



ESTUDO DE CASO: MAPEAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO TRECHO PAVIMENTADO DA PR-574

BERNARDI, Bruno Pientosa ¹

ALMEIDA, Maycon André de²

RESUMO: Voltada à agricultura, a região oeste do Paraná, é responsável por um alto escoamento agrícola no Brasil. Levando isso em consideração a rodovia denominada Padre Luiz Luise apresenta um fluxo dominante de caminhões que transportam grãos, insumos avícolas e de suinocultura, devido ao fato da presença de uma grande cooperativa presente no Município de Cafelândia. Este estudo teve como objetivo realizar um levantamento das manifestações patológicas de pavimentos situadas na PR-574, uma rodovia estadual, que liga o município de Cafelândia até a BR-369. Com o intenso tráfego de caminhões, a durabilidade da pavimentação acaba diminuindo, o que faz aparecer manifestações patológicas no pavimento. Como objetivo geral, este trabalho aponta e analisa as principais manifestações patológicas existentes nesta rodovia, se utilizando de um levantamento visual, apresentado pela norma DNIT 008/2003 – PRO. Foi mapeado e contabilizado todos os defeitos gerados na pavimentação, como afundamentos, trincas, remendos, ondulações e panelas. A rodovia apresentou grandes faixas com afundamentos e desgaste, mostrando que possivelmente o principal fator para o surgimento das manifestações patológicas é devido há grande quantidade de caminhões que ali trafegam acima do peso permitido e também devido a vários anos de uso sem a devida manutenção, exibindo então a necessidade de manutenção e restauração de alguns trechos da pista.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, Pavimento Flexível, Mapeamento.

¹ Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR, brunobernardi98@hotmail.com;

² Docente, Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento, professor no curso superior de Engenharia Civil do Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.

1. INTRODUÇÃO

O transporte terrestre de pessoas é o principal modal utilizado no Brasil atualmente, independentemente de ter algumas vantagens como dar acesso rápido a várias localizações e ter baixo custo de implantação, traz junto uma série de desvantagens, como a grande quantidade de acidentes com vítimas fatais, alto custo de manutenção, altos índices de poluição, entre outros, que interferem diretamente e indiretamente na rotina daqueles que utilizam as rodovias diariamente (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014).

O principal objetivo da pavimentação é proporcionar segurança, conforto ao usuário, e garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e em qualquer condição climática, no entanto, podem surgir defeitos na superfície do pavimento que são danos ou deterioração do pavimento, esses defeitos podem aparecer precocemente, devido a erros de projeto e inadequações, a médio e longo prazo, devido a utilização pelo tráfego ou intempéries (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Com a privatização de alguns trechos, pelo regime da concessão que se deu início em 1996, é possível observar que as rodovias apresentaram uma qualidade superior na pavimentação, sinalização e conservação em relação as não concessionadas, mostrando, que no Brasil há tecnologia que proporcione pistas mais duráveis (BERNUCCI *et al.*, 2008).

A agricultura paranaense é responsável por cerca de 25% da produção de grãos do Brasil (PORTAL ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1990), e além do comércio de grãos o Paraná tem aumentado também a sua participação na produção industrial, tais como as cooperativas de produção de carne. Ao levar isso em consideração, a PR-574 apresenta um fluxo dominante de caminhões que transportam grãos, insumos avícolas e de suinocultura, devido ao fato da presença de uma grande cooperativa presente no Município de Cafelândia, além disso, existe também um fluxo moderado de carros que ligam o Município até a BR-369.

Ao trafegar sobre o seu percurso que contém aproximadamente 15 km de extensão, é possível observar que o mesmo apresenta várias manifestações patológicas, que acabam prejudicando a trafegabilidade da pista. Pretende-se então com esse trabalho detectar os principais defeitos presentes no pavimento flexível em questão, apontando as principais causas e realizando um mapeamento para facilitar a restauração da pista futuramente.

Conforme exposto anteriormente, a pergunta de pesquisa desse trabalho seria: Quais são as principais manifestações patológicas presentes no pavimento e quais seriam as prováveis causas destes problemas?

Essa análise está limitada a mapear as disfunções presentes na rodovia PR-574, denominada Padre Luiz Luise, com um trecho de 15 km de comprimento.

Com isso, para que a pesquisa possa ser efetuada com êxito os seguintes objetivos específicos deverão ser atingidos:

- Realizar um mapeamento e cadastramento das manifestações patológicas do trecho estudado;
- Identificar a causa das principais manifestações patológicas;
- Propor correções e adequações para corrigir os problemas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

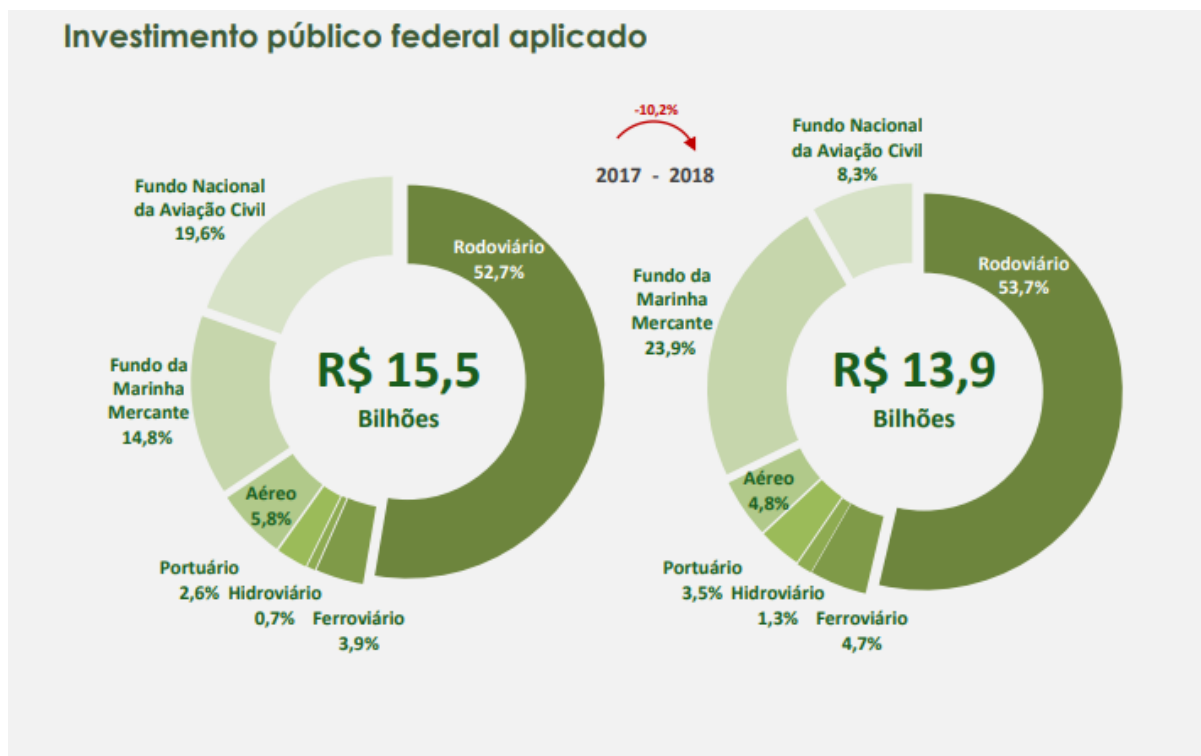
2.1 Pavimentação no Brasil

A Confederação Nacional do Transporte – CNT têm apontado que a grande maioria dos pavimentos do Brasil apresentam baixo conforto ao rolamento, sendo que muitos desses trechos são concessionados da malha federal. Pressupõe-se que seriam necessários cerca de R\$ 10 bilhões para recuperação deste trecho viário. Nas últimas décadas, as aplicações de dinheiro em infraestruturas rodoviárias se encontram bem inferior as necessidades do país, havendo uma crescente insatisfação do setor produtivo com esse nível de investimento (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Segundo o Anuário estatístico de Transportes (2018), a infraestrutura existente em operação da malha rodoviária apresenta 63,5 mil km de rodovias, sendo que 10,3 mil km são de rodovias não pavimentadas, não incluindo nesse número rodovias concedidas, estaduais coincidentes, trechos delegados e conveniados. Já os trechos de rodovias federais apresentam 9,7 mil Km de extensão, apresentado um total de 73,2 mil km de rodovias no Brasil.

De acordo com os dados fornecidos pelo AET, é possível observar que do ano de 2010 até o ano de 2018 a frota brasileira de veículos teve um crescimento muito elevado, com um aumento no número de automóveis de 43,6 milhões de veículos em 2010 para 66,6 milhões de veículos em 2018, com um crescimento de 52,75% da frota em apenas 8 anos. É possível observar também um pequeno aumento nos investimentos em malhas rodoviárias, mas uma queda nos outros setores de transporte como mostra a Figura 1. (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE TRANSPORTES, 2018).

Figura 1: Investimentos públicos federais em transportes



Fonte: Anuário Estatístico de Transportes (2018)

2.2 Pavimento

Os pavimentos são estruturas de inúmeras camadas de espessuras finitas, construídas sobre uma superfície que passou por terraplenagem, com o intuito técnico e econômico de resistir aos esforços provenientes do clima e do tráfego de veículos, e a conceder aos usuários da pista condições para ter conforto, segurança e economia (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Existem diversas maneiras de classificação dos pavimentos, devido as grandes alternativas estruturais existentes. De forma geral, é possível classificar os pavimentos em Rígidos e Flexíveis (DNIT, 2010).

Os pavimentos asfálticos são aqueles em que o envoltório é constituído por uma mistura basicamente de ligantes asfálticos e agregados. É formado basicamente por quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub-base, reforço do subleito e regularização do subleito. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, pode-se ter ausência de algumas camadas ou ainda caso necessário sejam feitas camadas sobressalentes (BERNUCCI *et al.*, 2008).

pavimento, entretanto a base é indispensável, na medida que, é ela que suporta a maior parte dos esforços gerados pelo movimento de veículos (SENÇO, 2007).

Já a sub-base é a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for conveniente construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Com exceção dos pavimentos de estrutura invertida o material constituinte da sub-base deverá ter qualidades tecnológicas superiores às do material de reforço que, por sua vez, o material da base deverá ser de melhor característica que o material da sub-base (SENÇO, 2007).

Na sub-base de maneira geral, os materiais utilizados devem apresentar-se resistentes, pouco deformáveis e com permeabilidade compatível com sua atribuição na estrutura. Os materiais são essencialmente compostos por agregados, solos e, eventualmente, aditivos como cimento, cal, emulsão asfáltica, entre outros (BERNUCCI *et al.*, 2008).

De acordo com Senço (2007), o reforço do subleito é uma camada construída, se necessário, acima da regularização, com características tecnológicas melhores às da regularização e inferiores às da camada imediatamente superior, ou seja, a sub-base. Devido ao nome, essa camada é por vezes confundida com a fundação. Entretanto, essa associação é puramente formal, pois o reforço do subleito é parte integrante do pavimento e tem funções de complementar a sub-base que, por sua vez, tem funções de complemento da base. Assim, o reforço do subleito também tem função de resistir e distribuir esforços verticais, não tendo as características de absorver absolutamente esses esforços, que é característica específica da base.

Por fim a regularização do subleito é a camada de espessura desnivelada, construída sobre o subleito e designada a acomodá-lo, deve ser executada sempre que possível em aterro, se livrando que sejam executados cortes difíceis no material já compactado pelo tráfego que já poderia existir na localização, e evitar que seja substituída uma camada já compactada naturalmente por uma camada a ser compactada, podendo assim não atingir o grau de compactação que já existia (SENÇO, 2007).

2.4 Defeitos de superfície

Os defeitos de superfície são os danos ou deteriorações da superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser distinguidos a olho nu. Essas deficiências de superfície podem aparecer de antemão (devido a erros humanos) ou a médio ou longo prazo (devido ao desgaste pelo tráfego ou a exposição ao clima). Entre os erros ou inadequações que ajudam com a

diminuição da vida útil de uma superfície asfáltica, destacam-se os seguintes aspectos, agindo de forma conjunta ou separadamente: erros de projeto; erros na escolha de materiais, na dosagem ou na produção; erros construtivos; erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção, e até falta de pessoal qualificado (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os defeitos são descritos e classificados de acordo com as terminologias mencionadas na norma DNIT 005/2003-TER, que tem como objetivo padronizar e estabelecer termos técnicos para defeitos que são encontrados frequentemente em pavimentos flexíveis e semirrígidos. A norma então classifica os defeitos em 8 categorias: Afundamento, escorregamento da massa, panela ou buraco, remendo, exsudação, desgaste, trincas e ondulação ou corrugação.

Afundamento é a deformação permanente descrita como uma depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de soerguimento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico que é um afundamento ocasionado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, contendo também apresentação de solevamento, conforme mostra a Figura 03. E também pode ocorrer pela forma de afundamento de consolidação que é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento (DNIT 005/2003 - TER).

Já o escorregamento da massa (Figura 3), é um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, este ocorre por fluência decorrente de excesso de ligante; em geral junto às depressões localizadas, às trilhas de roda e às bordas de pavimentos (DNIT 005/2003 - TER).

As panelas ou buracos, apresentadas na Figura 03, são cavidades que se formam no revestimento por inúmeras causas (até mesmo por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das mesmas) podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. Pode ocorrer onde havia trincas interligadas e com a ação do tráfego e intempéries houve remoção do revestimento ou até mesmo parte da base, falha construtivas falta de compactação, quando camadas de solo apresentam alto grau de umidade, desagregação por erros na dosagem, entre outros (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os remendos (Figura 3), são panelas preenchidas com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada “tapa-buraco”. Pode ser superficial (RS) quando for necessária apenas a aplicação do material betuminoso, corrigindo apenas o revestimento, ou pode ser remendo profundo (RP) sendo necessário o preenchimento de camadas inferiores (DNIT 005/2003-TER).

Figura 3: Afundamento, Escorregamento da massa, Painéis e remendo.



Fonte: BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES (2008)

Exsudação, apresentada na Figura 4, é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, provocado pela migração do ligante através do revestimento. Pode ocorrer por segregação de massa, com concentração de ligante em alguns pontos e falta em outros, ou ainda por cravamento de agregados em base e ascensão de ligante à superfície e apresentando manchas escurecidas (DNIT 005/2003-TER).

Já o desgaste é o efeito da extração progressiva do agregado do pavimento, caracterizado por deixar a superfície do revestimento áspera, conforme mostra a Figura 04. Ele pode ocorrer por vários fatores, entre eles, pode ser provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, perda de coesão entre agregado e ligante devido ao fato da presença de poeira ou sujeira deixadas durante a construção, execução da obra em péssimas condições meteorológicas, etc. (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Ondulação ou corrugação (Figura 4), são deformações caracterizadas pelo surgimento de ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. Ocorre devido a

alterações da mistura betuminosa do revestimento ou da base, causando desconforto para os usuários da via, podendo gerar buracos. (DNIT 005/2003-TER).

Figura 4: Exsudação, Desgaste e Ondulação.



Fonte: BERNUCCI, CERATTI, MOTTA, & SOARES (2008)

Por fim as trincas, apresentadas na Figura 05, são fendas existentes no revestimento, facilmente visíveis a olho nu, com grandes aberturas, podendo apresentar-se sob as seguintes formas (DNIT 005/2003-TER):

- Trinca isolada longitudinal: São fendas existentes nos revestimentos, facilmente visíveis, com abertura superior à da fissura e de direção de propagação longitudinal ao eixo da pista;
- Trinca isolada transversal: São fendas existentes nos revestimentos, facilmente visíveis, com abertura superior à da fissura e de direção de propagação transversal ao eixo da pista;
- Trinca de retração: Trinca isolada causada por fenômenos de retração térmica dos materiais do revestimento ou do material de base subjacentes ao revestimento trincado;
- Trinca tipo “couro de jacaré”: Conjunto de trincas interligadas que não possui direções preferenciais e apresentam ou não, erosão acentuada nas bordas, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré;
- Trinca tipo “bloco”: Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela aparência de blocos formados por lados bem definidos, podendo apresentar erosão acentuada nas bordas.

Figura 5: Tipos de trincas.



Fonte: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia (2003)

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

A pesquisa foi realizada pelo método qualitativo e quantitativo, onde os defeitos da pista foram classificados visualmente durante a elaboração da pesquisa utilizando o levantamento visual contínuo. Segundo Demo (2000), os métodos qualitativos e quantitativos não se omitem, e sim contribuem para a compreensão e a quantificação dos fatores lógicos e fundamentais de um fato a ser estudado. São métodos de natureza racional, intuitivo e descritivo que auxiliam no entendimento e apresentação de dados.

A pesquisa qualitativa foi realizada analisando os resultados dos dados coletados e das observações realizadas, procurando atingir os objetivos apresentados. Já na pesquisa quantitativa, procurando-se determinar os componentes constituintes do objeto estudado, determinando a estrutura e o progresso das relações entre os elementos. Após a coleta de dados

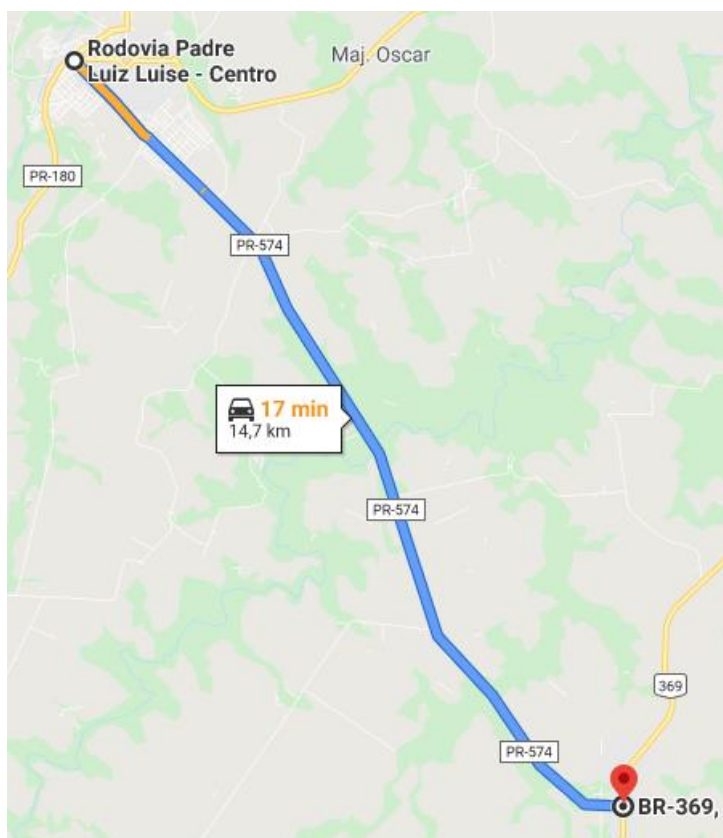
e análise, foi então realizada uma série de propostas para realização da correção e adequação na pista de rodagem.

Trata-se de uma análise de manifestações patológicas na Rodovia PR-574, no trecho compreendido entre a via de acesso que liga a BR-369 ao Município de Cafelândia, no estado do Paraná. O trecho analisado é de grande importância para a região, pois este liga a cidade de Cafelândia, onde existe uma grande cooperativa que é de suma importância econômica para região, até a BR-369 que serve como rota para escoar a imensa produção agrícola para todo o Paraná.

3.2 Caracterização da amostra

O trabalho será realizado na Rodovia PR- 574, no trecho abrangido entre a via de acesso que liga a BR-369 ao Município de Cafelândia, no estado do Paraná. A rodovia tem aproximadamente 15 km de extensão (Figura 06), apresentando uma ponte em sua extensão sobre o Rio Melissa e não contém acostamento em todo seu trajeto.

Figura 6: Mapa da rodovia PR-574.



Fonte: Google Maps (2019)

3.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

Utilizando a norma DNIT 008/2003 – PRO, que fixa as técnicas exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Com base na norma será determinado o valor do ICPF (Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis), o valor do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) e ao mesmo tempo em que possibilita também as informações necessárias para calcular o IES (Índice do Estado de Superfície), esses dados são necessários para que seja feita a avaliação da situação da pista de rodagem, para que posteriormente seja feita propostas para correção das áreas mais danificadas da pista.

As manifestações patológicas foram quantificadas utilizando um veículo percorrendo a rodovia a uma velocidade média de 60 km/h, uma velocidade acima da indicada pela norma que é de 40km/h devido ao fato de não existir acostamento na via dificultando assim a coleta de dados, o levantamento foi feito no sentido do acesso a BR-369 em direção ao Município de Cafelândia, sendo contabilizada as patologias dos dois sentidos da pista. Foi realizado o levantamento com trechos de aproximadamente 2 km de extensão, com um total de 8 trechos analisados.

Os dados serão apresentados pela Tabela 01 retirado da norma DNIT 008/2003 – PRO, com alterações realizadas pelo autor. Nessa tabela estará disposta todas as manifestações patológicas encontradas por trecho de pista, assim como sua quantidade, e no final será estipulado o valor do ICPF.

Tabela 01: Levantamento visual contínuo.

LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO															
SEGUIMENTO				FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M ou B)										I C P F	
Nº do SEG	ODÔMETRO		EXT	P	TRINCAS				R	DEFORMAÇÕES			OUTROS		
	INÍCIO	FIM			TI	TJ	TB	AF		O	D	EX	E		
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
P- Painelas				AF- Afundamento						E- Escorregamento da massa					
TI- Trincas Isoladas				O- Ondulações						R- Remendos					
TJ- Trinca tipo jacaré				D- Desgaste						ICPF- Índice de condição da pista					
TB- Trincas tipo bloco				EX- Exsudação											

Fonte: Tabela DNIT 008/2003 adaptada pelo autor.

Sendo que a frequência de defeitos é registrada pelos códigos “A”, “M” ou “B” conforme a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito avaliada pela Tabela 2. No caso de não ocorrência de defeitos foi deixado em branco.

Tabela 2: Frequência de defeitos.

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

3.4 Análise dos dados

Após a coleta de dados, estes foram analisados e então foi realizado os cálculos para obtenção ICPF, IGGE e do IES. Para serem estabelecidos os valores do ICPF foi analisado o estado da rodovia nos trechos visualmente, constatando se será necessária apenas conservação rotineira, se possui panelas e remendos, se há necessidade de reconstrução, e então através dessa análise visual e utilizando a Tabela 03 foi possível estabelecer os valores de ICPF.

Tabela 03: Índice de condição de pavimentos flexíveis.

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira.	5 a 4
Bom	Aplicação de lama asfáltica- Desgaste superficial, trincas não muito severas.	4 a 3
Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento- Pavimento trincado com panelas e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 a 2
Ruim	Recapeamento com correções prévias- Defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais e profundos.	2 a 1
Péssimo	Reconstrução- defeitos generalizados por toda a extensão. Degradação do revestimento, infiltração de água e descompactação da base.	1 a 0

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) é um fator determinado através da somatória das multiplicações das quantidades de manifestações patológicas encontradas por quilometro com o fator estabelecido pela norma DNIT 008/2003 (Tabela 04) para cada trecho analisado em relação a gravidade em que se encontra. O valor do índice de gravidade global é obtido através da Equação 01.

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr) \quad (1)$$

Onde:

- Pt e Ft = Peso e Frequência das trincas;
- Poap e Foap = Peso e Frequência das deformações;
- Ppr e Fpr = Frequência (quantidade por km) e Peso de painéis e remendos.

Tabela 04: Determinação do índice de gravidade.

Painéis (P) e Remendos (R)			
Frequência	Fator Fpr Quantidade / km	Gravidade	
A - Alta	≥ 5	3	
M – Média	2 - 5	2	
B - Baixa	≤ 2	1	
Demais Defeitos (trincas, deformações)			
Frequência	Fatores Ft e Foap	Gravidade	
A - Alta	≥ 50	3	
M – Média	50 - 10	2	
B - Baixa	≤ 10	1	
Gravidade	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Os dados serão apresentados pela Tabela 05, retirada da norma DNIT 008/2003 – PRO, onde para a obtenção do IGGE foi realizado o levantamento da quantidade de buracos e remendos por trecho analisado efetuando o produto pelo seu respectivo fator, assim em seguida foi realizado também para as deformações e trincas e, posteriormente feita a sua somatória apresentada na lateral direita da Tabela 05.

Tabela 05: valores do IGGE.

IGGE – ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)													
SEGUIMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS E REMENDOS			IGGE	
Nº do SEG.	INI.	FIM	EXT.	Ft	Pt	Ft X Pt	Foap	Poap	Foap X Poap	Fpr	Ppr	Fpr X Ppr	$(Ft \times Pt)$ $+$ $(Foap \times Poap)$ $+$ $(Fpr \times Ppr)$
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

Fonte: Quadro DNIT 008/2003.

Por fim foi determinado o valor do IES (Índice do Estado de Superfície), cujos valores são abrangidos de 0 a 10 e é avaliado em razão do ICPF e do IGGE já calculados, realizando então, uma síntese destes dois índices. Os valores do IES juntamente com conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento são determinados de acordo com a Tabela 06.

Tabela 06: Determinação do IES.

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO.

Os resultados obtidos do levantamento visual continuo serão então apresentados na Tabela 07, que apresenta cada trecho separadamente com seus respectivos valores de ICPF, IGGE e IES. Apontando também no canto direito da tabela o conceito final de cada trecho, que pode ser classificado de ótimo a péssimo estado de conservação.

Tabela 07: Resultados do levantamento visual contínuo.

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								
Nº do SEG.	SEGMENTO			ICPF	IGGE	IES		
	INICIO	FIM	EXTENSÃO			VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Fonte: Quadro DNIT 008/2003.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao trafegar sobre a rodovia, foi possível observar que a mesma apresenta várias manifestações patológicas, que acabam prejudicando a trafegabilidade da pista. Com esse trabalho foi possível detectar os principais defeitos presentes no pavimento flexível em questão, realizando um mapeamento para facilitar a restauração da pista futuramente.

Utilizando do formulário de levantamento visual adaptado da norma do DNIT 008/2003 foi possível a obtenção das informações de como se encontra a situação da rodovia, com os quais fez-se uma classificação final da rodovia.

A princípio a rodovia foi separada em 7 segmentos de 2km de extensão e o último segmento com 1km de distância totalizando 8 segmentos, anotou-se então o início, o fim e a extensão de cada segmento utilizando-se de um odômetro. A coluna “P” quantifica o número de Pannels, já a análise das trincas é subdividida em “TR” que são as trincas isoladas, “TJ” trinca de couro de jacaré e “TB” trincas em blocos. A coluna representada pela letra “R” é utilizada para quantificar os remendos, já as denominadas deformações são subdivididas em “AF” para afundamento da via; “O” para as ondulações e “D” para desgaste. A coluna “AX” é designada para o levantamento da exsudação e “E” para escorregamento da massa, e a lateral direita do quadro é designada para o ICFP que é o índice da condição do pavimento flexível.

A Tabela 08 apresenta as manifestações patológicas mapeadas visualmente no trecho do pavimento estudado. Foi possível observar uma quantidade relativamente grande de manifestações patológicas por toda a extensão do pavimento, principalmente no segmento 04 e 05 que apresentaram uma taxa elevadíssima de afundamento plástico no trilho de rodagem e ondulações.

Tabela 08: Levantamento das manifestações patológicas.

LEVANTAMENTO VISUAL CONTINUO														
SEGUIMENTO				FREQÜÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M ou B)										I C P F
Nº do SEG	ODÔMETRO		EXT	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES			OUTROS		
	INICIO	FIM			TI	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0	2	2	9	B	M	-	10	M	B	M	-	-	2,5
2	2	4	2	6	B	M	-	3	A	B	M	-	-	3
3	4	6	2	2	B	B	-	5	B	M	M	-	M	4
4	6	8	2	5	B	M	-	3	A	A	M	-	M	1
5	8	10	2	3	-	M	-	8	A	A	M	-	M	1
6	10	12	2	6	B	B	-	7	B	M	M	-	-	2,7
7	12	14	2	5	B	M	-	5	M	B	M	-	-	3
8	14	15	1	2	-	B	-	4	B	M	M	-	-	3
P- Painelas			AF- Afundamento						E- Escorregamento da massa					
TI- Trincas Isoladas			O- Ondulações						R- Remendos					
TJ- Trinca tipo jacaré			D- Desgaste						ICPF- Índice de condição da pista					
TB- Trincas tipo bloco			EX- Exsudação											

Fonte: Quadro DNIT 008/2003.

Após o levantamento das manifestações patológicas foi estipulado pelo avaliador o valor para ICPF para cada segmento do trecho rodoviário avaliado, levando em consideração os valores da Tabela 03. O índice de ICPF de todos os segmentos analisados variaram entre 1 e 4.

Após isso então foi calculado o IGGE que foi obtido através do somatório da multiplicação das quantidades de manifestações patológicas por quilometro com o fator estabelecido pela norma para cada trecho analisado segundo a situação em que se encontravam. Esses valores obtidos estão apresentados na Tabela 09.

Tabela 09: Cálculo do IGGE.

IGGE – ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)														
SEGUIMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS E REMENDOS			IGGE	
Nº do SEG	I N I C I O	F I M	E X T E N S Ã O	Ft %	Pt	Ft X Pt	Foap %	Po ap	Foap X Poap	Fpr Nº	Ppr	Fpr X Ppr	(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr)	
1	0	2	2	40	0,45	18	45	0,7	31,5	19	1,0	19	68,5	
2	2	4	1	35	0,45	15,75	60	1,0	60	9	0,8	7,2	82,9	
3	4	6	1	9	0,3	2,70	45	0,7	31,5	7	0,8	5,6	39,8	
4	6	8	1	45	0,45	20,25	70	1,0	70	8	0,8	6,4	96,6	
5	8	10	1	30	0,45	13,50	60	1,0	60	11	1,0	11	84,5	
6	10	12	1	21	0,45	9,45	45	0,7	31,5	13	1,0	13	53,9	
7	12	14	1	25	0,45	11,25	45	0,7	31,5	10	1,0	10	52,7	
8	14	15	1	9	0,3	2,70	35	0,7	24,5	6	1,0	6	33,2	

Fonte: Quadro DNIT 008/2003 adaptada pelo autor.

E por fim com os valores de ICPF e IGGE obtidos foi realizado o cálculo do IES levando em consideração a relação do ICPF e do IGGE mostrada anteriormente na Tabela 06. Logo os valores estabelecidos para se chegar à definição final da avaliação da rodovia avaliada estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Avaliação final da rodovia.

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								
Nº do SEG.	SEGMENTO			ICPF	IGGE	IES		
	INICIO	FIM	EXTENSÃO			VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	0	2	2	2,5	68,5	7	D	RUIM
2	2	4	2	3	82,9	7	D	RUIM
3	4	6	2	4	39,8	2	B	BOM
4	6	8	2	1	96,6	10	E	PÉSSIMO
5	8	10	2	1	84,5	8	E	PÉSSIMO
6	10	12	2	2,7	53,9	4	C	REGULAR
7	12	14	2	3	52,75	4	C	REGULAR
8	14	15	1	3	33,2	3	C	REGULAR

Fonte: Quadro DNIT 008/2003 adaptada pelo autor.

Analisando os tipos de manifestações patológicas encontrados na rodovia PR-574, da qual foi encontrado com grande frequência principalmente problemas como: desgaste, afundamento nos trilhos de rodas, ondulações e trincas, e levando então em consideração a grande quantidade de caminhões que trafegam pela rodovia diariamente devido ao fato da presença de uma cooperativa no município de Cafelândia, determinou-se então que possivelmente o principal responsável pelo aparecimento das manifestações patológicas é o excesso de carga, levando também em consideração o tempo em que a rodovia encontra-se em uso sem a devida manutenção.

Com esta pesquisa foi possível concluir que a melhor forma de correção das manifestações patológicas encontradas a rodovia Padre Luiz Luise é a restauração de alguns trechos mais afetados e a manutenção de trechos menos danificados, principalmente devido ao fato de longos segmentos de pista estarem completamente deformados sendo gerado esse problema principalmente por excessos de cargas em caminhões que à utilizam.

Para evitar que as mesmas manifestações patológicas voltem a ocorrer após uma possível reforma seria necessário um novo estudo da quantidade de veículos e do peso por eixo para que o projeto de reconstrução dos trechos já afetados tenha maior durabilidade e eficácia, além disso também seria necessário que a pista tenha manutenções mais rotineiras para evitar que problemas não tão graves como trincas se transformem em problemas maiores com o passar

do tempo. A Tabela 11 apresenta quais são os trechos mais danificados e mostra qual a solução poderia ser adotada para correção dos trechos.

Tabela 11: Situação dos trechos.

TRECHO	CONCEITO	DESCRIÇÃO
1	RUIM	Trecho necessita de manutenção e restauração, pois apresenta muitos buracos em sua extensão e grandes deformações como afundamento e ondulação.
2	RUIM	Trecho necessita de manutenção e restauração, pois apresenta buracos em sua extensão e longos trechos com deformação acentuada, apresenta em quase metade do trecho afundamento da massa asfáltica.
3	BOM	Trecho que apresenta poucos defeitos e necessita somente de conservação rotineira.
4	PÉSSIMO	Trechos com inclinação acentuada e apresentam pavimento de péssima qualidade, possuem em quase toda sua extensão afundamento, ondulações e escorregamento da massa, causando muito desconforto e perigo as pessoas que trafegam na via, nesses dois trechos é recomendado restauração pois os mesmos já se encontram muito afetados pelas manifestações patológicas.
5	PÉSSIMO	
6	REGULAR	Trechos que apresentam desgaste elevado, o mesmo também apresenta buracos e também grandes partes com remendos, além de conter também vários trechos que apresentam ondulações. É recomendado para esses trechos manutenção das partes mais danificadas e manter uma conservação rotineira.
7	REGULAR	
8	REGULAR	

Fonte: autor (2020)

O desgaste também é bastante visível em grande parte da extensão da rodovia, que é ocasionado pelo grande tempo de uso e foi acentuado com as deformações geradas pelos excessos de carga, visto que, com o desgaste aparecem trincas que permitem a acesso de água entre as camadas do revestimento resultando na aceleração do desgaste da via.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização dessa pesquisa teve por intuito efetuar o mapeamento das manifestações patológicas presentes na PR-574 através do levantamento visual contínuo, revelando o estado de conservação em que se encontra a rodovia, com os resultados da pesquisa foram determinados índices que indicam a necessidade da restauração de alguns trechos da rodovia, e com possibilidade de manutenção em outros trechos, pois alguns trechos apresentam deformações excessivas e outros estão menos danificados, tanto superficialmente quanto a sua estrutura inferior.

A pesquisa foi realizada então utilizando a norma DNIT 008/2003 – PRO que tem como finalidade determinar a situação de uma pista de rodagem através de um levantamento visual. Com base na norma foi determinado o valor do ICPF e o valor do IGGE e posteriormente com esses dois valores foi possível determinar o IES, que é o índice de estado da superfície.

As manifestações patológicas mais presentes são: as trincas que são encontradas em 26,8% da via; desgaste, afundamento, ondulações e escorregamento da massa ocorrem em 50,6 % da pista, foram encontrados também 38 buracos e 45 áreas que apresentavam remendos. As manifestações patológicas do tipo trinca em bloco e exsudação, não foram encontradas.

Existem várias causas geradoras das manifestações patológicas, no entanto a maior parte dos problemas existentes na rodovia Padre Luiz Luise são originárias pelo excesso de peso que excede os limites da rodovia e também devido a idade da via, situações essas, que produzem deformações do revestimento, que também podem ter surgido devido a pista mal projetada para suportar o carregamento que está sendo submetido.

As deformações com o tempo causaram o desenvolvimento de trincas, não sendo feita a manutenção e a correção necessária das trincas elas permitiram a entrada de água nas camadas inferiores do revestimento, que são responsáveis por suportar a carga exercida pela grande quantidade de caminhões que trafegam na via, a água então desloca a terra e acaba gerando vazios no solo, espaços que futuramente geram panelas, se não forem corrigidas adequadamente e com rapidez recebem proporções cada vez maiores, aumentando de tamanho e causando maiores problemas.

É possível observar que a prevenção das manifestações patológicas sempre é a melhor solução para as mesmas, e que correções e reconstrução de pavimentos significam retrabalho e necessitam de um custo excessivo para que sua reparação seja elaborada de forma a dar segurança e trafegabilidade a todos os usuários da pista.

Por meio então desse mapeamento realizado no trecho, é perceptível que há um número relativamente grande de manifestações patológicas presentes no trecho avaliado. E para manter uma boa condição de trafegabilidade na pista e conservação ideal em sua pavimentação, é necessário recolher periodicamente dados que auxiliem na elaboração de um levantamento preciso dos principais pontos e manifestações patológicas existentes no pavimento.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, L. B., CERATTI, J. A., MOTTA, L. M., & SOARES, J. B. (2008); **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1 ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA.

DEMO, P. (2000); **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas.

DNIT. (2010). **Anuário Estatístico das Rodovias Federais**. Brasil.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT 005/2003. **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos** - Terminologia Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT 008/2003. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos** - procedimento Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos** - Rio de Janeiro, 2006.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Anuário Estatístico de Transportes**. Brasil, 2018.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. (09 de setembro de 2019). **Transporte Rodoviário no Brasil**. Acesso em 09 de setembro de 2019, disponível em Site do Ministério dos Transportes: <http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/rodo.html>.

PORTAL ESTATÍSTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores Socioeconômicos do estado do Paraná**. Acesso em 09 de setembro de 2019, disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/indicad_pr.pdf.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. Vol. 1. São Paulo: PINI, 2003.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. Vol. 2. São Paulo: PINI, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PAVIMENTAÇÃO – ABPv, 2012

SILVA, L. A. (2008). **Sistema de gerência de pavimentos do DER/SP**. Campinas, 173 p. Dissertação (pós-graduação) – Universidade Estadual de Campinas.