

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LUÍS GUSTAVO VALENTINI BUZANELO

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE SOLUÇÕES EM CONCRETO PARA  
RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DE UM TRECHO DA  
RODOVIA BR-467 ENTRE CASCAVEL E TOLEDO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO

2018

LUÍS GUSTAVO VALENTINI BUZANELO

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE SOLUÇÕES EM CONCRETO PARA  
RECUPERAÇÃO DO PAVIMENTO ASFÁLTICO DE UM TRECHO DA  
RODOVIA BR-467 ENTRE CASCAVEL E TOLEDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel, do curso de Engenharia Civil, da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Elmagno Catarino Santos  
Silva

TOLEDO

2018



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Toledo  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Título do Trabalho de Conclusão de Curso de Nº 167

**Estudo da viabilidade de soluções em concreto para recuperação  
do pavimento asfáltico de um trecho da rodovia BR-467 entre  
Cascavel e Toledo**

por

**Luís Gustavo Valentini Buzanelo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10:20h do dia **07 de novembro de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título **Bacharel em Engenharia Civil**. Após deliberação da Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados, o trabalho foi considerado **APROVADO**.

---

Prof. Dr. Maurício do Espírito Santo Andrade  
(UTFPR – TD)

---

Prof. Me. Patrícia Cristina Steffen  
(UTFPR – TD)

---

Prof. Dr. Elmagno Catarino Santos Silva  
(UTFPR – TD)  
Orientador

---

Visto da Coordenação  
Prof. Dr. Fúlvio Natércio Feiber  
Coordenadora da COECI

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

BUZANELO, Luís G. V. **Estudo da viabilidade de soluções em concreto para recuperação do pavimento asfáltico de um trecho da rodovia BR-467 entre Cascavel e Toledo**. 2018. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2018.

As rodovias brasileiras necessitam de pavimentação de alta durabilidade e baixo custo de manutenção, uma vez que o modal de transporte rodoviário é ainda o principal e mais utilizado sistema logístico do Brasil e contribui significativamente com o desenvolvimento econômico do país. Entretanto, estudos apontam que a malha rodoviária brasileira ainda apresenta diversos trechos com precariedade. A escolha de estudar o pavimento da terceira faixa do trecho da rodovia BR-467 entre o km 80,0 e o km 84,0 no sentido Toledo-Cascavel se justifica pelo fato deste trecho receber constantes manutenções, no entanto, continuar a apresentar o surgimento de patologias em períodos relativamente curtos. Com o intuito de propor uma solução de restauração em concreto de cimento Portland que seja aplicável a atual situação do pavimento asfáltico, realizou-se o reconhecimento e acompanhamento das patologias existentes, uma pesquisa de tráfego e uma revisão bibliográfica acerca das técnicas de restauração e de estudos de casos de rodovias brasileiras que passaram por intervenção bem-sucedida com tecnologias de concreto de cimento Portland.

**Palavras-chave:** Pavimento flexível. Pavimento rígido. Whitetopping.

## ABSTRACT

BUZANELO, Luís G. V. **Feasibility study of solutions in concrete for pavement rehabilitation of a segment of the highway BR-467 between Cascavel and Toledo**. 2018. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2018.

In general, Brazilian highways require high durability and low maintenance cost pavements since road transportation is still the main and most used type of transport in Brazil and contributes to the country's economic development. However, studies point out that Brazilian road network has still a lot of issues. The additional lane of the segment of the highway BR-467 between km 80.0 and km 84.0 from the city of Toledo towards the city of Cascavel was chosen to be subject of this paper due to the fact that this stretch of pavement is constantly repaired but defects and failures keep showing up in a relatively short period of time. In order to propose a pavement rehabilitation technique using concrete of Portland cement that is applicable to the current situation of the existing asphalt pavement, it was necessary to recognize and monitor the existing defects of the pavement, measure traffic flow and classify vehicle types. Also, it was necessary a literature review about pavement restoration techniques and case studies of Brazilian highways that were successfully repaired with concrete technologies.

**Keywords:** Flexible pavement. Rigid pavement. Whitetopping.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — Camadas constituintes dos pavimentos flexíveis e rígidos, respectivamente.....	11
Figura 2 — Esquema da distribuição de carga no pavimento rígido e no flexível. ....	11
Figura 3 — Trinca interligada do tipo “couro de jacaré”. ....	14
Figura 4 — Afundamento da trilha de roda.....	15
Figura 5 — Escorregamento do revestimento asfáltico.....	16
Figura 6 — Panela ou buraco. ....	16
Figura 7 — Remendo mal executado.....	17
Figura 8 — Fissuras transversais no meio da placa.....	17
Figura 9 — Falha na selagem das juntas causando esborcinamento. ....	18
Figura 10 — Buracos na placa de concreto. ....	19
Figura 11 — Pulverização da calda de cimento por meio de bicos injetores. ....	21
Figura 12 — Trituração do pavimento existente e mistura dos materiais.....	22
Figura 13 — Reaplicação do pavimento reciclado no local de intervenção. ....	22
Figura 14 — Compactação convencional do pavimento. ....	23
Figura 15 — Reabilitação do pavimento da rodovia SP-79 com <i>whitetopping</i> .....	24
Figura 16 — Espalhamento do concreto por meio de vibroacabadora de formas deslizantes. .....	25
Figura 17 — Cura química mecanizada do pavimento de concreto.....	25
Figura 18 — Trecho da rodovia BR-467 entre o km 80,0 e o km 84,0.....	27
Figura 19 — Mapa de localização das patologias no segmento da BR-467.....	31
Figura 20 — Série histórica de uma panela no pavimento. ....	35
Figura 21 — Série histórica de patologias diversas no pavimento.....	36
Figura 22 — Intervenções de reparação frequentes no trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel.....	37
Figura 23 — Posto de contagem adotado para realização da pesquisa de tráfego. ....	41

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIações**

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

CNT - Confederação Nacional do Transporte

CP – Cimento Portland

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre

ES – Especificação de Serviços

GIS – Geographic Information System

GPS – Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGG – Índice de Gravidade Global

km – Quilômetro

N – Número equivalente de aplicações do Eixo Padrão

PRO - Procedimento

TER – Terminologia

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1	JUSTIFICATIVA.....	9
1.2	OBJETIVOS.....	9
1.2.1	Objetivo geral.....	9
1.2.2	Objetivos específicos .....	9
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1	DEFINIÇÕES DOS TIPOS DE PAVIMENTOS.....	10
2.2	PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS.....	12
2.3	TIPOS DE PATOLOGIAS RECORRENTES NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS .....	13
2.4	TIPOS DE PATOLOGIAS RECORRENTES NOS PAVIMENTOS DE CONCRETO .....	17
2.5	VANTAGENS DO PAVIMENTO DE CONCRETO.....	19
2.6	RECICLAGEM DO PAVIMENTO ASFÁLTICO COM ADIÇÃO DE CIMENTO .....	20
2.7	AUMENTO DA VIDA ÚTIL COM A TECNOLOGIA DO WHITETOPPING .....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	27
3.1	LOCAL DE ESTUDO — TRECHO ENTRE O KM 80,0 E 84,0 DA BR- 467.....	27
3.1.1	Mapeamento do local .....	28
3.1.2	Reconhecimento e acompanhamento dos tipos patológicos no pavimento .....	28
3.1.3	Estudo de tráfego.....	29
3.1.4	Escolha da solução mais adequada para o trecho .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	31
4.1	PATOLOGIAS OBSERVADAS.....	31
4.2	ESTUDO DE TRÁFEGO .....	37
4.3	ESTUDO DE CASO: SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O TRECHO EM ESTUDO.....	42
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	44
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	45
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46
	<b>APÊNDICE A – Fichas de contagem volumétrica e classificatória</b> .....	50



## 1 INTRODUÇÃO

O principal e mais empregado modal de transporte de cargas brasileiro é, ainda, o rodoviário. Isso porque ele se configura como um meio de transporte bastante acessível e flexível, haja vista a abrangente malha rodoviária do país. Ademais, o transporte rodoviário é o que recebe maiores investimentos por parte do Governo Federal no quesito infraestrutura.

Entretanto, estudos apontam que as rodovias brasileiras ainda apresentam diversos trechos com precariedade. A Confederação Nacional do Transporte (CNT) realiza anualmente uma pesquisa das condições gerais das estradas brasileiras com o intuito de identificar os principais problemas relativos à pavimentação, sinalização e pontos críticos, e, segundo os resultados da última edição em 2017, cerca de 51,1% dos pavimentos encontram-se com sua superfície desgastada, 23,9% apresentam trincas e remendos, 2,3% com patologias mais severas e 1,1% totalmente destruídos.

Neste contexto, encontra-se a rodovia José Neves Formighieri (BR-467), um dos principais corredores para o escoamento da safra de parte do Oeste do Paraná, do Mato Grosso do Sul e do Paraguai, em especial, de soja e milho em direção ao Porto de Paranaguá. O trecho entre as cidades de Cascavel e Toledo, no Paraná tem segmentos sob jurisdição do Estado e segmentos sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e em ambos os sentidos a pista é duplicada e, no geral, apresenta boas condições de tráfego. Todavia, observa-se que entre o km 80,0 e km 84,0 no sentido Cascavel-Toledo, a pista externa contém deformações plásticas no pavimento. Nessa mesma extensão, porém, no sentido oposto a terceira faixa também apresenta algumas patologias.

O que chama atenção é o fato deste trecho receber constantes manutenções, no entanto, continuar a apresentar o surgimento de patologias em períodos bastante curtos. Isso levanta a hipótese de que o dimensionamento da pista externa e da terceira faixa tenha sido realizado de maneira diferente da pista de rolamento, ou ainda, de que o pavimento flexível em si não seja suficiente para suportar as solicitações demandadas — as quais, por sua vez, podem estar excedendo as previstas em projeto. Vale ressaltar que a proximidade das duas cidades faz com que o tráfego seja dos mais intensos e as intervenções de reparo recorrentes, bem como as próprias patologias existentes, interferem diretamente no

tempo de viagem dos usuários, nos custos de fretes e de manutenção dos veículos, além de contribuir com o aumento das emissões de poluentes.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Diante do exposto, fica evidente que, em geral, as rodovias brasileiras necessitam de pavimentação de alta durabilidade e baixo custo de manutenção, capaz de suportar o tráfego intenso, pesado e repetitivo. Portanto, é necessário pensar em alternativas mais adequadas para melhorar a qualidade das estradas, de forma a garantir a segurança dos usuários e a produtividade e competitividade do setor de logística e da própria economia do país.

Assim sendo, este trabalho tem o intuito de estudar as possíveis soluções em concreto de Cimento Portland para recuperação do pavimento asfáltico e propor o emprego dessas no trecho da BR-467, especificamente entre o km 80,0 e km 84,0. Com isso, espera-se promover o aumento da vida útil desse trecho específico, otimizar a aplicação dos recursos públicos e ajudar a difundir na região a tecnologia do concreto.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Propor uma solução que seja aplicável a atual situação do pavimento asfáltico do trecho entre o km 80,0 e km 84,0 da BR-467.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Estudar as diferenças entre os pavimentos flexíveis e rígidos;
- b) Classificar os tipos de patologias presentes no pavimento asfáltico da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e km 84,0 da BR-467;
- c) Fazer um estudo de tráfego no trecho entre o km 80,0 e km 84,0 da BR-467 e;
- d) Conhecer as tecnologias de recuperação asfáltica em concreto de Cimento Portland.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DEFINIÇÕES DOS TIPOS DE PAVIMENTOS

Estruturalmente falando, os pavimentos das rodovias são a superestrutura e são concebidos pelo contato entre várias camadas de materiais diferentes assentes sobre o terreno natural ou subleito, o qual é considerado como a parte de infraestrutura (BRASIL, 2006a). Usualmente, os materiais que compõem as camadas superiores são granulares, tais como areia e brita, e são misturados com ligantes betuminosos ou ligantes hidráulicos, dependendo do tipo de pavimento que se deseja construir. Já as camadas inferiores costumam ser apenas de materiais granulares naturais, ou seja, sem misturas com ligantes e são apoiadas diretamente na fundação (MINHOTO, 2005; PICADO-SANTOS et al., 2006). O fato de as camadas serem formadas por materiais com diferentes características de resistência e deformabilidade confere à estrutura do pavimento elevado grau de complexidade no quesito cálculo das tensões e deformações (BRASIL, 2006a).

Do ponto de vista funcional, um pavimento recebe cargas solicitantes provenientes dos veículos que por ele rodam. Essas cargas geram no pavimento uma tensão vertical de compressão e uma tensão horizontal de cisalhamento. A função primordial das variadas camadas da estrutura do pavimento é diluir as tensões na superfície de modo que a fundação receba uma parcela menor de tensão (SANTANA, 1993). Ou seja, as camadas necessitam suportar os esforços gerados pelo tráfego de veículos, resistir aos efeitos climáticos e ainda, assegurar conforto de rolamento e segurança aos usuários (BERNUCCI et al., 2006).

Os pavimentos podem ser classificados simplificada e em pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos (Figura 1). O pavimento flexível consiste de uma camada de revestimento superficial asfáltico relativamente fina colocada sobre a base, sub-base e reforço de subleito. Em contraste, os pavimentos rígidos são feitos de placas de concreto de cimento Portland e podem ou não ter uma camada de base entre o revestimento e o subleito. Vale ressaltar que essa nomenclatura flexível e rígido serve apenas para distinguir pavimentos asfálticos e pavimentos de concreto de cimento Portland (YODER; WITCZAK, 1975).

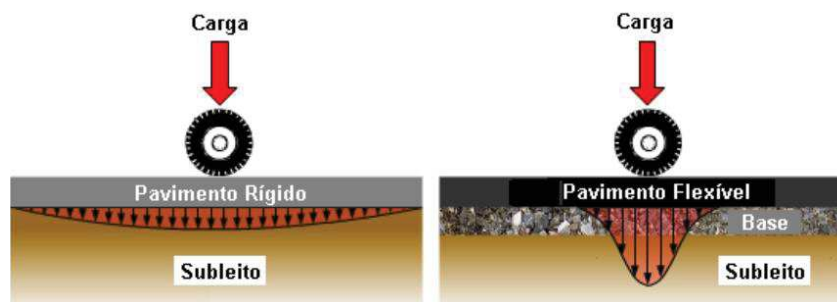
Figura 1 — Camadas constituintes dos pavimentos flexíveis e rígidos, respectivamente.



Fonte: adaptado de Yoder; Witczak, 1975).

Todavia, a principal diferença entre esses dois tipos de pavimento está na maneira pela qual eles distribuem a carga sobre o subleito (Figura 2). O pavimento rígido, por conta da sua rigidez e elevado módulo de elasticidade tende a distribuir a carga sobre uma área maior do subleito. Dessa forma, a maior parte da capacidade da estrutura é fornecida pela placa de concreto. Por outro lado, no pavimento flexível a carga é distribuída em parcelas menores de área proporcionais à rigidez de cada camada. Com isso, todas as camadas sofrem deformações elásticas (YODER; WITCZAK, 1975).

Figura 2 — Esquema da distribuição de carga no pavimento rígido e no flexível.



Fonte: PTC<sup>1</sup>, 2005, apud Maia, 2012.

<sup>1</sup> P. "Interactive Training Guides – Pavement Tools Consortium", 2005.

## 2.2 PATOLOGIAS NOS PAVIMENTOS

Tendo em vista as solicitações as quais os pavimentos são submetidos ao longo do tempo, é natural que eles sofram um decréscimo da sua condição ou serventia. Esse decréscimo é um processo chamado de deterioração e seu entendimento é fundamental para a identificação das causas bem como para a escolha adequada da técnica de restauração (BRASIL, 2005). As deteriorações podem ser classificadas em funcionais e estruturais. As deteriorações funcionais estão diretamente ligadas à degradação superficial do pavimento, isso porque impactam diretamente na qualidade de rolamento. Já as deteriorações estruturais estão relacionadas a colapsos da estrutura do pavimento que o tornam incapaz de suportar as cargas impostas na sua superfície (YODER; WITCZAK, 2008). O processo de degradação dos pavimentos pode ser influenciado tanto pelos materiais empregados e qualidade na execução, quanto pelo tráfego e agentes climáticos, sendo esses últimos fatores os que mais impactam o desempenho de um pavimento ao longo do tempo (CHATTI; SALAMA; MOHTAR, 2004). Quanto aos materiais empregados, Bernucci et al. (2006, p.414) destacam a má seleção e a dosagem em proporções inadequadas. Na fase de execução, as camadas podem apresentar espessura menor do que prevista em projeto ou receber compactação insuficiente. Há também os erros de projeto, os quais estão relacionados à dificuldade de prever o tráfego real que atuará no período de projeto. Essa dificuldade, segundo Bernucci et al. (2006, p.414):

advém da ausência de dados de tráfego local ou da falta de planejamento estratégico regional, o que leva ao desconhecimento das taxas de crescimento real. Também é difícil quantificar o volume de tráfego gerado por uso não previsto em projeto, tais como utilização como via alternativa pelo maior conforto ao rolamento ou por não ser cobrado o pedágio. (BERNUCCI et al., 2006 p.414).

Ademais, nem sempre se tem acesso ao peso correto dos caminhões e o seu desempenho em rampas devido ao pequeno número de balanças em operação e a falta de coleta de dados pelos órgãos públicos (DEMARCHI, 2000). Vale ressaltar também que os veículos - principalmente os caminhões e ônibus - ao trafegarem sobre as irregularidades, têm sua carga estática aumentada devido a efeitos dinâmicos (FERNANDES JR.; BARBOSA, 2000). Diante de tantos fatores

influenciadores, é preciso realizar um bom diagnóstico dos defeitos, de forma a conhecer as causas que levaram ao seu aparecimento e adotar uma alternativa de restauração eficaz.

### 2.3 TIPOS DE PATOLOGIAS RECORRENTES NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Os principais defeitos encontrados na superfície dos pavimentos asfálticos são facilmente identificáveis a olho nu e são classificados de acordo com a norma DNIT 005/2003-TER, a qual define os termos técnicos que devem ser utilizados em manuais e projetos de pavimentos flexíveis. De acordo com essa norma brasileira, os tipos de patologia comuns nos pavimentos flexíveis são: fenda, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco e remendo.

As fendas são a forma de degradação mais corriqueira e caracterizam-se por descontinuidades ou aberturas na superfície do pavimento e, dependendo da magnitude, as fendas podem ser subdivididas em fissuras e trincas. As fissuras são aberturas capilares — em qualquer direção, longitudinal, transversal ou oblíqua — que surgem devido à má dosagem do asfalto ou à compactação excessiva e geralmente não podem ser vistas a olho nu a uma distância maior que 1,50 m. Já as trincas, apresentam dimensões superiores às das fissuras e, portanto, são visíveis a distâncias maiores do que 1,50 m, subdividindo-se, de acordo com o DNIT (2003), da seguinte maneira:

- a) Trinca isolada transversal e longitudinal: trincas que aparecem nas direções ortogonal e paralela ao eixo da via, respectivamente e são causadas por contração da capa asfáltica devido a baixas temperaturas, recalques diferenciais e propagação de trincas nas camadas inferiores.
- b) Trinca isolada de retração: trincas que surgem quando ocorre o fenômeno de dilatação térmica dos materiais que compõem as camadas do pavimento.
- c) Trinca interligada do tipo “couro de jacaré”: conjunto de trincas interligadas com um padrão geométrico aleatório (Figura 3) devido à repetição das ações do tráfego.

d) Trinca interligada do tipo “bloco”: conjunto de trincas interligadas formando uma configuração geométrica bem definida devido à baixa resistência da mistura asfáltica.

Vale mencionar que é conveniente ao se tirar fotografias das patologias na superfície dos pavimentos utilizar uma espécie de gabarito ou escala para que se possa ter um parâmetro de comparação da grandeza do defeito. No caso da figura abaixo, por exemplo, optou-se por um gabarito circular com dimensões conhecidas.

Figura 3 — Trinca interligada do tipo “couro de jacaré”.



Fonte: DNIT, 2003.

Outro defeito é o afundamento (Figura 4), o qual segundo o DNIT (2003) se caracteriza por uma depressão na superfície do pavimento, o qual pode ser classificado em afundamento plástico e afundamento de consolidação. O afundamento plástico é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento, ou seja, compensação volumétrica lateral. Se sua extensão for menor do que 6 m, é considerado um afundamento plástico local, caso contrário é denominado afundamento plástico da trilha de roda. Já o afundamento de consolidação ocorre quando há uma consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito sem estar acompanhado de solevamento. Da mesma forma, quando ocorre em extensão de até 6 m, é considerado um afundamento de consolidação local, quando a extensão for superior a 6 m é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 4 — Afundamento da trilha de roda.



Fonte: Moura, 2010.

Ainda segundo o DNIT (2003), ondulações ou corrugações são deformações transversais na superfície do pavimento com depressões intercaladas de elevações cujo comprimento de onda entre duas cristas pode variar desde alguns centímetros até metros. As principais causas das ondulações são a falta de estabilidade da mistura asfáltica e excessiva umidade do solo subleito (RIBEIRO, 2017).

O escorregamento (Figura 5) é um deslocamento do revestimento betuminoso em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua e estão associados a frenagem dos veículos.

A exsudação de asfalto ocorre quando há excessiva quantidade de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causada pela migração do ligante através do revestimento por conta da dilatação do asfalto no calor.

O desgaste é consequência do desprendimento do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.



Figura 5 — Escorregamento do revestimento asfáltico.



Fonte: Hughes; Figueiredo; Cruz, 2017.

Panela ou buraco (Figura 6) são cavidades que se formam no revestimento podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento e são consequência dos demais tipos patológicos. Já o remendo (Figura 7), consiste no preenchimento de panelas com massa betuminosa. Vale ressaltar que apesar da operação de remendo estar relacionada a uma conservação da superfície ela também é considerada um defeito, pois indicam um local de fragilidade do pavimento (BERNUCCI et al., 2006).

Figura 6 — Panela ou buraco.



Fonte: DNIT, 2003.

Figura 7 — Remendo mal executado.



Fonte: Bernucci et al., 2006.

## 2.4 TIPOS DE PATOLOGIAS RECORRENTES NOS PAVIMENTOS DE CONCRETO

Os defeitos que geralmente ocorrem em pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland são definidos pela normativa DNIT 061/2004-TER. De acordo com essa norma, a maioria dos tipos patológicos que surgem em pavimentos de concreto derivam, basicamente, de problemas relacionados à selagem das juntas de dilatação e às fissuras. As fissuras (Figura 8) podem aparecer nos cantos das placas de concreto ou mesmo no meio delas, dividindo uma placa em mais partes. Por isso, na região das juntas ou das fissuras pode ocorrer o desnivelamento das placas de concreto formando um degrau e possibilitando deslocamentos verticais diferenciados entre essas placas. A estes fenômenos dá-se o nome de alçamento de placas, escalonamento e até mesmo de placa “bailarina”, quando a movimentação das placas é mais perceptível.

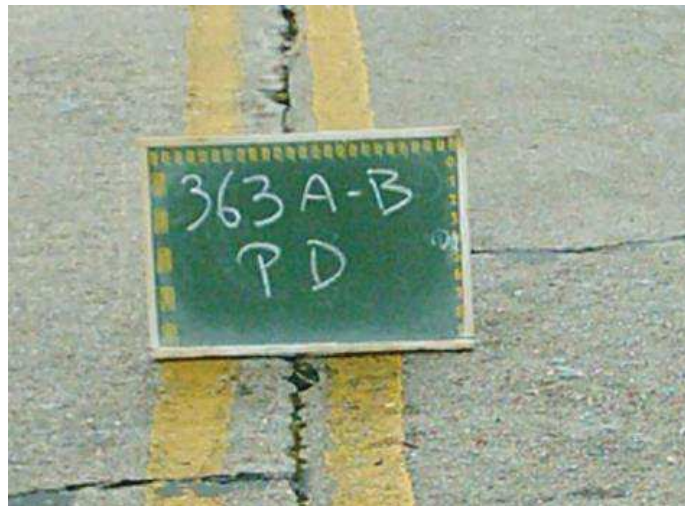
Figura 8 — Fissuras transversais no meio da placa.



Fonte: DNIT, 2004.

Quaisquer avarias no material selante das juntas podem permitir também, além dos problemas mencionados anteriormente, a infiltração de água, o crescimento de vegetação e esborcinamento ou quebra de canto. O esborcinamento (Figura 9) é caracterizado pela quebra das bordas das juntas de dilatação entre as placas de concreto, podendo ser provocado também pela ação abrasiva dos pneus dos veículos. Ademais, ao longo das juntas e fissuras, pode-se observar a presença de manchas terrosas que indicam a expulsão de finos plásticos existentes no solo de fundação, defeito mais conhecido como bombeamento, que ocorre devido à passagem das cargas solicitantes no pavimento (DNIT, 2004a).

Figura 9 — Falha na selagem das juntas causando esborcinamento.



Fonte: DNIT, 2004.

Entre outros defeitos abordados pela norma do DNIT, pode-se mencionar o desgaste superficial do pavimento rígido, o qual é caracterizado pelo o descolamento da argamassa, o assentamento do pavimento, criando ondulações superficiais sem que ocorra necessariamente a desintegração do pavimento, além de buracos (Figura 10), provocados pela perda de concreto. Os reparos dos buracos, assim como nos pavimentos flexíveis, consistem no preenchimento com um material de enchimento e podem ser grandes ou pequenos, áreas maiores e menores que  $0,45\text{m}^2$ , respectivamente (DNIT, 2004a).

Figura 10 — Buracos na placa de concreto.



Fonte: DNIT, 2004.

## 2.5 VANTAGENS DO PAVIMENTO DE CONCRETO

O pavimento de concreto é conhecido mundialmente por apresentar grande durabilidade, proporcionar maior segurança aos usuários e ser econômico a longo prazo, já que tem reduzida necessidade de manutenção ao longo de sua vida útil e, quando necessário, sua intervenção é realizada de forma bastante rápida (BENEDETTI et al., 2013). Conforme já foi exposto anteriormente, o pavimento rígido distribui uniformemente as cargas solicitantes, transmitindo menores esforços para a fundação. Ademais, o pavimento de concreto utiliza menos agregados granulares ao longo da estrutura do pavimento uma vez que camadas de base não são necessárias (SMITH; JOLLY, 2005). Diante disso, o pavimento de concreto é considerado a melhor alternativa para rodovias com elevado fluxo de veículos pesados, já que suporta cerca de quatro vezes mais tráfego diário de caminhões do que o pavimento asfáltico (PACKARD, 1994).

A grande durabilidade desse tipo de pavimento está diretamente relacionada às próprias características estruturais do concreto, tais como, a elevada resistência mecânica e a impermeabilidade (CARVALHO, 2007). Já a segurança que proporciona ao usuário se deve a boa aderência do concreto com os pneus dos veículos e também ao fato de que a velocidade de escoamento da água na superfície do concreto é muito superior à do asfalto, garantindo, portanto, menor distância de frenagem e melhor resistência à derrapagem por aquaplanagem, tão comum no pavimento flexível em dias de chuva. No estudo denominado “Safety Considerations of Rutting and Washboarding Asphalt Road Surfaces,” dados

medidos apontam que as distâncias de frenagem nas superfícies de concreto são muito menores do que nas superfícies de asfalto, especialmente quando essas superfícies estão molhadas e desgastadas. Além disso, cargas pesadas não perfuram ou empurram o concreto que mantém alta resistência à derrapagem (OKAMOTO; PAKCARD, 1989).

Outras vantagens do concreto advêm do fato do concreto possuir coloração mais clara e refletir a luz. Isso garante não só maior visibilidade aos usuários das vias, como também redução nos custos de iluminação pública e diminuição do fenômeno climático ilha de calor. Estudos apontam que superfícies escuras podem ser 21°C mais quentes do que a maioria das superfícies mais claras (SMITH; JOLLY, 2005).

Quanto à manutenção, o pavimento de concreto tem o diferencial de dispensar as famosas operações tapa-buraco, fresagem e recapeamento, necessitando apenas de resselagem das juntas a cada 10 anos, dependendo do material usado ou do fabricante (SUZUKI; SANTOS; LOPES, 2012). De maneira oposta com o que acontece com o pavimento flexível, o pavimento de concreto não é agredido por óleos e combustíveis que são derramados pelos veículos (GIUBLIN et al., 2012). Ainda, o pavimento de concreto não se deforma em função do tráfego pesado e suporta elevadas temperaturas, o que explica o fato de não ocorrerem afundamentos, elevações e buracos de grande magnitude. Este fato reduz consideravelmente as paradas ou interrupções do tráfego causadas pelas operações de manutenção do asfalto convencional, as quais produzem distúrbios e perdas de horas produtivas do usuário resultando em prejuízos aos contribuintes (GIUBLIN; MASCHIO; MORO, 2012). Diante disso, a utilização dos pavimentos de concreto proporciona ainda, a diminuição dos custos do usuário em relação às prováveis patologias (buracos, entre outros) que surgem nos pavimentos flexíveis, tornando o pavimento de concreto ainda mais competitivo (CARVALHO, 2012).

## 2.6 RECICLAGEM DO PAVIMENTO ASFÁLTICO COM ADIÇÃO DE CIMENTO

A reciclagem de pavimentos consiste na reutilização total ou parcial dos materiais do revestimento, base e sub-base do pavimento existente. Esses materiais são misturados no estado em que se encontram após a desagregação, tratados por energia térmica ou aditivados com novos ligantes, com ou sem recomposição

granulométrica (MOMM; DOMINGUES<sup>2</sup>, 1995 apud COSTA; WANDEMYR FILHO, 2010). Existem diversas formas de reciclagem de pavimentos, todavia, a mais empregada no Brasil é a reciclagem com adição de cimento Portland. A reciclagem cujo material ligante é o cimento, normalmente é realizada *in situ* e a frio, ou seja, no próprio local da obra. Essa técnica consiste em triturar mecanicamente parte do pavimento e misturá-lo com cimento Portland previamente espalhado na pista (PAIVA; OLIVEIRA, 2013).

Água e cimento são misturados para formar uma calda, a qual é aplicada por meio de bicos injetores na superfície do pavimento que se deseja recuperar e posteriormente incorporada com os demais materiais desagregados. Para obras de grande extensão é adequado fazer a dosagem uniforme da calda de cimento. Nesse caso, utiliza-se máquinas pulverizadoras (Figura 11) para espalhar a calda sobre o pavimento antes da passagem da máquina recicladora, a fim de evitar o levantamento de nuvens de pó. Já em obras de pequena extensão, pode-se optar pelo espalhamento manual do cimento sobre o pavimento antes da máquina recicladora passar, dispensando a calda cimentícia (CABEÇAS, 2014).

Figura 11 — Pulverização da calda de cimento por meio de bicos injetores.



Fonte: Wirtgen Group Company, 2018.

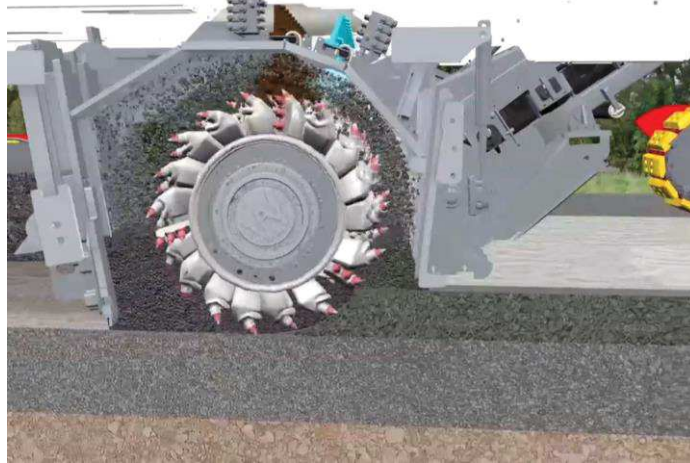
Posteriormente, é feita a fresagem ou desagregação do pavimento (Figura 12) por meio de uma ou mais máquinas fresadoras. Usualmente, é fresada toda a largura da faixa de rodagem em toda a extensão que se desejar recuperar.

---

<sup>2</sup> MOMM, L; DOMINGUES, F. A. A. **Reciclagem de Pavimentos à Frio "in situ", Superficial e Profunda**. Reunião Anual de Pavimentação, 29. ed., Cuiabá, 1995.

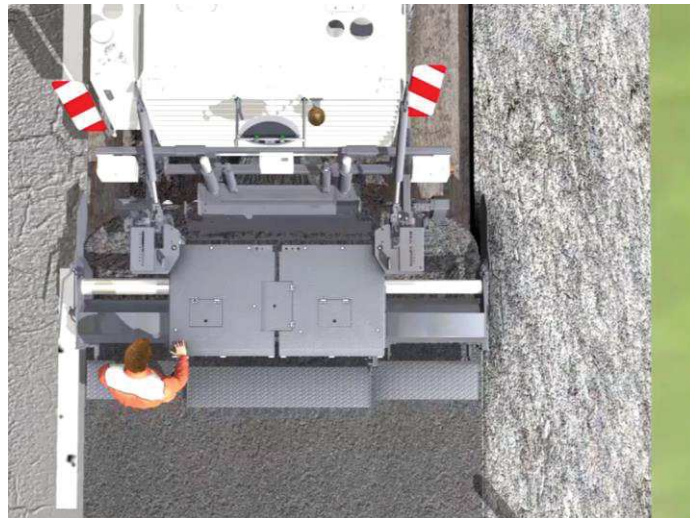
Energeticamente falando, esse tipo de reciclagem é mais econômico, uma vez que a desagregação do material e sua reaplicação (Figura 13) é feita no próprio local de intervenção (CABEÇAS, 2014).

Figura 12 — Trituração do pavimento existente e mistura dos materiais.



Fonte: Wirtgen Group Company, 2018.

Figura 13 — Reaplicação do pavimento reciclado no local de intervenção.



Fonte: Wirtgen Group Company, 2018.

Independentemente do porte da operação, a compactação da camada (Figura 14) é feita por meio dos métodos convencionais utilizando o cilindro liso e o de pneus (CABEÇAS, 2014). Depois da etapa de compactação, o pavimento reciclado torna-se capaz de resistir aos esforços gerados pelo tráfego, apresentando também baixa deformabilidade e grande durabilidade na presença de água e variações de temperatura (PAIVA; OLIVEIRA, 2013). É recomendado quando o pavimento apresenta um estágio avançado de degradação, ou seja, quando a

estrutura do pavimento está comprometida e deteriorada nas camadas de base e sub-base (CABEÇAS, 2014). Todavia, nada impede a execução da reciclagem de pavimentos que ainda estão em condições de uso com o intuito de reabilitar suas características e aprimorar seu comportamento. Os únicos impedimentos da técnica de reciclagem são quando o pavimento apresenta problemas de drenagem ou quando não se dispõe de equipamento adequado para reciclagem (CUNHA, 2010).

Figura 14 — Compactação convencional do pavimento.



Fonte: Wirtgen Group Company, 2018.

## 2.7 AUMENTO DA VIDA ÚTIL COM A TECNOLOGIA DO WHITETOPPING

O *whitetopping* é uma solução com concreto de cimento Portland adotada para reabilitação de pavimentos asfálticos já existentes de qualquer tipo de via. Seu nome faz referência à coloração mais clara do concreto, quando comparado ao asfalto convencional. Essa técnica consiste basicamente na aplicação de uma camada de concreto — geralmente simples — sobre o asfalto antigo (Figura 15). Dessa forma, a camada existente de asfalto atua como sub-base, ou seja, comportando-se como mais uma camada de fundação (CARVALHO, 2012).



Figura 15 — Reabilitação do pavimento da rodovia SP-79 com *whitetopping*.



Fonte: Vias Concretas, 2018.

Considerando a espessura do material, existem três tipos de *whitetopping* que podem ser utilizados em projetos de restauração. São eles o convencional, cuja espessura é maior do que 200 mm, o delgado, com espessura entre 100 e 200 mm e o ultra delgado, que possui espessura entre 50 e 100 mm (SHEEHAN et al. 2004). Já um sistema de *whitetopping* pode ser classificado em dois tipos dependendo da condição de interação com o pavimento asfáltico. Quando houver uma sólida ligação entre eles mantida por técnicas próprias de construção, o *whitetopping* é considerado aderido. Esse tipo é construído para melhorar a capacidade estrutural e eliminar defeitos da superfície, a qual se apresenta estruturalmente em boas condições. Por outro lado, para a reabilitação de pavimentos asfálticos cuja condição estrutural não está adequada, coloca-se uma camada de separação na interface do *whitetopping* e do asfalto de forma a evitar a ligação entre eles, sendo, portanto, chamado de não aderido (HARRINGTON, 2008).

O processo construtivo desse sistema *whitetopping* consiste inicialmente em um preparo da superfície deteriorada do pavimento asfáltico a ser recuperado. Apesar de que os defeitos do pavimento asfálticos não se propagam pela camada de concreto, ainda é preciso reparar as patologias para evitar rugosidades e quebras na placa de concreto (HOSSAIN; SULTANA, 2010). Então, são tapados os buracos com concreto e feita uma fresagem para garantir o nivelamento e a aderência da superfície asfáltica com a camada de concreto. Posteriormente, é feita a dosagem do concreto, utilizando comumente cimentos CP I e CP II com resistência característica à tração na flexão - medida aos 28 dias - da ordem de 4,5 Mpa. O

lançamento e espalhamento do concreto em obras de grande porte podem ser feito por meio de caminhões basculantes e vibroacabadora de formas deslizantes (Figura 16), respectivamente. Já em obras de menor porte utilizam-se caminhões betoneiras e régua metálicas (CARVALHO, 2012). Para se alcançar o desempenho pretendido, é fundamental uma boa prática de cura química, a qual pode ser feita manualmente ou com uso de equipamento mecanizado (Figura 17). Por fim, as juntas devem ser serradas e seladas corretamente para evitar rachaduras (HOSSAIN; SULTANA, 2010).

Figura 16 — Espalhamento do concreto por meio de vibroacabadora de formas deslizantes.



Fonte: Carvalho, 2012.

Figura 17 — Cura química mecanizada do pavimento de concreto.



Fonte: Carvalho, 2012.

Uma das principais vantagens técnicas do *whitetopping* é que, além de aproveitar toda a infraestrutura do pavimento existente, com essa reabilitação o pavimento passa a apresentar durabilidade e vantagens iguais a de um pavimento de concreto novo com elevada expectativa de vida útil e reduzida manutenção.

Ademais, é uma intervenção mais rápida e que gera menos transtornos do que as intervenções tradicionais de restauração (CARVALHO, 2012). Diante disso, o emprego do *whitetopping* apresenta-se como uma excelente técnica de reabilitação de pavimentos asfálticos, tanto que, no Brasil ele já teve sua construção definida pela norma DNIT 068/2004- ES - Pavimento Rígido - Execução de camada superposta de concreto do tipo *whitetopping* por meio mecânico - Especificação de Serviço.

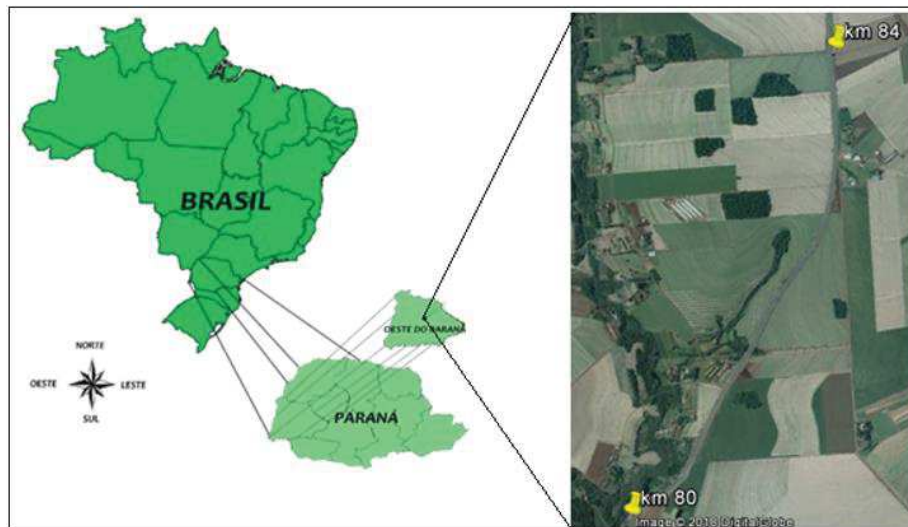
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são descritos os principais métodos e procedimentos que foram utilizados no reconhecimento do local de estudo (trecho entre o km 80 e 84 da BR-467) e para atendimento do objetivo geral da pesquisa.

#### 3.1 LOCAL DE ESTUDO — TRECHO ENTRE O KM 80,0 E 84,0 DA BR- 467

O local de estudo deste trabalho foi o trecho compreendido entre o km 80,0 e km 84,0 da rodovia BR-467 entre os municípios de Cascavel e Toledo, na região oeste do Paraná (Figura 18). Todavia, o foco principal foi o pavimento flexível da terceira faixa adicional no sentido Toledo-Cascavel, ou seja do km 80,0 em direção ao km 84,0.

Figura 18 — Trecho da rodovia BR-467 entre o km 80,0 e o km 84,0.



Fonte: adaptado de Paraná, 2016.

Foi realizada uma visita *in loco* na qual foi feito o mapeamento do trecho de estudo, ou seja, foram obtidas suas coordenadas geográficas georreferenciadas. Outras eventuais visitas também foram necessárias para o acompanhamento da situação do pavimento em termos patológicos. Imagens das patologias e de seus possíveis reparos foram registradas e posteriormente classificadas de acordo com a norma DNIT 005/2003 – Terminologia. Ademais, para efetuar o estudo de tráfego os dados de campo foram levantados mediante observação direta do comportamento do tráfego na área de interesse.

### 3.1.1 Mapeamento do local

Com o intuito de obter as coordenadas geográficas georreferenciadas do local e das patologias foi utilizado um dispositivo portátil com GPS, mais precisamente o modelo GPSMAP 64sc da marca Garmin. Para auxiliar a visualização do local com as devidas coordenadas, as imagens de satélite obtidas por meio do *BirdsEye Satellite Imagery* foram transferidas para o computador por meio *software BaseCamp* para a marcação da posição geográfica das fotos. Utilizou-se também o *software* livre de geoprocessamento Quantum GIS (QGIS), um sistema de informações geográficas (GIS) de plataforma cruzada e código aberto gratuito que permitiu a composição e exportação de um mapa gráfico do local de estudo.

### 3.1.2 Reconhecimento e acompanhamento dos tipos patológicos no pavimento

No dia 30 de março de 2018 (sexta-feira), realizou-se a primeira visita ao trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 com o propósito de reconhecer os tipos patológicos mais severos já existentes no pavimento do segmento em questão. Para tal, além da simples constatação visual, foram registrados fotos e vídeos das patologias, facilitando assim, a identificação dos indícios e características físicas das mesmas. A partir da análise das representações fotográficas e com base na leitura da norma DNIT 005/2003 – Terminologia, foi possível classificar posteriormente as principais patologias encontradas em campo.

Tendo em vista que o trecho de estudo da rodovia se encontrava em pleno funcionamento durante o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário a realização de outras visitas ao local. Deste modo, realizaram-se mais três visitas técnicas de acompanhamento, nos dias 07 de abril de 2018 (sábado), 21 de julho de 2018 (sábado) e 18 de setembro de 2018 (quarta-feira). Essas visitas de campo forneceram um acervo de observações realizadas sequencialmente no decorrer do tempo, isto é, uma espécie de série temporal que possibilitou avaliar e comparar o comportamento e a evolução, tanto das patologias em si, quanto das soluções de reparo convencionais que essas receberam ao longo do tempo.

### 3.1.3 Estudo de tráfego

Antes de iniciar efetivamente a pesquisa de tráfego, foi necessário levantar algumas informações básicas para o planejamento das contagens. Com base em observações, determinou-se de antemão os períodos de pico de tráfego, as características dos veículos de maior porte e local conveniente para instalação do posto de contagem. Também, foi necessário escolher um modelo adequado de ficha de contagem volumétrica para anotar os dados. A ficha adotada foi a mesma proposta pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), uma vez que, ela abrange todos os tipos ou classes de veículos mais comuns observados trafegando pelo trecho de rodovia objeto deste estudo.

De posse de todas as informações preliminares, realizou-se, então, no dia 19 de setembro de 2018 (quarta-feira), a pesquisa de tráfego com a finalidade de entender as possíveis causas do surgimento recorrente de patologias no pavimento da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel. As contagens, feitas mediante observação direta e registro dos fenômenos de tráfego sem interferi-los, ocorreram nos períodos da manhã e da tarde em um dia de semana, abrangendo assim, tanto o “pico da manhã” e o “pico da tarde”, quanto um horário fora do pico.

Nas fichas de contagem presas em uma prancheta, marcaram-se traços de caneta para cada veículo para cada intervalo de tempo adotado, caracterizando assim, uma contagem volumétrica e classificatória manual, visando identificar a quantidade, a composição do fluxo de veículos e o comportamento dos mesmos entre as faixas de rolamento do trecho da rodovia. Além de todas as informações para caracterizar a pesquisa, tais como, posto de contagem, data e horário, também foram registrados todos os fatores que dificultaram os resultados das contagens, como por exemplo, chuva.

### 3.1.4 Escolha da solução mais adequada para o trecho

A escolha da solução de restauração mais adequada para o trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da BR-467 ficou condicionada às informações obtidas nas etapas de reconhecimento das patologias e de estudo de tráfego do mesmo. Estes dados, tais como os tipos patológicos, nível de tráfego e solicitação do pavimento,

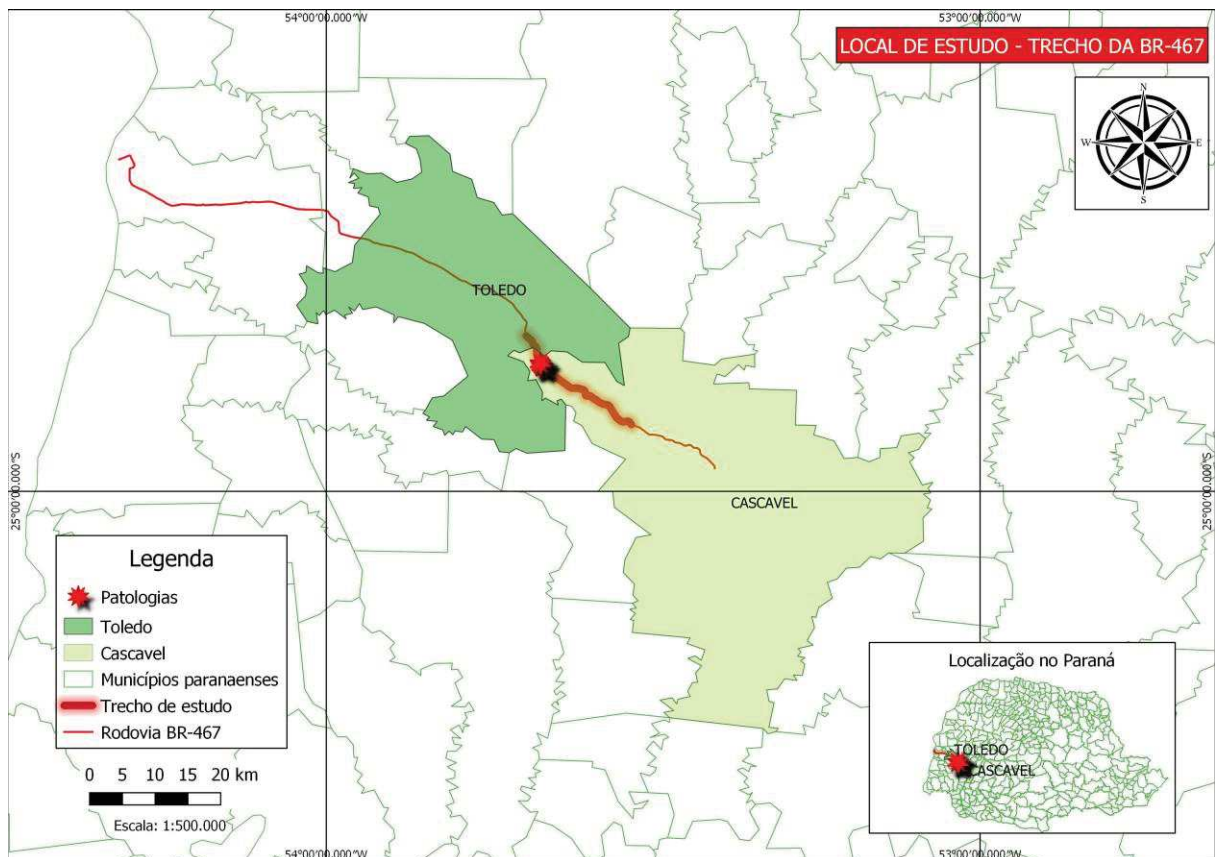
foram comparados com demais rodovias brasileiras que apresentavam condições semelhantes antes de passarem por intervenção de restauração bem-sucedida com tecnologias em concreto de Cimento Portland. Ou seja, propôs-se uma solução que já foi provada viável, eficiente e definitiva para um pavimento com características similares às identificadas no trecho de estudo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 PATOLOGIAS OBSERVADAS

A primeira visita *in loco* contribuiu substancialmente para a obtenção das coordenadas geográficas das patologias e para a identificação do estado geral do pavimento do local de estudo. A Figura 19 mostra a localização das patologias observadas entre o km 80,0 e km 84,0 no trecho sob jurisdição do DNIT (km 71,5 ao km 117,1) da rodovia BR-467.

Figura 19 — Mapa de localização das patologias no segmento da BR-467.



Fonte: Autoria própria, 2018.




Com base na visita, constatou-se que as demais pistas de tráfego ainda apresentavam boas condições de rolamento. Todavia, a condição de circulação da terceira faixa já estava parcialmente comprometida, posto que, o pavimento possuía tanto deteriorações funcionais quanto estruturais distribuídas ao longo de boa parte da sua extensão. Ressalta-se que mesmo numa extensão relativamente curta o pavimento continha inúmeros tipos patológicos diferentes.




O Quadro 1 apresenta as primeiras imagens obtidas por câmera fotográfica (visita do dia 30/03/2018), dos defeitos observados no pavimento da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel, associados às suas respectivas classificações e codificações segundo o Anexo A da normativa 005/2003 do DNIT.

Quadro 1 — Resumo dos tipos patológicos encontrados na primeira visita ao trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467.

Representação fotográfica	Classificação	Codificação
	<p>Afundamento Plástico da Trilha de Roda</p>	<p>ATP</p>
	<p>Panela ou buraco</p>	<p>P</p>

	<p>Escorregamento do revestimento betuminoso</p>	<p>E</p>
	<p>Fendas/ Fissuras</p>	<p>FI</p>
	<p>Defeitos diversos: panela, trincas interligadas do tipo “couro de jacaré”, desgaste e escorregamento</p>	<p>P, JE, D, E</p>

	<p>Remendo mal executado</p>	<p>R</p>
	<p>Panela (destacamento ou “despелamento”)</p>	<p>P</p>

Fonte: Autoria própria, 2018.

O defeito predominantemente observado foi a deformação permanente em trilhas de roda, ou seja, afundamento plástico por mais de 6 (seis) metros de extensão que reflete diretamente problemas estruturais ou de projeto do revestimento asfáltico. Não obstante, o mais grave foi a panela ou buraco, haja vista que essa patologia é a evolução de outras e, por ter atingido as camadas subjacentes, configura-se no estágio mais avançado de deterioração do pavimento (RIBEIRO, 2017).

As demais deformidades encontradas eram do tipo funcional, as quais, impactam negativamente a qualidade de rolamento do pavimento. Dentre elas, pode-se citar:

- a) O escorregamento do revestimento betuminoso, evidenciado pela deformação e aglomeração da massa asfáltica (RIBEIRO, 2017);

- b) As fendas ou fissuras, que traduzem a fadiga dos materiais das camadas do pavimento (RIBEIRO, 2017);
- c) O remendo, que, por sua vez, causa desconforto aos usuários que trafegam pela rodovia, principalmente quando mal executado (BERNUCCI et al., 2006);
- d) Painéis do tipo destacamento ou “despelamento”, devidas à falha na pintura de ligação na camada de revestimento (BERNUCCI et al., 2006).

Além disso, o asfalto apresentava indícios de exsudação, dado seu aspecto brilhoso causado pelo excesso de ligante betuminoso (RIBEIRO, 2017).

Em um curto intervalo de tempo após a primeira visita, notou-se que alguns dos defeitos existentes, em especial os buracos, receberam um tratamento paliativo convencional, isto é, um preenchimento com massa betuminosa. Dessa forma, registraram-se novas fotografias para o acompanhamento da evolução dos reparos realizados, conforme ilustram as Figuras 20 e 21.

Figura 20 — Série histórica de uma panela no pavimento.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Figura 21 — Série histórica de patologias diversas no pavimento.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Notou-se que, passados cerca de 3 (três) meses, os reparos já apresentavam sinais de fragilidade, tais como trincas e afundamentos, os quais se agravaram em aproximadamente 2 (dois) meses. Em outras palavras, dentro de apenas 5 (cinco) meses os reparos realizados já se encontravam deteriorados, não desempenhando mais sua função de conservação da rodovia.

A Figura 22, retirada do recurso *Street View* do Google Maps, mostra que o pavimento da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel, é um problema recorrente, pelo menos desde 2011. Tanto é que, em 2013 o trecho que liga Toledo a Cascavel foi incluso no Lote 7 da 2ª (segunda) etapa do Contrato de Restauração e Manutenção Rodoviária (CREMA) do DNIT e, desde então, vem recebendo serviços rotineiros de restauração do asfalto. Vale ressaltar que na última grande intervenção que o trecho recebeu no início do ano de 2017, foi totalmente removida a camada de revestimento e reexecutada uma nova, a qual, é objeto de estudo deste trabalho.

Figura 22 — Intervenções de reparação frequentes no trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel.




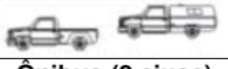









Fonte: Google Maps, 2011.

## 4.2 ESTUDO DE TRÁFEGO

O estudo de tráfego realizado forneceu condições e informações importantes para o entendimento dos fenômenos do trânsito e do surgimento recorrente de patologias no pavimento da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel. No Apêndice A, são apresentadas as fichas de contagem volumétrica e classificatória, que foram utilizadas em campo,

preenchidas com as quantidades e tipos de veículos para cada período e horário observados, enquanto que o Quadro 2, apresenta uma síntese dos dados.

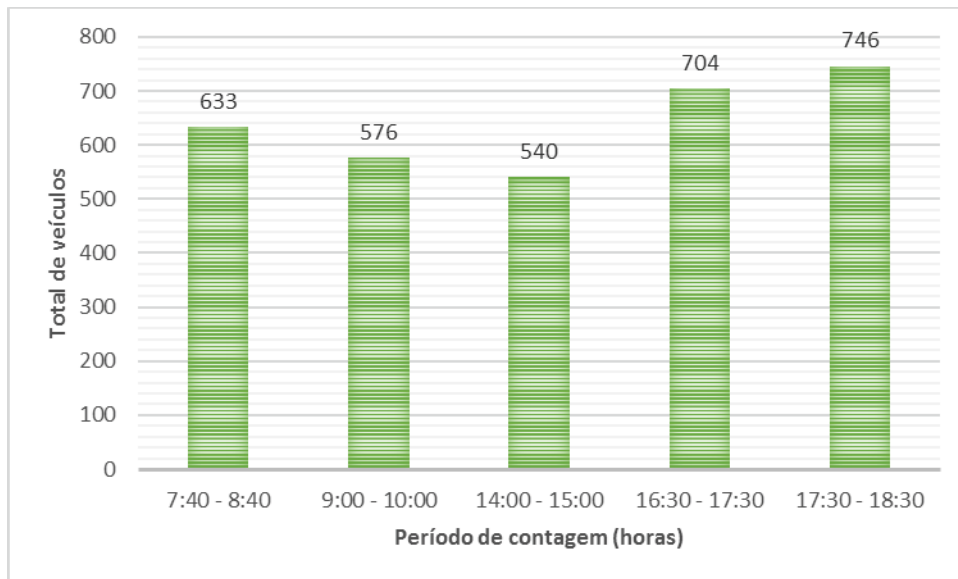
Quadro 2 — Resultados da contagem volumétrica e classificatória.

Tipo de veículo	Turno/Horário				
	Manhã		Tarde		
	07:40 as 8:40	09:00 as 10:00	14:00 as 15:00	16:30 as 17:30	17:30 as 18:30
<b>Carros</b> 	370	257	312	419	472
<b>Camionetas</b> 	64	92	61	71	72
<b>Ônibus (2 eixos)</b> 	2	2	3	1	12
<b>Ônibus (3 eixos)</b> 	0	3	1	0	2
<b>Caminhões</b>					
<b>2 eixos</b> 	17	23	27	38	40
<b>3 eixos</b> 	24	44	32	34	37
<b>4 eixos</b> 	9	14	14	7	6
<b>5 eixos</b> 	4	6	5	3	4
<b>6 eixos</b> 	57	57	48	59	55
<b>&gt; 6 eixos</b> 	73	74	30	55	36
<b>Outros</b>					
	13	4	7	17	10

Fonte: Autoria própria, 2018.

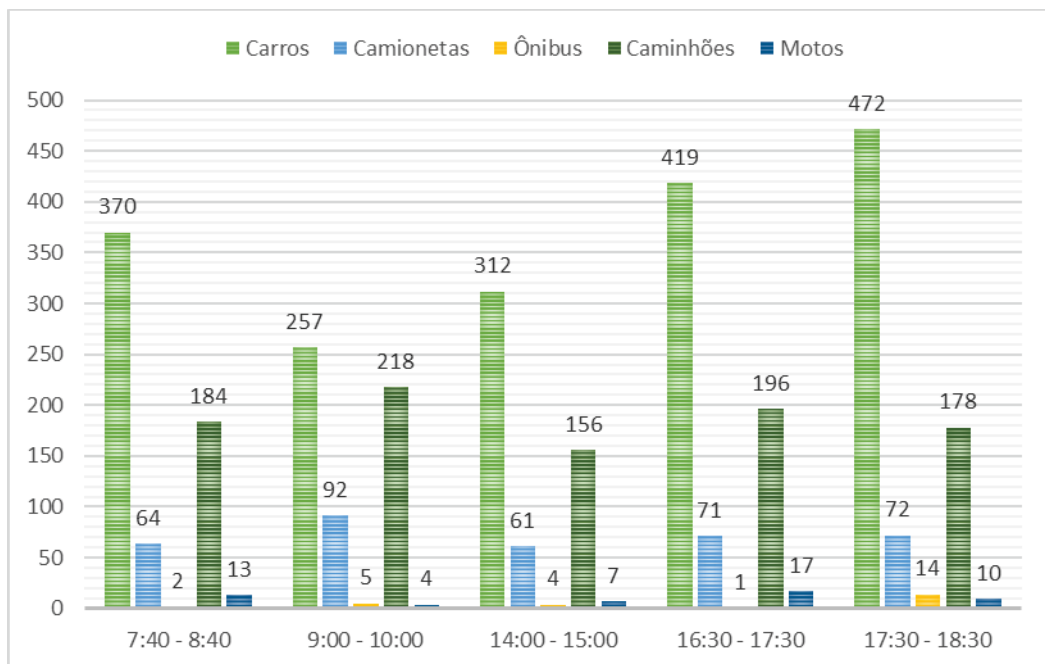
O Gráfico 1 apresenta o volume horário de veículos, ou seja, a quantidade total de veículos, independentemente da classe, pelo intervalo de tempo de 1 (uma) hora ao longo do dia (veículo/hora).

Gráfico 1 — Resumo da pesquisa volumétrica por horário.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Gráfico 2 — Comparativo de quantidade de veículos por horário.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Averiguou-se que há uma predominância de veículos leves (Gráfico 2) sobre as demais categorias de veículos, independentemente do horário, a julgar pela proximidade das cidades de Toledo e Cascavel. Nos horários de pico a quantidade de carros de passeio, camionetas, vans e ônibus aumenta consideravelmente, o que caracteriza bem o movimento pendular realizado por trabalhadores e estudantes

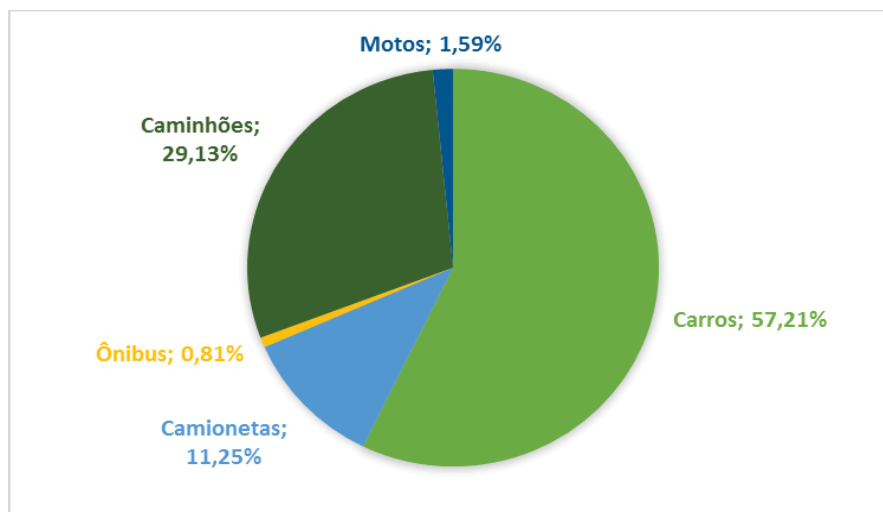


diariamente que moram em uma cidade e desempenham suas atividades correspondentes em outra.

Entretanto, como se observa no Gráfico 2, o número de veículos pesados (caminhões), é também bastante expressivo, dado que a BR-467 faz parte da logística de transporte do oeste paranaense, e, as microrregiões de Toledo e Cascavel são destaques no cenário econômico estadual e nacional pela criação e abate de suínos, indústria de tilápias, produção agrícola, fabricação de carrocerias para ônibus, medicamentos para humanos e de uso veterinário e fabricação e comércio de laticínios. É importante destacar que para a determinação do número equivalente de aplicações do Eixo Padrão “N” durante a etapa de dimensionamento de pavimentos os veículos comerciais são os mais relevantes, dado que os carros de passeio apresentam fatores de veículo muito baixos em comparação com o dos caminhões (BRASIL, 2006b).

O Gráfico 3 mostra a composição do tráfego observada no trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel. Salienta-se que, existem inúmeras combinações entre caminhões, eixos, reboques e semirreboques, as quais variam de acordo com a distribuição dos limites legais de peso das cargas. Dessa forma, para facilitação da contagem, fez-se a classificação dos caminhões apenas pelo número de eixos e, para a melhor visualização da composição do tráfego, optou-se por enquadrar todos os caminhões em uma mesma categoria. Todas as variações de veículos de carga que são fabricados no Brasil podem ser consultadas no Quadro de Fabricantes de Veículos (2008) do DNIT.

Gráfico 3 — Composição do tráfego no trecho.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Quanto ao comportamento dos veículos, a pesquisa de tráfego permitiu constatar que os caminhões carregados desenvolviam baixas velocidades ao trafegar na terceira faixa adicional, uma vez que o trecho de estudo é um aclive, e por isso, até mesmo caminhões sensivelmente mais rápidos se obrigavam a ultrapassá-los pelas outras faixas à esquerda. Ainda, observou-se que nos períodos em que o trânsito se encontrava mais livre, os caminhões optavam por trafegar nas pistas da esquerda. Notou-se que os veículos menores também utilizavam a terceira faixa, seja para acessar a estrada rural Celeste Vivian, cuja entrada era ao lado do local escolhido para servir de posto de contagem (Figura 23), ou para acessar o posto de combustível alguns metros à frente.

Figura 23 — Posto de contagem adotado para realização da pesquisa de tráfego.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Diante do observado, ficou evidente que o pavimento do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel está sujeito às ações intensas e repetitivas da carga de tráfego ao longo do tempo. Essas ações, somadas às ações do meio ambiente, tais como a chuva que contribui com o intemperismo, podem acelerar o processo de degradação do pavimento.

### 4.3 ESTUDO DE CASO: SOLUÇÃO PROPOSTA PARA O TRECHO EM ESTUDO

Tal como na rodovia BR-467, pela rodovia BR-163 na Serra de São Vicente, próximo a Cuiabá no Mato Grosso, acontece o escoamento da produção de grãos, como milho e soja, até os principais portos do país e, portanto, é grande o fluxo de caminhões pesados trafegando pelo pavimento (BRANCO et al., 2010). Em meados do ano de 2011, foi necessário recuperar uma extensão de 27,5 km do pavimento do trecho que liga Cuiabá a Rondonópolis, pois com menos de cinco anos de uso o pavimento flexível de asfalto convencional já não estava mais sendo capaz de suportar os esforços gerados pelas cargas pesadas dos veículos. A solução adotada para o trecho foi o emprego da tecnologia em concreto *whitetopping* com 24 centímetros de espessura, a qual, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), configurou-se na melhor alternativa, uma vez que as demais soluções convencionais apresentavam problemas em pouco tempo (ABCP, 2010).

Outro exemplo de rodovia cujo pavimento asfáltico recebeu intervenção de reparo com técnicas alternativas às convencionais é a rodovia SC-303. No trecho entre Joaçaba e Capinzal em Santa Catarina empregou-se a reciclagem com a adição de cimento em aproximadamente 30 km. O trecho em questão apresentava comprometimento estrutural do revestimento, camada de base com bombeamento de finos e acostamento com desnivelamento excessivo e processos erosivos acentuados. O trabalho de Trichês e Dos Santos apresentado em 2011 no 7º Congresso Brasileiro de Rodovias e Concessões teve por objetivo avaliar o desempenho deste trecho após três anos da liberação do tráfego. De acordo com os autores, constatou-se que a grande maioria das patologias que surgiram depois da reciclagem estavam associadas a problemas de dosagem e de instabilidade do talude de aterro e não relacionadas a problemas do desempenho da técnica de reciclagem propriamente dita. Ainda, a reciclagem promoveu uma diminuição na deflexão do pavimento e uma homogeneização da capacidade estrutural, garantindo também uma economia de 2,5% em relação a uma solução de reparo convencional havia sido proposta (TRICHÊS; DOS SANTOS, 2011).

Já a rodovia BR-290, mais conhecida como *Freeway*, configura-se numa das principais rodovias do Rio Grande do Sul, apresentando tráfego intenso e sendo a rota principal de logística de produtos oriundos da Argentina. Essa rodovia foi objeto de estudo do trabalho apresentado por Giublin e Machio na 5ª Jornada Luso-

Brasileira de Pavimentos: Políticas e Tecnologias, no ano de 2006. A rodovia foi inaugurada em 1973 e em apenas quatro anos já apresentava trechos com necessidade de recuperação estrutural. Em 1997, propôs-se uma intervenção de reparo por meio da reciclagem *in situ* do revestimento do pavimento asfáltico e parte da base granular com incorporação de cimento *Portland*. Entretanto, segundo os autores, a solução executada não foi totalmente satisfatória, uma vez que se observou o aparecimento de fissuras e bombeamento de finos. Dessa forma, optou-se pela execução do *whitetopping* no ano de 2000, o qual, provou-se no trabalho de Giublin e Maschio, ser a solução ideal para o trecho, já que passados cinco anos da sua execução, o comportamento estrutural e a serventia do pavimento mostraram-se plenamente satisfatórios, sem defeitos significativos nas placas de concreto e, também, sem o registro de ocorrência de derrapagem por aquaplanagem de veículos (GIUBLIN; MASCHIO, 2006).

Baseado nos estudos de caso acima supracitados e nas semelhanças apresentadas pelas rodovias, verifica-se que a solução em concreto *whitetopping* seja a melhor escolha para resolver as várias intervenções que o trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel vem sofrendo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste Trabalho de Conclusão de Curso foi de analisar o trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel, em especial a terceira faixa, e propor uma solução de restauração em concreto de cimento Portland aplicável ao atual pavimento asfáltico. Isso foi motivado pelo fato de que o surgimento de patologias e as intervenções convencionais de reparo serem bastante recorrentes, pelo menos ao longo dos últimos cinco anos.

A partir das visitas técnicas de campo realizadas foi possível constatar a real necessidade de reabilitação do trecho, uma vez que foram observados diversos pontos de deteriorações, tanto funcionais no revestimento asfáltico quanto estruturais no pavimento. As patologias foram facilmente identificadas a olho nu e classificadas com base norma DNIT 005/2003-TER. Vale lembrar que no trecho em questão foram observados quase todos os possíveis tipos de defeitos listados na normativa do DNIT.

A pesquisa de tráfego realizada permitiu associar o surgimento e a evolução dessas patologias ao tráfego intenso e repetitivo, já que por meio dela averiguou-se um volume elevado de tráfego de veículos, tanto de veículos leves quanto de veículos de cargas pesadas. Além disso, inferiu-se que os efeitos climáticos da região oeste do paraná podem exercer alguma influência no processo de degradação das patologias, especialmente porque as precipitações pluviométricas são grandes o ano inteiro.

Com base em todos os dados obtidos neste trabalho e respaldado na revisão bibliográfica acerca das técnicas de restauração e de estudos de casos de rodovias brasileiras que passaram por intervenção bem sucedida com tecnologias de concreto de cimento Portland, concluiu-se que a melhor alternativa para recuperação da qualidade do pavimento da terceira faixa do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 no sentido Toledo-Cascavel é o sistema *whitetopping*. Isso porque, além de possuir todas as vantagens do pavimento rígido abordadas ao longo deste trabalho, essa técnica aproveita toda a infraestrutura do pavimento existente e amplia sua vida útil e capacidade de carga sendo, portanto, ideal para rodovias com tráfego intenso de veículos.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para a continuidade dessa pesquisa propõe-se:

- Acompanhar e avaliar desempenho do pavimento de concreto da rodovia BR-163 entre as cidades de Cascavel e o Distrito de Marmelândia, trecho executado recentemente e que é relativamente próximo ao do estudado nesse trabalho;
- Classificar a condição da superfície do pavimento flexível do trecho entre o km 80,0 e o km 84,0 da rodovia BR-467 por meio do método de Índice de Gravidade Global (IGG), descrito na norma DNIT 006/2003 – PRO.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Rodovia Serra de São Vicente é inaugurada no MT**. São Paulo, 2010. Disponível em <<https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/rodovia-serra-de-sao-vicente-e-inaugurada-no-mt/>>. Acesso em: 05 out. 2018.

BENEDETTI, L. Z; FERREIRA, F.F; ROSSO, L. T; MARTINS, I. S.; FONTANA T. B. Pavimento Rígido x Pavimento Flexível. In Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 5, n. 2, 2013. **Anais...** Rio Grande do Sul. UNIPAMPA, 2013. Disponível em <<http://seer.unipampa.edu.br/index.php/siepe/article/view/7208/0>> Acesso em: 09 abr. 2018.

BERNUCCI, L. B; MOTA, L. M. G; CERATTI, J. A. P; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro, Brasil, 2006, 475 p.

BRANCO, J. E. et al. Desafios Para O Desenvolvimento Da Multimodalidade No Transporte Das Safras Agrícolas Pelo Corredor Centro-Oeste Sob A Ótica Dos Agentes Envolvidos. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, Mato Grosso, v. 1, n. 23, p.134-161, 2010. Semestral.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias **Manual de Pavimentação**. 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006a. 274p. (IPR. Publ., 719).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Estudos de Tráfego**. - Rio de Janeiro, 2006b. 384 p. (IPR. Publ., 723).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos** - 2.ed.- Rio de Janeiro, 2005. 310 p. (IPR. Publ., 720).

CABEÇAS, H. J. H. Z. **Reciclagem de Pavimentos na Engenharia Rodoviária**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora, Évora, 2014.

CARVALHO, M. D. Pavimento de Concreto: reduzindo o custo social. In **Vias Concretas Pavimentação com Sustentabilidade**. São Paulo, 2007. Disponível em <[http://viasconcretas.com.br/wp-content/uploads/2013/02/2007\\_Artigo\\_Pavimento-de-concreto\\_Reduzindo-o-custo-social.pdf](http://viasconcretas.com.br/wp-content/uploads/2013/02/2007_Artigo_Pavimento-de-concreto_Reduzindo-o-custo-social.pdf)> Acesso em: 16 abr. 2018.

CARVALHO, M. D. Vantagens e benefícios do whitetopping e do inlay na reabilitação de pavimentos. In **Vias Concretas Pavimentação com Sustentabilidade**. São Paulo, 2012. Disponível em <

<http://viasconcretas.com.br/biblioteca/artigos/vantagens-e-beneficios-do-whitetopping-e-do-inlay-na-reabilitacao-de-pavimentos/>> Acesso em: 16 abr. 2018.

CHATTI, K; SALAMA H; MOHTAR, C. **Effect of Heavy Trucks with Large Axle Groups on Asphalt Pavement Damage**. In: International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions, Loads, Roads and the Information Highway. Johannesburg, South Africa: Document Transformation Technologies, 8, 2004. 10 p.

COSTA, C; WANDEMYR FILHO. O Uso de Reciclagem de Pavimentos, como Alternativa para o Desenvolvimento Sustentável em Obras Rodoviárias no Brasil. **Revista Traços**, Belém, Pará, v. 12, n. 26, p.39-58, dez. 2010. Anual.

CUNHA, C.M. **Reciclagem de Pavimentos Rodoviários Flexíveis Diferentes Tipos de Reciclagem**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal, 2010.

DEMARCHI, S. H. **Influência dos Veículos Pesados na Capacidade e Nível de Serviço de Rodovias de Pista Dupla**. 2000, 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Transportes), Departamento de Transportes, Universidade de São Paulo, São Carlos. SP. 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003-TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 061/2004-TER**: DNIT061/2004-TER: Pavimento rígido – Defeitos – Terminologia. Rio de Janeiro: IPR, 2004a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 068/2004 – ES**: Pavimento rígido – Execução de camada superposta de concreto do tipo whitetopping por meio mecânico — Especificação de Serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2004b.

FERNANDES JR. J.L.; BARBOSA, R.E. **Estimativa das Cargas Dinâmicas dos Veículos Rodoviários que Atuam Sobre os Pavimentos e Pontes**. Transportes, São Paulo, v. 8, n. 2, p.32-50, 2000.

GIUBLIN, C.R; MASCHIO, A; MORO, C. B. Avaliação do Pavimento de Concreto em Diversas Ruas de Curitiba. **Concreto & Construções**, São Paulo, v. 67, Ano XL, p.60-66, set. 2012. ISSN 1809-7197

GIUBLIN, C. R; MASCHIO, A; SANTOS, E. C; DZIEDRICKI, P.T. Pavimento de Concreto do Túnel do Morro Agudo na BR 101/S. **Concreto & Construções**, São Paulo, v. 67, Ano XL, p.40-46, set. 2012. ISSN 1809-7197



GIUBLIN, C.R; MASCHIO, A. BR 290 - Reabilitação estrutural com pavimento de concreto - Whitetopping. In: **V Jornadas Luso-Brasileiras de pavimentos: Políticas e tecnologias**, 2006, Recife / PE. Anais da V Jornadas Luso-Brasileiras de pavimentos, 2006.

HOSSAIN, M.; SULTANA, S. **Extending Asphalt Pavement Life Using Thin Whitetopping**. Lincoln, Nebraska: MATC-KSU, 2010. 83 p. (Final Reports & Technical Briefs from Mid-America Transportation Center.56)

HUGHES, L. O; FIGUEIREDO, V. L; CRUZ, Z. V. **Aplicação de Whitetopping Tradicional para Recuperação de Rodovias**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Vol. 15. pp 05-20., janeiro de 2017. ISSN: 2448-0959

MAIA, I.M.C. **Caraterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários**. 2012, 97 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil — Especialização em Vias de Comunicação) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

MINHOTO, M. **Consideração da Temperatura no Comportamento à Reflexão de Fendas dos Reforços de Pavimentos Rodoviários Flexíveis**.2005.367p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia - Universidade do Minho, Braga, 2005.

MOURA, E. **Estudo de Deformação Permanente em Trilha de Roda de Misturas Asfálticas em Pista e em Laboratório**. 2010. 299 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Transportes, Departamento de Engenharia de Transportes, Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OKAMOTO, P; PACKARD, R.G. Effect of High Tire Pressures on Concrete Pavement Performance. In: 4th International Conference on Concrete Pavement Design, **Proceedings...** Purdue University, April 18-20, 1989, pp. 331-357

PACKARD, R.G. (1994) **Pavement Costs and Quality**, Concrete International, Farmington Hills, MI: American Concrete Institute. August 1994, Vol. 16, No. 8, pp. 36–38.

PAIVA, C. E. L; OLIVEIRA, P. C. A análise das Propriedades da Base de Solo Cimento Deteriorada para Fins de Reciclagem Profunda de Pavimentos. In: Congresso Rodoviário Português, 7., 2013, Lisboa. **Anais...** Lisboa: CRP, 2013.

PARANÁ. Leandro de Araújo Crestani. Secretaria Municipal da Educação de Toledo (Org.). **Conhecendo Toledo, O Nosso Município**. 3. ed. Toledo: Secretaria de Comunicação da Prefeitura de Toledo, 2016. 179 p.

PICADO-SANTOS, L; PEREIRA, P; BRANCO, F. **Pavimentos Rodoviários**. Edições Almedina, Coimbra. 2006. 388p.

RIBEIRO, T. P. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, jul. de 2017. ISSN:2448-0959

SANTANA, H. **Manual de Pré-Misturados a Frio**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Petróleo, 1992. 298p.

SHEEHAN, M. J; TARR S. M., TAYABJI, S. **Instrumentation and Field Testing of Thin Whitetopping Pavement in Colorado and Revision of the Existing Colorado Thin Whitetopping Procedure**. Denver, Colorado: Colorado Department of Transportation Research Branch.2004.90p. (II Report No. CDOT-DTD-R-2004-12)

SMITH, T; JOLLY, R. **Concrete Pavement a Sustainable Choice**, Proceedings of the 8th International Conference on Concrete Pavements, Colorado Springs, CO: International Society for Concrete Pavements.2005. pp. 585–606.

SUZUKI, C.Y; SANTOS, C.R.G; LOPES, F.M. Pavimento de Concreto: Uma Escolha Inteligente e Sustentável – Análise Técnica e Econômica. **Concreto & Construções**, São Paulo, v. 67, Ano XL, p.33-37, set. 2012. ISSN 1809-7197

TRICHÊS, G.; SANTOS, A. dos. **Avaliação do desempenho da reciclagem do pavimento da rodovia SC 303**. In: 7º CONGRESSO BRASILEIRO DE RODOVIAS E CONCESSÕES, Foz do Iguaçu: Brasvias, 2011. 15 p.

VIAS CONCRETAS. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Concreto sobre pavimento asfáltico**. Disponível em: <<http://viasconcretas.com.br/tecnologia/whitetopping/>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

WIRTGEN GROUP COMPANY. **The Operating Principle of Cold Recycler**. Germany. 2018. Disponível em: <[https://www.wirtgen.de/en/technologies/cold-recycling/operating-principle-cold-recycler/funktionsprinzip\\_15.php](https://www.wirtgen.de/en/technologies/cold-recycling/operating-principle-cold-recycler/funktionsprinzip_15.php)>. Acesso em: 13 abr. 2018.

YODER, E.J.; WITCZAK, M. W. **Principles of Pavement Design**. 2 ed. United States: John Wiley & Sons, 1975. 711 p.

APÊNDICE A – Fichas de contagem volumétrica e classificatória

ESTADO: **PARANÁ** RODOVIA: **B/R/4167** CDD PNV: \_\_\_\_\_

POSTO: **GRANVIT ALIMENTOS** LOCAL DA CONTAGEM: **KM 83,30**

TRECHO: **A** **KM 800** **Toledo** → **Cacanel** **KM 84,0** **B**

DATA DA CONTAGEM: **19/09/15** HORA INÍCIO: **07:40** HORA TÉRMINO: **10:00**

SENTIDO:  A → B  B → A

PERÍODO (hs)	VEÍCULOS LEVES			ÔNIBUS			CAMINHÕES						OUTROS	TOTAL								
	Autos	Camionetas		2C	3C		2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3			3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	+8 ects.	
7:40	225	064	02	17	24	1	09	04	1	57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	1465	
8:40	145																				23	1415
9:00	225	092	02	03	23	44	14	06	1	57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	50	520	
10:00	032																				24	156

8:16 → a chover **Chuva** 8:30 → forte **Chuva** 8:35 → granizo **Chuva**

OBSERVAÇÕES

Contador: **Luis Gustavo Valentini Ruzanelo**

ESTADO PARANÁ RODOVIA BR 146/7 COD. FINE                      TRECHO 800 Toledo → Cascavel KM 840 B

POSTO GRANIT ALIMENTOS LOCAL DA CONTAGEM MARCO QUILOMÉTRICO KM 8390 DATA DA CONTAGEM 19/09/18 HORA INÍCIO 14:00 HORA TÉRMINO 15:00 SENTIDO A X B

PERÍODO (hs)	VEÍCULOS LEVES							ÔNIBUS				CAMINHÕES									OUTROS	TOTAL
	Autos		Camionetas		2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	+8 eixos			
14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0 57		0 61		0 3	0 1	27	32			14	04	01	48					30	07	87		

Chuvisco  
OBSERVAÇÕES

Luis Gustavo Valentini Buzanelo  
CONTADOR

ESTADO: **PARANÁ** RODOVIA: **BR/416/7** CDD: PMV

POSTO: **GRANVITA ALIMENTOS** LOCAL DA CONTRATAÇÃO: **MARKO QUILÔMETRICO** KM: **18,320**

TRECHO: **A** KM **80,0** Toledo → Cascael KM **84,0** **B**

DATA DA CONTRATAÇÃO: **19/09/18** HORA INÍCIO: **16:30** HORA TÉRMINO: **18:30**

SENTIDO:  A → B  B → A

PERÍODO (hs)	VEÍCULOS LEVES			ÔNIBUS			CAMINHÕES										OUTROS	TOTAL			
	Autos	Camionetes		2C	3C		2C	3C	4C	281	282	283	382	383	202	203			302	303	1-8 extra
16:30	225	071	01				38	34			07	02	01	59					50	47	150,5
17:30	194																		05		19,9
17:30	225	072	12	02		40	37			06	07	02	55					36	104	199,1	
18:30	225	072																			124,7

16:30 - Chegada até 16:55 - 17:50 - Fluxo - **Armenbou**

OBSERVAÇÕES

**Luis Gustavo Valentini Buzanelo**  
CONTADOR