

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JAQUELINE SARTORI

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PEDÁGIO URBANO EM
TRECHO DA AVENIDA TUPI NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR**

PATO BRANCO

2023

JAQUELINE SARTORI

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PEDÁGIO URBANO EM
TRECHO DA AVENIDA TUPI NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR**

**Viability study of implementing an urban toll in a section of Avenida Tupi in the
Pato Branco-PR city**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. MSc. Jairo Trombetta.

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JAQUELINE SARTORI

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PEDÁGIO URBANO EM
TRECHO DA AVENIDA TUPI NO MUNICÍPIO DE PATO BRANCO-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20/junho/2023

Jairo Trombetta

Mestrado em Engenharia Civil

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Pato Branco

Danilo Rinaldi Bisconsini

Doutorado em Engenharia de Transportes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Pato Branco

Cleovir José Milani

Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental

Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campus Pato Branco

PATO BRANCO

2023

Dedico este trabalho ao meu nono Osvaldo (in
memoriam), que sempre me ensinou a voar longe e
sem medos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marcos e Maria, pelo incentivo desde criança a correr atrás dos meus sonhos e pelo apoio durante todo este processo.

Ao meu companheiro, Gean, por ter estado ao meu lado e me dado forças em todos os momentos que precisei e auxílio durante este trabalho.

Agradeço as amigas de antes da Universidade, Ariana, Ester e Viviane por estarem do meu lado desde quando isso tudo ainda era apenas um sonho. As minhas amigas e a nova família que construí quando entrei na UTFPR, Alexandra, Monica, Daiane e Maria, por andarmos juntas nesta caminhada que todas decidimos trilhar, compartilhando alegrias, tristezas, vitórias e derrotas em cada matéria.

Ao meu orientador, Prof^o MSc. Jairo, pelo tempo dedicado em me auxiliar guiando este trabalho, por suas correções e orientações. A minha banca, Prof^o Dr. Danilo e Prof^o Dr. Cleovir pelo incentivo e excelentes sugestões.

A Engenheira Kessi pelo auxílio no levantamento de dados para este trabalho e pelos ensinamentos ao longo deste tempo.

Também agradeço a todos os amigos, colegas e profissionais que de alguma forma contribuíram para minha graduação com apoio e ensinamentos.

É muito melhor arriscar coisas grandiosas,
alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a
derrota, do que formar fila com os pobres de
espírito que nem gozam muito nem sofrem muito,
porque vivem nessa penumbra cinzenta que não
conhece vitória nem derrota.

(ROOSEVELT; THEODORE, 1924).

RESUMO

O tema mobilidade urbana vem ganhando destaque, devido as problemáticas de tráfego intenso nos grandes centros urbanos. Neste tema o pedágio urbano pode ser uma ferramenta para reduzir o fluxo de veículos em uma determinada via ou área visando a redução de congestionamentos principalmente em horários de pico, como também uma forma de arrecadar fundos para investir em mobilidade urbana. Neste estudo foi abordado a implantação de um pedágio urbano, em um trecho da Avenida Tupi da cidade de Pato Branco – PR, semelhante ao pedágio urbano de Santiago, Chile, e ao sistema *Free Flow* instalado mais recentemente no Rio-Santos. O trecho em estudo apresenta crescimento de tráfego de 4,65% ao ano, baseado em dados de 2010 a 2021, gerando deterioração da via, com defeitos de baixa a média severidade, em pelo menos 14 amostras do trecho em estudo, em levantamento realizado em 2021, além de congestionamentos e aumento do risco de acidentes. Para a viabilidade econômica deste pedágio urbano, foi considerando um valor de tarifa mínima de cobrança de R\$ 0,50, constituído a partir dos custos de recuperação do pavimento e instalação do sistema *Free-Flow*, alinhadas com a opinião popular dos usuários da via. Foi utilizado uma Taxa Mínima de Atratividade de 13,75%, a taxa SELIC de junho de 2023, possibilitando a viabilidade econômica do pedágio, com Valor Presente Líquido positivo no décimo ano de projeto.

Palavras-Chave: Pedágio Urbano; Análise de Viabilidade; Tráfego; Mobilidade.

ABSTRACT

The theme of urban mobility has been gaining prominence, due to the problems of intense traffic in large urban centers. In this theme, urban tolls can be a tool to reduce the flow of vehicles in a certain road or area, aiming to reduce congestion, especially at peak times, as well as a way to raise funds to invest in urban mobility. In this study, it was exactly the implementation of an urban toll, in a stretch of Avenida Tupi in the city of Pato Branco - PR, similar to the urban toll in Santiago, Chile, and the Free Flow system installed more recently in Rio-Santos. The stretch under study shows traffic growth of 4.65% per year, based on data from 2010 to 2021, generating from the road, with defects of low to medium severity, in at least 14 samples of the stretch under study, in a survey carried out in 2021, in addition to congestion and increased risk of accidents. For the economic viability of this urban toll, a minimum charge value of R\$ 0.50 was considered, constituted from the costs of recovering the pavement and installing the Free-Flow system, clarified with the popular opinion of road users. A Minimum Attractiveness Rate of 13.75%, the SELIC rate of June 2023, was used, enabling the economic viability of the toll, with a positive Net Present Value in the tenth year of the project.

Keywords: Urban Tool; Viability Analysis; Traffic; Mobility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico do crescimento da frota de veículos no Brasil	14
Figura 2: Gráfico do crescimento da frota de veículos em Pato Branco-PR	14
Figura 3: Sistema de pedágio urbano em Londres.....	19
Figura 4: Eletronic Road Pricing (ERP) sistema de Singapura.....	20
Figura 5: Sistema de pedágio urbano em Estocolmo	21
Figura 6: Sistema de pedágio urbano em Milão	22
Figura 7: Vias expressas pedagiadas em Santiago.....	23
Figura 8: Sistema Free-Flow no Brasil	24
Figura 9: Camadas do pavimento	27
Figura 10: Trincas em pavimento	28
Figura 11: Trincas do tipo couro de crocodilo.....	29
Figura 12: Afundamento de pavimento	29
Figura 13: Ondulação de pavimento.....	30
Figura 14: Escorregamento de pavimento	30
Figura 15: Exsudação de pavimento	31
Figura 16: Desgaste de pavimento	32
Figura 17: Painelas em pavimento.....	32
Figura 18: Remendos em pavimento.....	33
Figura 19: Medição dos defeitos do pavimento	34
Figura 20: Classificação dos defeitos do pavimento	34
Figura 21: Fases de manutenção do pavimento	36
Figura 22: Área de estudo	41
Figura 23: Etapas do trabalho	42
Figura 24: Área de estudo 2016	44
Figura 25: Área de estudo 2021	45
Figura 26: Árvore de decisões	47
Figura 27: Gráfico de crescimento geométrico da frota de Pato Branco-PR.....	51
Figura 28: Frequência semanal de uso da via	52
Figura 29: Meio de transporte usado.....	53
Figura 30: Número de passageiros por veículo	53
Figura 31: Condições do pavimento.....	54
Figura 32: Disposição em pagar a tarifa.....	55

Figura 33: Valor da tarifa	55
Figura 34: Taxa de decrescimento de uso com a tarifa.....	56
Figura 35: Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,45	Erro! Indicador não definido.
Figura 36: Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,50	Erro! Indicador não definido.
Figura 37:Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,55	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: VMD – Volume médio de tráfego 2010-2033	50
Tabela 2: Redução da frota com implantação do pedágio.....	57
Tabela 3: Severidade e metragem dos danos nas amostras	58
Tabela 4:Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,45	61
Tabela 5:Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,50	61
Tabela 6:Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,55	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos.....	15
1.1.1	Geral	15
1.1.2	Específicos	15
1.2	Justificativa	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	Pedágio urbano	18
2.1.1	Pedágios urbanos pelo mundo	18
<u>2.1.1.1</u>	<u>Londres</u>	<u>18</u>
<u>2.1.1.2</u>	<u>Singapura.....</u>	<u>19</u>
<u>2.1.1.3</u>	<u>Estocolmo</u>	<u>20</u>
<u>2.1.1.4</u>	<u>Milão</u>	<u>21</u>
<u>2.1.1.5</u>	<u>Santiago.....</u>	<u>22</u>
<u>2.1.1.6</u>	<u>Rio-Santos</u>	<u>24</u>
2.2	Vias.....	25
2.3	Tráfego	26
2.4	Pavimentação: composição e normatização	26
2.4.1	Patologias do pavimento	28
<u>2.4.1.1</u>	<u>Fendas</u>	<u>28</u>
<u>2.4.1.2</u>	<u>Afundamento.....</u>	<u>29</u>
<u>2.4.1.3</u>	<u>Ondulação ou Corrugação</u>	<u>29</u>
<u>2.4.1.4</u>	<u>Escorregamento</u>	<u>30</u>
<u>2.4.1.5</u>	<u>Exsudação</u>	<u>31</u>
<u>2.4.1.6</u>	<u>Desgaste</u>	<u>31</u>
<u>2.4.1.7</u>	<u>Panela ou buraco</u>	<u>32</u>
<u>2.4.1.8</u>	<u>Remendo.....</u>	<u>33</u>
2.4.2	Métodos de avaliação PCI.....	33
2.4.3	Manutenção asfáltica.....	34
2.5	Concessões e investimentos públicos	36
2.6	Novo SICRO	37
2.7	Viabilidade	38

3	METODOLOGIA	40
3.1	Classificação da pesquisa	40
3.2	Área de estudo	40
3.3	Etapas de estudo.....	42
3.4	Materiais e métodos	42
3.4.1	Dados de campo junto a população	42
3.4.2	Volume de tráfego	43
<u>3.4.2.1</u>	<u>2016</u>	<u>44</u>
<u>3.4.2.2</u>	<u>2021</u>	<u>44</u>
3.4.3	Condições de pavimento	45
<u>3.4.3.1</u>	<u>2016</u>	<u>45</u>
<u>3.4.3.2</u>	<u>2021</u>	<u>46</u>
3.4.4	Árvore de decisões.....	46
3.4.5	Custo da implantação do sistema de pedágio Free-Flow	47
3.4.6	VPL – Valor Presente Líquido	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1	Levantamento de dados	50
4.1.1	Volume Médio Diário de tráfego atual e futuro.....	50
4.1.2	Pesquisa junto aos usuários da via	51
<u>4.1.2.1</u>	<u>Características dos entrevistados</u>	
	<u>Erro! Indicador não definido.</u>	
<u>4.1.2.2</u>	<u>Uso e qualidade</u>	<u>52</u>
<u>4.1.2.3</u>	<u>Percepções sobre o pedágio urbano</u>	<u>54</u>
4.1.3	Redução da frota.....	56
4.1.4	Análise das condições do pavimento.....	57
<u>4.1.4.1</u>	<u>Alternativa para restauração.....</u>	<u>58</u>
4.1.5	Custo da implantação do pedágio	58
4.1.6	Orçamento de restauração do pavimento.....	59
4.2	Valor Presente Líquido para o projeto	60
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	72
	APÊNDICE B - RESPOSTAS DA PESQUISA.....	74
	APÊNDICE C – ORÇAMENTO DE RESTAURAÇÃO DA VIA	76

1 INTRODUÇÃO

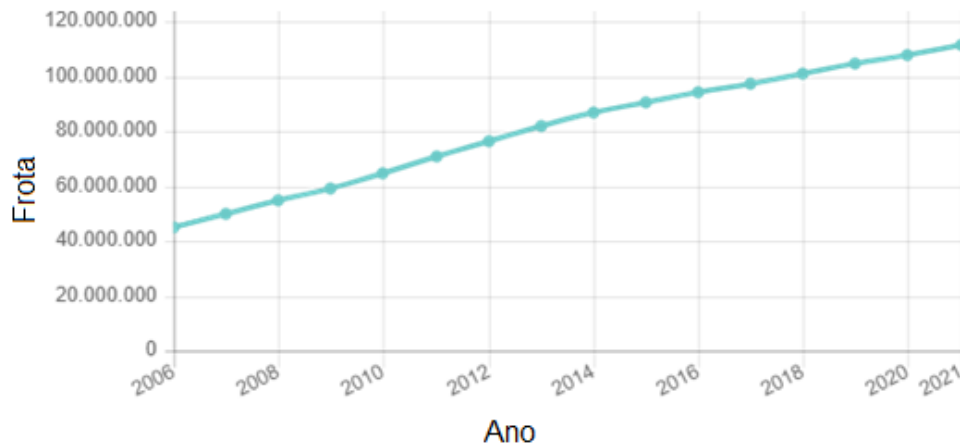
A mobilidade urbana é um grande fator responsável pelo crescimento dos centros urbanos, e a busca da população em viver nestas áreas tem causado um crescimento e expansão desenfreada (MAGAGNIN, 2008). Esse fator tem causado consequências desgastantes, principalmente na mobilidade, pois as vias não foram planejadas para suportar o crescimento rápido da população.

Entre 1940 e 1950 ocorreu um grande incentivo no uso de veículos automotores no Brasil, o qual contava com uma frota antiga de veículos estrangeiros, que eram importados e, eventualmente, montados no Brasil (ANFAVEA, 2022). Já em 1956, com o início do mandato do então presidente Juscelino Kubitschek (JK), sob o plano de '50 anos em 5', que tinha a indústria e o transporte como principais pilares de evolução no país, e através do decreto nº 39.412, (página 11841) de 16 de julho de 1956, o qual "Estabelece normas diretoras para a criação da Indústria Automobilística Brasileira e institui o Grupo Executivo para aplicação dessas normas" viabilizou a produção de automóveis nacionais.

Os dados apresentados em 2002 pela Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo mostram que durante o governo de Juscelino Kubitschek foram construídos 20 mil quilômetros de estradas e foram pavimentados 5600 quilômetros de estradas já existentes. Apesar de todo o incentivo na área de transporte, com a construção de pavimentos, atualmente apenas 12,4% da malha é efetivamente pavimentada (RODRIGUES, 2022), e ainda vale ressaltar que o país conta com mais de 1.691.522 km de rodovia.

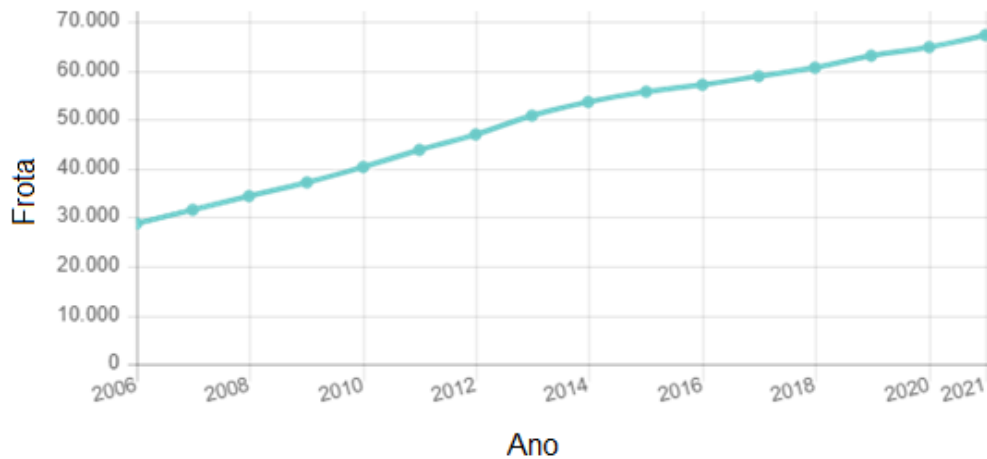
A população brasileira, do ano de 2011 ao ano de 2021 cresceu 10,58% enquanto a frota de veículos automotores deu um salto de 36,7%, como pode ser observado na Figura 01. Dentro do município de Pato Branco-PR, neste mesmo período, a taxa populacional aumentou 14,64%, ou seja, 4,06 pontos percentuais a mais que a média nacional, já a frota, (Figura 02), teve um acréscimo de 34,73%, 1,97 pontos percentuais a menos que a frota nacional (IBGE, 2010; IBGE 2021). Mesmo tendo um crescimento na frota um pouco menor que o índice nacional, a frota de Pato Branco cresce bem acima do crescimento da população.

Figura 1: Gráfico do crescimento da frota de veículos no Brasil



Fonte: IBGE, 2021

Figura 2: Gráfico do crescimento da frota de veículos em Pato Branco-PR



Fonte: IBGE, 2021

Dentro desse cenário, são decorrentes alguns problemas como: aumento rápido da frota de veículos, migração para os centros urbanos, baixa capacidade das vias, além do aumento da poluição e estresse da população (CARVALHO, 2016). Frente isso, algumas cidades adotaram o pedágio urbano como alternativa, a exemplo de Londres, Singapura, Estocolmo, Milão e Santiago. O intuito de um pedágio urbano é cobrar uma taxa por veículo para circular em uma determinada área ou via dentro das áreas urbanas, o qual pode colaborar com a diminuição da circulação de veículos, incremento de investimento em transporte coletivo e melhorar a qualidade das vias.

Algumas cidades investem no pedágio urbano, principalmente em seus centros históricos, enquanto que devido a sua antiguidade não tem vias que

comportam o tráfego atual, outras cidades adotam com o intuito de diminuir o tempo de espera em filas e/ou poluição.

O acesso sul do município de Pato Branco-PR conta com uma via principal de acesso, a Avenida Tupi, que atravessa a cidade no sentido sul a norte. A área de estudo é um trecho desta via, onde há um trânsito intenso que liga a zona sul ao centro da cidade. Este trabalho visa o estudo da viabilidade de implantação de um pedágio urbano nesta área e análise da tarifação, tendo similaridades com o pedágio já implantado na cidade de Santiago – Chile e atualmente no pedágio da BR 101- Rio-Santos.

Este trabalho está dividido em capítulos, onde no primeiro capítulo apresenta a introdução, com os objetivos e justificativa, o segundo capítulo apresenta o referencial teórico, o terceiro capítulo traz os materiais e métodos usados, o quarto os resultados e discussões e no quinto as conclusões.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Analisar a viabilidade da implantação de sistema de pedágio urbano no acesso sul do município de Pato Brando-PR.

1.1.2 Específicos

- Analisar os modelos de pedágio urbano implantados pelo mundo;
- Avaliar o tráfego e a situação do pavimento na via;
- Propor alternativas de restauração da via;
- Estimar o custo das melhorias na via e sistema de pedágio;
- Analisar a viabilidade da implantação do sistema de pedágio urbano.

1.2 Justificativa

Nas últimas décadas houve um grande aumento do fluxo de veículos particulares nos centros urbanos devido à aglomeração populacional urbana (CARVALHO, 2016). Como consequência tem-se o aumento da poluição sonora, ambiental (pela emissão de gases) e saturação das vias com veículos particulares, causando lentidão, congestionamentos no trânsito e aumento do estresse dos motoristas que circulam diariamente. Também há consequências físicas nos pavimentos, que se deterioram pelo tráfego, causando deformações e degradação da camada de desgaste (CARVALHO, 2016).

Algumas cidades pelo mundo, como Londres, Singapura, Estocolmo e Nova York, adotaram o pedágio urbano para solucionar vários problemas de locomoção nos centros urbanos, como diminuir o tráfego, amenizando a poluição e, principalmente, dissipar os veículos e/ou forçar o uso de transporte coletivo nos casos em que realmente não havia necessidade do uso de veículos particulares (LUCAS JUNIOR, 2008).

Além de diminuir a quantidade de veículos circulando na área, o valor arrecadado nos pedágios pode ser convertido totalmente nas melhorias das próprias vias, podendo chegar à isenção de orçamento público para o mesmo, como é o caso de Milão (GOMIDE, 2007).

Analisando a cidade de Pato Branco-PR, nota-se que o meio urbano possui alto índice de veículos particulares. De acordo com o IBGE (2021), o município conta com 67.098 veículos circulando em ruas que foram planejadas para um fluxo muito inferior, e que constantemente necessita passar por mudanças para se adaptar. Além da dificuldade de transitar pela área central e arredores, observa-se a deterioração dos pavimentos devido a essa intensidade de tráfego, necessitando investimento financeiro para melhoria das vias. Com a implementação método do pedágio urbano, os fundos arrecadados pelas tarifas cobradas nos pedágios, podem ser convertidos para a melhoria e manutenção dos pavimentos e em mobilidade urbano, prezando pela segurança da trafegabilidade, além de incentivar o crescimento e investimento na zona sul da cidade.

Abordar o tema do pedágio urbano é relevante, pois apesar de seu uso em grandes cidades pelo mundo, ainda não é aplicado em larga escala, além de ter uma difícil aceitação pela população.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário o levantamento das condições do pavimento de um trecho da Avenida Tupi, através do acesso sul em sentido ao centro de Pato Branco-PR por meio de dados de trabalhos anteriores na mesma área, incluindo uma análise orçamentária das melhorias e o levantamento do fluxo de veículos neste local. Outro levantamento realizado trata-se de uma pesquisa com questionário aplicado à população usuária do local. Ressalta-se a viabilidade deste trabalho, visto que dados foram disponibilizado pelos órgãos de trânsito do município, além das análises presenciais nos locais, pesquisa de campo com a população e trabalhos anteriores realizados no mesmo local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pedágio urbano

O pedágio urbano nada mais é do que uma forma de combater congestionamentos em cidades com grandes frotas circulando pela mesma área. Trata-se de um sistema de pedágio delimitado em uma determinada área da cidade por meio da instalação de dispositivos eletrônicos de cobrança automática para o acesso de vias, onde todos os veículos que adentram essa área são identificados e cobrados (LUCAS JUNIOR, 2008).

Segundo CÂMARA e MACEDO (2004), apenas em 1975 o primeiro pedágio urbano foi implementado no mundo, em Singapura. Na década anterior essa ideia foi abordada por economistas e especialistas de trânsito europeus contudo por receios políticos, não foi implementada na Europa de imediato.

2.1.1 Pedágios urbanos pelo mundo

2.1.1.1 Londres

Em 17 de fevereiro de 2003 foi iniciada a operação do pedágio urbano em Londres, Inglaterra, chamado *London Congestion Charging* (LCC) (Figura 03) com os seguintes principais objetivos (TRANSPORT FOR LONDON, 2008):

- Redução do tráfego entrando na zona regulamentada;
- Diminuição dos congestionamentos na área pedagiada e regiões próximas;
- Melhoria no sistema de transporte público, com ganhos de velocidade e confiabilidade.

O sistema LCC funciona por meio de painéis de sinalização e logomarca “LCC” pintada no pavimento, sinalizando a área de cobrança. A tarifa é cobrada uma vez ao dia, independentemente de quantas vezes o veículo saiu ou entrou na zona de taxaço.

De acordo com o site *Transport of London*, atualmente o período de cobrança é das 7h às 18h, de segunda a sexta-feira, com exceção de feriados, em

uma área de 21 km². Há isenção da taxa para alguns veículos, tais como: ônibus, micro-ônibus, táxis, veículos de emergência, carros movidos à energia alternativa, motocicletas e motoristas registrados como portadores de alguma deficiência física (LUCAS JUNIOR, 2008).

Figura 3: Sistema de pedágio urbano em Londres



Fonte: Abhishek Mukherjee, 2012

2.1.1.2 Singapura

O primeiro pedágio urbano do mundo foi instalado em Singapura (Figura 04), em 1975, através do sistema *Singapore Area Licensing Scheme* (ASL). Sendo considerada referência mundial em transporte e mobilidade urbana.

Figura 4: Eletronic Road Pricing (ERP) sistema de Singapura



Fonte: Mediacorp, 2020

A cidade é coberta por câmeras e sensores nas ruas, além de usar as antenas de GPS dos veículos para identificar minutos antes algum congestionamento que possa ocorrer. De forma automática todos os semáforos começam a trabalhar de forma a liberar o trânsito, além de painéis de alerta distribuídos pela cidade que alertam sobre o congestionamento e sugerem desvios para evitá-lo (MOURA, 2015).

Como não há viabilidade de construir mais vias para transitar, a forma que o governo de Singapura usa para incentivar a diminuição desses congestionamentos foi a aplicação uma taxa de pedágio mais cara nessas áreas quando o trânsito está parado.

O sistema de cobrança funciona a partir de um sensor instalado em cada veículo que é integrado a um cartão com crédito. No momento da passagem pelos portais de cobrança, o sensor faz leitura automática da TAG e desconta a cobrança de acordo com os índices de congestionamento, tipo de veículo, hora e local (JORDÃO E SALVO, 2012).

2.1.1.3 Estocolmo

O sistema de pedágio urbano da capital da Suécia entrou em funcionamento no dia 1 de agosto de 2007. São 34,5 km² de zona de taxaço, com funcionamento das 6h30min às 18h30min, de segunda a sexta, com cobrança a cada entrada na zona delimitada (*Urban Access Regulations in Europe*, 2022).

Figura 5: Sistema de pedágio urbano em Estocolmo



Fonte: Milton jung, 2007

Há 18 pontos de controle distribuídos ao longo da delimitação da zona (Figura 05), que fazem a leitura e cobrança automática por placa dos veículos através da tecnologia do tipo ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) (BRINCO, 2014), com variação no valor cobrado conforme o horário do dia, sendo que os horários de pico apresentam maior taxaço.

2.1.1.4 Milão

O pedágio urbano conta com uma área de 8,2 km², no centro histórico da cidade, chamada de *Zona a Traffico Limitado* (ZTL) (Figura 06). O sistema tem 43 pontos de leitura com câmeras para o reconhecimento dos veículos. Todo o lucro líquido do sistema é investido na melhoria da mobilidade urbana e na redução da poluição do ar (GOMIDE, 2007).

Figura 6: Sistema de pedágio urbano em Milão

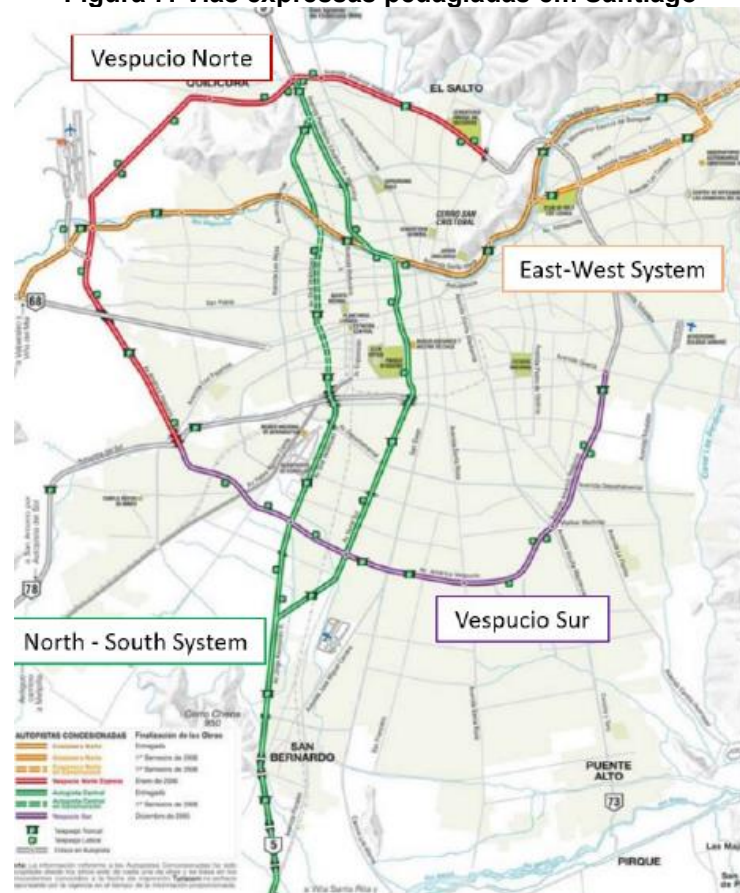


Fonte: BBC, 2008

2.1.1.5 Santiago

Sendo a única metrópole da América Latina a contar com o sistema de pedágio urbano, a capital do Chile adotou um sistema diferente de cobrança: não há uma delimitação de área ou zona de taxaçaõ e sim vias expressas de alta velocidade que atravessam a cidade, como mostra a Figura 07.

Figura 7: Vias expressas pedagiadas em Santiago



Fonte: Vassalo et al., 2020

De acordo com a Associação Nacional de Transportes Públicos (SZASZ, 2017), o método de cobrança é automático, quando o veículo passa pelo pórtico que identifica a *Tag* instalada no para-brisa do veículo. Essas *Tags* foram distribuídas gratuitamente aos veículos registrados na região metropolitana, sendo a cobrança mensal, do mesmo modo que ocorre no Brasil (Sem Parar, Onda Livre, Connectcar, Move, ...). Já os veículos que não transitam com frequência podem adquirir o passe diário, sem limite de quilometragem.

Esse sistema de cobrança tem variação no valor da tarifa conforme o tipo de veículo e o horário de trânsito, sendo os horários de pico os que apresentam maior tarifa, nos horários pré e pós pico os valores intermediários, e fora do pico a tarifa base. Já referente aos veículos, os automóveis utilitários e motocicletas tem a tarifa mínima, camionetes e caminhões de até 3 eixos, a tarifa média, e os caminhões de 4 eixos ou mais com a tarifa máxima (SZASZ, 2017).

2.1.1.6 Rio-Santos

No final de março de 2023, em três pontos da BR 101, no estado do Rio de Janeiro, foram inaugurados os primeiros pórticos do sistema de pedágio *free-flow* brasileiro, nos km 414 (Itaguaí), km 447 (Mangaratiba) e km 538 (Paraty) (ANTT, 2023).

A implementação deste pedágio no país se fez possível com o sancionamento da lei nº 14.157, de 1º de junho de 2021 a qual

Estabelece condições para a implementação da cobrança pelo uso de rodovias e vias urbanas por meio de sistemas de livre passagem, com o intuito de possibilitar pagamentos de tarifas que guardem maior proporcionalidade com o trecho da via efetivamente utilizado (BRASIL, 2021, página 4).

Assim como nos outros sistemas, usa-se de uma *tag* instalada no para-brisa do veículo, que ao passar pelo pórtico, os sensores leem o código da *tag*, identificam e fazem a cobrança automática (Figura 8).

Figura 8: Sistema Free-Flow no Brasil



Fonte: Motor Show, 2023.

De acordo com os dados e informações disponibilizados no site da concessionária, a CCR RioSP (2023), as tarifas cobradas se dão a partir das 6h da manhã da segunda-feira até às 18h da sexta-feira com um valor de R\$ 4,10 por veículo de passeio ou por eixo de veículos comerciais, e das 18h da sexta-feira até as 6h da segunda-feira. Em feriados nacionais, a tarifa aplicada é de R\$ 6,80 por veículo de passeio ou por eixo de veículo comercial.

O novo sistema *free-flow* do Brasil apresenta o benefício de desconto progressivo pelo uso, fornecido aos usuários frequentes, podendo chegar até 70% de desconto (CCR RioSP, 2023).

2.2 Vias

No anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 1997), especifica-se que via é a 'superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e o canteiro central'.

As vias são classificadas primeiramente pela sua localização, sendo ela urbana ou rural. O Anexo I deste artigo, define as vias para a área urbana, que são todas as 'ruas, avenidas, vielas, ou caminhos similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.'

As vias são definidas de acordo com artigo 60 do capítulo III do CTB (1997):

- Urbanas: via de trânsito rápido; via arterial; via coletora e via local;
- Rural: rodovias e estradas.

O CTB (1997) também traz a definição para cada tipo de via urbana, sendo elas:

Via de trânsito rápido: aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível.

Via arterial: aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade.

Via coletora: aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade.

Via local: aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas.

2.3 Tráfego

O modo rodoviário é o principal meio de transporte de cargas no país e a principal ligação entre todas as regiões (SANTOS *et al.*, 1996). Seu bom desempenho depende, dentre outros fatores, do método de dimensionamento aplicado para seu projeto.

Se faz necessário o conhecimento das solicitações atuantes na rodovia, já que a carga aplicada pelo tráfego é um dos principais fatores responsáveis pela deterioração dos pavimentos durante sua vida útil (ADLINGE E GUPTA, 2013), além de que o estudo do tráfego vem para garantir o deslocamento de veículos e de pedestres com segurança, comodidade, economia e rapidez.

O estudo de tráfego possibilita conhecer o número de veículos que circulam por uma via em um determinado período, suas velocidades, ações mútuas, os locais onde seus condutores desejam estacionar, onde se concentram os acidentes de trânsito, determinação da capacidade das vias, estabelecimento dos meios construtivos necessários à melhoria da circulação etc. (DNIT, 2006a).

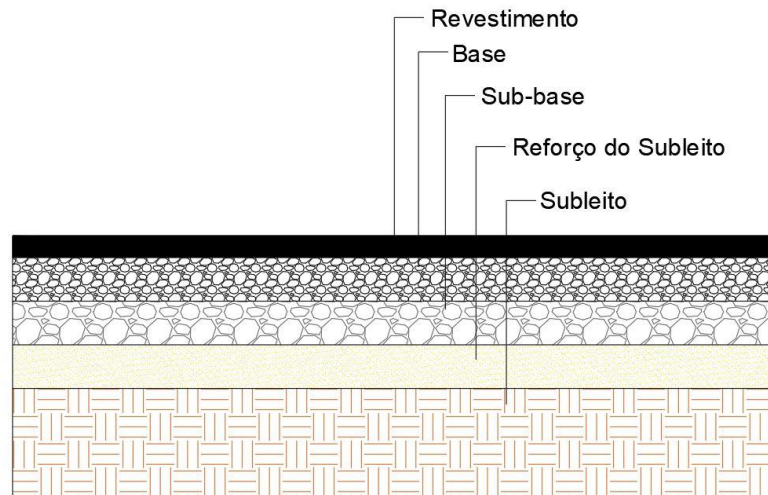
2.4 Pavimentação: composição e normatização

A utilidade de um pavimento é resistir aos esforços verticais devidos ao tráfego e distribuir esses esforços, melhorar as condições de rolamento, prezando pelo conforto e segurança, resistir aos esforços horizontais e tornar o pavimento mais durável (FALEIROS, 2005).

De acordo com Balbo (2017), o pavimento flexível é constituído de um revestimento betuminoso, formado pelas camadas de asfalto (camada de

revestimento); material granular (base) e outro material granular (sub-base), conforme a Figura 9.

Figura 9: Camadas do pavimento



Fonte: Cava, 2021

A Norma DNIT 031/2006-ES, que trata sobre pavimentos flexíveis-Concreto asfáltico- Especificações de Serviços, aborda a 'sistemática a ser empregada na produção de misturas asfálticas para a construção de camadas do pavimento e estradas de rodagem'. Observou-se alguns pontos importantes descritos na Norma, sendo eles abordados ao longo deste tópico.

O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (binder), base, regularização ou reforço do pavimento, ou seja, pode ser aplicado na execução do primeiro pavimento, reforço de um pavimento existente, ou usado como base para outro método de pavimentação.

Os materiais utilizados no concreto são agregados graúdo e miúdo, material de enchimento *filler* e ligantes asfálticos. Os agregados graúdos podem ser pedras britadas, escória, seixo rolado britado ou outro material indicado pela norma. Já o agregado miúdo é composto por areia, pó-de-pedra ou a mistura de ambos.

Os ligantes asfálticos de petróleo empregados na pavimentação podem ser o CAP (cimento asfáltico de Petróleo) dos seguintes tipos: CAP-30/45; CAP-50/70 e CAP-85/100, que podem ser modificados por polímeros, Emulsões asfálticas ou Asfaltos diluídos.

2.4.1 Patologias do pavimento

Balbo (2007) ressalta que os materiais usados na pavimentação sofrem uma degradação ao longo da vida útil, que alteram suas propriedades mecânicas. Os principais causadores dessa deterioração estão relacionados com as cargas dos veículos, os produtos químicos e as ações ambientais.

De acordo com Alves (2018) as patologias do pavimento flexível podem ser classificadas como: defeitos superficiais e defeitos estruturais.

- Defeitos superficiais: exposição ou desprendimento de ligante e agregados; degradações superficiais; deformações devido à má compactação ou ruptura por cisalhamento.
- Defeitos estruturais: afundamentos; ondulações e trilhas de roda.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) apresenta a Norma DNIT 005/2003-TER que traz definições sobre 'defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos'. Alguns destes defeitos estão citados a seguir:

2.4.1.1 Fendas

É toda e qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, verificado por aberturas desde o menor até o maior porte de diversas formas e tamanhos. É subdividido em: fissura e trinca. A trinca ainda se ramifica em isolada e interligada (Figuras 10 e 11).

Figura 10: Trincas em pavimento



FONTE: DNIT 005/2003- TER

Figura 11: Trincas do tipo couro de crocodilo



FONTE: DNIT 005/2003- TER

2.4.1.2 Afundamento

Caracteriza-se por depressões permanentes na superfície do pavimento, geralmente acompanhada de saliências (solevamentos), classificado em afundamento plástico ou de consolidação (Figura 12).

Figura 12: Afundamento de pavimento



FONTE: DNIT 005/2003- TER

2.4.1.3 Ondulação ou Corrugação

Deformação caracterizada pelas ondulações transversais na superfície do pavimento (Figura 13).

Figura 13: Ondulação de pavimento



FONTE: DNIT 005/2003- TER

2.4.1.4 Escorregamento

É o deslocamento do revestimento em relação à camada abaixo, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (Figura 14).

Figura 14: Escorregamento de pavimento



FONTE: DNIT 005/2003- TER

2.4.1.5 Exsudação

Causado pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, onde há a migração do ligante através do revestimento (Figura 15).

Figura 15: Exsudação de pavimento



FONTE: DNIT 005/2003- TER

2.4.1.6 Desgaste

É o resultado do desprendimento constante do agregado do pavimento, causando uma textura áspera na superfície, resultado de esforços tangenciais causados pelo tráfego (Figura 16).

Figura 16: Desgaste de pavimento**FONTE: DNIT 005/2003- TER**

2.4.1.7 Panela ou buraco

Cavidade formada no revestimento, havendo diversas causas, como a falta de aderência entre camadas superpostas que causa o deslocamento do revestimento. Pode alcançar camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas (Figura 17).

Figura 17: Painelas em pavimento**FONTE: DNIT 005/2003- TER**

2.4.1.8 Remendo

É uma panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento. Esta operação é popularmente conhecida como “operação tapa-buraco”. Pode ser dividida entre remendo profundo e superficial (Figura 18).

Figura 18: Remendos em pavimento



FONTE: PAVFRIO, 2020

2.4.2 Métodos de avaliação PCI

O método de avaliação *pavement condition index* (Indicador de Condição do Pavimento) (PCI) é usado para a gerência de pavimentos em nível de projeto, devido à análise detalhada da superfície do pavimento. Ele é um indicador numérico que aponta o estado atual de pavimentos flexíveis e rígidos, desenvolvido pela *U.S*

Army Corps of Engineers (Corpo de Engenheiros Armados dos EUA) e financiado pela *U.S Air Force* (Força Aérea dos EUA) (DOMINGOS, 2017).

Conforme Shahin e Khon (1979) o método PCI baseia-se na identificação e medição das degradações observadas na superfície dos pavimentos, seguido pelo cálculo do VTD (Valor Total de Dedução) que é transformado em uma escala numérica para classificação qualitativa do pavimento.

A identificação e quantificação dos defeitos é feita classificando-os e medindo-os de acordo com o quadro Figura 19:

Figura 19: Medição dos defeitos do pavimento

Defeito	Forma de Medição	Defeito	Forma de Medição
Couro de Crocodilo	Área	Remendos	Área
Exsudação	Área	Agregado polido	Área
Fissura em blocos	Área	Panelas	Unidade
Elevações/recalques	Metro linear	Cruzamento ferroviário	Área
Corrugação	Área	Afundamento de trilha de roda	Área
Afundamento localizado	Área	Escorregamento de massa	Área
Fissura de borda	Metro linear	Fissuras devido ao escorregamento de massa	Área
Fissuras por reflexão de juntas	Metro linear	Inchamento	Área
Desnível pavimento / acostamento	Metro linear	Desgaste	Área
Fissura longitudinal e transversal	Metro linear		

Fonte: APS (1998)

Com uso do quadro na Figura 19, pode-se estimar o VTD e, com ele chega-se a um valor numérico onde o pavimento pode ser classificado de acordo com a tabela da Figura 20, variando seu valor de 0 (péssimo) a 100 (excelente):

Figura 20: Classificação dos defeitos do pavimento

CLASSIFICAÇÃO	PCI
Excelente	86 – 100
Muito bom	71 – 85
Bom	56 – 70
Médio	41 – 55
Ruim	26 – 40
Muito ruim	11 – 25
Péssimo	0 – 10

Fonte: Shahin (2005)

2.4.3 Manutenção asfáltica

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006b) aborda as tomadas de decisões sobre as medidas para a restauração e conservação dos pavimentos. Muitas das decisões a serem tomadas são pré-estabelecidas na etapa de projeto, onde a estrutura é dimensionada para o período de projeto. De acordo com o Departamento Nacional de Rodagem (DER), período de projeto é o

Período adotado para o dimensionamento da estrutura do pavimento, de tal forma a desempenhar sua função de proporcionar trafegabilidade, conforto e segurança aos usuários durante este período. Adota-se, normalmente, período de projeto igual a 10 anos para pavimentos flexíveis e semi-rígidos, e 20 anos para pavimentos rígidos (DER, 2006, p. 12)

De acordo com o manual do DNIT (2006b, p. 245), a serventia de um pavimento relaciona-se com a 'habilidade do pavimento em proporcionar ao usuário conforto, segurança e economia', e quando sua serventia começa a ficar afetada, faz-se necessário sua recomposição, pelas seguintes razões:

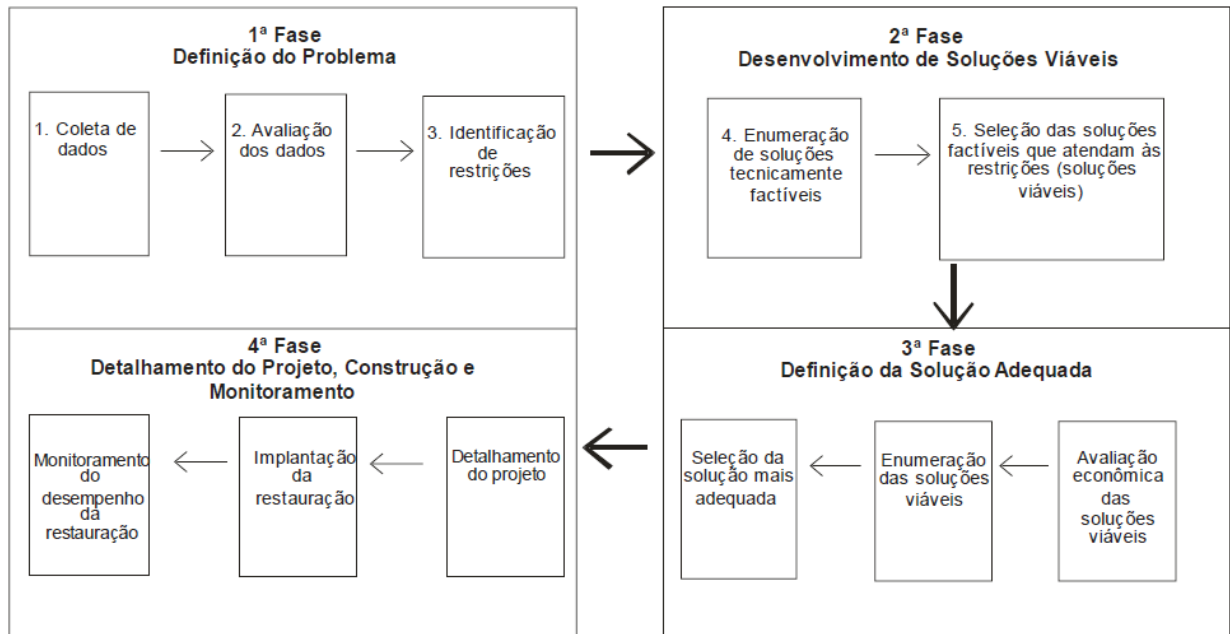
- a) Qualidade de rolamento inadequada;
- b) Excesso de defeitos de superfície;
- c) Redução do coeficiente de atrito entre pneu e pavimento;
- d) Necessidade excessiva de serviços de conservação;
- e) Custos elevados para o usuário;
- f) Capacidade estrutural inadequada para a solicitação de tráfego prevista.

A escolha da alternativa de Restauração mais apropriada, comumente leva em consideração os seguintes fatores de projeto, de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006b):

- a) Condição atual do pavimento com relação aos defeitos de superfície;
- b) Solicitação de tráfego, em termos de número de repetições de carga por eixo padrão durante o período de projeto;
- c) Capacidade estrutural do pavimento existente.

As etapas do processo de restauração são divididas em 4 fases, sendo a 1ª fase a definição do problema, a 2ª fase o desenvolvimento de soluções viáveis, a 3ª fase a definição da solução adequada e a 4ª fase o detalhamento do projeto, construção e monitoramento, como mostra a figura 21.

Figura 21: Fases de manutenção do pavimento



Fonte: Manual de restauração de pavimentos, DNIT, 2006

2.5 Concessões e investimentos públicos

O artigo 175 da Constituição Federal Brasileira (1988) estabelece os princípios básicos do regime de concessão e permissão de serviços públicos, onde ele especifica o seguinte:

Art. 175. Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Parágrafo único. A lei disporá sobre:

- I - O regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;
- II - Os direitos dos usuários;
- III - Política tarifária;
- IV - A obrigação de manter serviço adequado.

Sobre o que é uma concessão de serviço público, descreve-se como sendo:

contrato administrativo pelo qual o Estado atribui a alguém o exercício de um serviço público, para que o execute em nome próprio, por sua conta e risco, remunerando-se pela própria exploração do serviço, via de regra mediante tarifas cobradas diretamente dos usuários do serviço (GROTTI, 2007, p13).

No Manual de Direito Administrativo (CARVALHO FILHO, 2014), aborda-se o principal motivo das concessões de serviços públicos: a carência de recursos.

Bracarense (2018) cita que a vantagem do modelo de concessões públicas é unir a *expertise* e o capital do setor privado ao interesse público.

As concessões de infraestrutura envolvem vários modos de transporte como rodovias, ferrovias e aeroportos. De acordo com a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), ela administra 23 concessões de rodovias no Brasil, totalizando quase 11 mil quilômetros.

Segundo a ANTT, a concessão rodoviária federal tem como objetivo envolver os serviços de recuperação, operação, manutenção, conservação, monitoração, implantação de melhorias e ampliação de capacidade, além das manutenções quando requisitadas.

2.6 Novo SICRO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) é uma ferramenta que foi criada e é constantemente aperfeiçoada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura (DNIT), de onde pode-se obter os parâmetros de custos para referenciar a elaboração dos orçamentos de projetos rodoviários e licitações de obras (CASIMIRO, 2017 apud CAMPOS, 2020).

A elaboração da composição de projetos rodoviários exige conhecimento de diversas informações, conforme o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2017): produção do serviço, especificação dos insumos, consumos dos materiais, taxas de utilização de mão de obra e dos equipamentos, atividades auxiliares, tempos fixos relacionados à carga, descarga e manobras, momentos de transporte e parcela de bonificação e despesas indiretas – BDI.

A primeira versão da SICRO foi criada em 1992 pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), que já se extinguiu. Após revisões e alterações, surgiu a SICRO 2 no ano de 2000, e em abril de 2017 foi lançado o novo SICRO pelo DNIT (DNIT, 2017).

O novo SICRO possui mais de 6 mil composições de preços, incluídas as composições dos modais rodoviários, aquaviários e ferroviários objetivando o fornecimento padronizado de valores de insumos, por regiões e estados da federação (NORONHA, 2019).

2.7 Viabilidade

Três variáveis podem ser citadas para discutir a viabilidade de um projeto de pedágio:

- viabilidade técnica;
- viabilidade econômica;
- capacidade de obtenção de crédito.

Estas variáveis são influenciadas pelos diversos riscos envolvidos no projeto, com isso deve-se assegurar de que sejam conhecidos, mitigados e compartilhados entre as partes envolvidas, garantindo a realização do fluxo de caixa e taxa de retorno projetados (SANTIAGO, 2002).

A viabilidade técnica trata do projeto, em que se concentra as principais preocupações dos credores, pois deve atender ao cronograma, orçamento e produção pela capacidade projetada que fora proposto. Esta análise deve ser minuciosa e ocorrer previamente a construção e operação, devendo incluir ensaios, revisões, testes e simulações para comprovar a efetividade das tecnologias propostas (FINNERTY, 1999 apud LUCAS JUNIOR, 2008).

Uma avaliação da viabilidade econômica identificará a capacidade do projeto em suprir os empréstimos mesmo em épocas de acontecimentos adversos (desvalorização da moeda, aumento de custos construtivos, atrasos de cronograma, aumento de taxas), além do retorno obtido com a cobrança da tarifa. Deve-se estabelecer o tipo de cobrança, valor da tarifa, volume esperado de veículos com isenção da tarifa, para obter a avaliação financeira do projeto (LUCAS JUNIOR, 2008).

Geralmente o tipo de cobrança é variável, pois considera taxas maiores em horários de pico e taxas menores em horários de pouco movimento. Com essa cobrança variável é possível diminuir o uso de veículos particulares e incentivar o uso de mais pessoas em um único veículo, como também o uso de transporte coletivo (LUCAS JUNIOR, 2008).

O valor a ser cobrado deve estar dentro da realidade financeira da população da região, além de suprir todos os custos necessários da operação e investimentos do pedágio urbano. É necessário o estudo do volume de tráfego antes e depois da implantação do pedágio, de forma a estimar o aumento deste volume a partir de uma

taxa de crescimento, respeitando o tempo especificado para a operação do pedágio, além de analisar os cenários de redução de volume de tráfego devido a implantação do pedágio urbano.

Pode haver isenção de tarifa nos seguintes casos:

- portadores de deficiência física;
- veículos de emergência;
- ônibus municipais e intermunicipais
- motocicletas.

A capacidade de obtenção de crédito depende do fluxo de caixa, caso esteja negativo na fase de projeto, ou seja, incapaz de se autossustentar, tendo custos alto de operação e manutenção e/ou baixo fluxo de veículos, será negado, pois pode trazer prejuízos aos cofres públicos.

Santiago (2002) aborda cinco fontes de garantias para a capacidade de obtenção de crédito de um projeto:

- ativos;
- lucratividade esperada;
- percentual de valor de risco do capital próprio dos patrocinadores nos ativos do projeto;
- suporte indireto de crédito de terceiros;
- risco de crédito de cada patrocinador.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Gil (2002) define a pesquisa como um procedimento racional e sistemático, o qual visa trazer soluções aos problemas propostos, sendo usada quando não há informações o suficiente, desenvolvendo-se o uso de conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos.

A classificação desta pesquisa com base nos seus objetivos é classificada como pesquisa exploratória. De acordo com Gil (2008), uma pesquisa exploratória tem a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias. Há formulações de problemas e consideração de hipóteses anteriores.

Também pode ser classificada com base nos procedimentos técnicos utilizados para seu desenvolvimento, a qual é uma pesquisa bibliográfica, com uso de pesquisas já realizadas. Como Gil (1994) explica, uma pesquisa bibliográfica usa de materiais já elaborados como livros e artigos científicos e estudos de campo. Segundo Gil (1994), o estudo de campo se desenvolve no próprio local do estudo, não requerendo equipamentos especiais de coleta de dados, e visa uma maior profundidade no assunto abordado.

Fleury e Werlang (2017) indicam que a pesquisa aplicada diz respeito a sua capacidade de gerar impacto, podendo ser definida como um conjunto de atividades utilizando-se de conhecimentos já adquiridos com o intuito de coletar, selecionar e processar os dados e informações para obter um resultado.

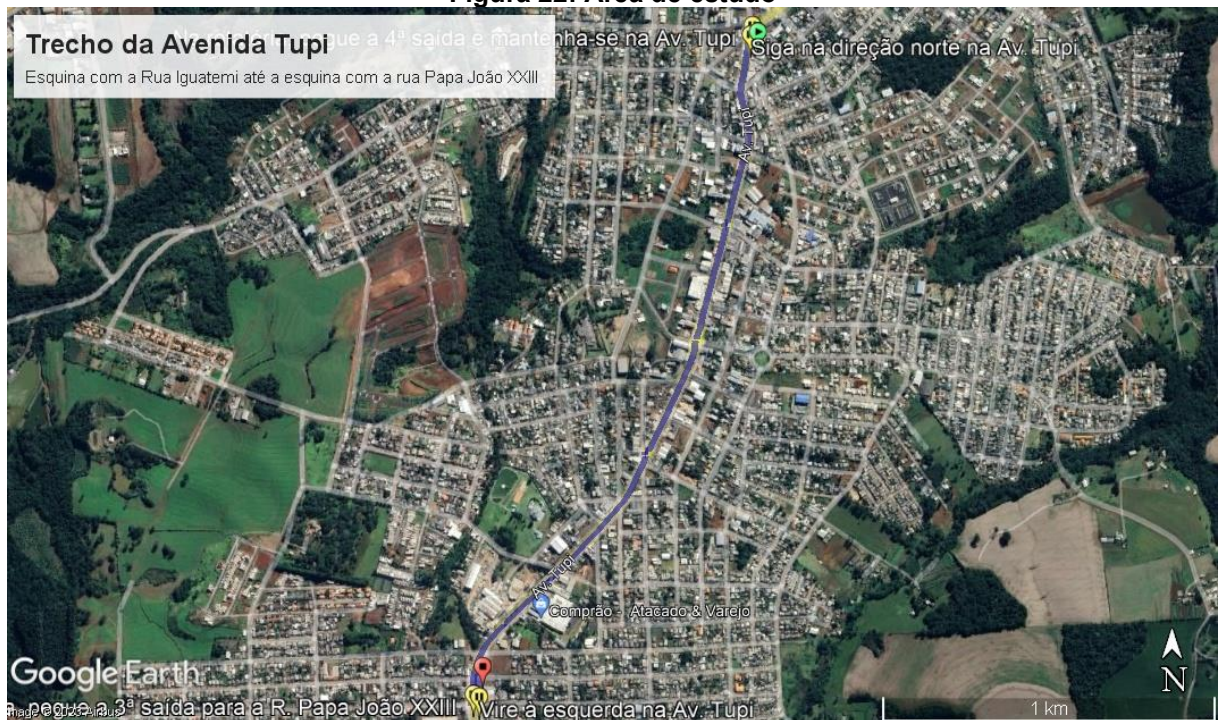
3.2 Área de estudo

O município de Pato Branco é uma cidade localizada na região Sudoeste do Paraná, distante cerca de 433 quilômetros da capital, Curitiba-PR. Faz limites com os municípios: Bom Sucesso do Sul, Clevelândia, Coronel Vivida, Honório Serpa, Itapejara D'Oeste, Mariópolis, Renascença e Vitorino. Possui uma área total de 539,087 km² e fica a 760 metros de altitude (IBGE, 2021). Conta com uma população de cerca de 84.779 pessoas, de acordo com o Censo do IBGE para 2021. Pato Branco

tem um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,782 (IBGE, 2010), classificado como alto e um PIB per capita de R\$ 48.310,90 (IBGE, 2019).

A Avenida Tupi é a principal via de acesso ao município no sentido norte-sul, cortando o centro da cidade, tendo uma extensão de aproximadamente 8 quilômetros. O trajeto em estudo tem cerca de 2,2 quilômetros de extensão, apresentado na Figura 22, e compreende o fragmento entre a esquina da Avenida Tupi com a Rua Iguatemi, no bairro Cristo Rei, até a esquina da Avenida Tupi com a Rua Papa João XXIII no bairro Santo Antônio, atravessando ainda pelos bairros Morumbi, Pinheirinho e Sudoeste.

Figura 22: Área de estudo

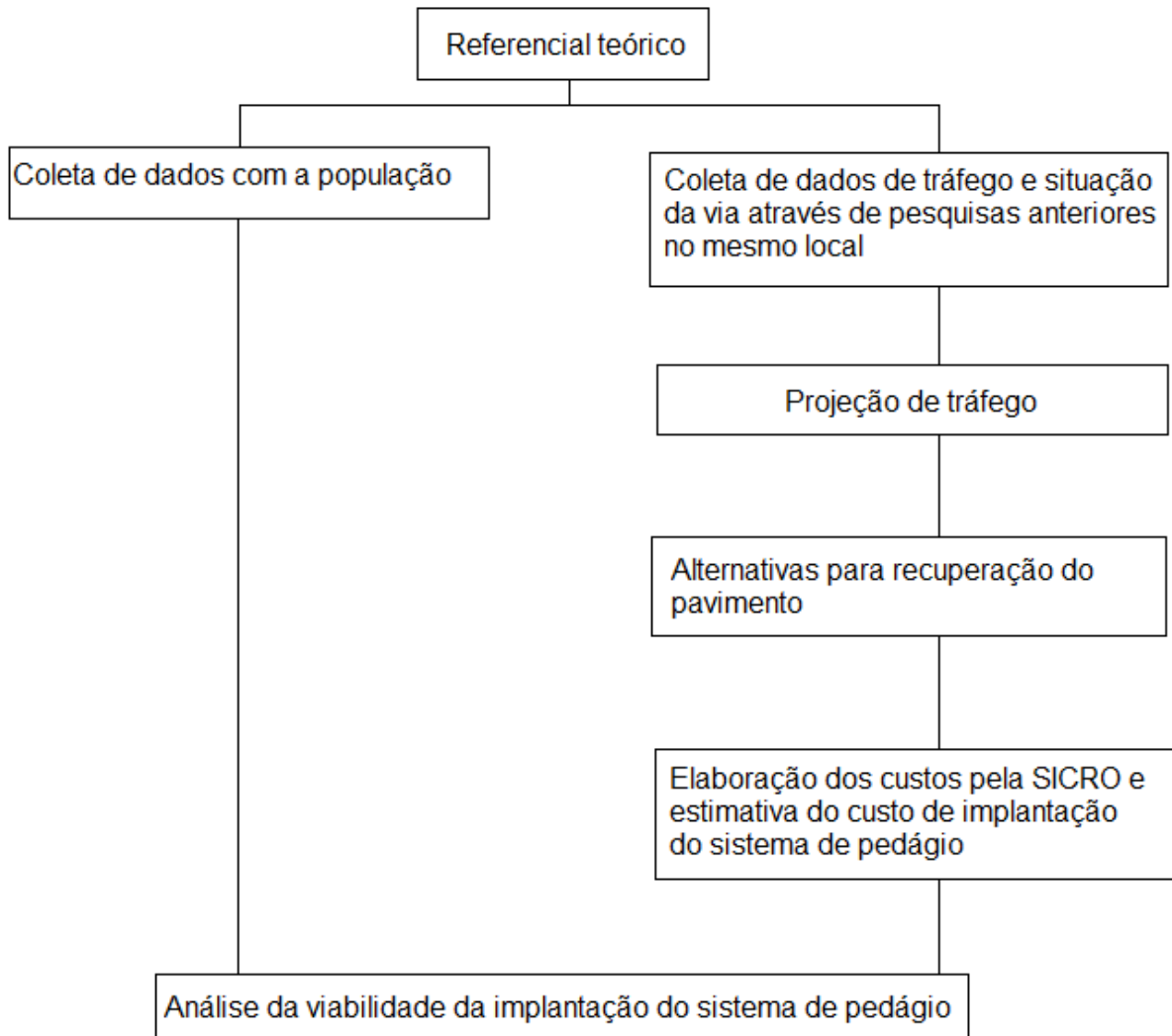


FONTE: Google Maps, 2022

3.3 Etapas de estudo

Na Figura 23, apresenta-se um resumo das etapas do estudo.

Figura 23: Etapas do trabalho



Fonte: Autoria própria, 2023.

3.4 Materiais e métodos

3.4.1 Dados de campo coletados junto a população

Durante a elaboração da segunda etapa deste projeto, foi realizada uma coleta de dados, por meio de uma pesquisa de campo em que foi averiguado o nível de aceitação da população em relação à ideia da implantação de um pedágio urbano

através de um questionário (APÊNDICE A), obtendo-se informações sobre possíveis valores da taxa de cobrança. Os entrevistados responderam o questionário de forma anônima. Os entrevistados foram questionados quanto a frequência de uso semanal na via; qual o meio de transporte utilizado; se transita com passageiros (carona); a percepção da qualidade do pavimento; prováveis valores de cobrança da tarifa de pedágio; e, por fim, se iriam usufruir da via pedagiada após as melhorias.

O questionário foi aplicado aos usuários da via nos arredores do Mercado Comprão Atacado & Varejo.

Para garantir a representatividade da amostra de campo, calculou-se uma amostra populacional com base na população do local, a qual se refere ao volume médio diário (VDM) do trecho em estudo, calculada pela equação (1) (NOGUEIRA JUNIOR; MONICO; TACHIBANA, 2004):

$$n = \frac{D^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N-1) + D^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Em que:

N= população do ano corrente

p= 50% fator 0,5

q= 50% fator 0,5

e= margem de erro, 10% ou 0,1.

D= escore z, fator 90% que é 1,64.

O volume de tráfego para o ano corrente foi calculado por meio da aplicação de uma taxa de crescimento geométrico, conforme descrito nos itens posteriores.

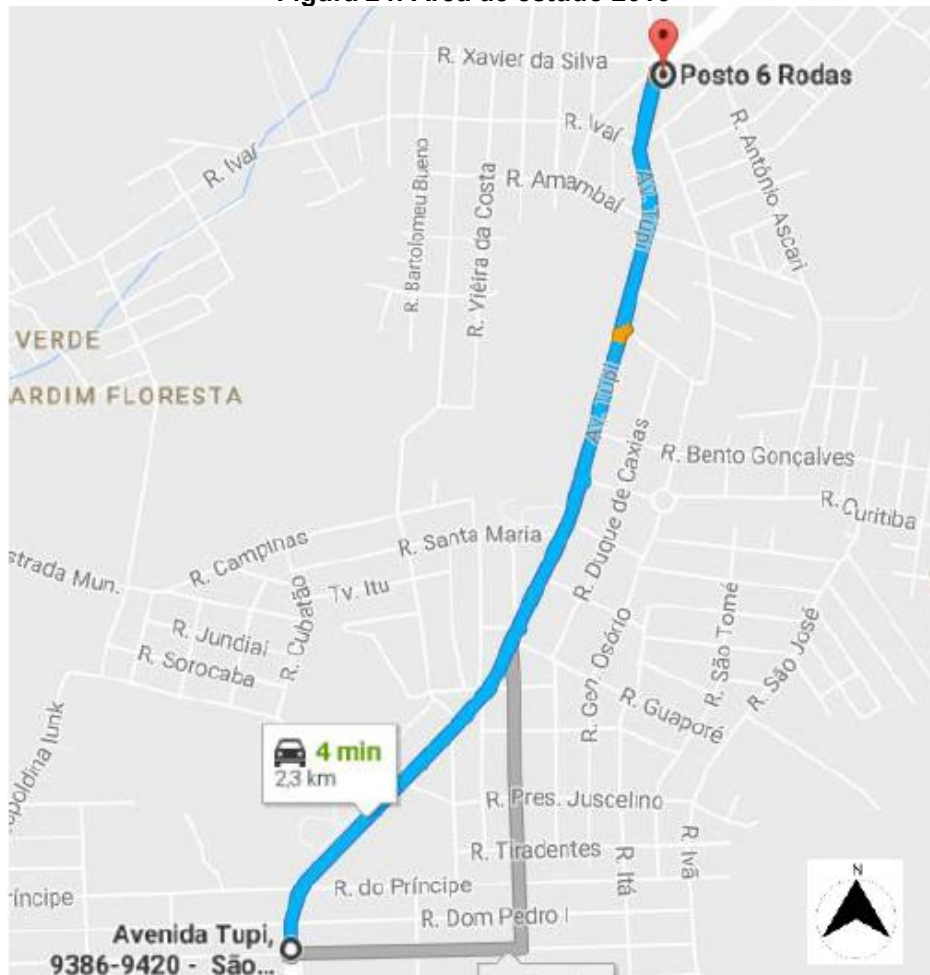
3.4.2 Volume de tráfego

Para a realização desta pesquisa, foi utilizado o levantamento do volume de tráfego elaborado pelos autores Berbel (2016) e Lorenzatto (2021), em trabalhos realizados no mesmo local de estudo, incluindo dados de tráfego, previsão de volume de tráfego futuro, situação do pavimento e possíveis soluções.

3.4.2.1 2016

De acordo com o estudo de Berbel (2016) foram efetuadas duas contagens de volume de tráfego, nos dias 23 de setembro de 2016 e 04 de outubro do mesmo ano, no trecho da intersecção da avenida Tupi com a rua Genuíno Piacentini até a intersecção da avenida Tupi com a rua Papa João XXIII, assim como mostra a figura 24. A contagem foi contabilizada com 12 horas de tráfego diário na região.

Figura 24: Área de estudo 2016



FONTE: Berbel, 2016

3.4.2.2 2021

Já no trabalho realizado por Lorenzatto (2021), foram efetuadas contagens de volume de tráfego no período de 26 a 30 de julho de 2021. O trecho analisado foi na intersecção da avenida Tupi com as ruas Iguatemi e Genuíno Piacentini, figura 25.

A contagem foi realizada entre as 17:00 e 19:00 horas, considerado pelo autor como horários de pico.



FONTE: Lorenzatto, 2021

3.4.3 Condições de pavimento

As condições do pavimento foram avaliadas através do método PCI e aplicadas nos anos de 2016 e 2021. Com estes levantamentos foi elaborado um orçamento de restauração do pavimento através da tabela SICRO.

3.4.3.1 2016

Berbel (2016) selecionou 14 trechos da área de estudo, dividindo-os em seções de 45 metros de comprimento por 5 metros de largura, alternando a localização do trecho em relação à quadra (início, meio e fim). Foram percorridas a pé todas as seções de estudo, anotando em planilha os dados da inspeção, contendo dados do tipo de defeito, severidade e extensão.

De acordo com Berbel (2016), a maioria das seções de estudo apresentavam fissuras longitudinais, desgastes e remendos de baixa severidade. Ainda assim, a condição do pavimento considerando a média de toda a extensão do trecho, foi classificado como “muito boas” sugeriu o preenchimento de painelas e

selamento de trincas, aplicando remendos onde fosse necessário e a regularização de toda a sua extensão com a aplicação de uma camada de microrrevestimento.

3.4.3.2 2021

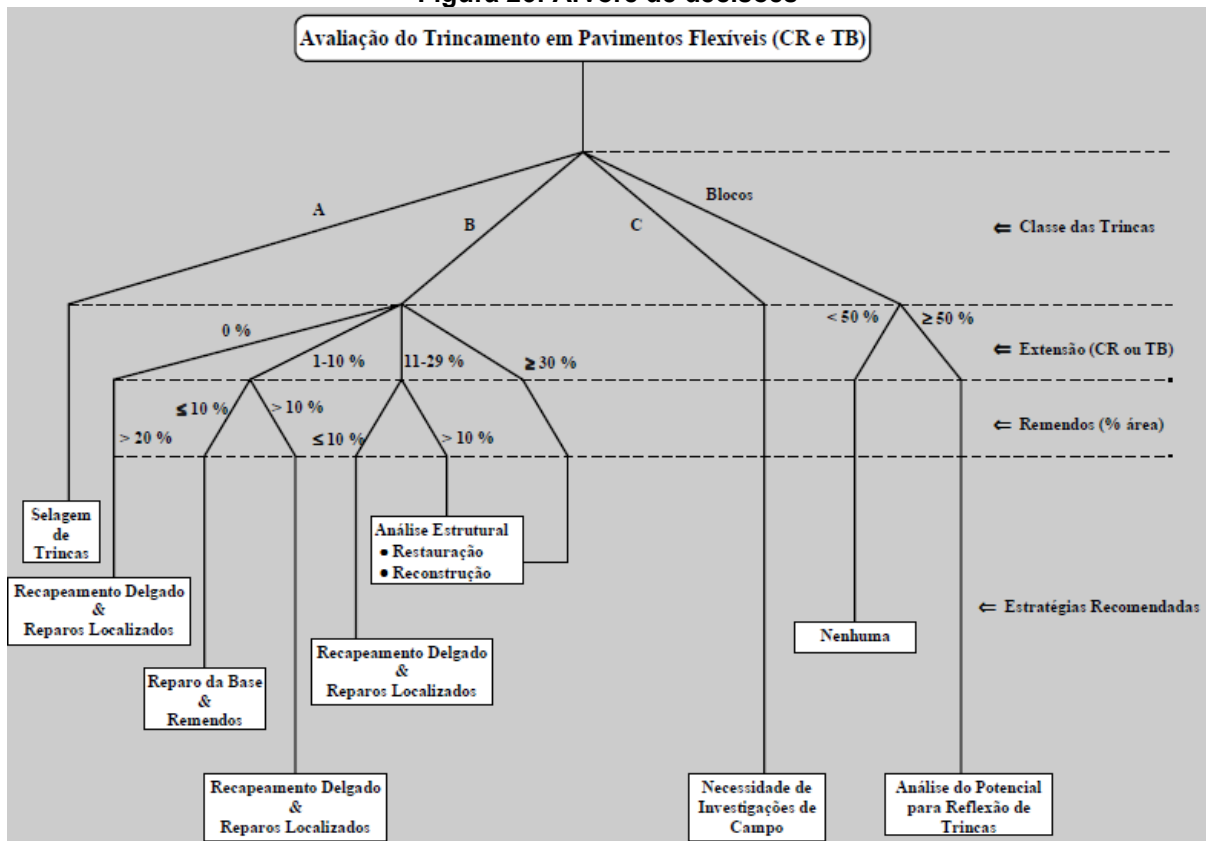
No mesmo local de estudo realizado por Berbel (2016), Cabral (2021) fez uma análise sobre as condições do pavimento, onde foi selecionado no trecho de estudo 14 amostras de 5 metros de largura por 45 metros de comprimento, contando com 630 metros lineares de pavimento. No estudo, constatou-se defeitos como trincas do tipo couro de crocodilo e trincas longitudinais e transversais de média severidade, classificando a condição do pavimento como “boa”. As atividades de manutenção sugeridas foram a execução de remendos em diversos pontos e selagem de trincas, como também o uso de lama asfáltica em alguns segmentos.

3.4.4 Árvore de decisões

O Professor Gonçalves (1999), explica que a manutenção de um pavimento abrange todas as intervenções que, de forma direta ou indireta, afeta o nível de serventia e o desempenho do pavimento.

Neste trabalho a árvore de decisões do Departamento de Transportes da Califórnia (CALTRANS), utilizou-se na fase de avaliação dos pavimentos, para isso utilizou-se dois tipos de dados, para a escolha da melhor abordagem de melhoria dos pavimentos: defeitos de superfície e irregularidade longitudinal do pavimento. Neste estudo será usada a árvore de decisões para Avaliação do Trincamento em Pavimentos Flexíveis, como mostra a Figura 26.

Figura 26: Árvore de decisões



Fonte: Gonçalves, 1999.

3.4.5 Custo da implantação do sistema de pedágio Free-Flow

De acordo com estudos feitos em 2006 por PRUD'HOMME e KOPP, os custos da implantação de um pedágio urbana com as tecnologias mais avançadas era de US\$ 211.055.568,00, o qual de acordo com Lucas Junior, em dezembro de 2008 correspondia a um valor de R\$527.638.920,00, que de acordo com a inflação para maio de 2023 pela calculadora do Banco Central do Brasil, equivale aos dias atuais a um valor de R\$ 1.899.408.811,50, um acréscimo de 259,68%. O autor compara a extensão destes valores com o seu estudo de implantação de um sistema de pedágio urbano no centro da cidade do RIO de Janeiro, que corresponde a 58 ruas e, ainda defende que apesar do sistema de *Tag's* ser o mais dispendioso é o que tem maior confiabilidade, considerando que 40% do valor da tarifa é para a operação do sistema.

Em reunião com líderes regionais em janeiro de 2023, o Secretário Estadual de Parcerias e Concessões do Rio Grande do Sul, Pedro Capeluppi e integrantes da equipe técnica, apresentaram uma estimativa extraoficial do custo para

a implantação do sistema *free flow*. Considerando os custos para apenas um pórtico, inclui-se as instalações elétricas, fibra óptica, câmeras e outros itens, o preço inicial pode variar entre R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais) a R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) (FALEIRO, 2023), valor que de acordo com Capeluppi ‘é uma estimativa inicial. Como é algo que não existe no país, ninguém tem ainda muito claro os custos’ (ressaltando que esta entrevista aconteceu poucos meses antes da inauguração do sistema Rio-Santos), argumento o qual também foi abordado por Lucas Junior em 2008, que diz que fala da dificuldade de estimar os custos para a implantação do pedágio urbano, já que é tudo projetado especificamente para a cidade a ser aplicado o sistema.

3.4.6 VPL – Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) de um projeto é o método econômico-financeiro usado para identificar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros, menos o custo do investimento inicial (SILVA e FONTES, 2005), permitindo determinar o valor futuro. Com isso, o VPL trata da diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos. Sendo:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (2)$$

Onde:

R_j=valor atual das receitas;

C_j=valor atual dos custos;

i=taxa de juros;

j=período em que as receitas ou os custos ocorrem;

n=número de períodos ou duração do projeto.

Cury et al. (2012) e Bordeaux-Rêgo (2013) indicam que o projeto é economicamente viável se o VPL for maior do que zero. Caso seja menor que zero o projeto se torna inviável. Já se o VPL for igual a zero, o projeto não apresentará prejuízos nem lucros, podendo ser viável a depender do propósito.

Os custos para o cálculo do VPL são dados por todos os investimentos feitos, sendo eles dados pelo custo para a restauração do pavimento, o custo de manutenção e o custo da implantação do pedágio. Já os benefícios ou entradas são dadas pelas arrecadações anuais obtidas através da tarifa cobrada dos usuários. A

tarifa tem um valor fixo e sua variação se dará pelo tipo de veículo, sendo que automóveis e utilitários possuem o valor único de tarifa, para caminhões considerou-se uma média de 3 eixos para fins de estudos, com uma cobrança da tarifa por eixo. O mesmo ocorre com os ônibus.

Na equação 3 é apresentado o modelo de cobrança dos veículos adotado para este projeto, ressaltando-se que o VMD de veículos deve ser transformado em volume anual. Adotando para este trabalho o valor de 21 dias úteis no mês.

$$R_j = \%_{automóveis} \cdot F \cdot E \cdot T + \%_{utilitários} \cdot F \cdot E \cdot T + \%_{caminhões} \cdot F \cdot E \cdot T + \%_{ônibus} \cdot F \cdot E \cdot T \quad (3)$$

Onde:

R_j = é o valor arrecadado no ano;

% = é o percentual que corresponde a cada tipo de veículo;

F = frota anual;

E = eixos, sendo 1 para automóveis e utilitários e 3 para caminhões e ônibus;

T = valor da tarifa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Levantamento de dados

4.1.1 Volume Médio Diário de tráfego atual e futuro

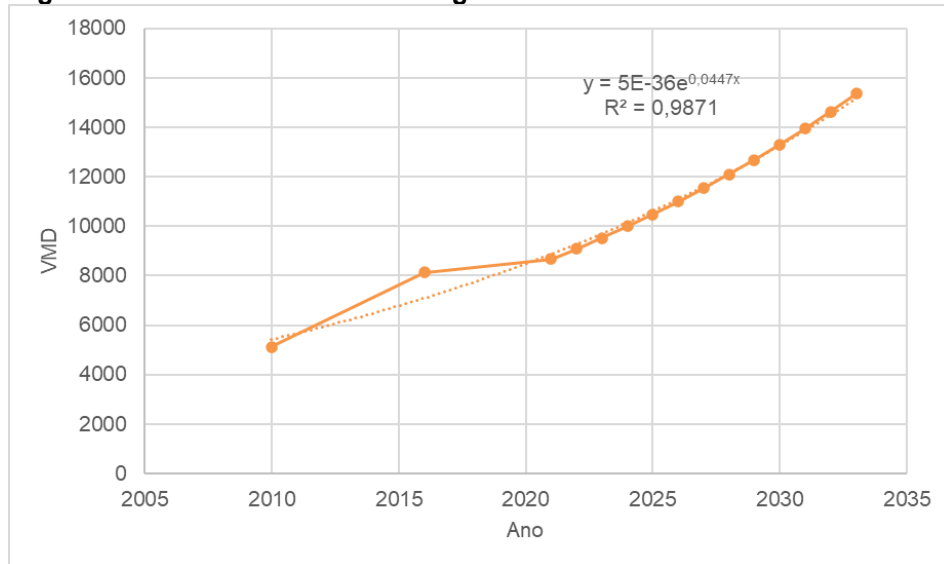
Em 2010, foi realizada a restauração do pavimento no trecho em estudo, o qual apresentava um volume de tráfego de 5.127 veículos (BERBEL, 2016). Tomando os dados apresentados nas contagens de volume de tráfego diário de 2010, 2016 e 2021, pode-se através do cálculo de crescimento geométrico estimar o VMD. O percentual de crescimento do tráfego anual calculado foi de 4,65%. Considerando 10 anos de projeto, foi calculado o VMD até 2033(Tabela 01).

Tabela 1: VMD – Volume médio de tráfego 2010-2033

ANO	FROTA	ANO	FROTA
2010	5127	2027	11530
2016	8120	2028	12094
2021	8662	2029	12684
2023	9529	2030	13303
2024	9994	2031	13953
2025	10482	2032	14634
2026	10994	2033	15349

Fonte: Autoria própria, 2023

Com base no volume médio diário de tráfego obtido na tabela 1 anterior, foi criado o gráfico de crescimento da frota para os próximos anos (Figura 27).

Figura 27: Gráfico de crescimento geométrico da frota de Pato Branco-PR

Fonte: Autoria própria, 2023

Nota-se um ponto fora da curva em 2016, porém ainda assim foram adotados os 3 anos para o cálculo de crescimento, vale ressaltar que o ano de 2021 ainda era um ano de pandemia no qual ainda muitas pessoas se encontravam resguardadas, interferindo no VDM, de tal forma o VDM de 2021 está próximo do de 2016.

4.1.2 Pesquisa junto aos usuários da via

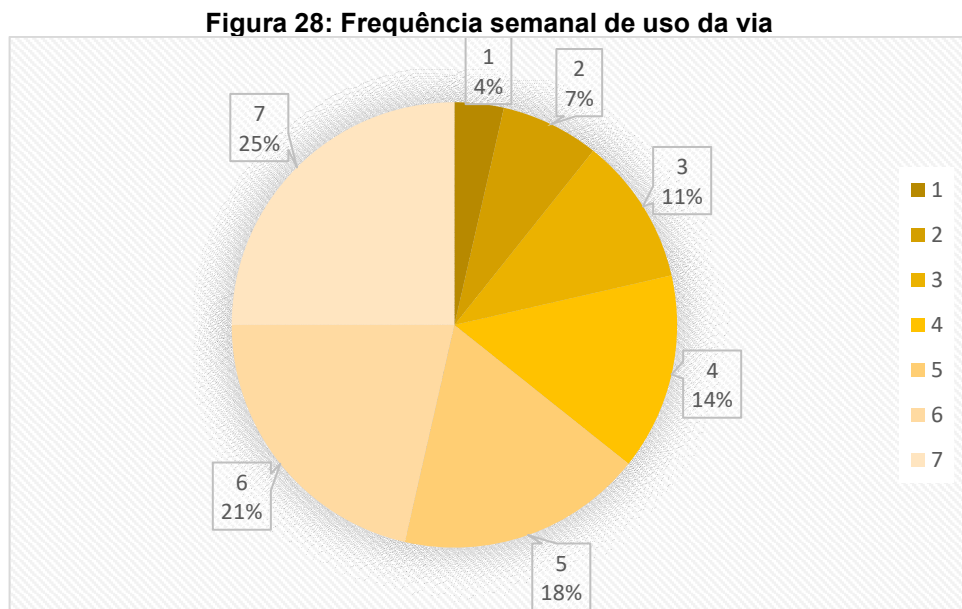
Para determinar o tamanho da amostra, foi considerado o volume da frota projetada para o ano de 2023, obtendo-se 9.529 veículos que transitam na região. A partir desse valor, calculou-se o tamanho da amostra conforme a Equação 1:

$$n = \frac{1,64^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 9529}{0,1^2(9529 - 1) + 1,64^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}$$

Dessa forma, foi atingido uma amostra de 67 usuários para pesquisa, a qual foi realizada em dois momentos, nos dias 5 de novembro de 2022 e no dia 29 de abril de 2023, ambas feitas nos arredores do mercado Comprão, situado na via de estudo. A partir disso, os resultados são relatados a seguir de forma resumida. Os dados completos são apresentados no Apêndice B.

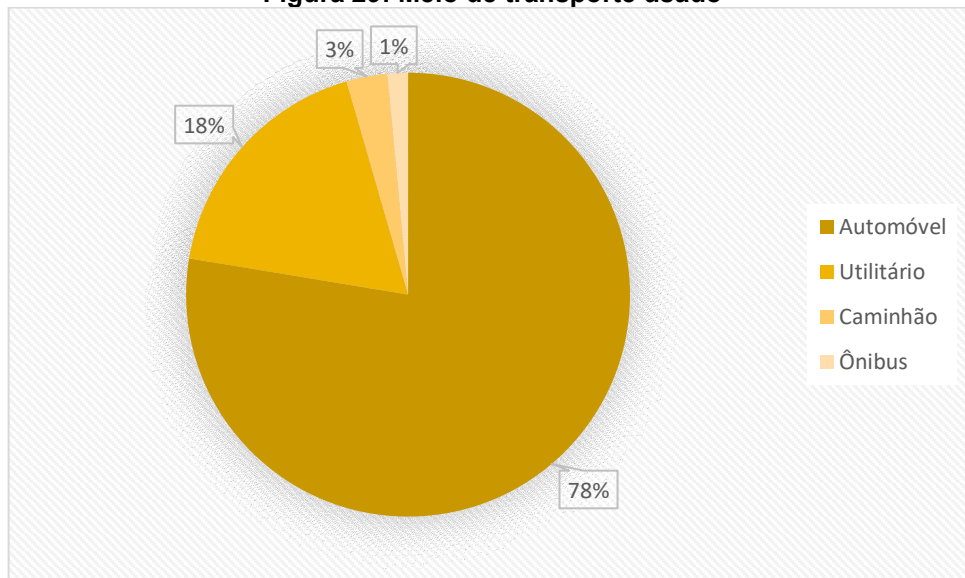
4.1.2.1 Uso e qualidade

A fim de verificar a experiência que os usuários entrevistados têm com a via em estudo, foi questionado a frequência semanal que estes trafegam por ela. De acordo com a Figura 28, é possível constatar que a maioria dos entrevistados, ou seja, 64%, utilizam a via pelo menos 5 dias da semana, indicando ser uma importante via de acesso semanal.



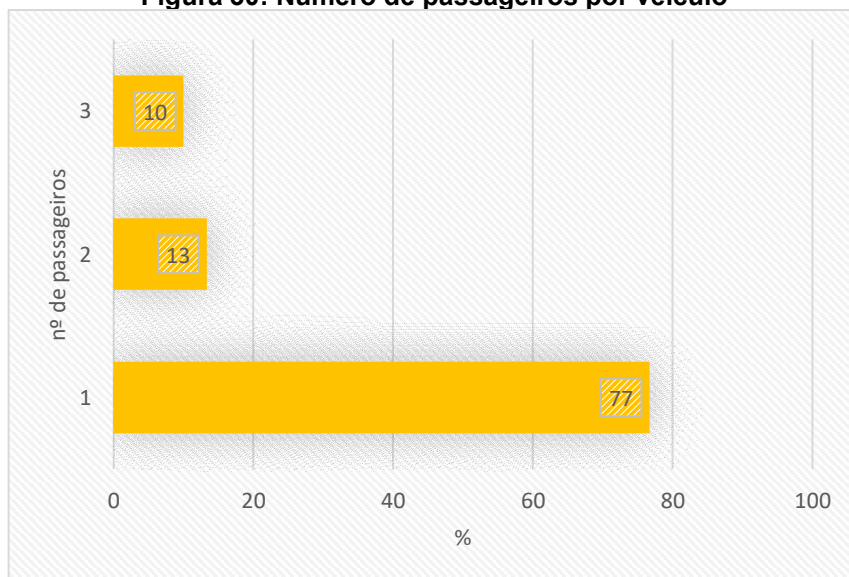
Fonte: Autoria própria, 2023

Analisando o meio de transporte dos entrevistados, foi constatado que 78% dispõem de automóvel e 18% utilitário, concluindo que a maioria utiliza veículos pequenos, sendo que apenas 4% são distribuídos entre caminhão e ônibus (Figura 29).

Figura 29: Meio de transporte usado

Fonte: Aatoria própria, 2023

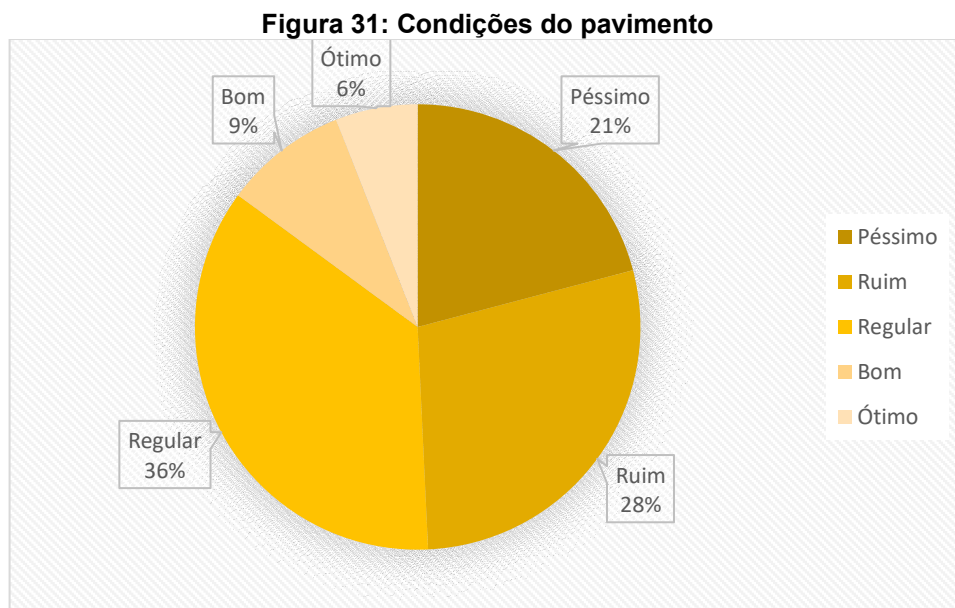
Foi questionado também se os usuários do veículo costumam levar passageiros, e constatou-se que 55% utilizam o veículo sozinho. No que diz respeito aos 45% que dão carona, foi levantado também o número regular de passageiro nos veículos, 77% afirmam levar pelo menos 1 passageiro, 13% duas pessoas e 10% até três (Figura 30).

Figura 30: Número de passageiros por veículo

Fonte: Aatoria própria, 2023

No que se refere aos aspectos de qualidade da via, condições de pavimento, calçadas e sinalizações, os entrevistados se mostraram infelizes com as condições atuais, com 49% das respostas caracterizando a qualidade da via como péssima ou ruim (Figura 31), ressaltando a necessidade de melhorias a serem realizadas na via em estudo.

Importante salientar que pelo menos 15% caracterizaram as condições do pavimento como “boa” e “ótima”, indicando que a análise sobre a qualidade é determinada por pontos de vista distintos.

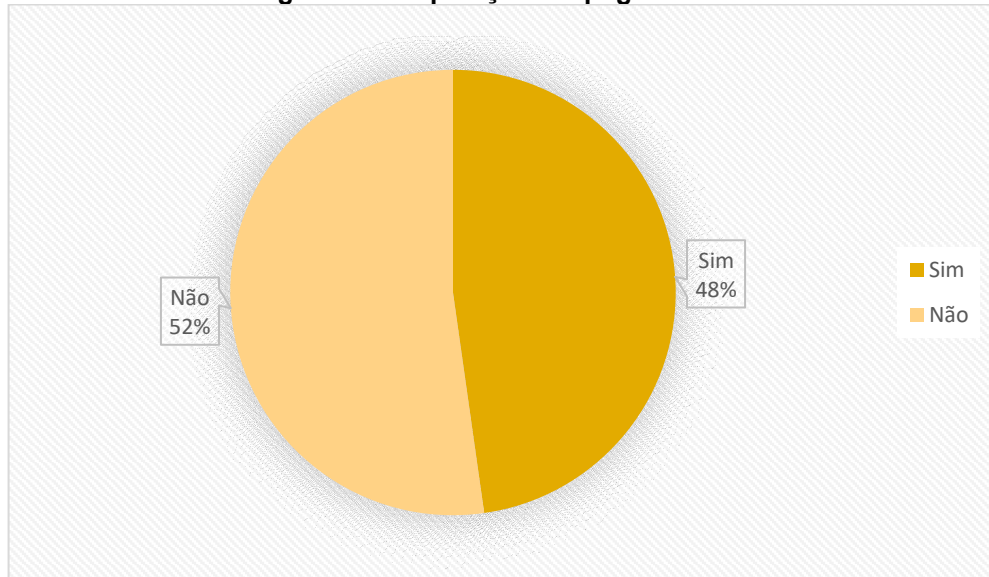


Fonte: Autoria própria, 2023

4.1.2.2 Percepções sobre o pedágio urbano

Quanto à aceitação dos usuários frente a instalação de um pedágio urbano na região estudada, verifica-se que não há uma definição direta sobre a proposta, pois 48% dos entrevistados se mostraram receptivos à ação, contra uma rejeição de 52% (Figura 32).

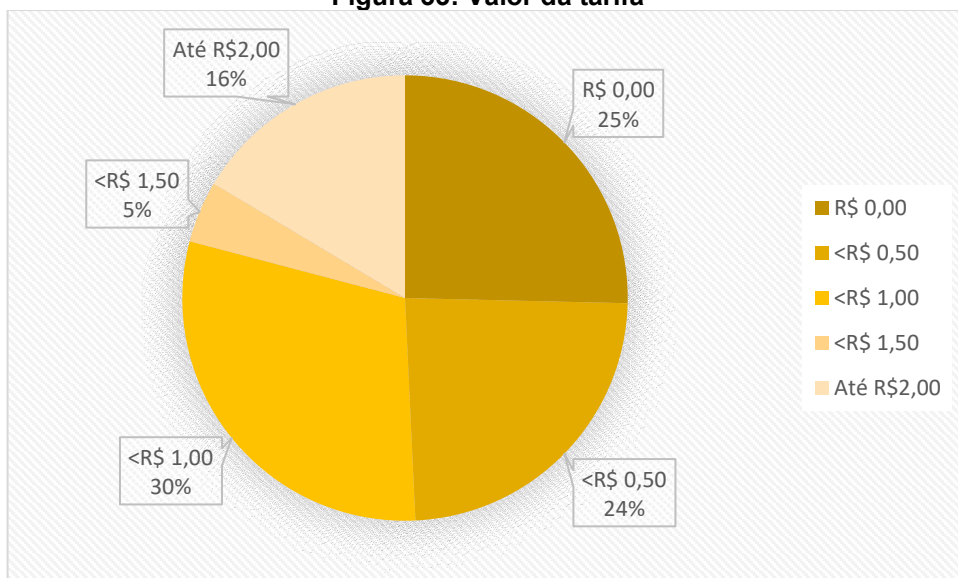
Figura 32: Disposição em pagar a tarifa



Fonte: Autoria própria, 2023

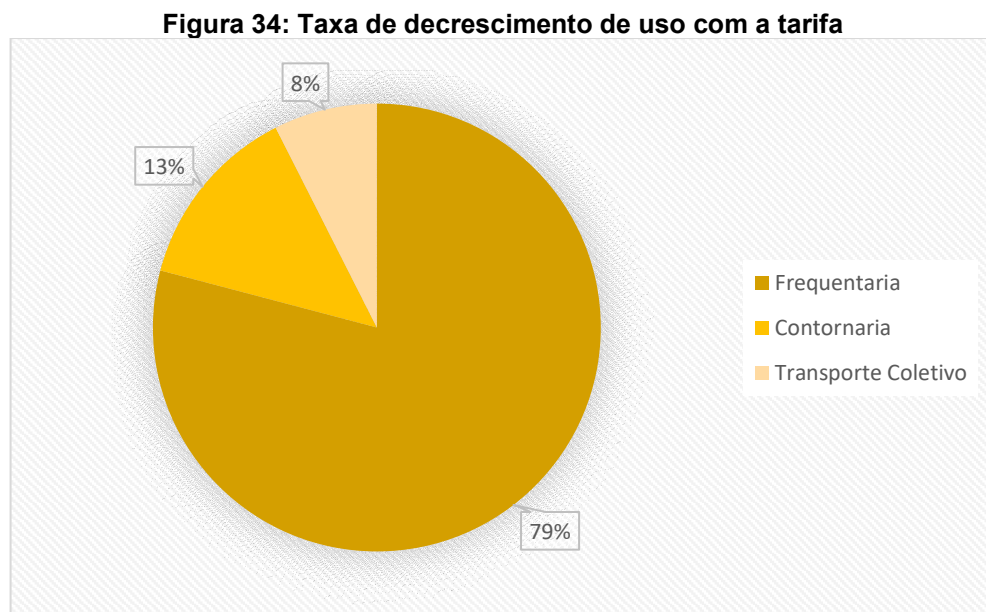
No que diz respeito aos possíveis valores de tarifas para acesso na via de instalação do pedágio, os entrevistados responderam a valores pré-estabelecidos no questionário (Figura 33). Dentre as alternativas, havia a não cobrança, ou seja, taxa de R\$0,00, em que 25% das respostas foram dadas pelas pessoas que se recusaram a pagar uma taxa do pedágio. Dos 75% que se disponibilizaram a pagar alguma taxa, 54% dispuseram-se a pagar até R\$1,00.

Figura 33: Valor da tarifa



Fonte: Autoria própria, 2023

Por fim quanto a atitude dos usuários da via após a implantação de um pedágio urbano (Figura 34). 79% dos entrevistados afirmaram que usariam as vias, pois a maioria acredita que as condições das mesmas poderiam ser melhoradas com o valor a ser arrecadado, sendo que 8% indicaram que passariam a utilizar o transporte público. Contudo, 13% afirmaram que contornariam a via principal, com o intuito de desviar do pedágio, o que pode causar maior fluxo de veículos em vias secundárias aumentando a probabilidade de congestionamento em outros pontos.



Fonte: Autorial própria, 2023

4.1.3 Redução da frota

A implantação do pedágio urbano acarretaria um decréscimo da frota de veículos que trafegam a via de estudo, de acordo com a pesquisa feita com os usuários. Este decréscimo pode ser assumido como 21%, como apresentado na Figura 34. Desta forma os novos valores para as frotas até 2033 são apresentados na Tabela 02.

Tabela 2: Redução da frota com implantação do pedágio

ANO	FROTA INICIAL	FROTA COM QUEDA DE 21%
2023	9529	7528
2024	9994	7895
2025	10482	8281
2026	10994	8685
2027	11530	9109
2028	12094	9554
2029	12684	10020
2030	13303	10509
2031	13953	11023
2032	14634	11561
2033	15349	12126

Fonte: Aatoria própria, 2023

4.1.4 Análise das condições do pavimento

Cabral (2021) apresentou os danos em cada trecho da via em estudo classificando-os em baixa, média e alta severidade, com a metragem quadrada descrita de cada amostra. Na tabela 03 foram resumidas todas as informações de acordo com as avaliações realizadas pelo autor, apontando o levantamento em cada um dos 14 trechos, a metragem quadrada de cada severidade encontrada, o total de danos em cada trecho, o tamanho da amostra e o total de danos em todas as amostras.

Tabela 3: Severidade e metragem dos danos nas amostras

	SEVERIDADE			DANOS	AMOSTRA
	ALTA	MÉDIA	BAIXA		
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
TRECHO 1	19,37		0,45	19,82	225
TRECHO 2			51,7	51,7	225
TRECHO 3	1,98	15,15	1,83	18,96	225
TRECHO 4			27,6	27,6	225
TRECHO 5		2,56	11,49	14,05	225
TRECHO 6	16,09	35,82	8,27	60,18	225
TRECHO 7	9,12	5,7	2,87	17,69	225
TRECHO 8	7,89	8,26		16,15	225
TRECHO 9	0,17		13,7	13,87	225
TRECHO 10		21,86		21,86	225
TRECHO 11		8,28	46,8	55,08	225
TRECHO 12	14,68	10,58		25,26	225
TRECHO 13	10,7	2,48	0,02	13,2	225
TRECHO 14				0	225
SOMA	80	110,69	164,73	355,42	3150

FONTE: Autoria própria, 2023

4.1.4.1 Alternativa para restauração

De acordo com a árvore de decisões de Pugliero (1999), apresentada na Figura 26, para o caso de alta severidade deve-se fazer investigações de campo. Para a média severidade, a maior parte dos defeitos são de média extensão, abrangendo entre 10% e 30% do comprimento das amostras. Em contrapartida nestes casos os remendos estão abaixo de 10%, correspondendo a 3,5% das amostras. Sugere-se um recapeamento delgado e reparos localizados. Para o caso de baixa severidade a indicação é de selagem das trincas.

Deste modo, conforme as extensões dos defeitos e a severidade apresentada, tomando como base a árvore de decisões apresentada por Pugliero (1999), a indicação é de fazer a restauração do pavimento com reparos localizados e recapeamento do pavimento.

4.1.5 Custo da implantação do pedágio

Admitindo os argumentos, tanto do secretário Capeluppi em 2023 e Lucas Junior (2008), os quais abordam a dificuldade em estimar um valor exato para a

implantação de um sistema de pedágio *free flow*, pela falta de informações concretas, Capeluppi estimou um valor entre 500 mil e 1 milhão de dólares por pórtico.

Neste estudo, admitiu-se que um pórtico equivale as quatro faixas de rolamento da avenida Tupi, colocando um pórtico tanto no início quanto outro no fim do trecho da via, tem-se assim 2 (dois) pórticos. Adotou-se o valor de 500 mil dólares para cada pórtico, sendo assim obtêm-se um valor de 1 milhão de dólares para toda a instalação dos pórticos.

Adotando o câmbio do dólar no dia 08 de junho de 2023, apresentado pelo Banco Central do Brasil, estando a R\$ 4,92, tem-se então um custo de 4,92 milhões de reais para a implantação dos pórticos do sistema *free flow*.

4.1.6 Orçamento de restauração do pavimento

Tomando como base os valores da tabela SICRO atualizada em janeiro de 2023 e a situação do pavimento em 2021 descrito por Cabral (2021), o qual sugeriu a execução de diversos pontos de remendos e selagem de trincas, como também o uso de lama asfáltica em alguns pontos que se fizessem necessários, fez-se então o orçamento para restauração do trecho da via em estudo.

Este orçamento foi elaborado com a ajuda da Engenheira Civil, atuante na área de pavimentação, Kessi Gabriele Martins Philippsen, o qual conta com os valores de administração da obra pela empresa responsável, o custo de mobilização e desmobilização dos equipamentos, o custo de escavação e transporte de entulhos até o aterro e regularização. Este orçamento englobou também os custos para materiais, transporte e aplicação de macadame, brita graduada, pintura de ligação, imprimação e aplicação de capa em CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado a Quente), sinalização vertical e horizontal das pistas, além da sinalização usada durante a obra e toda a mão de obra necessária para a execução e planejamento.

Foram orçados os custos de restauração para os 14 trechos de amostra, totalizando 3150 m² de pavimento. A área total de estudo foi considerada com 2200 metros de extensão e 16 metros de largura em média, resultando em 35200 m² de área total de pavimento. Deste modo, os 14 trechos de amostra representam 9% de toda a via. O custo do investimento para toda via foi de R\$ 5.414.957,00, enquanto o

orçamento para os 14 trechos foi de R\$ 487.346,13. Os cálculos detalhados dos custos estão apresentados no Apêndice C.

Para fins de estudo, neste trabalho será considerado um investimento adicional de 10% para a manutenção do pavimento durante o tempo de projeto, logo adiciona-se R\$ 541.495,70 aos custos futuros do pavimento, que foram distribuídos em valores iguais ao longo dos 10 anos de projeto.

4.2 Valor Presente Líquido para o projeto

Tomando como referência o gráfico apresentado na Figura 29, tem-se que 78% da frota anual é composta por automóveis, 18% utilitários, 3% caminhões e 1% ônibus. Assim, usa-se estes percentuais para calcular quantos veículos de cada categoria para fazer a cobrança da tarifa, conforme a equação 3 de arrecadação anual (Rj). Cada ano, a partir do ano 1 (um) tem o seu valor de arrecadação, variável conforme a frota de cada ano.

Em relação aos custos iniciais, o termo C_j da equação 2, tem-se R\$ 5.414.957,00 para a restauração do pavimento; R\$ 541.495,70 para a manutenção do mesmo e R\$ 4.920.000,00 para a implantação do pedágio. A implantação do sistema de pedágio e a restauração do pavimento são lançadas no ano 0 (zero), e a manutenção é dividida ao longo dos 10 (dez) anos de projeto.

Para calcular o VPL, utilizou-se uma taxa mínima de atratividade (TMA) do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) do mês de junho de 2023 do Banco Central do Brasil, $i=13,75\%$.

Para este estudo foram consideradas 3 valores de tarifas para análise, sendo eles de R\$ 0,45; R\$ 0,50 e R\$ 0,55, já que estas compreendem a maior aceitação dos usuários. Para efeito deste trabalho, o valor da tarifa foi considerado constante em todo o período de projeto.

A partir disso, pôde-se calcular os VPL's para cada tarifa proposta conforme equação 2.

Começando com a tarifa de R\$ 0,45, obteve-se o valor negativo de R\$ 446.603,79, após os 10 anos de projeto, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,45

ANO	ANO	CUSTO (Cj)	RECEITAS ANUAIS (Rj)	OPERACIONAL	VPL
0	2023	R\$ 10.334.957,00		R\$ 10.334.957,00	
1	2024	R\$ 54.149,57	R\$ 895.293,00	R\$ 841.143,43	-R\$ 9.504.507,72
2	2025	R\$ 54.149,57	R\$ 939.065,40	R\$ 884.915,83	-R\$ 8.641.950,18
3	2026	R\$ 54.149,57	R\$ 984.879,00	R\$ 930.729,43	-R\$ 7.746.270,72
4	2027	R\$ 54.149,57	R\$ 1.032.960,60	R\$ 978.811,03	-R\$ 6.816.296,14
5	2028	R\$ 54.149,57	R\$ 1.083.423,60	R\$ 1.029.274,03	-R\$ 5.850.809,44
6	2029	R\$ 54.149,57	R\$ 1.136.268,00	R\$ 1.082.118,43	-R\$ 4.848.658,52
7	2030	R\$ 54.149,57	R\$ 1.191.720,60	R\$ 1.137.571,03	-R\$ 3.808.546,98
8	2031	R\$ 54.149,57	R\$ 1.250.008,20	R\$ 1.195.858,63	-R\$ 2.729.042,89
9	2032	R\$ 54.149,57	R\$ 1.311.017,40	R\$ 1.256.867,83	-R\$ 1.608.890,49
10	2033	R\$ 54.149,57	R\$ 1.375.088,40	R\$ 1.320.938,83	-R\$ 446.603,79

FONTE: Autoria própria, 2023

Um resultado negativo após o período de projeto, como este caso, aponta uma tarifa que torna o projeto inviável para execução, visto que a indicação é de que não haverá lucratividade neste período, sob o ponto de vista econômico.

Para uma tarifa de R\$ 0,50 o VPL apresenta valor positivo no último ano, no total de R\$ 708.217,58, demonstrando a viabilidade econômica do projeto, como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,50

ANO	ANO	CUSTO (Cj)	RECEITAS ANUAIS (Rj)	OPERACIONAL	VPL
0	2023	R\$ 10.334.957,00		R\$ 10.334.957,00	
1	2024	R\$ 54.149,57	R\$ 994.770,00	R\$ 940.620,43	-R\$ 9.406.295,45
2	2025	R\$ 54.149,57	R\$ 1.043.406,00	R\$ 989.256,43	-R\$ 8.442.033,58
3	2026	R\$ 54.149,57	R\$ 1.094.310,00	R\$ 1.040.160,43	-R\$ 7.441.044,14
4	2027	R\$ 54.149,57	R\$ 1.147.734,00	R\$ 1.093.584,43	-R\$ 6.402.022,62
5	2028	R\$ 54.149,57	R\$ 1.203.804,00	R\$ 1.149.654,43	-R\$ 5.323.615,87
6	2029	R\$ 54.149,57	R\$ 1.262.520,00	R\$ 1.208.370,43	-R\$ 4.204.542,85
7	2030	R\$ 54.149,57	R\$ 1.324.134,00	R\$ 1.269.984,43	-R\$ 3.043.362,21
8	2031	R\$ 54.149,57	R\$ 1.388.898,00	R\$ 1.334.748,43	-R\$ 1.838.482,01
9	2032	R\$ 54.149,57	R\$ 1.456.686,00	R\$ 1.402.536,43	-R\$ 588.506,07
10	2033	R\$ 54.149,57	R\$ 1.527.876,00	R\$ 1.473.726,43	R\$ 708.217,58

FONTE: Autoria própria, 2023

Analisando a tarifa de R\$ 0,55, foi alcançado valor positivo de R\$ 1.863.038,96, apresentando um valor positivo a partir do nono ano de projeto, com R\$ 431.878,35, conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Planilha de custo de implantação, receitas anuais e VPL para a tarifa de R\$ 0,55

ANO	ANO	CUSTO (Cj)	RECEITAS ANUAIS (Rj)	OPERACIONAL	VPL
0	2023	R\$ 10.334.957,00		R\$ 10.334.957,00	
1	2024	R\$ 54.149,57	R\$ 1.094.247,00	R\$ 1.040.097,43	-R\$ 9.308.083,19
2	2025	R\$ 54.149,57	R\$ 1.147.746,60	R\$ 1.093.597,03	-R\$ 8.242.116,99
3	2026	R\$ 54.149,57	R\$ 1.203.741,00	R\$ 1.149.591,43	-R\$ 7.135.817,56
4	2027	R\$ 54.149,57	R\$ 1.262.507,40	R\$ 1.208.357,83	-R\$ 5.987.749,11
5	2028	R\$ 54.149,57	R\$ 1.324.184,40	R\$ 1.270.034,83	-R\$ 4.796.422,31
6	2029	R\$ 54.149,57	R\$ 1.388.772,00	R\$ 1.334.622,43	-R\$ 3.560.427,19
7	2030	R\$ 54.149,57	R\$ 1.456.547,40	R\$ 1.402.397,83	-R\$ 2.278.177,44
8	2031	R\$ 54.149,57	R\$ 1.527.787,80	R\$ 1.473.638,23	-R\$ 947.921,13
9	2032	R\$ 54.149,57	R\$ 1.602.354,60	R\$ 1.548.205,03	R\$ 431.878,35
10	2033	R\$ 54.149,57	R\$ 1.680.663,60	R\$ 1.626.514,03	R\$ 1.863.038,96

FONTE: Autoria própria, 2023

Observa-se assim que os valores de R\$ 0,50 ou maiores apresentam VPL positivo com os 10 anos de projeto, indicando uma viabilidade da implantação do projeto, enquanto para R\$ 0,45 os valores são negativos, o que torna o projeto inviável para a implantação.

Como visto na Figura 33, 54% dos entrevistados concordariam em pagar até R\$ 1,00 pela tarifa; caso fosse adotado este valor resultaria num valor positivo de R\$ 12.256.431,36, que além de remunerar o operador do sistema poderia gerar uma receita que o poder público poderia destinar a programas e melhorias na área de trânsito e mobilidade urbana da cidade.

5 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi possível observar as particularidades que alguns pedágios urbanos pelo mundo apresentam. Alguns foram instalados de modo a delimitar áreas específicas para reduzir congestionamentos nos centros ou diminuir o tráfego em áreas históricas de algumas cidades, como também se encontrou pedágios urbanos instalados em vias, como o caso de Santiago, no Chile, e o primeiro pedágio no sistema *free-flow* no Brasil, sistema usado nos pedágios urbanos ao redor do mundo. A delimitação do sistema de Santiago, Chile, assemelha-se com este trabalho, já que ele delimita vias e efetua cobrança por porte de veículo, e as possibilidades de implantação deste sistema no Brasil se veem aumentadas tendo o primeiro sistema *free-flow* em andamento.

O tráfego no trecho da Avenida Tupi apresenta um crescimento de 4,65% anual, sendo este uma das principais interferências no deslocamento e congestionamentos na área central da cidade. O grande volume de veículos que usufruem destas vias gera a deterioração acelerada do pavimento. Apesar deste trabalho não contemplar uma análise atual do pavimento, e tendo como base trabalhos realizados ao longo dos últimos anos no mesmo trecho de estudo, pode-se notar que o pavimento apresentou vários tipos de defeitos, principalmente de baixa e média severidade, os quais tem a tendência de aumentar com o passar do tempo, de tal forma fazendo-se necessário intervenções para prolongar a sua vida útil.

A alternativa proposta para a intervenção do pavimento seria a aplicação de remendos nos pontos mais críticos e posteriormente o recapeamento de todo o pavimento, com o intuito de prolongar a vida útil do pavimento com suporte para o tráfego durante o período de projeto. Esta alternativa foi tomada com base nos dados levantados sobre a situação do pavimento no ano de 2021, sugerindo-se o levantamento de dados mais recentes para obter informações mais precisas das condições atuais.

As fontes de pesquisa referentes aos custos de implantação do sistema de pedágio *free-flow* foram escassas, não havendo parâmetros precisos para analisar, tomando assim como base dados apontados através de pesquisas e entrevistas, nas quais salientaram a dificuldade de se obter valores precisos sobre o real custo para a implantação do sistema de pedágio urbano, já que os valores variam conforme a

cidade de implantação e os equipamentos usados. Para a implantação deste sistema foram usadas as estimativas citadas e adotou-se assim o custo de 500 mil dólares por pórtico para este estudo, usando de dois pórticos. Estes dois pórticos estão disposto no início e final do trecho, havendo vias de acesso intermediário sem pórticos, das quais não foram avaliadas a operacionalização de controle de acessos.

Já para os custos de restauração do pavimento, os dados da situação do pavimento de 2021 são para 14 amostras do trecho em estudo, que representa 9% da via, sendo assim o orçamento foi feito em cima destas amostras e o valor final foi calculado para toda a via, não tendo um valor realista dos custos da restauração para este projeto.

Para este estudo optou-se por uma taxa mínima de atratividade de 13,75%, que é a taxa SELIC do mês de junho de 2023. Apesar de as taxas mínimas de atratividade para este tipo de empreendimento geralmente serem estabelecidas em um parâmetro maior, usou-se a SELIC como parâmetro mínimo para recompor o investimento no projeto. Com o uso desta taxa atrelado a uma tarifa de R\$ 0,50 ou mais, o Valor Presente Líquido indica que há possibilidade da viabilidade econômica para a implantação do projeto de pedágio urbano, pois a partir desta tarifa obteve-se valores positivos a partir do décimo ano, e conforme aumentar a tarifa, mais cedo pode-se obter valores positivos.

REFERÊNCIAS

ADLINGE, S. S.; A. K. GUPTA. Pavement deterioration and its causes. **International Journal of Innovative Research & Development**, v. 2, p. 437-450, 2013. Disponível em: <<https://11nq.com/fLEAn>>. Acesso em: 04 dez. 2022.

ALVES, M. T. O.; FERNANDES, R. E. C.; BERTEQUINI, A. B. T. **Patologias em pavimento flexível**. XVII ENPEX. São Paulo, UNITOLEDO, 2018. Disponível em: <<https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/2179/3/--PATOLOGIAS%20%20EM%20PAVIMENTO%20FLEX%C3%8DVVEL.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ANFAVEA. **Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. História. 2022. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/historia/>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

BALBO, J. T. Construção e Pavimentação. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, jun. 2017, p37.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**, 1. ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERBEL, M. F. **Aplicação do método PCI – Pavement Conditions Index – para determinação de serviços de restauração e manutenção em um trecho da Avenida Tupi de Pato Branco-PR**. 2016. Monografia (Graduação). Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná, 122p., 2016. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14499>>. Acesso em: 21 out. 2022.

BORDEAUX-RÊGO, R.; PAULO, G. P.; SPRITZER, I. M. P. A.; ZOTES, L. P. 2013. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Editora FGV, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

BRACARENSE, L. S. F. P.; VITOI, C. A. A.; SHIMOISHI, J. M. A concessão de portos no Brasil frente ao panorama internacional das concessões de infraestrutura de transportes: influências da Lei nº 12.815/2013. **Planejamento e Políticas Públicas (PPP)**, Brasília, n. 50, p. 257-279, jan.-jun. 2018. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/876/469>>. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Concessões Rodoviárias Federais**. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/1758076>. Acesso em: 29 nov. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Free Flow tem início na BR-101/RJ (Rio-Santos) na segunda-feira (30/01)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/free-flow-tem-inicio-na-rio-santos-br-101>>. Acesso em: 15 mai. 2023.

BRASIL. Artigo 175 da Constituição Federal de 1988. **Constituição Federal de 1988**. 05 out. 1988. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10659529/artigo-175-da-constituicao-federal-de-1988>. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. Decreto nº 39.412, de 16 de Junho de 1956. Estabelece normas diretoras para a criação da Indústria Automobilística Brasileira e institui o Grupo Executivo para aplicação dessas normas. **Diário Oficial da União**: seção 1, Rio de Janeiro, RJ, p. 11841, 16 jun. 1956. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1950-1959/decreto-39412-16-junho-1956-332154-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 30 out. 2022.

BRASIL. DNIT. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Terminologia. **NORMA DNIT 005 / 2003-TER**. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Rio de Janeiro, RJ: DNIT. 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. DNIT. Pavimentos flexíveis- Concreto asfáltico- Especificações de serviços. **Norma DNIT 031/2006 – ES**. Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Rio de Janeiro. 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit031_2006_es.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022

BRASIL. DNIT. **Lei Nº 14.157, de 01 de junho de 2021**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasil: Congresso Nacional, [2021]. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14157.htm>. Acesso em: 15 mai. 2023

BRASIL. **Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasil: Congresso Nacional, [1997]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 30 out. 2022.

BRINCO, R. **Pedágio urbano e gerenciamento do tráfego urbano: elementos para a análise**. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 2014. 130p.

CABRAL, R. R.; **Análise do trecho urbano da Avenida Tupi de Pato Branco - PR, utilizando o método PCI - Pavement Condition Index**. 2021. Monografia (Graduação). Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná, 132p., 2021. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28520>>. Acesso em: 12 out. 2022.

CÂMARA, P; MACEDO, L. V. Restrição veicular e qualidade de vida: o pedágio urbano em Londres e o 'rodízio' em São Paulo. **ECOMM**. 2004. Disponível em <<http://www.nossaSaopaulo.org.br/portal/files/RestricaoVeicular.pdf>>. Acesso em 29 nov. 2022.

CAMPOS, R. F.; LUVIZÃO, G.; CARLESSO, G. C.; NIENOV, F. A.; LOCKSTEIN, S. **Análise Comparativa de Produção de Equipes Entre Planilha Sicro e Levantamentos em Empresa de Pavimentação de Joaçaba-SC**. In: 34º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET. 2020. ANPET, 2020, p. 944 – 955. Disponível em: <https://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Infraestrutura/Dimensionamento,%20Avalia%C3%A7%C3%A3o%20e%20Gest%C3%A3o%20de%20Pavimentos%20III/1_416_AC.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2022.

CARVALHO FILHO, J. S. **Manual de Direito Administrativo**. 28 ed. rev., ampl. e atual. até 31-12-2014. São Paulo: Atlas, 2015. Disponível em: <<https://morumbidireito.files.wordpress.com/2015/09/direito-administrativo-28c2aa-ed-2015-josc3a9-dos-santos-carvalho-filho.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

CARVALHO, C. H. R. **Desafios da mobilidade urbana**. Brasília: Ipea, maio 2016. (Texto para Discussão, n. 2198). Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6664/1/td_2198.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.

O que é o Free Flow. **CCR Rio-SP**. Disponível em:< <https://freeflow.ccrriosp.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2023.

Cem anos de Juscelino Kubitschek. **Assembleia Legislativa do estado de São Paulo**. Notícias. São Paulo, 12 set. 2002. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=298467>>. Acesso em: 30 out. 2022.

CURY, M. V. Q.; SOUZA, C. P.; GONÇALVES, D. A.; ABREU FILHO, J. C. F. 2012. **Finanças corporativas**. Editora FGV, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Departamento de Estradas de Rodagem. Instruções de projeto: **Projeto de Engenharia para recuperação de rodovias**. São Paulo, 20 p. 2006. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5068343/mod_resource/content/0/DNIT%202006_manual_estudos_trafego.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Publicação IPR - 723: **Manual de Estudos de Tráfego**. IPR - 723 ed. Rio de Janeiro, 384 p. 2006a. Disponível em: < http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/normas/IP-DE-A00-006_A.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Publicação IPR - 720: **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. IPR - 720 ed. Rio de Janeiro, 313 p. 2006b. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento->

e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Volume 10 - Conteúdo 03 - Sinalização Rodoviária: **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes**. Rio de Janeiro, 72 p. 2017. Disponível em: <https://www.seabrasolucoes.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Manual-de-Custos-de-Infraestrutura-de-Transportes-DNIT.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2022.

DOMINGOS, A. S. M. **Determinação e Interpretação do Índice PCI de Pavimentos Aeroportuários**. 2017. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2017. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7893/1/5846_12112.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2022.

FALEIRO, F. Estado reestrutura plano e garante prever free flow. **A Hora**, Lajeado – RS, 24 fev. 2023. Disponível em: <<https://grupoahora.net.br/conteudos/2023/02/24/estado-reestrutura-plano-e-garante-prever-free-flow/>>. Acesso em: 24 mai. 2023.

FALEIROS, L. M. **Estradas: pavimento**. Franca/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jul/2005, 39p.

FLEURY, M. T. L.; WERLANG, S. R. C. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa GVPesquisa**, Fundação Getúlio Vargas, p.6, 2017. Disponível em:<<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgvpesquisa/article/view/72796/69984>>. Acesso em: 5 dez. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas, 4 ed. São Paulo, 2002.

GIL, A. C. **Dados e técnicas de pesquisa social**. Editora Atlas, 6 ed. São Paulo, 2008.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Editora Atlas, 4 ed. São Paulo, 1994.

GOMIDE, A. A. Pedágio urbano: sou a favor. **IPEA**, Brasília, 10 abr. 2007. ed. 33. Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=881:pedagio-urbano-sou-a-favor&catid=29:artigos-materias&Itemid=34>. Acesso em: 04 nov. 2022.

GONÇALVES, Fernando José Pugliero. O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos. Passo Fundo, 1999, b.

GROTTI, D. A. M. A Experiência Brasileira nas Concessões de Serviço Público. **Tribunal de contas do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. Índice de Desenvolvimento Humano. Pato Branco, Paraná: IBGE, 2010. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/pato-branco.html> >. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. População estimada. Pato Branco, Paraná: IBGE, 2010. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/pato-branco.html>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. População estimada. Brasil: IBGE, 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2019**. PIB per capita. Pato Branco, Paraná: IBGE, 2019. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/pato-branco.html>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. Frota de Veículos. Pato Branco, Paraná: IBGE, 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pato-branco/pesquisa/22/28120?localidade1=0>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. Frota de Veículos. Pato Branco, Paraná: IBGE, 2011. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pato-branco/pesquisa/22/28120?ano=2011>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. Frota de Veículos. Brasil: IBGE, 2011. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?ano=2011>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos 2010**. Frota de Veículos. Brasil: IBGE, 2021. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?ano=2021>>. Acesso em: 02 out. 2022.

JORDÃO, Maria.; SALVO, Maria Paola. Cingapura mostra como a tecnologia reduz os congestionamentos. **VEJA**, São Paulo, 16, jun. 2012. Disponível em: <

<https://vejasp.abril.com.br/cidades/pedagio-urbano-em-cada-metropole-de-um-jeito/>. Acesso em: 17 nov. 2022.

LORENZATTO, L. **Estudo de viabilidade de implementação semafórica no cruzamento da avenida Tupi com as ruas Genuíno Piacentini e Iguatemi na cidade de Pato Branco-PR**. 2021. Monografia (Graduação). Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, Paraná, 107p., 2021. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28553/1/PB_COECI_2021_1_20.pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

LUCAS JUNIOR, R. **Metodologia para implantação de pedágio urbano**. 2008. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/907>>. Acesso em: 06 out. 2022.

MAGAGNIN, R. C. **Um sistema de suporte à decisão na internet para o planejamento da mobilidade urbana**. 2008. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-21052008-173849/publico/Dr_RCM.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.

MOURA, Marcelo. Cingapura mostra como a tecnologia reduz os congestionamentos. **ÉPOCA**, São Paulo, 23, out. 2015. Disponível em: <<https://epoca.oglobo.globo.com/vida/noticia/2013/11/cingapura-mostra-como-tecnologia-breduz-os-congestionamentosb.html>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

NOGUEIRA JÚNIOR, João B.; MONICO, João F. G.; TACHIBANA, Vilma M. Tamanho da amostra no controle de qualidade posicional de dados cartográficos. **Boletim de ciências geodésicas**. Curitiba, v10, n1, p101-112, jan-jun. 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

NORONHA, F. A. **Aprimoramento de estratégias de intervenção em vias não pavimentadas com base no novo SICRO**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Transportes) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2019, p121. 2019.

PRUD'HOMME, RÉMY E KOPP, PIERRE. **The Stockholm Toll: An Economic Evaluation**. Disponível em: <https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-pm/pm_060907_prud.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

O que é concessão pública? **Portal da Indústria**, São Paulo. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/concessao-publica/#:~:text=Concess%C3%A3o%20p%C3%BAblica%20%C3%A9%20o%20contrato,setor%20de%20petr%C3%B3leo%20e%20g%C3%A1s>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

ROCHA, C. F. **O Transporte de Cargas no Brasil e sua importância para a economia**. 2015. Monografia (Graduação) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2015. Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3003/O%20Transporte%20de%20Cargas%20no%20Brasil%20e%20sua%20Import%20ancia%20para%20a%20Economia.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 nov. 2022.

RODRIGUES, A. Pesquisa da CNT aponta contínua deterioração das rodovias brasileiras. **Agência Brasil**, Brasília, 09 nov. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-11/pesquisa-da-cnt-aponta-continua-deterioracao-das-rodovias-brasileiras>. Acesso em: 13 out. 2022.

SANTIAGO, M. P. **Project finance: análise comparativa de financiamento de projetos**. 2002. Dissertação (Mestrado). Curso de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 165 p. 2002.

SANTOS, R. M.; SCHROEDER E.M.; CASTRO, J.C.; 1996. Informe Infra-Estrutura. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15142/1/Informe%20infra-estruturura,%20n.3,%20out.1996%20-%20Transporte%20Rodovi%20A1rio%20de%20Carga%20.PDF>. Acesso em: 17 nov. 2022.

Shahin, M. Y, Kohn, D. S.; **Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets and Parking Lot**. CERL-TR-M-268, U.S.Army, 1979, vol. 1 e 2. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA110296.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2022.

SILVA, M.L.; FONTES, A.A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 931-936, nov./dec. 2005.

SZASZ, P. A experiência de pedágio urbano em Santiago-Chile. **ANTP**, São Paulo, 23, ago. 2017. Disponível em: <http://www.antp.org.br/noticias/ponto-de-vista/a-experiencia-de-pedagio-urbano-em-santiago-chile.html>. Acesso em: 17 nov. 2022.

Transport for London. Environment report. **Group Publishing**. Londres, dez. 2008. Disponível em: <https://content.tfl.gov.uk/environment-report-2008.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2022.

Urban Access Regulations in Europe. Stockholm, 2022. Disponível em: <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/sweden-mainmenu-248/stockholm>. Acesso em: 19 nov. 2022.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO: IMPLANTAÇÃO DE UM PEDÁGIO URBANO EM PATO
BRANCO-PR

1. Sexo.

Masculino Feminino

2. Faixa Etária.

<24 anos 25 – 30 anos 31 – 40 anos
 41 – 50 anos 51 – 60 anos >61 anos

3. Com que frequência utiliza essa via?

1 vez por semana 2 vezes por semana 3 vezes por semana
 4 vezes por semana 5 vezes por semana 6 vezes por semana
 7 vezes por semana

4. Qual o meio de transporte que utiliza?

Automóvel Utilitário Ônibus Caminhão

5. Utiliza o carro sozinho ou levar passageiros?

Sim Não

6. Se sim, quantos passageiros costumam estar no veículo?

1 2 3 4 >5

7. Como classifica a atual qualidade dessa via?

Péssimo Ruim Regular Bom Ótimo

8. Está disposto a pagar uma taxa diária para utilizar essa via por meio de um pedágio urbano?

Sim Não

9. Qual o valor de taxa de pedágio que pagaria para transitar no local?

Zero <R\$0,50 <R\$1,00 <R\$1,50 <R\$2,00

10. Com a implantação dessa taxa na via, você:

Frequentaria Contornaria Utilizaria transporte coletivo

APÊNDICE B - RESPOSTAS DA PESQUISA

	Idade	Gênero	Com que frequência passa pelo trecho da avenida? (vezes por semana)	Qualidade do pavimento	Estaria Disposto a pagar uma taxa para transitar pela via desde que fique em condições ótimas de uso?	Qual o valor da taxa de pedágio que pagaria para transitar no local?	Com a implantação dessa taxa, você continuaria frequentando a via, contornaria a via ou usaria o transporte coletivo melhorado?	Qual o seu meio de transporte?	Anda sozinho ou dá carona?	quantas pessoas andam com você?
1	32	F	7	Péssimo	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
2	60	F	2	Ruim	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Utilitário	Carona	1
3	26	M	7	Ruim	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Sozinho	0
4	40	M	1	Ruim	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Caminhão	Sozinho	0
5	47	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	2
6	42	M	7	Péssimo	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
7	60	M	7	Péssimo	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
8	61	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	3
9	25	M	7	Bom	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
10	53	M	7	Bom	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Sozinho	0
11	47	F	7	Péssimo	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
12	49	M	7	Ruim	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Utilitário	Carona	1
13	25	M	7	Péssimo	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Carona	3
14	49	M	7	Ruim	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
15	33	F	7	Ruim	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
16	35	F	7	Péssimo	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Sozinho	0
17	27	F	2	Péssimo	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
18	32	F	7	Regular	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
19	37	F	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Carona	1
20	18	M	2	Regular	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
21	65	M	7	Péssimo	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Utilitário	Sozinho	0
22	29	F	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
23	36	M	7	Ruim	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
24	45	F	7	Ruim	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
25	61	M	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
26	36	M	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Sozinho	0
27	31	F	7	Ruim	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	2
28	43	F	7	Regular	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Utilitário	Carona	2
29	29	M	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Utilitário	Sozinho	0
30	32	M	7	Ruim	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Utilitário	Sozinho	0
31	45	M	7	Ruim	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Caminhão	Sozinho	0
32	58	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
33	48	M	3	Ruim	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Ônibus	Carona	1
34	72	F	3	Bom	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
35	74	M	1	Bom	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
36	38	F	2	Regular	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
37	41	M	7	Péssimo	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
38	47	F	4	Regular	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
39	31	M	7	Ótimo	Não	R\$ 0,00	Coletivo	Automóvel	Carona	1
40	33	M	7	Péssimo	Sim	R\$ 1,50	Coletivo	Automóvel	Sozinho	0
41	37	M	7	Ótimo	Não	R\$ 1,50	Frequentaria	Utilitário	Sozinho	0
42	46	F	1	Ótimo	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Utilitário	Sozinho	0
43	43	M	7	Bom	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
44	38	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
45	45	M	1	Regular	Sim	R\$ 2,00	Coletivo	Automóvel	Sozinho	0
46	42	F	1	Péssimo	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Utilitário	Carona	1
47	24	F	7	Ruim	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Utilitário	Carona	1
48	67	M	7	Péssimo	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Utilitário	Sozinho	0
49	74	F	1	Bom	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
50	40	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
51	26	F	7	Regular	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
52	51	M	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Coletivo	Utilitário	Sozinho	0
53	24	M	7	Ótimo	Não	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
54	50	M	5	Péssimo	Não	R\$ 1,00	Coletivo	Automóvel	Carona	2
55	42	M	7	Ruim	Não	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
56	42	F	1	Regular	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
57	18	F	5	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
58	27	M	7	Regular	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
59	25	M	7	ruim	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
60	30	M	7	Ruim	Sim	R\$ 2,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
61	47	M	7	Regular	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
62	26	F	7	Regular	Não	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
63	45	M	7	Ruim	Sim	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
64	32	M	7	Ruim	Sim	R\$ 1,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0
65	42	M	7	Péssimo	Não	R\$ 0,50	Frequentaria	Automóvel	Carona	1
66	36	M	7	Regular	Não	R\$ 0,00	Contornaria	Automóvel	Carona	3
67	36	M	7	Ruim	Não	R\$ 0,00	Frequentaria	Automóvel	Sozinho	0

APÊNDICE C – ORÇAMENTO DE RESTAURAÇÃO DA VIA

ORÇAMENTO RESTAURAÇÃO APENAS DOS DEFEITOS + CAPA						
Item	Código	Discriminação	Unidade	Quantidades	Preço Unitário (R\$)	Total (R\$)
1		ADMINISTRAÇÃO LOCAL (3%)	und	1,00	14.194,55	14.194,55
SUBTOTAL						14.194,55
3		MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS (1,5%)				
3.1		MOBILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	und	1,00	6.890,56	6.890,56
3.2		DESMOBILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	und	1,00	6.890,56	6.890,56
SUBTOTAL						13.781,12
4		TERRAPLENAGEM				
4.1		Escavação em material de 1ª categoria				
4.2.11	5502120	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m3	145,72	11,19	1.630,63
SUBTOTAL						1.630,63
5		PAVIMENTAÇÃO				
5.1	4011209	Regularização do Subleito	m²	355,42	1,10	390,96
5.2	4011279	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial	m³	71,08	146,12	10.386,79
5.3	4011276	Base ou sub-base de brita graduada com brita comercial	m³	53,31	174,14	9.283,93
5.4	4011351	Imprimação com asfalto diluído	m²	3.150,00	0,38	1.197,00
5.5	4011353	Pintura de Ligação	m²	3.150,00	0,28	882,00
5.7	4011463	Concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais	t	472,50	174,32	82.366,20
SUBTOTAL						104.506,88
6		MATERIAIS BETUMINOSOS				
6.1		Aquisição de ADP CM-30	t	0,43	8.086,67	3.449,00
6.2		Aquisição de Emulsão RR-1C	t	0,18	4.692,07	833,83
6.3		Aquisição de CAP 50/70	t	24,57	6.249,43	153.548,50
6.4		Transporte de ADP CM-30	t	0,43	738,37	314,92
6.5		Transporte de Emulsão RR-1C	t	0,18	422,21	75,03
6.6		Transporte de CAP 50/70	t	24,57	350,13	8.602,69
SUBTOTAL						166.823,97
9		SINALIZAÇÃO				
9.1		Sinalização Horizontal				
9.1.1	5213401	Pintura de faixa com tinta acrílica - espessura de 0,6 mm	m²	3.150,00	44,11	138.946,50
9.1.2	5214003	Pintura de setas e zebrações com termoplástico por aspersão - espessura de 1,5 mm	m²	300,00	63,33	18.999,00
9.2		Sinalização Vertical				
9.2.1	5213433	Placa em chapa de poliéster reforçada com fibra de vidro com película retrorefletiva tipo I + IV - confecção	m²	10,08	393,25	3.963,96
9.2.2	5213351	Suporte polimérico ecológico maciço colapsível D = 6,5 cm para placa de sinalização - fornecimento e implantação	und	28,00	811,75	22.729,00
9.4		Sinalização de Obra				
9.4.3	5213835	Cone plástico para canalização de trânsito - utilização de 150 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und	20,00	0,77	15,40
9.4.4	5213380	Cavalete em polietileno zebrado com faixa refletiva e com sinalizador a LED com bateria - H = 1,00 m - utilização de 600 ciclos -fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	und	2,00	1,88	3,76
9.4.5	5213570	Placa em aço - película I + I - fornecimento e implantação	m²	2,16	475,73	1.027,58
9.4.6	5216111	Suporte para placa de sinalização em madeira de lei tratada 8 x 8 cm - fornecimento e implantação	und	6,00	120,63	723,78
SUBTOTAL						186.408,98
TOTAL						487.346,13
TODA A VIA						5.414.957,00