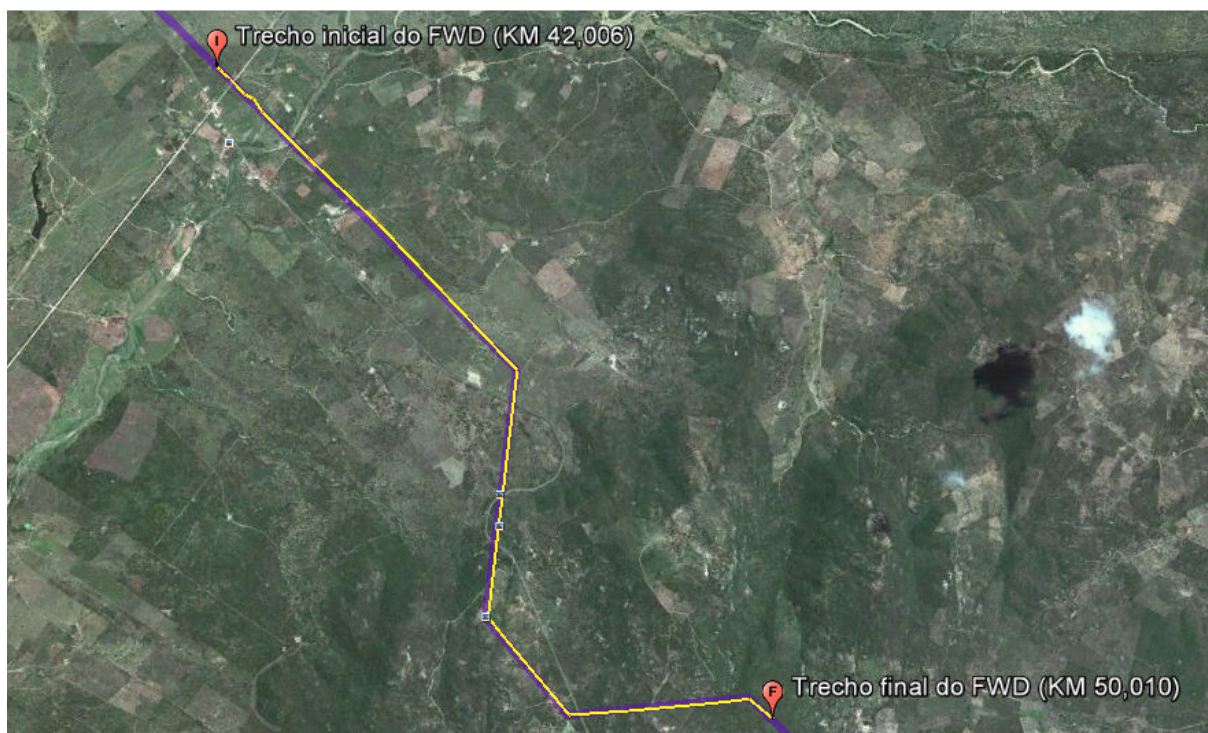


Figura 11 - Localização geográfica do trecho (KM 42 + 4,0m ao KM 50 + 10,0m) da BR-424.

4.2. Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos da região são essenciais para o dimensionamento do pavimento flexível, visto que fatores como condições de umidade e temperatura fazem parte deste dimensionamento. Assim como são necessários para avaliar as condições estruturais do

pavimento, principalmente para cálculo do Fator de Correção Sazonal (F_s), que será discutido adiante.

Para encontrar os dados pluviométricos mensais, fez-se necessário a utilização de séries históricas da região onde se encontra o trecho objeto de estudo.

4.3. Utilização do Falling Weight Deflectometer (FWD) para obtenção das deflexões

Para o levantamento deflectométrico do trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m) da rodovia BR-424 (sentido Arcoverde/Correntes), foi contratada, pela empresa Maia Melo Engenharia, a empresa Rincent BTF Brasil, detentora do equipamento utilizado PRI 2100 FWD.



Figura 12 - Equipamento FWD (PRI 2100 FWD) utilizado no levantamento do trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m)

A realização do levantamento de dados, pelo equipamento supracitado (PRI 2100 FWD), teve início com a marcação no trecho de partida (Km 42 + 4,0m), e do trecho final (Km 50 + 10,0m). Essa marcação foi feita exatamente na estrada, com utilização de tinta branca.

Paralelamente, os ajustes e calibrações foram feitos respeitando a norma DNER-PRO 273/96.



Figura 13 - Indicação do trecho inicial com marcação direta na rodovia.

Para a coleta dos dados, seguiu-se o princípio de funcionamento do equipamento onde, primeiramente, o conjunto de pesos foi solto sobre a plataforma de amortecedores de borracha, onde a carga de impacto (aproximadamente 41KN) foi transferida para o pavimento por uma placa de carregamento.

Em seguida, o pavimento curva-se devido à carga aplicada, criando uma bacia de deflexão. As deformações (deflexões) em várias distâncias do centro de carga foram registradas pelos geofones (sensores) e armazenadas em um arquivo de dados.



(a)



(b)

Figura 14 (a) Disposição dos Geofones (sensores) no FWD;
(b) Momento em que a carga é aplicada no pavimento pelo FWD (FERREIRA, 2010).

No trecho do levantamento, as deflexões foram medidas através de nove geofones, instalados a 0, 25, 35, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 centímetros, do local de aplicação da carga de aproximadamente 41kN, como mostra a figura abaixo:

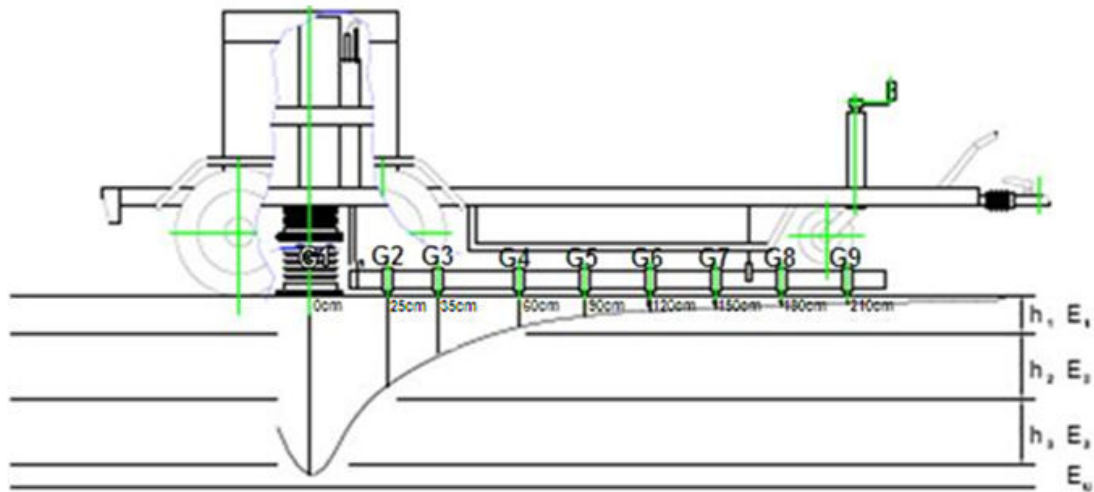


Figura 15 - Indicação dos espaçamentos entre os nove geofones para a carga aplicada.

O levantamento foi realizado a cada 40 metros, ao longo do trecho, e as deflexões foram obtidas em μm (micrometro), ou seja, 10^{-3}mm , e os resultados deste levantamento foram enviados pela Rincent BTP Brasil, organizados em tabelas, onde constam o local de aplicação e as deflexões de cada geofone.

Distância(m)	50021														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	356	221	162	94	61	47	34	26	20	589	41,61	23,3	25,9	32,0	27,39

Figura 16 - Formato da tabela de resultados enviada pela Rincent BTP Brasil.

4.4. Avaliação Estrutural do Pavimento Flexível

Com os dados de deflexão obtidos pelo levantamento, realizado pela empresa Rincent BTP Brasil, as etapas seguintes foram fortemente baseadas na norma DNER-PRO 011/79.

4.4.1. Gráfico *Deflexão x Distância*

A primeira etapa foi obter um gráfico Deflexão (μm) x Distância (m) do Geofone 01.

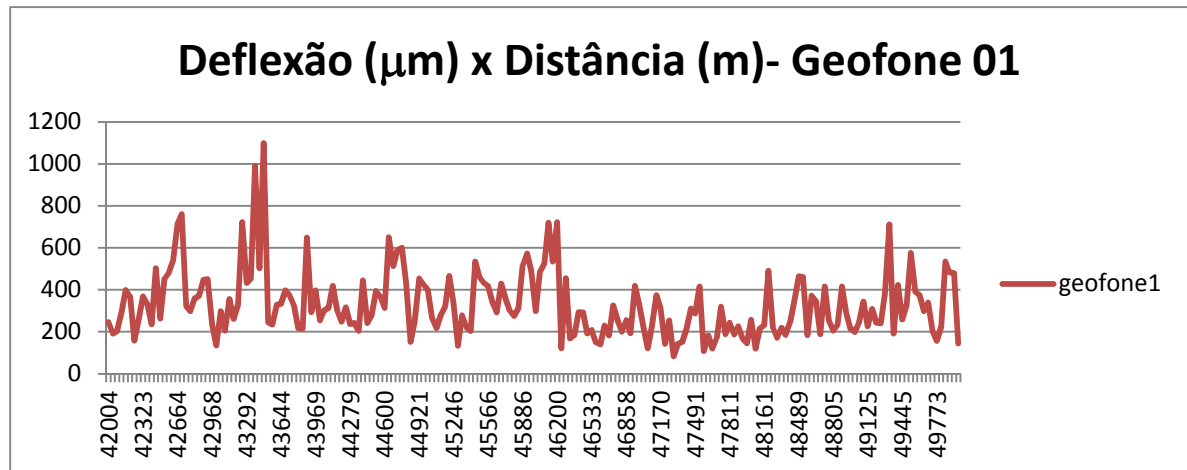


Gráfico 1. Deflexão (μm) x Distância (m) (Geofone 01) entre o Km 42 + 4,0m e 50 + 10,0m.

4.4.2. Sub-Trechos Homogêneos

Em seguida, o trecho foi dividido em sub-trechos homogêneos de no máximo 2.000 metros, obedecendo a norma DNER-PRO 273/96.

4.4.3. Análise Estatística

Com os segmentos homogêneos encontrados, prosseguiu-se para a Análise Estatística das Deflexões para cada segmento. Para esta, primeiramente foi obtida a média aritmética, D , dos valores individuais das deflexões (D_i), seguindo a fórmula:

$$D = \frac{\sum D_i}{n}$$

A próxima etapa foi obter o desvio padrão (σ), através da fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D)^2}{n - 1}}$$

Após o cálculo do desvio padrão, calculou-se o coeficiente de variação (cv) pela fórmula:

$$cv = (\sigma/D) \times 100 \%$$

De acordo com a DNER-PRO 011/79, o passo seguinte é encontrar o intervalo de aceitação para os valores individuais, definindo-os através dos limites $D \pm z \sigma$, onde z será estimado em função de n , mediante o critério constante da tabela apresentada a seguir:

Tabela 1 - Valores do Parâmetro z , de acordo com o número de amostras (n) (Tabela I – DNER-PRO 011/79).

TABELA I	
n	z
3	1
4	1,5
5 - 6	2
7 - 19	2,5
≥ 20	3

Com o intervalo de aceitação, ou faixa de aceitação, conhecido, fez-se a expurgação dos valores que não ficaram enquadrados nesta faixa. Feito isto, foi necessário recalcular os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação e a nova faixa de aceitação. Esse procedimento é realizado quantas vezes for necessário para enquadramento de todos os valores na faixa de aceitação.

Obtendo sucesso no enquadramento dos valores, a etapa seguinte foi calcular a Deflexão Característica (D_c) com o auxílio da fórmula:

$$D_c = D + \sigma$$

A Deflexão de Projeto (D_p) foi calculada em seguida, porém foi preciso fazer a Correção Sazonal. Esta correção é obtida através do valor do Fator de Correção Sazonal (F_s), de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 2 – Fator de Correção Sazonal - F_s (Tabela II – DNER-PRO 011/79).

TABELA II

Natureza do Subleito	Fator de Correção Sazonal - F_s	
	Estação Seca	Estação Chuvosa
Arenoso e Permeável	1,10 - 1,30	1,00
Argiloso e Sensível à Umidade	1,20 - 1,40	1,00

Com o valor do Fator de Correção Sazonal (F_s) encontrado, calculou-se, através da fórmula abaixo, a Deflexão de Projeto (D_p).

$$D_p = D_c \times F_s$$

A norma DNER-PRO 011/79 afirma que para não surgir trincas no revestimento, é necessário manter a deflexão do pavimento abaixo de um determinado valor (D_{adm}), denominado deflexão admissível.

Ainda segundo esta norma, para pavimentos flexíveis constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre base granular, o valor da deflexão admissível (D_{adm}), em 0,01mm, é dado pela seguinte expressão correspondente a deflexões medidas com a carga padrão de 8,2t por eixo:

$$\log D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N$$

O valor de N a ser considerado na determinação da deflexão admissível depende do tipo de análise a que se está submetendo o pavimento (DNER-PRO 011/79).

O número N equivale ao número de operações de carga do eixo padrão de 8,2 t na faixa de projeto durante a vida útil do pavimento e é dado pela seguinte expressão:

$$N = 365 * P * VMD * FE * FC * FR$$

Onde:

P = Período de Projeto.

VMD = Volume Médio Diário de Tráfego Na Faixa de Projeto.

FE = Fator de Eixos.

FC = Fator de Carga.

FR = Fator Climático regional.

A determinação do raio de curvatura (R) da bacia de deflexão contribui para uma avaliação das condições estruturais do pavimento e foi realizada empregando a equação abaixo, onde R é o raio de curvatura (em metros); D1 é a deflexão no ponto de aplicação da carga e D2 é a deflexão na distância de 25 cm do ponto de aplicação da carga.

$$R = \frac{3125}{(D1 - D2)}$$

4.4.4. Avaliação Estrutural do Pavimento

Para avaliação estrutural dos pavimentos, a norma DNER-PRO 011/79 relata que ainda não se dispõe de critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de posição com respeito.

Procura-se formular cinco casos típicos, na suposição de que a maioria das situações que ocorrem nos subtrechos homogêneos possa se enquadrar, aproximadamente, em uma das hipóteses formuladas. Para isto, consideram-se os seguintes parâmetros, obtidos durante os estudos executados:

N - número de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2t;

Dp – deflexão de projeto;

R – raio de curvatura;

Dadm – deflexão admissível;

I.G.G. – Índice de Gravidade Global.

A tabela a seguir apresenta os critérios para avaliar os pavimentos, em função dos parâmetros citados acima.

Tabela 3 - Critérios para avaliação estrutural (Tabela III- DNER-PRO 011/79).

TABELA III
Critérios para Avaliação Estrutural

Hipótese	Dados Deflectométricos obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO		Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	—	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG > 180).	SIM	Resistência	Reconstrução

Com esta tabela, pôde-se:

- Fixar quando serão necessários estudos complementares;
- Definir o critério para avaliação estrutural e o cálculo do reforço;
- Fazer recomendações quanto às medidas corretivas.

4.4.5. Dimensionamento de Reforço do Pavimento

A espessura necessária de reforço do pavimento deve ser estimada através dos resultados do levantamento deflectométrico executado para a avaliação estrutural, pela expressão:

$$h = K \cdot \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

Onde:

h – espessura do reforço do pavimento em centímetros;

D_p – deflexão de projeto determinada para o subtrecho homogêneo, objeto do dimensionamento, em centésimos de milímetro;

D_{adm} – deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento, em centésimos de milímetro;

K – fator de redução de deflexão, próprio do material usado no reforço.

Para reforço em concreto betuminoso, o $K = 40$. Assim, a fórmula para espessura necessária de reforço fica:

$$h_{cb} = 40 \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No pavimento da BR-424 (sentido Arcoverde/Correntes), no trecho compreendido entre o Km 42 + 4,0m e o Km 50 + 10,0m, foram levantados, através da utilização do Falling Weight Deflectometer (FWD), dados (deflexões) pertinentes às condições estruturais deste pavimento.

A carga de aproximadamente 41KN foi aplicada a cada 40 metros, totalizando 200 pontos no trecho, objeto deste trabalho.

5.1 Dados Pluviométricos

Para encontrar as séries históricas, foi necessário antes encontrar uma cidade ao longo do trecho que possuísse pluviômetros instalados.

Para o trecho do Km 42 + 4,0m e Km 50 + 10,0m o município mais próximo encontrado foi o de Arcoverde-PE.

Em seguida, foi feita uma consulta no site da Agência Nacional de Águas (ANA), para obter a série histórica de chuvas deste município.

A partir desta série, foi possível confeccionar um gráfico com as precipitações mensais do ano de 2010.

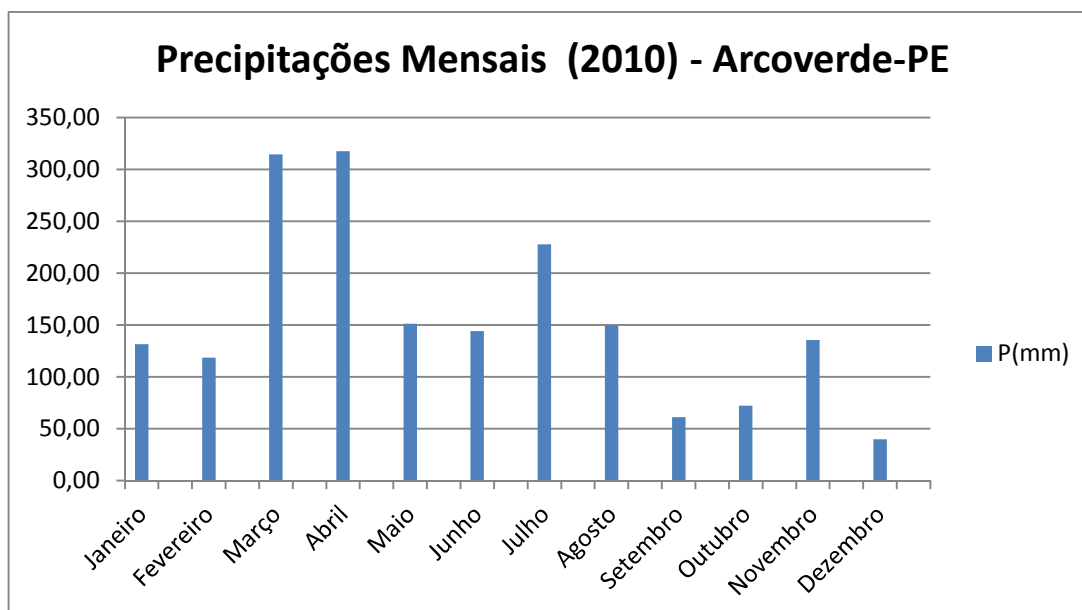


Gráfico 2 - Precipitações mensais (2010) – Município de Arcoverde-PE.

Através do gráfico acima pôde-se constatar que em Julho de 2010, época de realização do levantamento de dados com o FWD, foi um período chuvoso.

5.2. Deflexões levantadas pelo FWD

As deflexões do trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m) obtidas no levantamento feito pela empresa Rincent BTF Brasil estão no Anexo 1.

5.3. Sub-trechos Homogêneos

Os sub-trechos homogêneos foram obtidos, seguindo a norma DNER-PRO 273/96, com no máximo 2000 metros, que estão representados na tabela abaixo.

Tabela 4 - Sub-trechos e suas extensões.

Sub-Trecho (m)			Extensão (m)
42004	-	43969	1965
44007	-	45968	1961
46000	-	47974	1974
48009	-	50010	2001

Nota-se que o último sub-trecho, de 48009 a 50010 metros passou 1,00m. Para efeito aceitação, esse acréscimo (0,05%) foi desprezível.

5.4. Deflexões

5.4.1. Deflexões Características

Para o cálculo das deflexões características de cada sub-trecho, primeiramente foram encontradas as médias aritméticas (D) dos valores individuais de deflexão de cada sub-trecho e o desvio padrão para cada.

Os valores obtidos para média (D) e desvio padrão (σ) foram:

Tabela 5 - Média Aritmética e Desvios Padrões por sub-trecho

Sub-Trecho			Média (D) D(1) (10^{-2} mm)	Desvio Padrão (σ) (10^{-2} mm)
42004	-	43969	38,6	19,6
44007	-	45968	35,5	11,7
46000	-	47974	35,9	14,5
48009	-	50010	30,7	12,6

Em seguida, foram encontrados os valores de coeficiente de variação.

Tabela 6 - Coeficiente de Variação por sub-trechos.

Sub-Trecho			Coef. De Variação (cv)
42004	-	43969	50,8
44007	-	45968	32,9
46000	-	47974	40,4
48009	-	50010	41,2

O passo seguinte foi definir a faixa (intervalo) de aceitação, mas antes foram calculados os valores de n e z para os sub-trechos.

A tabela abaixo traz os resultados de n , z e do intervalo de aceitação, segundo os cálculos da norma DNER-PRO 011/79.

Tabela 7 - Número de amostras (n), parâmetro z e faixa de aceitação por sub-trechos.

Sub-Trecho			n	z	Faixa de Aceitação (F.A)	
42004	-	43969	50	3	97,5	-20,3
44007	-	45968	55	3	70,5	0,4
46000	-	47974	50	3	79,3	-7,6
48009	-	50010	49	3	68,7	-7,2

De posse da Faixa de Aceitação dos Sub-trechos, fez-se necessário a expurgação de dois valores de deflexão no 1º sub-trecho (42004 – 43969) e um valor no 4º sub-trecho (48009 – 50010).

Com esta expurgação, foram recalculadas a média aritmética, o desvio padrão, o coeficiente de variação e a nova faixa de aceitação.

Os resultados obtidos após a 1ª expurgação foram:

Tabela 8 - Média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação e faixa de aceitação por sub-trechos após a primeira expurgação.

Sub-Trecho	Média (D) D(1) (10 ⁻² mm)	Desvio Padrão (σ) (10 ⁻² mm)	Coef. De Variação (cv)	n	z	Faixa de Aceitação (F.A)	
42004 - 43969	35,8	14,4	40,2	48	3	79,1	-7,4
44007 - 45968	35,5	11,7	32,9	55	3	70,5	0,4
46000 - 47974	35,9	14,5	40,4	50	3	79,3	-7,6
48009 - 50010	29,9	11,3	37,9	48	3	63,8	-4,1

Não foi necessário fazer uma segunda expurgação, pois todos os valores das deflexões ficaram enquadrados na nova faixa de aceitação. Desta forma, pôde-se prosseguir para o

cálculo dos valores das Deflexões Característica (D_c) dos sub-trechos, obtendo o seguinte resultado:

Tabela 9 - Deflexões características por sub-trecho.

Sub-Trecho	Deflexão Característica (D_c) (10^{-2} mm)
42004 - 43969	50,3
44007 - 45968	47,1
46000 - 47974	50,4
48009 - 50010	41,2

5.4.2. Deflexões de Projeto

As Deflexões de Projeto (D_p) foram calculadas com o Fator de Correção Sazonal mínimo ($F_s = 1,0$), devido ao período chuvoso durante a realização dos levantamentos, seguindo a norma DNER-PRO 011/79, e tiveram os seguintes resultados:

Tabela 10 - Fator de Correção (F_s) e Deflexões de Projeto (D_p) por sub-trecho.

Sub-Trecho	Fator de Correção Sazonal (F_s)	Deflexão Projeto (D_p) (10^{-2} mm)
42004 - 43969	1,0	50,3
44007 - 45968	1,0	47,1
46000 - 47974	1,0	50,4
48009 - 50010	1,0	41,2

5.4.3. Deflexão Admissível

Para o cálculo da Deflexão Admissível, foi admitido para o número N o valor de 2×10^7 , visto que não foram disponibilizados os resultados de pesagem, tipos de veículos entre outros, que são essenciais para encontrar os fatores de eixo e de carga, assim como o VMD (Volume Médio Diário de Tráfego na Faixa de Projeto).

Com $N = 2 \times 10^7$, foi obtida a Deflexão Admissível: $D_{adm} = 53,1 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Analisando as Deflexões de Projeto por sub-trecho, e comparando com a Deflexão Admissível, pôde-se notar que as de Projeto ficaram abaixo da Admissível. Desta maneira, segundo a DNER-PRO 011/79 há a possibilidade de não surgir trincas. Para uma afirmação exata, faz-se necessário conjugar às informações de Raios de Curvatura.

Tabela 11 - Comparativo de Deflexões de Projeto e Admissível.

Sub-Trecho	Deflexão Projeto (D_p) (10^{-2} mm)	Deflexão Admissível (D_{adm}) (10^{-2} mm)
42004 - 43969	50,3	53,1
44007 - 45968	47,1	
46000 - 47974	50,4	
48009 - 50010	41,2	

5.5. Raio de Curvatura

Os raios de curvatura foram calculados, segundo a norma da DNER-PRO 011/79, e os resultados estão apresentados no gráfico abaixo.

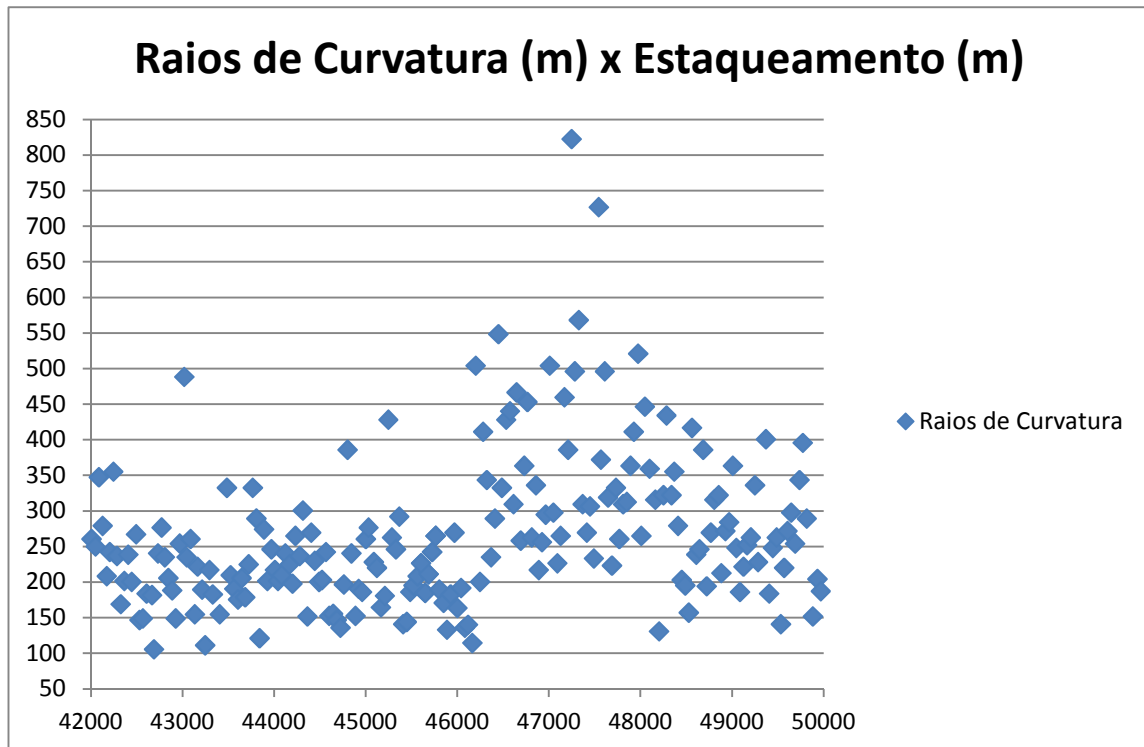


Gráfico 3 - Raios de curvatura ao longo do estaqueamento no trecho (Km 42 + 4,0m a Km 50 + 10,0m).

Observa-se que todos os raios de curvatura calculados estão acima de 100,00 m.

5.6. Avaliação Estrutural do Pavimento

Para avaliar estruturalmente o pavimento, utilizou-se a Tabela 12, obtida na norma do DNER-PRO 011/79.

Para obter as informações corretas da tabela, foi necessário entrar com os valores de Deflexão Admissível, Deflexão de Projeto por sub-trecho e Raios de Curvatura de cada ponto levantado.

De acordo com os resultados obtidos anteriormente, foi constatado que todos os Raios de Curvatura ficaram acima de 100,0m e as Deflexões de Projeto de todos os sub-trechos tiveram valores menores que a Deflexão Admissível.

Portanto, de acordo com a tabela abaixo, pôde-se classificar a qualidade estrutural do pavimento dos sub-trechos em questão, como boa. Consequentemente, a necessidade de estudos complementares não se faz necessária, assim como as medidas corretivas indicadas são apenas correções de superfície, segundo a mesma tabela.

Tabela 12 - Matriz de decisão (Tabela III – Critérios para avaliação estrutural, DNER-PRO 011/79).

TABELA III Critérios para Avaliação Estrutural					
Hipótese	Dados Deflectométricos obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO		Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	—	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas ($IGG > 180$).	SIM	Resistência	Reconstrução

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As deflexões do pavimento obtidas a cada 40 metros pelo FWD (Falling Weight Deflectometer), no trecho (Km 42+4,0m a o Km 50+10,0) da BR-424 (Sentido Arcoverde/Correntes), proporcionou a determinação dos principais fatores que contribuem para tomada de decisão na avaliação estrutural do pavimento, como Raio de Curvatura, Deflexões de Projeto e Deflexão Admissível.

Neste trabalho, todas as Deflexões de Projeto calculadas tiveram seus valores abaixo da Deflexão Admissível obtida, assim como a totalidade dos Raios de Curvatura resultaram em valores maiores que 100,00 metros. Desta maneira o pavimento analisado apresenta uma qualidade boa, e assim, não são necessários estudos complementares, fazendo apenas correções superficiais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Terminologia e Classificação de Pavimentação**. NBR 7207, Fev. 1982.

ALVES, T.S.F. **Metodologias de Auscultação de Pavimentos Rodoviários: Avaliação Prática do Radar de Prospecção e do Deflectômetro de Impacto**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade de Lisboa. Instituto Superior Técnico. Lisboa. 120 p. 2007.

BERNUCCI, L.B; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P; SOARES, J.B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Programa Pró-asfalto. PETROBRAS: ABEDA. Rio de Janeiro. 504p. 2010.

BERTI, C. **Dispositivos de Retorno em Rodovias: Estudos de Pavimentação**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo. 110 p. 2009.

BORGES, C.B.S. **Estudo Comparativo entre Medidas de Deflexão com viga Benkelman e FWD em Pavimentos da Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 197 p. 2001.

DANIELESKI, M.L. **Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS. 2004.

DNER- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro-RJ. 1999.

_____. DNER-PRO 011. **Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis**. Volume 1 – Procedimento B. 1979.

_____. DNER PRO-273. **Determinação das Deflexões Utilizando o Deflectômetro de Impacto Tipo Falling Weight Deflectometer (FWD)**. 1996.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3ª ed. IPR-742. 2010.

FERREIRA, B. A. **Análise Estrutural Não Destrutiva de Pavimento Flexível com o Uso do FWD (Falling Weight Deflectometer)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2010.

LUIS, A. D. **Utilização do Equipamento tipo Falling Weight Deflectometer para Medição de Deflexão Recuperável para Diferentes Tipos de Pavimentos Asfálticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.

MACEDO, F. N. **Retroanálise de Bacias de Deflexão Reais e Teóricas Obtidas por Métodos Estáticos e Dinâmicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2003.

MÜLLER, R. M. **Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto**. 2005. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro: 2005.

PEREIRA, D. **Avaliação Estrutural de Pavimentos**. Disponível em <http://www.ufsm.br/engcivil/Material_Didatico/TRP1001_Infraestrutura_de_transp/notas_de_aula/Aval_Estrut_de_Pavimentos.pdf>. Acessado em 08 de Junho de 2012.

PINA MOREIRA, M. R. **Um Método de Avaliação de Pavimentos Flexíveis com Base no Raio de Curvatura da Linha Elástica das Deflexões**. 54 páginas. Trabalho apresentado e publicado nos Anais da XIII Reunião Anual de Pavimentação da Associação Brasileira de Pavimentação – ABPv, realizada na cidade de Curitiba/PR. ABPv, Curitiba: 1977

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Projetos Rodoviários: principais técnicas de projetos**. São Paulo: Pini, 2008.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabela A1. Dados deflectométricos obtidos pelo FWD no trecho (Km 42+4,0m ao Km 50+10,0m) da BR-424 (Sentido Arcoverde/Correntes)

Distância(m)	42004														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	246	126	78	28	14	12	10	9	1	576	40,68	26,6	28,7	32,2	27,19
Distância(m)	42048														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	191	66	39	20	15	13	10	9	8	576	40,71	27,1	29,4	32,2	27,09
Distância(m)	42084														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	203	113	80	44	26	18	11	9	3	584	41,25	27,7	29,5	32,2	26,94
Distância(m)	42125														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	293	181	127	66	38	28	20	16	9	591	41,77	27,9	29,7	32,2	27,11
Distância(m)	42170														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	399	249	177	88	43	25	14	12	11	599	42,35	28,1	29,9	32,2	27,39
Distância(m)	42203														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	367	238	172	86	44	26	15	13	12	584	41,26	28,1	29,7	32,2	27,11
Distância(m)	42243														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	158	70	51	30	21	16	11	9	8	560	39,61	27,1	29,6	32,2	27,01
Distância(m)	42281														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	760	464	338	175	97	68	47	38	25	586	41,4	27,7	30	32,2	28,02
Distância(m)	42730														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	322	192	139	83	59	46	35	29	22	583	41,24	27,5	29,6	32,2	27,28
Distância(m)	42770														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	298	185	134	76	50	39	29	24	24	580	41,02	27,6	29,9	32,2	27,43
Distância(m)	42804														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	360	227	163	86	53	41	31	25	18	587	41,48	27,6	29,9	32,2	27,35
Distância(m)	42843														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	371	219	132	57	33	26	18	15	11	591	41,78	27,5	29,7	32,2	27,42
Distância(m)	42885														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	447	281	204	69	39	30	21	17	13	584	41,29	27,1	29,3	32,2	27,44
Distância(m)	42923														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	450	240	143	71	46	33	24	16	13	571	40,39	26,5	29,1	32,2	27,44
Distância(m)	42968														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	234	111	67	30	19	16	12	11	8	577	40,76	27,2	29,9	32,2	27,56
Distância(m)	43017														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	135	71	55	35	27	24	17	14	11	569	40,19	27,5	30	32,2	27,11
Distância(m)	43043														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	298	165	104	45	20	18	14	12	12	577	40,81	27,3	29,4	32,2	27,22

Distância(m)	43085														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	205	85	50	23	17	16	12	10	8	579	40,96	27,6	29,8	32,2	27,22
Distância(m)	43132														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	356	154	91	47	29	25	18	14	10	581	41,08	27,3	29,8	32,2	27,34
Distância(m)	43162														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	262	121	72	35	26	22	17	15	12	580	40,98	27,3	29,8	32,2	27,15
Distância(m)	43212														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	330	165	96	48	36	29	24	20	20	583	41,23	27,6	30	32,2	27,14
Distância(m)	43245														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	722	441	302	137	70	46	32	25	16	603	42,6	27,7	30	32,2	27,32
Distância(m)	43292														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	433	289	222	133	85	64	48	38	28	572	40,44	27,7	30	32,2	27,7
Distância(m)	43328														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	454	283	211	117	72	53	39	31	26	593	41,93	27,5	29,9	32,2	27,34
Distância(m)	43373														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	991	588	382	150	73	52	38	30	21	594	42	27,3	29,8	32,2	27,69
Distância(m)	43404														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	502	300	207	101	62	48	35	29	23	573	40,48	27,4	30,1	32,2	27,49
Distância(m)	43445														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	649	391	264	121	64	43	30	25	18	583	41,24	29,1	31,9	32,2	27,68
Distância(m)	43888														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	294	180	127	67	32	28	22	18	15	570	40,27	29,4	32,1	32,2	27,39
Distância(m)	43924														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	397	242	174	90	51	37	28	25	18	592	41,86	29,5	31,8	32,2	27,2
Distância(m)	43969														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	254	127	89	52	38	32	25	21	13	570	40,26	29,7	32	32,2	27,26
Distância(m)	44007														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	301	157	111	59	37	30	23	19	16	592	41,83	29,9	32,1	32,2	27,23
Distância(m)	44040														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	315	160	108	49	31	29	22	20	15	580	41,01	30	32,2	32,2	27,51
Distância(m)	44083														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	419	270	206	123	73	46	33	27	24	596	42,15	29,7	32	32,2	27,64
Distância(m)	44120														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	300	170	111	49	24	19	15	12	8	572	40,43	29,8	32,3	32,2	27,31
Distância(m)	44166														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	248	109	67	37	27	23	18	14	12	573	40,51	30,1	32,5	32,2	27,32
Distância(m)	44199														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	316	158	99	41	27	23	17	14	11	587	41,49	30,4	32,6	32,2	27,36

Distância(m)	44231														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	238	120	78	45	31	25	19	16	16	578	40,86	30,4	32,2	32,2	27,25
Distância(m)	44279														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	242	110	66	29	24	20	14	13	11	578	40,89	30,1	32,1	32,2	27,22
Distância(m)	44312														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	205	101	68	39	28	24	18	15	10	580	40,98	29,7	31,8	32,2	27,29
Distância(m)	44362														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	445	239	163	79	42	28	19	15	10	593	41,9	30,1	31,8	32,2	27,66
Distância(m)	44403														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	242	126	85	41	23	19	14	12	7	572	40,4	28,6	31,5	32,2	27,38
Distância(m)	44442														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	277	141	92	38	18	15	13	11	4	583	41,24	28,7	31,7	32,2	27,18
Distância(m)	44489														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	394	238	173	88	48	35	25	20	15	588	41,55	28,4	31,6	32,2	27,11
Distância(m)	44521														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	369	215	152	73	37	25	16	14	9	587	41,5	29,2	31,9	32,2	27,5
Distância(m)	44564														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	313	184	140	83	51	42	29	25	19	572	40,46	29	31,7	32,2	27,41
Distância(m)	44600														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	266	146	97	46	29	23	19	18	14	580	41,02	29,5	31,5	32,2	27,35
Distância(m)	45030														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	217	104	64	32	22	20	15	13	8	568	40,15	29,8	31,3	32,2	27,23
Distância(m)	45088														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	279	142	82	28	20	15	13	12	10	581	41,05	29,7	31,1	32,2	27,44
Distância(m)	45121														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	319	177	122	63	38	33	25	21	15	591	41,76	29,3	31,2	32,2	27,5
Distância(m)	45165														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	466	276	190	93	52	38	27	22	15	598	42,25	28,7	31,2	32,2	27,52
Distância(m)	45208														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	338	165	109	52	30	25	19	16	14	563	39,81	28,5	31	36	27,44
Distância(m)	45246														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	134	61	46	31	25	23	18	16	12	584	41,27	29,1	30,9	36	27,17
Distância(m)	45285														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	278	159	112	59	31	25	16	13	10	584	41,28	28,6	30,7	36	27,4
Distância(m)	45328														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	220	93	52	23	14	14	13	12	10	582	41,12	28,8	31,1	36	27,42
Distância(m)	45365														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	204	97	59	27	17	16	12	12	10	579	40,94	28,3	30,6	36	27,41

Distância(m)	45407														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	535	313	213	95	44	28	18	15	10	607	42,92	28,1	30,3	36	27,56
Distância(m)	45447														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	462	245	170	87	49	35	24	20	17	580	40,97	28,6	30,7	36	27,54
Distância(m)	45484														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	433	265	200	120	76	55	37	29	20	572	40,45	28,6	30,5	36	27,74
Distância(m)	45521														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	419	259	192	109	65	46	31	25	14	586	41,44	28,8	30,8	36	27,5
Distância(m)	45566														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	339	189	133	67	39	31	23	19	16	568	40,13	29,2	30,9	36	27,44
Distância(m)	45603														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	292	154	99	46	28	24	18	16	9	579	40,96	29,2	31,1	36	27,48
Distância(m)	45648														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	430	261	188	106	64	47	32	25	24	589	41,6	29,5	31,4	36	27,62
Distância(m)	45687														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	361	213	143	65	33	23	15	15	8	579	40,9	28,8	31,2	36	27,32
Distância(m)	45723														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	301	172	116	52	26	20	19	15	11	578	40,87	29,3	31,3	36	27,28
Distância(m)	45763														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	299	183	132	65	35	26	19	17	14	574	40,58	29,6	31,4	36	27,42
Distância(m)	46000														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	485	294	214	106	58	41	28	23	19	598	42,24	29,7	31,5	36	27,63
Distância(m)	46041														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	526	363	280	162	97	59	42	31	31	601	42,51	30,5	32,8	37,8	27,7
Distância(m)	46081														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	719	489	375	219	128	86	65	44	37	586	41,39	30,8	33,2	37,8	27,99
Distância(m)	46116														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	534	311	233	134	83	57	43	33	27	579	40,91	31,2	33,4	37,8	27,6
Distância(m)	46163														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	722	449	316	168	93	56	34	24	19	573	40,5	32	33,6	37,8	27,78
Distância(m)	46200														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	121	59	42	27	20	16	8	6	5	570	40,29	31,8	33,8	37,8	27,08
Distância(m)	46247														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	455	299	218	121	66	41	26	19	16	584	41,28	32	33,8	37,8	27,44
Distância(m)	46281														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	169	93	68	41	28	14	10	8	6	586	41,4	32,1	33,7	37,8	27,33
Distância(m)	46321														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	185	94	60	28	17	13	9	8	6	574	40,57	32,3	34	37,8	27,13

Distância(m)	46368														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	294	161	99	41	24	18	13	10	8	580	40,97	32,7	34,5	37,8	27,28
Distância(m)	46410														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	292	184	130	73	43	28	19	13	11	586	41,41	32,6	34,3	37,8	27,11
Distância(m)	46448														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	191	134	112	79	60	45	26	13	12	586	41,39	32,7	34,5	37,8	27,28
Distância(m)	46485														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	208	114	83	45	26	19	13	9	7	579	40,89	32,4	33,9	37,8	27,21
Distância(m)	46533														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	151	78	55	32	23	18	13	10	7	581	41,04	32,5	33,9	37,8	27,32
Distância(m)	46575														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	140	69	47	28	22	19	15	13	10	579	40,94	32,3	34	37,8	27,19
Distância(m)	46613														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	230	129	83	42	27	19	15	13	8	575	40,67	32	33,6	37,8	27,51
Distância(m)	46647														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	183	116	90	58	40	31	20	17	17	572	40,45	32	33,8	37,8	27,15
Distância(m)	46692														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	326	205	153	93	66	51	36	27	23	576	40,73	31,4	33,6	37,8	27,42
Distância(m)	46731														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	310	192	141	70	33	17	9	2	0	589	41,62	31,2	33,4	37,8	27,36
Distância(m)	47170														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	142	74	51	30	23	19	14	12	10	569	40,2	30,9	33,6	37,8	27,31
Distância(m)	47210														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	254	173	136	46	26	24	18	16	13	581	41,06	30,1	33,3	37,8	27,43
Distância(m)	47248														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	83	45	35	23	20	18	14	12	7	576	40,72	30,4	33,1	37,8	27,36
Distância(m)	47283														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	143	80	61	44	38	33	26	19	14	569	40,24	31,2	33,2	37,8	27,42
Distância(m)	47326														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	152	97	77	53	41	35	28	23	11	578	40,89	30,8	33,3	37,8	27,2
Distância(m)	47368														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	213	112	78	48	37	31	24	20	16	586	41,44	30,4	33	37,8	27,42
Distância(m)	47414														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	310	194	146	85	59	45	32	24	16	575	40,67	30,3	33	37,8	27,58
Distância(m)	47448														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	288	186	141	82	55	41	30	23	17	588	41,57	29,3	32,7	37,8	27,44
Distância(m)	47491														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	416	282	209	100	58	42	30	24	20	577	40,75	29	32,3	37,8	27,53

Distância(m)	47544														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	107	64	50	32	22	17	11	9	8	576	40,72	28,5	32,4	37,8	27,18
Distância(m)	47568														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	183	99	51	25	17	13	9	8	7	573	40,52	27,6	31,7	37,8	27,2
Distância(m)	47610														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	120	57	37	23	17	14	11	9	8	591	41,79	27,7	31,7	37,8	27,36
Distância(m)	47646														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	173	75	41	30	24	20	18	13	11	580	41,03	27,8	32	37,8	27,28
Distância(m)	47688														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	320	180	123	57	25	13	12	10	8	591	41,75	28,7	32,3	37,8	27,26
Distância(m)	47732														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	189	95	68	39	26	19	13	10	7	580	41	29,4	32,4	37,8	27,36
Distância(m)	47769														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	243	123	78	33	16	12	10	9	8	583	41,22	29,5	32,3	37,8	27,4
Distância(m)	47811														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	187	86	54	18	18	12	8	7	2	580	41	29	32,1	37,8	27,42
Distância(m)	47850														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	226	126	95	58	35	23	17	14	11	589	41,63	29,3	32,3	37,8	27,44
Distância(m)	47891														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	219	122	90	59	44	39	32	28	19	575	40,64	25,5	26,6	31,4	27,37
Distância(m)	48369														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	186	98	49	23	24	25	21	19	12	577	40,78	25,1	26,7	31,4	27,44
Distância(m)	48410														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	246	134	91	53	37	30	22	17	13	585	41,32	25,6	26,7	31,4	27,43
Distância(m)	48451														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	347	193	134	71	45	34	25	20	13	578	40,85	25,5	26,8	31,4	27,59
Distância(m)	48489														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	464	304	218	113	64	45	31	24	18	588	41,56	25	26,6	31,4	27,6
Distância(m)	48528														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	462	263	159	49	28	23	17	14	12	590	41,68	25,2	26,6	31,4	27,54
Distância(m)	48563														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	184	109	81	56	38	20	14	10	9	581	41,04	25,4	27	31,4	27,19
Distância(m)	48609														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	372	241	166	87	55	40	28	23	19	580	40,96	25,5	26,9	31,4	27,43
Distância(m)	48644														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	344	217	162	96	61	43	31	24	21	576	40,73	25,3	26,6	31,4	27,41
Distância(m)	48684														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	188	107	75	43	28	24	17	13	13	580	40,97	25,2	26,8	31,4	27,28

Distância(m)	48723														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	415	254	155	63	43	34	24	17	17	585	41,36	25,6	27	31,4	27,43
Distância(m)	48768														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	253	137	104	67	49	40	30	24	21	565	39,96	25,2	27	31,4	27,25
Distância(m)	48805														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	205	106	72	35	20	16	12	11	6	576	40,72	25,5	27,1	31,4	27,29
Distância(m)	48854														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	232	135	94	48	28	21	13	12	10	575	40,64	25,7	27,2	31,4	27,31
Distância(m)	48883														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	415	268	209	128	79	52	32	23	17	586	41,41	26,1	27,4	31,4	27,46
Distância(m)	48927														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	290	175	125	71	46	33	22	17	11	598	42,29	26,5	27,3	31,4	27,36
Distância(m)	48968														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	216	106	68	33	21	21	13	11	7	573	40,49	26,8	27,4	31,4	27,24
Distância(m)	49009														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	199	113	80	50	39	36	30	26	21	589	41,63	27	27,4	31,4	27,22
Distância(m)	49047														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	244	118	75	41	27	22	17	14	13	587	41,46	27,2	27,5	31,4	27,24
Distância(m)	49086														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time

Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	331	212	162	95	59	41	28	20	18	588	41,53	27,2	27,5	31,4	27,42
Distância(m)	49533														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	576	354	266	142	71	56	41	34	32	584	41,3	27,5	27,6	31,4	27,74
Distância(m)	49569														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	391	249	189	116	77	59	45	36	31	570	40,27	27,3	27,3	31,4	27,61
Distância(m)	49606														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	376	261	204	131	87	66	47	36	23	571	40,36	26,9	27,1	31,4	27,58
Distância(m)	49646														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	298	193	139	80	54	43	33	29	27	583	41,23	26,6	27	31,4	27,33
Distância(m)	49689														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	340	217	163	101	72	57	42	33	26	590	41,68	26,6	26,9	31,4	27,48
Distância(m)	49737														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	202	111	77	45	32	27	20	16	10	589	41,61	26,6	26,6	31,4	27,27
Distância(m)	49773														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	156	77	50	22	15	15	11	11	1	579	40,93	26,3	26,6	31,4	27,32
Distância(m)	49816														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	225	117	81	40	25	21	16	12	0	580	41,01	26,2	26,6	31,4	27,37
Distância(m)	49883														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	535	329	240	118	72	50	37	28	25	594	42	24,8	26,2	31,4	27,72

Distância(m)	49933														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	482	329	249	146	89	64	44	32	22	574	40,54	24,3	26	31,4	27,66
Distância(m)	49969														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	479	312	210	109	65	45	34	29	27	580	40,97	24,8	26,4	31,4	27,59
Distância(m)	50010														
Drop	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)	kPa	kN	Air	Sur.	Man.	Pulse time
1	144	88	70	47	35	29	21	18	17	580	40,98	25,3	26,5	31,4	27,24

ANEXO 2

Tabela A2. Controle Estatístico e Deflexões (Característica, Projeto e Admissível)

Sub-Trecho	Média (D) D(1) (10 ⁻² mm)	Desvio Padrão (σ) (10 ⁻² mm)	Coef. De Variação (cv) (%)	n	z	Faixa de Aceitação (F.A)		Deflexão Característica (D _c =X+σ) (10 ⁻² mm)	Fator de Correção Sazonal (F _s)	Deflexão Projeto (D _p =D _c xF _s) (10 ⁻² mm)	Deflexão Admissível (D _{adm} = 10 ^{3,01 - (0,176xlogN)}) (10 ⁻² mm)
42004 - 43969	35,8	14,4	40,2	48	3	79,1	-7,4	50,3	1,0	50,3	53,1
44007 - 45968	35,5	11,7	32,9	55	3	70,5	0,4	47,1	1,0	47,1	
46000 - 47974	35,9	14,5	40,4	50	3	79,3	-7,6	50,4	1,0	50,4	
48009 - 50010	29,9	11,3	37,9	48	3	63,8	-4,1	41,2	1,0	41,2	

ANEXO 3

Tabela A3. Análise Estrutural

Sub-Trecho	Distância	Deflexões levantadas pelo FWD				Raio de Curvatura		Análise Estrutural			
		D(1)	D(2)	D(1) (10 ⁻² mm)	D(2) (10 ⁻² mm)	Raio de Curvatura (R _c)	Análise do R _c	Qualidade Estrutural	Necessidade de estudos complementares	Critério para cálculo de reforço	Medidas corretivas
1	42004	246	126	24,6	12,6	260	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42048	191	66	19,1	6,6	250	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42084	203	113	20,3	11,3	347	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42125	293	181	29,3	18,1	279	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42170	399	249	39,9	24,9	208	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42203	367	238	36,7	23,8	242	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42243	158	70	15,8	7,0	355	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42281	263	131	26,3	13,1	237	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42323	368	183	36,8	18,3	169	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42362	330	175	33,0	17,5	202	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42405	236	105	23,6	10,5	239	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42442	503	347	50,3	34,7	200	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42491	263	146	26,3	14,6	267	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42528	453	240	45,3	24,0	147	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42565	481	271	48,1	27,1	149	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42605	537	367	53,7	36,7	184	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42664	715	543	71,5	54,3	182	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42686	760	464	76,0	46,4	106	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42730	322	192	32,2	19,2	240	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42770	298	185	29,8	18,5	277	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

	42804	360	227	36,0	22,7	235	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42843	371	219	37,1	21,9	206	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42885	447	281	44,7	28,1	188	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42923	450	240	45,0	24,0	149	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	42968	234	111	23,4	11,1	254	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43017	135	71	13,5	7,1	488	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43043	298	165	29,8	16,5	235	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43085	205	85	20,5	8,5	260	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43132	356	154	35,6	15,4	155	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43162	262	121	26,2	12,1	222	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43212	330	165	33,0	16,5	189	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43245	722	441	72,2	44,1	111	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43292	433	289	43,3	28,9	217	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43328	454	283	45,4	28,3	183	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43404	502	300	50,2	30,0	155	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43482	245	151	24,5	15,1	332	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43523	234	85	23,4	8,5	210	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43561	328	164	32,8	16,4	191	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43604	334	156	33,4	15,6	176	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43644	397	245	39,7	24,5	206	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43682	373	198	37,3	19,8	179	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43721	323	184	32,3	18,4	225	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43765	217	123	21,7	12,3	332	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43805	216	108	21,6	10,8	289	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43839	649	391	64,9	39,1	121	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43888	294	180	29,4	18,0	274	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43924	397	242	39,7	24,2	202	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	43969	254	127	25,4	12,7	246	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
2	44007	301	157	30,1	15,7	217	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

44040	315	160	31,5	16,0	202	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44083	419	270	41,9	27,0	210	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44120	300	170	30,0	17,0	240	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44166	248	109	24,8	10,9	225	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44199	316	158	31,6	15,8	198	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44231	238	120	23,8	12,0	265	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44279	242	110	24,2	11,0	237	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44312	205	101	20,5	10,1	300	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44362	445	239	44,5	23,9	152	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44403	242	126	24,2	12,6	269	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44442	277	141	27,7	14,1	230	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44489	394	238	39,4	23,8	200	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44521	369	215	36,9	21,5	203	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44564	313	184	31,3	18,4	242	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44600	650	445	65,0	44,5	152	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44643	514	313	51,4	31,3	155	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44682	589	376	58,9	37,6	147	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44723	600	370	60,0	37,0	136	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44760	434	275	43,4	27,5	197	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44801	152	71	15,2	7,1	386	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44842	251	121	25,1	12,1	240	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44887	454	249	45,4	24,9	152	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44921	426	262	42,6	26,2	191	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
44960	399	231	39,9	23,1	186	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
45000	266	146	26,6	14,6	260	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
45030	217	104	21,7	10,4	277	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
45088	279	142	27,9	14,2	228	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
45121	319	177	31,9	17,7	220	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
45165	466	276	46,6	27,6	164	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

	45208	338	165	33,8	16,5	181	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45246	134	61	13,4	6,1	428	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45285	278	159	27,8	15,9	263	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45328	220	93	22,0	9,3	246	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45365	204	97	20,4	9,7	292	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45407	535	313	53,5	31,3	141	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45447	462	245	46,2	24,5	144	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45484	433	265	43,3	26,5	186	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45521	419	259	41,9	25,9	195	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45566	339	189	33,9	18,9	208	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45603	292	154	29,2	15,4	226	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45648	430	261	43,0	26,1	185	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45687	361	213	36,1	21,3	211	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45723	301	172	30,1	17,2	242	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45763	275	157	27,5	15,7	265	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45603	292	154	29,2	15,4	226	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45648	430	261	43,0	26,1	185	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45687	361	213	36,1	21,3	211	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45723	301	172	30,1	17,2	242	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45763	275	157	27,5	15,7	265	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45803	312	147	31,2	14,7	189	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45849	515	332	51,5	33,2	171	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45886	572	337	57,2	33,7	133	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45927	490	319	49,0	31,9	183	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	45968	299	183	29,9	18,3	269	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
3	46000	485	294	48,5	29,4	164	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	46041	526	363	52,6	36,3	192	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	46081	719	489	71,9	48,9	136	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	46116	534	311	53,4	31,1	140	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

46163	722	449	72,2	44,9	114	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46200	121	59	12,1	5,9	504	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46247	455	299	45,5	29,9	200	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46281	169	93	16,9	9,3	411	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46321	185	94	18,5	9,4	343	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46368	294	161	29,4	16,1	235	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46410	292	184	29,2	18,4	289	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46448	191	134	19,1	13,4	548	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46485	208	114	20,8	11,4	332	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46533	151	78	15,1	7,8	428	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46575	140	69	14,0	6,9	440	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46613	230	129	23,0	12,9	309	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46647	183	116	18,3	11,6	466	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46692	326	205	32,6	20,5	258	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46731	254	168	25,4	16,8	363	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46765	200	131	20,0	13,1	453	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46813	255	136	25,5	13,6	263	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46858	193	100	19,3	10,0	336	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46889	418	274	41,8	27,4	217	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46924	332	210	33,2	21,0	256	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
46964	219	113	21,9	11,3	295	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47009	121	59	12,1	5,9	504	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47048	227	122	22,7	12,2	298	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47092	374	236	37,4	23,6	226	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47128	310	192	31,0	19,2	265	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47170	142	74	14,2	7,4	460	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47210	254	173	25,4	17,3	386	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47248	83	45	8,3	4,5	822	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
47283	143	80	14,3	8,0	496	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

	47326	152	97	15,2	9,7	568	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47368	213	112	21,3	11,2	309	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47414	310	194	31,0	19,4	269	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47448	288	186	28,8	18,6	306	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47491	416	282	41,6	28,2	233	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47544	107	64	10,7	6,4	727	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47568	183	99	18,3	9,9	372	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47610	120	57	12,0	5,7	496	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47646	173	75	17,3	7,5	319	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47688	320	180	32,0	18,0	223	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47732	189	95	18,9	9,5	332	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47769	243	123	24,3	12,3	260	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47811	187	86	18,7	8,6	309	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47850	226	126	22,6	12,6	313	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47891	167	81	16,7	8,1	363	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47927	146	70	14,6	7,0	411	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	47974	121	61	12,1	6,1	521	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
4	48009	257	139	25,7	13,9	265	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48048	120	50	12,0	5,0	446	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48100	216	129	21,6	12,9	359	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48161	231	132	23,1	13,2	316	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48203	490	251	49,0	25,1	131	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48251	220	123	22,0	12,3	322	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48284	172	100	17,2	10,0	434	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48338	219	122	21,9	12,2	322	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48369	186	98	18,6	9,8	355	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48410	246	134	24,6	13,4	279	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48451	347	193	34,7	19,3	203	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
	48489	464	304	46,4	30,4	195	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

48528	462	263	46,2	26,3	157	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48563	184	109	18,4	10,9	417	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48609	372	241	37,2	24,1	239	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48644	344	217	34,4	21,7	246	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48684	188	107	18,8	10,7	386	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48723	415	254	41,5	25,4	194	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48768	253	137	25,3	13,7	269	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48805	205	106	20,5	10,6	316	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48854	232	135	23,2	13,5	322	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48883	415	268	41,5	26,8	213	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48927	290	175	29,0	17,5	272	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
48968	216	106	21,6	10,6	284	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49009	199	113	19,9	11,3	363	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49047	244	118	24,4	11,8	248	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49086	344	176	34,4	17,6	186	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49125	227	86	22,7	8,6	222	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49164	309	185	30,9	18,5	252	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49206	244	125	24,4	12,5	263	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49250	241	148	24,1	14,8	336	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49284	380	243	38,0	24,3	228	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49370	191	113	19,1	11,3	401	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49406	423	253	42,3	25,3	184	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49445	259	133	25,9	13,3	248	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49487	331	212	33,1	21,2	263	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49533	576	354	57,6	35,4	141	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49569	391	249	39,1	24,9	220	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49606	376	261	37,6	26,1	272	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49646	298	193	29,8	19,3	298	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49689	340	217	34,0	21,7	254	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

49737	202	111	20,2	11,1	343	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49773	156	77	15,6	7,7	396	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49816	225	117	22,5	11,7	289	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49883	535	329	53,5	32,9	152	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49933	482	329	48,2	32,9	204	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
49969	479	312	47,9	31,2	187	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície
50010	144	88	14,4	8,8	558	OK!	BOA	NÃO	--	Apenas correções de superfície

