



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**Avaliação de ciclovias e ciclofaixas de Belém e Ananindeua utilizando os
métodos AHP e IGGVC**

VICTOR HENRIQUE FERREIRA

**Belém – PA
Dezembro/2022**

VICTOR HENRIQUE FERREIRA

Avaliação de ciclovias e ciclofaixas de Belém e Ananindeua utilizando os métodos AHP e IGGVC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Marcus Vinícius Guerra
Seraphico de Assis Carvalho

Belém – PA
Dezembro/2022

VICTOR HENRIQUE FERREIRA

Avaliação de ciclovias e ciclofaixas de Belém e Ananindeua utilizando os métodos AHP e IGGVC

Belém, 19 de dezembro de 2022

Prof. Marcus Vinícius Guerra Seraphico de Assis Carvalho Dr. pela UFPA
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Prof. Marcus Vinícius Guerra Seraphico de Assis Carvalho Dr. pela UFPA

Prof.Dra. Rita De Cassia Monteiro De Moraes

Prof. Dra. Christiane Lima Barbosa

CONCEITO FINAL: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha mãe Lígida Veloso Ferreira, que desde muito pequeno sempre me incentivou a estudar, fazendo tudo que estava ao seu alcance, me inserindo em reforço escolar, escola de idiomas, comprando materiais escolares que desenvolvessem a minha criatividade, pagando preparatórios para instituto federal e universidade, mesmo com recursos tão limitados. Se eu tenho a oportunidade de estar me formando, tudo isso é graças ao privilégio de ter uma família que me apoia.

Agradeço a minha avô Maria da Conceição Veloso Ferreira, que ajudou a cuidar de mim, e ao meu padrasto Roberto Silva Monteiro, que assim como a minha avô deu suporte a minha mãe. Agradeço aos professores dos meus preparatórios e da UFPA, que tanto se esforçaram para passar seus conhecimentos técnicos e de vida, em especial ao meu orientador Prof^o Marcus Seraphico e a banca examinadora.

Agradeço aos amigos que fiz na universidade, que por muitas vezes me ajudaram com dicas, explicações e materiais que fizeram toda diferença, especialmente aos amigos do grupo “Among Us Cyber & Coach”, e por fim agradeço à cada ciclista que reservou tempo e dedicação para responder o questionário feito por mim, que foi fundamental para a realização desta pesquisa.

RESUMO

O objetivo da pesquisa é avaliar de forma multicritério e com dados tratados pela metodologia AHP a determinação da qualidade de alguns pavimentos rígidos e flexíveis das cidades de Belém e Ananindeua por meio dos limites de IGGVC. E para isso, foram escolhidas ciclovias e ciclofaixas da Avenida Augusto Montenegro, Avenida Marquês de Herval e Avenida Doutor Freitas em Belém, já em Ananindeua arterial 5-B, Travessa sn – 24, Avenida Dom Vicente Zinco e Travessa sn - 03. Todas essas Avenidas, arterial e travessas tiveram um levantamento in loco por meio do catálogo de patologias de Balbo, que compreende defeitos comuns a pavimentos asfálticos e de concreto, defeitos de pavimentos asfálticos e defeitos de pavimentos de concreto. Com esse levantamento in loco, uma ficha do inventário geral de defeitos para cada tipo de pavimento foi realizada. Em seguida, uma nova ficha para o pavimento rígido e flexível foi realizada, a ficha do inventário dos cinco defeitos que mais ocorrem em cada pavimento. Após a definição dessas cinco patologias por meio das fichas para cada tipo de pavimento, iniciou-se a construção do questionário de percepção comparada AHP, que consistiu em hierarquizar manifestações patológicas que tiveram suas respostas de forma verbal e qualitativa ordinal, para que com o auxílio da tabela de Saaty, essas respostas verbais e qualitativas serem convertidas para respostas quantitativas discretas e contínuas, o que possibilitou o cálculo do fator de ponderação (FP), que é essencial para a determinação da qualidade das ciclovias e ciclofaixas pelo IGGVC. A partir do cálculo do IGGVC pôde-se observar que tivemos dois pavimentos de qualidade regular, um pavimento de qualidade boa e um de qualidade ótima.

Palavras-chave: Ciclista; Ciclovia; Ciclofaixa; Pavimento; Patologia; Defeito; Asfalto; Concreto; Pavimentos rígidos; Pavimentos flexíveis; Comparação; AHP; FP; IGGVC.

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate, in a multicriteria way and with data treated by the AHP methodology, the determination of the quality of some rigid and flexible pavements in the cities of Belém and Ananindeua through the limits of IGGVC. And for that, bike lanes and lanes were chosen on Avenida Augusto Montenegro, Avenida Marquês de Herval and Avenida Doutor Freitas in Belém, already in Ananindeua arterial 5-B, Travessa sn – 24, Avenida Dom Vicente Zinco and Travessa sn - 03. Avenues, arterials and sleepers were surveyed in loco using Balbo's catalog of pathologies, which includes defects common to asphalt and concrete pavements, defects in asphalt pavements and defects in concrete pavements. With this on-site survey, a general inventory of defects for each type of pavement was created. Then, a new sheet for the rigid and flexible floor was created, the inventory sheet of the five defects that most occur in each floor. After defining these five pathologies through the forms for each type of pavement, the construction of the AHP comparative perception questionnaire began, which consisted of hierarchizing pathological manifestations that had their responses verbally and qualitatively ordinal, so that, with the help of from Saaty's table, these verbal and qualitative responses were converted to discrete and continuous quantitative responses, which allowed the calculation of the weighting factor (FP), which is essential for determining the quality of cycle paths and cycle lanes by the IGGVC. From the calculation of the IGGVC it was possible to observe that we had two pavements of regular quality, one pavement of good quality and one of excellent quality.

Keywords: Cyclist; Bicycle path; Cycle track; Floor; Pathology; Defect; Asphalt; Concrete; Rigid floors; Flexible floors; Comparison; AHP; FP; IGGVC.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Malha Cicloviária e Projetos a serem executados na RMB | 16 |
| Figura 2 – Exemplo de ciclovia..... | 19 |
| Figura 3 – Exemplo de ciclofaixa..... | 20 |
| Figura 4 – Exemplo de placa de sinalização vertical..... | 20 |
| Figura 5 – Exemplo de sinalização do tipo “olho de gato” | 21 |
| Figura 6 – Exemplo de sinalização do tipo tachão | 21 |
| Figura 7 – Exemplo de Ciclovia operacional | 22 |
| Figura 8 – Exemplo de ciclorrota | 23 |
| Figura 9 – Esquema demonstrativo da ciclorrota | 23 |
| Figura 10 – Diferença entre ciclofaixa, ciclorrota e ciclovia | 24 |
| Figura 11 – Exemplo de espaço compartilhado com pedestres..... | 24 |
| Figura 12 – Exemplo de espaço compartilhado com pedestres..... | 25 |
| Figura 13 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras isoladas no pavimento rígido | 31 |
| Figura 14 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras isoladas no pavimento flexível..... | 32 |
| Figura 15 – Exemplo de buraco em pavimento rígido | 33 |
| Figura 16 – Exemplo de buraco em pavimento flexível..... | 33 |
| Figura 17 – Exemplo de desgaste da pintura superficial | 35 |
| Figura 18 – Exemplo de remendo no pavimento flexível | 36 |
| Figura 19 – Exemplo de remendo no pavimento rígido | 36 |
| Figura 20 – Exemplo de tampas de poços de visita..... | 37 |
| Figura 21 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras em blocos | 38 |
| Figura 22 – Exemplo de afundamento..... | 39 |
| Figura 23 – Exemplo de escorregamento | 40 |
| Figura 24 – Exemplo de sarjeta como parte da largura útil da via ciclável..... | 41 |
| Figura 25 – Exemplo de desnível entre via ciclável e sarjeta..... | 42 |
| Figura 26 – Exemplo de grelhas de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado..... | 43 |
| Figura 27 – Exemplo de valetas em intercessões | 44 |
| Figura 28 – Exemplo de rampas de acesso ao estacionamento | 45 |
| Figura 29 – Exemplo de rampas de acesso ao estacionamento | 45 |
| Figura 30 – Exemplo de quebras | 46 |
| Figura 31 – Exemplo de quebras | 47 |
| Figura 32 – Exemplo de esborcinamento | 48 |
| Figura 33 – Exemplo de esborcinamento | 48 |
| Figura 34 – Exemplo de escalonamento de juntas ou degraus de juntas..... | 49 |
| Figura 35 – Exemplo de separação de juntas | 50 |
| Figura 36 – Exemplo de alçamento ou esmagamento das placas..... | 51 |
| Figura 37 – Exemplo de juntas de transição..... | 52 |
| Figura 38 – Exemplo de juntas de transição..... | 52 |
| Figura 39 – Estruturação do problema | 53 |
| Figura 40 – Escala de comparação de critérios (Saaty, 1980)..... | 56 |
| Figura 41 – Mapa da rede cicloviária de Belém..... | 64 |
| Figura 42 – Ciclofaixa da Arterial 5-B município de Ananindeua | 65 |
| Figura 43 – Ciclofaixa da SN - 03 município de Ananindeua..... | 65 |
| Figura 44 – Ciclovia do Icuí-Guajará município de Ananindeua..... | 66 |
| Figura 45 – Ciclovia da Marquês de Herval município de Belém | 66 |
| Figura 46 – Ciclofaixa Doutor Freitas município de Belém | 67 |
| Figura 47 – Ciclovia Augusto Montenegro município de Belém..... | 67 |
| Figura 48 – Ciclovia da Avenida Augusto Montenegro..... | 68 |

| | |
|--|----|
| Figura 49 – Ciclovia da Avenida Marquês de Herval | 69 |
| Figura 50 – Ciclofaixa da Avenida Doutor Freitas..... | 69 |
| Figura 51 – Ciclofaixa da Arterial 5-B, Travessa SN 24, Avenida Dom Vicente Zinco e Travessa SN 03 | 70 |
| Figura 52 – Comparação entre duas patologias de pavimento de concreto..... | 76 |
| Figura 53 – Comparação entre duas patologias de pavimento asfáltico..... | 76 |
| Figura 54 – Estações da avenida Doutor Freitas | 84 |
| Figura 55 – Estações de Ananindeua..... | 84 |
| Figura 56 – Estações da Avenida Marquês de Herval..... | 85 |
| Figura 57 – Estações da Avenida Augusto Montenegro | 85 |
| Figura 58 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto ao gênero | 94 |
| Figura 59 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a faixa etária | 94 |
| Figura 60 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a profissão..... | 95 |
| Figura 61 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto aos principais motivos que os levam a andar de bicicleta pela cidade | 95 |
| Figura 62 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a frequência de uso | 96 |
| Figura 63 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto ao tempo de utilização | 96 |

LISTA DE QUADROS E TABELAS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Defeitos e patologias apresentados pelos pavimentos rígidos e flexíveis | 29 |
| Quadro 2 – Exemplo de quadro com o objetivo em relação a cada critério..... | 57 |
| Quadro 3 – Exemplo de quadro preenchida com os valores dos critérios de igual importância. | 57 |
| Quadro 4 – Exemplo de quadro preenchida com os valores reais da pesquisa | 57 |
| Quadro 5 – Quadro com a linha para as somas dos valores das colunas..... | 58 |
| Quadro 6 – Quadro com os valores da soma das colunas da pesquisa real..... | 58 |
| Quadro 7 – Quadro demonstrativa com valores algébricos para a soma..... | 58 |
| Quadro 8 – Quadro demonstrativa com valores algébricos para a normalização. | 59 |
| Quadro 9 – Quadro demonstrativa com valores das propriedades..... | 59 |
| Quadro 10 – Índice de consistência randômico ou tipo aleatório..... | 60 |
| Quadro 11 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG. | 62 |
| Quadro 12 – Estimativa da malha cicloviária de Ananindeua..... | 63 |
| Quadro 13 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de concreto da Avenida Augusto Montenegro | 71 |
| Quadro 14 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de concreto da Avenida Marquês de Herval..... | 71 |
| Quadro 15 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de asfalto da Avenida Doutor Freitas | 72 |
| Quadro 16 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de asfalto da Avenida Doutor Freitas | 72 |
| Quadro 17 – Ficha do inventário dos 5 defeitos em pavimentos de concreto que mais ocorrem | 73 |
| Quadro 18 – Ficha do inventário dos 5 defeitos em pavimentos de asfalto que mais ocorrem | 73 |
| Quadro 19 – Esquema de organização dos defeitos para percepção comparada de pavimentos de concreto..... | 74 |
| Quadro 20 – Esquema de organização dos defeitos para percepção comparada de pavimentos de asfalto..... | 74 |
| Quadro 21 – Patologias do pavimento rígido com valores algébricos | 77 |
| Quadro 22 – Soma dos valores multicritério de patologias do pavimento rígido com valores algébricos..... | 77 |
| Quadro 23 – Normalização da tabela de valores das patologias do pavimento rígido com valores algébricos | 77 |
| Quadro 24 – Prioridades dos critérios das patologias do pavimento rígido com valores algébricos..... | 78 |
| Quadro 25 – Transposição da coluna propriedades para linha peso com a tabela dos valores multicritério de forma decimal com valores algébricos | 78 |
| Quadro 26 – Produto da coluna dos valores multicritério de forma decimal com seu respectivo peso, para obter a coluna “soma dos pesos” somando os resultados da linha de cada produto | 78 |
| Quadro 27 – Tabela organizada com a coluna das somas dos pesos, prioridades e resultado dos pesos divididos pelas propriedades | 79 |
| Quadro 28 – Soma total da coluna “peso/Prioridade”, Índice de consistência, Lambda Max e Razão de consistência..... | 79 |
| Quadro 29 – Patologias do pavimento flexível e seus valores multicritério fracionários com valores algébricos | 79 |
| Quadro 30 – Soma dos valores multicritério de patologias do pavimento flexível com valores algébricos..... | 80 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 31 – Normalização da tabela de valores das patologias do pavimento flexível com valores algébricos | 80 |
| Quadro 32 – Prioridade dos critérios das patologias do pavimento flexível com valores algébricos..... | 80 |
| Quadro 33 - Transposição da coluna propriedades para linha peso com a tabela dos valores multicritério de forma decimal com valores algébricos | 81 |
| Quadro 34 - Produto da coluna dos valores multicritério de forma decimal com seu respectivo peso, para obter a coluna “soma dos pesos” somando os resultados da linha de cada produto | 81 |
| Quadro 35 - Tabela organizada com a coluna das somas dos pesos, prioridades e resultado dos pesos divididos pelas propriedades..... | 81 |
| Quadro 36 – Soma total da coluna “peso/Prioridade”, Índice de consistência, Lambda Max e Razão de consistência..... | 82 |
| Quadro 37 - Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de concreto..... | 82 |
| Quadro 38 - Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de asfalto | 83 |
| Quadro 39 – Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Doutor Freitas | 86 |
| Quadro 40 – Tabela com o cálculo do IGGVC final de Ananindeua..... | 87 |
| Quadro 41– Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Marquês de Herval..... | 89 |
| Quadro 42 – Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Augusto Montenegro | 91 |
| Quadro 43 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número 1 | 97 |
| Quadro 44 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número 2 | 99 |
| Quadro 45 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número 3 | 101 |
| Quadro 46 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número 4 | 103 |
| Quadro 47 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número 5 | 105 |
| Quadro 48 – Cálculo dos fatores de ponderação (FP) com as prioridades (pesos) dos questionários consistentes para pavimentos de concreto e de asfalto. | 107 |
| Quadro 49 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC..... | 108 |
| Quadro 50 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclofaixa da Avenida Doutor Freitas | 108 |
| Quadro 51– Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclofaixa da Arterial 5-B, Travessa SN 24, Avenida Dom Vicente Zinco e Travessa SN 03..... | 109 |
| Quadro 52 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclovia da Avenida Augusto Montenegro | 109 |
| Quadro 53 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclovia da Avenida Marquês de Herval | 110 |
| Tabela 1 –Grau de importância, recíproca e definição de valores | 55 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP Analytic Hierarchy Process

OMS Organização Mundial De Saúde

SGP Sistemas De Gerência De Pavimentos

SEMOB Superintendência Executiva De Mobilidade Urbana De Belém

CTB Código De Transito Brasileiro

CET Companhia De Engenharia De Tráfego

PV Tampas De Poços De Visita De Aço Ou Concreto, Ou Bocas De Lobo

Denatran Departamento Nacional de Trânsito

CR Razão de consistência

CI Índice de consistência

RI Índice de consistência de uma matriz aleatória

IGIVC Índice de gravidade individual adaptado a vias cicláveis

IGGVC Índice de gravidade global adaptado a vias cicláveis

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 17 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 3.1 Ciclovia, ciclofaixa, ciclorrota e espaços compartilhados | 18 |
| 3.2 Pavimentos cicloviários e suas nuances | 26 |
| 3.3 Sistemas de gerência de pavimentos e rede cicloviária | 27 |
| 3.4 Apresentação do catálogo de defeitos e patologias comuns a pavimentos de asfalto e de concreto..... | 29 |
| 3.5 Defeitos e patologias comuns a pavimentos de asfalto e de concreto..... | 30 |
| 3.6 Defeitos e patologias de pavimentos asfálticos | 38 |
| 3.7 Defeitos e patologias de pavimentos de concreto | 46 |
| 3.8 Analytic Hierarchy Process (AHP) | 53 |
| 3.9 Cálculo das prioridades | 54 |
| 3.10 Cálculo de consistência..... | 60 |
| 3.11 Índice de Gravidade Global adaptado a Vias Cicláveis – IGGVC | 60 |
| 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 63 |
| 5. METODOLOGIA..... | 68 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 94 |
| 7 CONCLUSÃO..... | 111 |
| 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 112 |

1 INTRODUÇÃO

Há mais de 205 anos foi lançado o primeiro modelo de bicicleta no mundo pelo barão alemão Karl von Drais, de 1817, é considerada a pioneira e ideia inicial para os outros modelos que viriam a seguir. Ele a batizou de “máquina corredora” (laufmaschine em alemão) e a imprensa a chamou de Draisine ou velocípede. Era feita inteiramente de madeira e funcionava com o impulso dos pés, porém sem pedais como vê-se atualmente. O objetivo de Von Drais era oferecer um meio de transporte mais barato e fácil de manter que os cavalos, ou seja, a sua invenção partiu de uma necessidade de transporte mais acessível e barato (Hancock, 2017). Pensada inicialmente a partir da necessidade de transporte mais acessível que o cavalo, que era um meio caro para a aquisição e manutenção (comida e cuidados gerais), as bicicletas mesmo mais de dois séculos depois, ainda continuam sendo uma alternativa de transporte mais popular, tornando assim os veículos automotores (combustível, peças etc) uma alusão ao cavalo de dois séculos atrás.

As bicicletas estão cada vez mais leves e sofisticadas, e seu uso está cada vez mais difundido. Não se trata apenas de um brinquedo infantil ou de um veículo desportivo. Muitas cidades têm sistemas públicos de aluguel por hora e trens que aceitam bicicletas para incentivar seu uso. No entanto, houve um tempo em que não era tão fácil vê-las pelas cidades. Elas até foram consideradas uma novidade tecnológica passageira. (HANCOCK, 2017)

As vantagens de se transportar por meio da bicicleta e infraestrutura de ciclovia e ciclofaixas não se resume apenas a ser uma alternativa mais econômica, mas também a benefícios tanto pontuais quanto globais.

Uma dessas muitas vantagens são em relação ao meio ambiente, por causa da emissão zero de dióxido de carbono (CO₂), que provoca graves desequilíbrios no efeito estufa do planeta Terra e poluição. Segundo a ONU (2020) “O uso de carros e transportes em geral é responsável por quase um quarto das emissões de gases nocivos para o meio ambiente. Mais especificamente, partículas finas e óxidos de nitrogênio, que são a principal causa de poluição nas cidades”.

Mobilidade urbana mais eficiente: o espaço que um carro ocupa é o equivalente ao de dez bicicletas, como aponta Andrade em artigo para o site praquempedala.com.br, então o poder público investir e incentivar o uso deste modal é não só evitar congestionamentos, mas, é

também diminuir gastos futuros com manutenção de rodovias, que se faz sempre necessário quando se tem um grande fluxo de veículos trafegando por ela.

A construção, interligação e ampliação das ciclovias e ciclofaixas são essenciais para a resolução desses problemas, pois incentivam a população a utilizar este modal como forma de locomoção diária.

Esta mesma lógica de valorização dos automóveis, responde aos engarrafamentos com o aumento da capacidade das vias e a criação de ruas e avenidas adicionais para proporcionar maior fluidez ao tráfego dos veículos. Esta fluidez atrai mais carros para o sistema viário, o que, futuramente, causa novos congestionamentos, que demandam novos alargamentos e a criação de ruas e avenidas. Este ciclo se reproduz de forma contínua ao longo dos anos, o que se esbarra no fato de que o território das cidades tem seu limite e o tecido urbano é finito. (GUALDA, 1994)

A maior facilidade para estacionar bicicletas em comparação a qualquer veículo automotor também é um ponto interessante, já que por consequência desse “inchaço” de carros no tecido urbano, as vagas ficam cada vez mais escassas, criando uma indústria de estacionamentos, o que encarece ainda mais o uso dos veículos automotores, além da manutenção e combustível que eles exigem.

Por conta da bicicleta se tratar de um veículo de baixo custo de aquisição (comparado a veículos automotores) e de operação (dado que não há necessidade de combustível fóssil ou elétrico), além da não necessidade de registro ou controle rígido das agências de trânsito, ela é capaz de promover a inclusão social, sobretudo da população de baixa renda, ao ampliar o acesso dos cidadãos às atividades e aos equipamentos sociais e urbanos como escolas, centros culturais, hospitais, locais de emprego etc. (BIGANZOLLI, 2019)

Saúde física e mental: a bicicleta como principal modal de locomoção diária, substituindo o veículo automotor para tarefas simples como ir à feira, supermercado etc, é uma forma de compensar a escassez de tempo para a prática de atividades físicas. O uso desse modal melhora o condicionamento físico em geral, fortalecendo e tonificando os músculos das pernas, como quadríceps ou isquiotibiais, ajudando na perda de peso, estimulando a contração do abdômen, incentivando a correção da postura (o que melhora as dores na coluna), melhorando a respiração e aumentando o desempenho aeróbico e cardiovascular, impactando na capacidade pulmonar, reduzindo o risco de ataque cardíaco, fortalece a região lombar, reduzindo assim a

possibilidade de ter hérnias, fortalece o sistema imunológico e fortalece os joelhos, diminuindo a possibilidade de sofrer lesões nessa área. Outro benefício que vale a pena destacar é que fortalece os músculos e articulações sem castigá-las, e pode ser o transporte de pessoas de qualquer idade.

Isso em relação a parte física, mas como aponta a psicóloga Natalie Fraser, com adaptação de Juliana Vaz em artigo escrito para a empresa RedBull, o ciclismo também propicia a liberação de substâncias que dão a sensação de bem-estar e felicidade, conhecidas como endorfinas, o “hormônio da felicidade”. Por isso, após pedalar, é possível experimentar uma prazerosa sensação de satisfação, ligada ao aumento da irrigação do cérebro, que proporciona um sono mais saudável e desintoxica o organismo. As consequências disso são pessoas menos ansiosas, com menos propensão a casos de depressão e estresse.

Saúde Pública: o sedentarismo é considerado um problema mundial de saúde pública. De acordo com Organização Mundial de Saúde (OMS), em um relatório publicado e elaborado em 2016, mais de um quarto (1,4 bilhão) da população mundial de adultos são considerados inativos fisicamente. Ainda de acordo com o órgão, 23% dos adultos e 81% dos adolescentes (entre 11 e 17 anos) não atendem às recomendações globais da OMS sobre atividade física para saúde: cerca de 150 minutos semanais de atividades de intensidade moderada para adultos e cerca de 60 minutos para adolescentes. O uso do modal não influencia somente na mobilidade da cidade e dos habitantes, mas também na saúde pública em vários aspectos. Todos os anos muitos recursos são gastos com o tratamento da obesidade, isso sem contar as doenças respiratórias e tantos outros casos de saúde pública que estão diretamente ou indiretamente ligados ao sedentarismo. Para se ter uma ideia de como esse problema é sério, estima-se que 30% da população mundial está acima do peso ou dentro do índice de obesidade. Incentivar o uso do modal cicloviário significa, à longo prazo, um menor gasto com medicamentos e tratamentos de saúde e melhor qualidade de vida para a população daquele espaço que possui essa infraestrutura com boas condições de uso. “É necessário integrar planejamento urbano, mobilidade e saúde pública a fim de desenvolver políticas para promover o transporte ativo” (MARK).

Segundo a associação brasileira do setor de bicicletas (Aliança Bike) a cidade de Belém atualmente figura entre as 10 capitais com maior extensão de ciclovias e ciclofaixas do país. Com cerca de 116,5 km de malha cicloviária, a metrópole é atualmente a 9º colocada no ranking

nacional de capitais. Entretanto essa contabilização é apenas estatística, que leva em consideração somente o aumento em quilômetros e/ou metros construídos de ciclovias e ciclofaixas na cidade, ou seja, apenas critérios quantitativos foram considerados para a elaboração desse ranking, sem o acompanhamento de parâmetros qualitativos, como o reparo das degradações das vias já existentes, segurança, trafegabilidade, fiscalização, conforto e estudo das patologias dos pavimentos de concreto e asfalto das ciclovias e ciclofaixas, como fissuras, trincas e rachaduras regulares, quebras, buracos, esborcinamento de juntas, degrau ou escalonamento nas juntas, abertura de juntas, juntas de transição, alçamento ou esmagamento, desgaste da pintura superficial, remendos, tampas de poços de visita em aço ou concreto ou bocas de lobo, fissuras, trincas e rachaduras isoladas, fissuras, trincas e rachaduras em blocos, afundamento, escorregamento, grelha de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado, sarjeta como parte da via ciclável, rampas de acesso de estacionamento e valetas nas intercessões, que são elementos de estudo e análise importantes para os ciclistas e da perspectiva de futuro do modal.

O ideal seria existir um trabalho na expansão da malha cicloviária que leva em consideração fatores quantitativos e qualitativos em sinergia, seguindo padrões de qualidade além dos estatísticos, com o auxílio das pesquisas acadêmicas na criação dessas políticas públicas, como o presente trabalho, que trata sobre a avaliação multicritério AHP dos defeitos das ciclovias e ciclofaixas de pavimentos rígidos e flexíveis da grande Belém pelo ponto de vista dos seus usuários, trazendo assim dados concretos sobre o tema, que poderão ser usados no planejamento periódico da manutenção da infraestrutura da cidade.

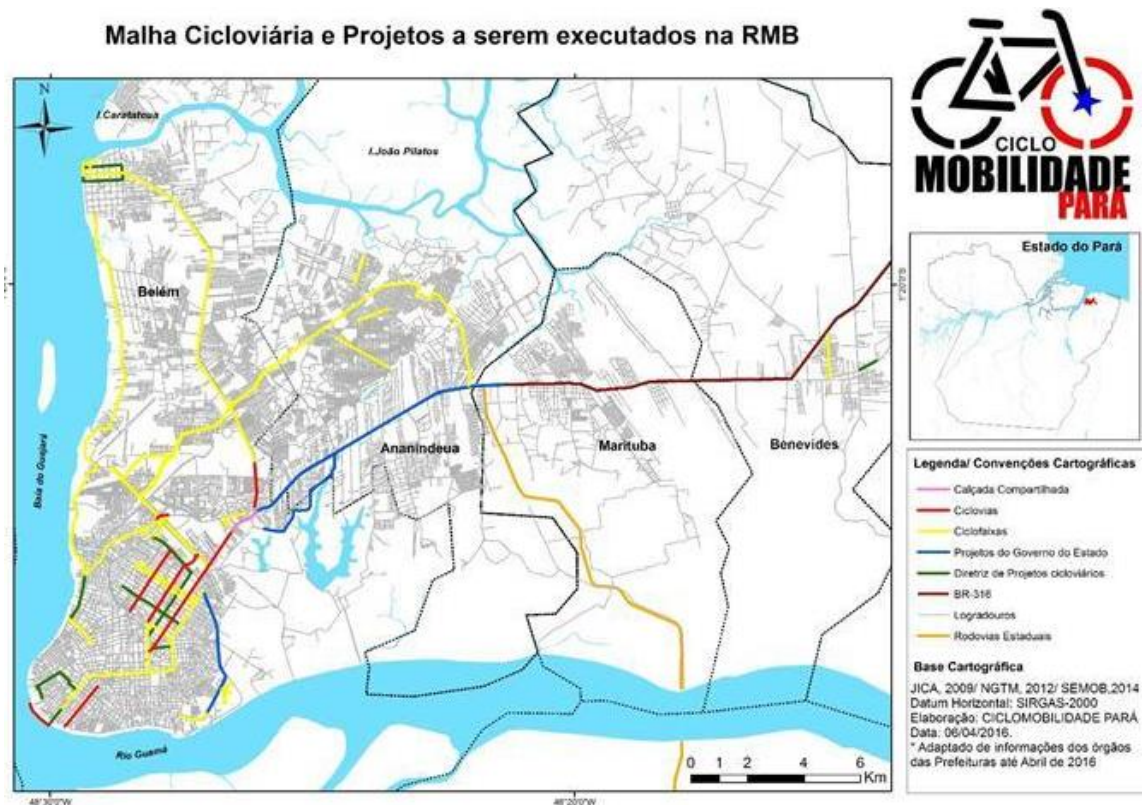
No tocante ao planejamento das cidades e o desenvolvimento de políticas públicas, a implantação da infraestrutura cicloviária e de programas sistemáticos de manutenção são caminhos possíveis para aumentar a aderência da população e de diminuir a vulnerabilidade dos ciclistas. Contudo, a produção de conhecimento técnico e acadêmico específico sobre o tema é de suma importância, dado que historicamente, as perspectivas dos planejadores inseriam apenas os veículos motorizados no centro das discussões sobre transportes. (BIGANZOLLI, 2019)

Grande parte das pesquisas acadêmicas disponíveis sobre a bicicleta como meio de transporte são dos últimos 30 anos e, no caso do Brasil, se iniciaram nos anos 2000, com mais frequência a partir de 2010, o que indica que há um vasto espaço para a produção de conhecimento científico e técnico no tema da mobilidade por bicicleta. E, especificamente

sobre estratégias de manutenção e reabilitação, é importante avaliar a qualidade da rede cicloviária e dedicar tempo e recursos a este processo, que deve ser realizado de maneira periódica (CALLIL, 2018; ITDP BRASIL, 2015).

Belém tem malha cicloviária e projetos a serem executados na RMB, e esses projetos futuros e a infraestrutura já presente deve levar em consideração os trabalhos acadêmicos que começaram a ficar mais frequentes na última década para o seu sucesso e inovação.

Figura 1 – Malha Cicloviária e Projetos a serem executados na RMB



Fonte: Mobilize.org.br, 2022

2. OBJETIVOS

Objetivo geral: Avaliar as ciclovias da avenida Augusto Montenegro e avenida Marquês de Herval, e ciclofaixas da avenida Doutor Freitas, arterial 5-B, travessa SN 24, avenida Dom Vicente Zinco e travessa SN 03, utilizando os métodos AHP e IGGVC.

Objetivos específicos

Definir os principais defeitos das ciclovias da avenida Augusto Montenegro e avenida Marquês de Herval, e ciclofaixas da avenida Doutor Freitas, arterial 5-B, travessa SN 24, avenida Dom Vicente Zinco e travessa SN 03, utilizando os métodos AHP e IGGVC.

Fazer a ponderação dos defeitos encontrados

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ciclovía, ciclofaixa, ciclorrota e espaços compartilhados

De acordo com o código de trânsito brasileiro (CTB), a bicicleta é considerada um veículo de transporte, independentes de serem elétricas, motorizadas ou não. Então, é assegurado ao ciclista o direito de trafegar nas vias, com prioridade sobre os veículos automotores.

Nas vias urbanas e nas rurais de pista dupla, a circulação de bicicletas deverá ocorrer, quando não houver ciclovía, ciclofaixa, ou acostamento, ou quando não for possível a utilização destes, nos bordos da pista de rolamento, no mesmo sentido de circulação regulamentado para a via, com preferência sobre os veículos automotores. (ART. 58 DA CTB).

Parágrafo único: a autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via poderá autorizar a circulação de bicicletas no sentido contrário ao fluxo dos veículos automotores, desde que dotado o trecho com ciclofaixa.

Vias cicláveis são espaços nas vias destinados a circulação da bicicleta, mas possuem especificidades que as diferem umas das outras.

Ciclovía é uma pista própria destinada às bicicletas, porém separada fisicamente das pistas onde circula o tráfego motorizado. Essa separação é feita por meio de grades, blocos de concreto, balizadores, meio-fio, canteiro, área verde e outros elementos previstos na legislação. Geralmente é uma estrutura construída em nível acima da pista do tráfego pesado, e sua necessidade de implantação está ligada a locais de tráfego intenso, como avenidas e vias expressas. Essa é a forma de locomoção para ciclistas mais segura, pois delimita seu espaço e os separa de veículos automotores pesados, diminuindo assim acidentes por conta de não haver um contato direto entre os dois modais.

Figura 2 – Exemplo de ciclovia



Fonte: o autor, 2022

De acordo com Lee et al. (2015) ciclofaixa trata-se de uma faixa localizada na pista de rolamento, delimitada apenas com pintura, geralmente na cor vermelha da pista de rolamento, além das placas de sinalização vertical. Diferencia-se das ciclovias por não utilizar nenhuma separação física, o que as torna bem menos seguras. Eventualmente pode incluir sinalizações do tipo “olho de gato” ou tachões, o que aumenta um pouco a segurança, porque além de elevar a percepção visual, o motorista de veículo automotor irá evitar invadir a ciclofaixa quando sentir a interação dos tachões com os pneus. Como aponta o manual do Denatran, a ciclofaixa é definida como “parte da pista, calçada ou canteiro central destinado à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização viária, podendo ter piso diferenciado e ser implantada no mesmo nível da pista de rolamento, ou da calçada ou do canteiro.”

Figura 3 – Exemplo de ciclofaixa



Fonte: o autor, 2022

Figura 4 – Exemplo de placa de sinalização vertical



Fonte: Prefeitura de Piracicaba (Justino Lucente), 2022

Figura 5 – Exemplo de sinalização do tipo “olho de gato”



Fonte: Secretaria de Segurança de Teresópolis, 2022

Figura 6 – Exemplo de sinalização do tipo tachão



Fonte: Alfa Sinalizações, 2022

De acordo com Lee et al. (2015) ciclovias operacionais seriam faixas temporárias instaladas em ocasiões específicas em certos espaços da cidade, como as ciclofaixas de lazer utilizadas em diversas cidades aos domingos, por exemplo. Isolam o espaço destinado a bicicletas e modais leves como o a pé, os separando do tráfego de modais pesados através de cones, cavaletes ou grades móveis. O fluxo de circulação é supervisionado por agentes de trânsito, e após o término de cada evento a estrutura é retirada.

Figura 7 – Exemplo de Ciclovias operacionais



Fonte: Iran Giusti, 2022

De acordo com Lee et al. (2015) ciclorrotas são trechos na pista de rolamento em que bicicletas e veículos motorizados dividem o mesmo espaço, em vias com sinalização que indica a presença de um modal mais leve. O sistema não utiliza faixas exclusivas, pontos segregados ou zonas de segurança, como nas ciclovias e ciclofaixas, apenas placas de sinalização e pictogramas no solo, o que o torna muito menos seguro que as ciclovias e ciclofaixas, por não haver um isolamento do modal mais leve e vulnerável. Em alguns casos, são indicados trajetos que podem ser seguidos pelos usuários rumo a um determinado destino. O manual do Denatran também define a rota de bicicleta ou ciclorrota: "São vias sinalizadas, no solo ou em placas, que compõem o sistema ciclável da cidade, de forma a interligar pontos de interesse, ciclovias e ciclofaixas". Tem o intuito de ser uma forma de compartilhamento das ruas entre veículos motorizados e bicicletas um pouco mais seguro, até esse(a) ciclista chegar numa ciclovias ou

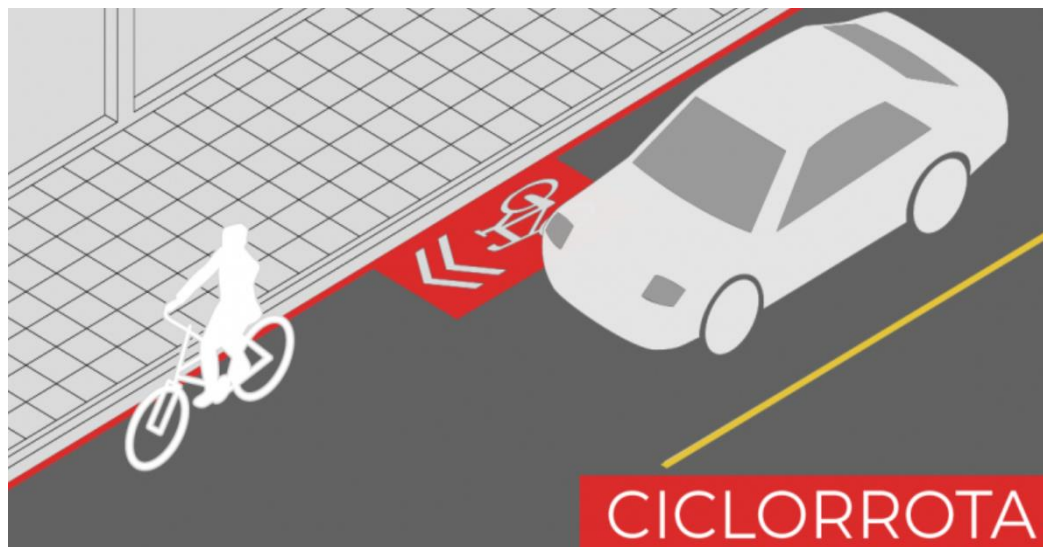
ciclofaixa, que são as estruturas que de fato dão segurança para o modal. Por esses motivos as ciclorrotas são indicadas para vias com tráfego mais calmo e velocidade limitada a até 40 km/h.

Figura 8 – Exemplo de ciclorrota



Fonte: Gabriel Lain/Nsc Total, 2022

Figura 9 – Esquema demonstrativo da ciclorrota



Fonte: Prefeitura de Florianópolis, 2022

Figura 10 – Diferença entre ciclofaixa, ciclorrota e ciclovia



Fonte: Instituto Ethos, 2022

Espaços compartilhados com pedestres: como aponta o novo manual de sinalização cicloviária do Denatran, atualizado em 07 de junho de 2021, são "espaços da via pública destinados prioritariamente aos pedestres, onde os ciclistas compartilham a mesma área de circulação, desde que devidamente sinalizada". São calçadas, ilhas, passarelas, calçadões e outras vias de pedestres. Nessas situações, o ciclista deve sempre dar preferência aos pedestres e circular em baixa velocidade.

Figura 11 – Exemplo de espaço compartilhado com pedestres



Fonte: SMCS, 2022

Figura 12 – Exemplo de espaço compartilhado com pedestres



Fonte: Reprodução/TV Vanguarda, 2022

3.2 Pavimentos cicloviários e suas nuances

O conceito de pavimento geral segundo Bernucci é:

Os pavimentos são uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI ET AL., 2006, P. 9).

A pavimentação tem por objetivo garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condição climática, além de oferecer uma superfície regular, diminuindo o desconforto do tráfego, sendo aderente, diminuindo o risco de derrapagens e garantindo a segurança, fornecendo maior conforto no rolamento das vias urbanas e rodovias. (BALBO, 2016; BERNUCCI ET AL., 2006)

Os pavimentos rodoviários ocupam lugar central nas infraestruturas de transporte e locomoção, e o desenvolvimento de tecnologias nesta área têm por objetivo principal a observação do seu comportamento no tempo e sua degradação. Alusão aos pavimentos cicloviários, sendo que a qualidade da pavimentação da malha cicloviária se relaciona diretamente com o conforto e a segurança do tráfego de ciclistas (ITDP, 2015; SOLMINIHAC-TAMPIER, 2001).

As definições dos tipos de pavimentos rodoviários existentes têm compreensões de diferentes autores e instituições, entretanto pode-se separá-los em dois grupos distintos: os pavimentos asfálticos ou flexíveis, e os pavimentos de concreto ou rígidos. Os pavimentos asfálticos ou flexíveis são construídos por camadas de rolamento elaboradas com algum tipo de mistura betuminosa entre ligante e agregado graúdo e miúdo, o que lhes confere uma maior elasticidade se comparados aos pavimentos rígidos de concreto, que são revestidos por placas de concreto de cimento Portland, podendo ser armadas ou não por barras de aço (BALBO, 1997; BERNUCCI ET AL., 2006).

Em relação aos pavimentos de ciclovias e ciclofaixas, segundo Crow (2007) e Barbudo et al. (2015) seguem estas duas classificações já estabelecidas, mas também indicam a implementação de pavimentos intertravados (Adoquín ou Baldosas, Concrete Tiles ou Paviours) para as vias cicláveis. Ademais, também se indica que existe uma clara preferência dos ciclistas por pavimentos contínuos de mesmo material e interligados, dado que estes oferecem uma maior uniformidade, menores resistências ao rolamento e, conseqüentemente, maior conforto, além da maior preferência por malha cicloviária de pavimento flexível de

concreto, visto que muitas vezes depara-se com ciclistas usando as vias que os carros usam por conta do pavimento rígido de concreto degradado, que conseqüentemente causa muita vibração vertical, diminuindo o conforto do ciclista durante o percurso e o incentivando a não usar a ciclovia de concreto.

Como são estruturas que são afetadas frequentemente pela chuva, sol e pelo tráfego de veículos constantemente, os pavimentos sofrem ao longo do tempo e se degradam, surgindo os defeitos e patologias. De acordo com Balbo (1997), os defeitos que ocorrem em pavimentos podem ter diversas causas, dentre elas: rupturas por resistência, rupturas por fadiga, por deformação plástica, por retração hidráulica, retração térmica etc. Grande parte deles está associado à perspectiva estrutural do pavimento, que se relaciona com desgastes e deformações relativos à repetição de carga dos veículos automotores (Bernucci, 2006). Por isso, muitas vezes se opta por armar pavimentos com aço em trajetos em que veículos passados passam e fazem curvas, no intuito de aumentar a vida útil daquele pavimento que irá sofrer tensões repetitivas de veículos de grande porte.

Como aponta Barbudo (2015), para as vias cicláveis, não se pode afirmar que as cargas que geram as tensões a que são expostas (a soma do ciclista e a bicicleta) poderiam deteriorar de forma significativa o pavimento com sua força peso normal. Para vias cicláveis em pavimentos flexíveis, pode-se considerar as cargas dos veículos de manutenção, casos de invasão dos carros do viário adjacente, ou mesmo a herança de problemas da pavimentação das vias de automotores. Sobre os aspectos funcionais dos defeitos que ocorrem em vias cicláveis, a aderência do contato entre o pneu e o pavimento representa um dos elementos que mais afetam a segurança cicloviária, entendendo que impactam diretamente no risco a derrapagem, na frenagem, na aceleração e na trajetória da curva.

Ainda sob o aspecto funcional do pavimento, a condição da superfície do pavimento é essencial para o incentivo do modal, porque as patologias, defeitos e as irregularidades da superfície afetam diretamente o conforto de rolamento da bicicleta. Especificamente sobre os ciclistas, uma superfície viária de baixa qualidade é um fator que os afeta fortemente, sendo decisiva para a escolha de rotas nas cidades (BERNUCCI, 2006; BÍL, 2015).

3.3 Sistemas de gerência de pavimentos e rede cicloviária

A administração pública da cidade de Belém e a gestão da sua rede de transportes precisa saber qual o estado da rede viária, de que material é constituída, quando e quais técnicas de manutenção devem ser aplicadas nas manifestações patológicas e qual o custo e efetividade

destas manutenções. É um gerenciamento complexo, pois engloba vários modais e suas especificidades. Para tanto, os sistemas de gerência de pavimentos (SGP) são ferramentas capazes de coletar, gerenciar e analisar as condições da rede viária de forma a orientar as tomadas de decisão sobre inspeção, manutenção, fiscalização, efetividade, reabilitação, controle de tráfego, e respostas emergenciais a estranhos (FERREIRA, 2009; PARIDA, 2005).

Os SGPs podem ser sintetizados como um grupo de processos coordenados que objetivam determinar a qualidade atual e futura da pavimentação para fins de manutenção e melhoria da infraestrutura com base em ferramentas de planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação, pesquisa e otimização orçamentária e econômica (Haas Hudson, 1978; Oecd, 1995). Ou seja, um SGP orienta o gestor por meio de informações coordenadas a decidir quando e quais vias devem passar por manutenção ou reabilitação de seus pavimentos e por quê, com qual prioridade de uso e a que custo. A utilização desse sistema no planejamento de transportes otimiza as tomadas de decisão dos gestores no que diz respeito à manutenção ou a melhorias na rede, tendo em vista que a probabilidade de acerto é muito maior quando todos os fatores relacionados são considerados de forma integrada e sintetizada, o que também aumenta a objetividade e permite a justificativa pública das decisões (DNER, 1983).

Existem duas maneiras possíveis para se priorizar as etapas e características internas a um SGP: os níveis de projeto e de rede. Solminiac-Tampier (2001) declara que o nível de projeto envolve informações detalhadas das seções individuais ou de um pavimento em particular, com o intuito de se determinar o momento que se deva realizar manutenção ou reabilitação. Entretanto o nível de rede visa a observação de um conjunto de pavimentos de uma rede de transportes específica, com o objetivo de planejar decisões para grandes grupos de projetos a fim de otimizar a definição dos recursos empregados. A metodologia escolhida e a que melhor se adapta ao trabalho desenvolvido neste TCC é o nível de rede, já que trata-se especificamente do modal cicloviário e fornecer informações que poderão ser usadas para a otimização da resolução das patologias em pavimentos de concreto e asfalto da cidade de Belém e Ananindeua. As bases de dados levantadas no presente trabalho foram alimentadas com os defeitos e problemas que mais aparecem na malha cicloviária analisada e suas características.

3.3 Diagnóstico de manifestações patológicas

O diagnóstico de defeitos e patologias tem por objetivo identificar quais problemas da estrutura interferem no conforto dos usuários (importante fator decisivo por parte do ciclista para a escolha do modal), além da sua quantificação e avaliação para a pesquisa do tema.

Existem inúmeras normas, literaturas e manuais para o estudo das principais patologias de pavimentos rodoviários, porém trabalhos acadêmicos e literaturas acerca do pavimento cicloviário e suas propriedades ainda é algo escasso, sendo necessário o desenvolvimento de pesquisas que adaptem as normas para vias cicláveis por basicamente serem constituídas de materiais iguais, mesmo que para uso de veículos diferentes. Além da contribuição para a identificação dos defeitos, foi proposto um método de quantificação e posterior análise em nível de rede dos segmentos de vias cicláveis. Por meio dele é possível ter a dimensão dos defeitos mais frequentes ou do nível de deterioração de cada segmento de forma rápida e integrada a outros indicadores. (BIGANZOLLI, 2019)

3.4 Apresentação do catálogo de defeitos e patologias comuns a pavimentos de asfalto e de concreto

Para que a avaliação da qualidade dos pavimentos fosse possível foi necessária a construção de um catálogo de defeitos e patologias de vias cicláveis para os pavimentos rígidos e flexíveis. Por não haver uma diretriz brasileira oficial específica para a classificação dos defeitos e patologias dos pavimentos cicloviários, o presente trabalho é desenvolvido através de uma adaptação das normas e manuais que descrevem as terminologias e as patologias em pavimentos rodoviários de asfalto e concreto (podendo ser armado ou não). Essa adaptação foi usada como base para os levantamentos de campo nas ciclovias e ciclofaixas de Belém e Ananindeua, que indicaram os problemas e defeitos mais frequentes e que influenciam no conforto e escolha pelo modal dos potenciais ciclistas. É importante frisar que esta análise multicritério teve como foco a experiência do(a) ciclista no que diz respeito ao seu conforto e segurança durante o trajeto, e no que de fato compromete isso, e não apenas em fatores estruturais dos pavimentos rígidos e flexíveis da cidade. Assim, os defeitos e patologias identificados puderam ser agrupados conforme suas propriedades e tipologia do pavimento, como mostra a tabela 2. (BIGANZOLLI, 2019)

Quadro 1 – Defeitos e patologias apresentados pelos pavimentos rígidos e flexíveis

| Grupo | Tipo |
|-------------------------------------|---|
| Pavimentos asfálticos e de concreto | Fissuras Isoladas Buracos Desgaste da pintura superficial Remendos |

| | |
|------------------------|--|
| | Tampas de Poços de visita de aço ou concreto (PV) ou Bocas de Lobo |
| Pavimentos asfálticos | Fissuras em Blocos Afundamento Escorregamento Grelha de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado Desnível entre via ciclável e Sarjeta Sarjeta como parte da via ciclável Rampas de acesso de estacionamento Valetas nas intercessões |
| Pavimentos de concreto | Quebras Esborcimento de juntas Degrau ou Escalonamento nas juntas Abertura de Juntas Juntas de Transição Alçamento ou esmagamento |

Fonte: BIGANZOLLI, 2019

Os defeitos catalogados para as ciclofaixas de pavimentos asfálticos, além dos levantamentos de campo, têm como base a análise das classificações de pavimentos rodoviários de Balbo (1997), Bernucci et al. (2007) e DNIT (2003), enquanto os defeitos das ciclovias de pavimentos de concreto foram baseados na análise das classificações do DNIT (2004), FHWA (2003) e Balbo (2009). Mais especificamente sobre a malha cicloviária das cidades de Belém e Ananindeua, também foi considerado o artigo “Avaliação Da Malha Cicloviária Da Cidade De Belém Considerando Aspectos Técnicos E A Perspectiva Dos Usuários” (CARVALHO, DIAS, PEREIRA, & BRAGA, 2015).

3.5 Defeitos e patologias comuns a pavimentos de asfalto e de concreto

Balbo (2016) conceitua as fissuras, trincas e rachaduras isoladas sendo caracterizadas por fendas ou rupturas ao longo das faixas perpendiculares, adjacentes ou longitudinais, em especial no rebordo do pavimento asfáltico. Este destaque se justifica pelo fato de que, a depender da largura da ciclofaixa, esta área representa o espaço de circulação obrigatória do(a) ciclista. Elas podem ser causadas pela má qualidade da estrutura do pavimento (que seria o

ligante e o agregado graúdo e miúdo no caso do pavimento flexível), pelas características pedológicas de baixa capacidade de suporte, pela expansão e retração em detrimento da variação térmica e pelo próprio envelhecimento intrínseco do pavimento. Em geral não são muito graves para a circulação de bicicletas, mas conforme o seu grau de severidade, diminuem o atrito dos pneus com o pavimento e causam a desestabilização da bicicleta, podendo provocar quedas e outros acidentes mais graves dependendo da velocidade das vias adjacentes caso seja uma ciclofaixa e não uma ciclovia.

Figura 13 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras isoladas no pavimento rígido



Fonte: O autor, 2022

Figura 14 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras isoladas no pavimento flexível



Fonte: O autor, 2022

Para Balbo (2016) os buracos, como seu próprio nome sugere, são concavidades que ocorrem pela fragmentação do último revestimento do pavimento. Seu grau de severidade é medido pelas suas dimensões, e mesmo os de menor nível de profundidades e diâmetro são capazes de ocasionar desestabilização da bicicleta e consequente acidente ao(a) ciclista.

Figura 15 – Exemplo de buraco em pavimento rígido



Fonte: O autor, 2022

Figura 16 – Exemplo de buraco em pavimento flexível



Fonte: O autor, 2022

De acordo com Crow (2007) a pintura do pavimento das vias cicláveis também é importante para que o espaço cicloviário se destaque da pista de rolamento dos veículos automotores, além de auxiliar na percepção de continuidade de fluxo. Apesar da falta da pintura e desgaste não serem defeitos ou patologias em si, mas são elementos relacionados a sinalização, o que infere no conforto e segurança do(a) ciclista, eles foram adicionados nas análises de qualidade de pavimentos, Levando-se em consideração que o desgaste da cor pode ser um indicador da deterioração dos pavimentos não somente por abrasão.

Vera-Villarroel et al. (2016) analisaram a influência da pintura em 5 cores (amarela, azul, verde, branco e vermelho) em pavimentos de intercessões de ciclofaixas pela percepção de ciclistas em Santiago (Chile). Seus resultados apontaram que a cor vermelha é a que mais distingue o espaço cicloviário da via de automotores e aumenta a percepção de segurança dos ciclistas. Como aponta o manual da CET (2014) recomenda a coloração das vias cicláveis, apresentado dois padrões de pintura. O Padrão I indica a coloração vermelha em toda largura útil da via ciclável, enquanto o Padrão II apenas indica uma linha vermelha interna à via ciclável, acompanhando as marcas longitudinais. Dado a importância que a pintura do pavimento tem na melhoria da infraestrutura cicloviária, o Padrão II diminui consideravelmente essa vantagem, ao manter a cor original do pavimento asfáltico. Desta forma, a cor vermelha dos pavimentos aumenta a segurança do ciclista ao distinguir o espaço cicloviário do leito carroçável de automóveis e até mesmo dos pedestres por parte dos motoristas de veículos automotores, que representam perigo para o pedestre e ciclista caso dividam a via. Como foi constatado que o desgaste da cor do pavimento se relaciona com níveis de deterioração da via ciclável, este elemento foi incluído neste catálogo como um defeito considerado no cálculo multicritério por parte dos usuários.

Figura 17 – Exemplo de desgaste da pintura superficial



Fonte: O autor, 2022

A solução adotada para a manutenção de buracos, fissuras etc são geralmente os remendos, que por mais que seja uma ação de correção para sanar problemas nos pavimentos, foi entendida como um defeito nesse trabalho porque sua implementação e envelhecimento podem estar associados a afundamentos, mudanças de textura, e desnivelamentos com o pavimento original. Ademais, a depender da qualidade do novo material e da sua aplicação, mais facilmente podem sofrer desgastes e possível desprendimento. Materiais usados nos remendos podem ser diferentes do original e consequentemente têm tempos diferentes de deterioração em relação ao material original mesmo se forem o mesmo material, porém em idades diferentes.

Figura 18 – Exemplo de remendo no pavimento flexível



Fonte: O autor, 2022

Figura 19 – Exemplo de remendo no pavimento rígido



Fonte: O autor, 2022

A existência das tampas de poços de visita de aço ou concreto (PV) ou bocas de lobo, por mais que não sejam um defeito ou patologia, e sim uma necessidade estrutural para a drenagem, podem causar desestabilização (e conseqüente queda) do(a) ciclista pela sua presença, ou mesmo por um possível afundamento que elas possam causar no pavimento utilizado.

Figura 20 – Exemplo de tampas de poços de visita



Fonte: O autor, 2022

3.6 Defeitos e patologias de pavimentos asfálticos

Para Balbo (2016) as fissuras, trincas e rachaduras em blocos são definidas como um agrupamento de trincas isoladas, que se interligam perpendicular e paralelamente ao eixo longitudinal da via. Essas patologias indicam uma deterioração maior do pavimento, e propõem maior vibração ao rolamento da bicicleta.

Figura 21 – Exemplo de fissuras, trincas e rachaduras em blocos



Fonte: O autor, 2022

Para Balbo (2016) os afundamentos são concavidades que podem ocorrer em qualquer parte da superfície da via que usa pavimento flexível. Além do desconforto, podem causar o desequilíbrio e consequente queda do(a) ciclista. Seu grau de severidade se dá pela profundidade e diâmetro do defeito, mas mesmo os de menores dimensões podem aumentar o risco a derrapagem pelo acúmulo de água no pavimento, que diminui o atrito entre os pneus da bicicleta e a via.

Figura 22 – Exemplo de afundamento



Fonte: O autor, 2022

Para Balbo (2016) os escorregamentos são deslocamentos no sentido transversal da mistura asfáltica, associados a depressões e elevações locais. Como se localizam próximo às bordas da pista de rodagem, acabam se localizando no eixo central do percurso do(a) ciclista, sobretudo nas que possuem as sarjetas como parte da via ciclável.

Figura 23 – Exemplo de escorregamento



Fonte: O autor, 2022

Um defeito que não foi encontrado em nenhum levantamento de campo das vias investigadas foi a sarjeta como parte da largura útil da via ciclável. Por mais que no manual da CET (2014) esteja previsto este tipo de implementação, não é um cenário ideal para a circulação de bicicletas. A diferença do tipo de pavimento pode causar desconforto ao ciclista e a frequente não distinção de cor (no manual há a indicação de que a sarjeta também seja pintada de vermelho) pode causar confusão ao ciclista ao não perceber a diferença de níveis que há entre a via ciclável e a sarjeta.

Figura 24 – Exemplo de sarjeta como parte da largura útil da via ciclável



Fonte: BIGANZOLLI 2019

O desnível da via ciclável é uma relação entre partes do pavimento que podem determinar a dificuldade para o(a) ciclista, sobretudo em vias de pouca largura, causando desestabilização e risco de queda.

Figura 25 – Exemplo de desnível entre via ciclável e sarjeta



Fonte: O autor, 2022

Para Balbo (2016) existem defeitos relacionados não apenas com a má implementação da infraestrutura da malha viária. As grelhas de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado (maiores que 2 cm) são exemplos disso, e podem provocar o encaixe e travamento do pneu da bicicleta durante o percurso do(a) ciclista e causar acidentes. Assim como a sarjeta como parte da largura útil da via ciclável, as grelhas de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado não foram encontradas em nenhum levantamento de campo das vias investigadas. As grelhas de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado dificultam o trajeto dos ciclistas mesmo não sendo uma manifestação patológica.

Figura 26 – Exemplo de grelhas de sarjeta com espaçamento longitudinal acentuado



Fonte: BIGANZOLLI, 2019

Para Balbo (2016) relacionadas com a drenagem urbana da cidade, as valetas em intercessões mesmo que sejam necessárias para o escoamento de água superficial do pavimento, interferem na circulação da bicicleta, quase como se fossem um obstáculo. Gera o risco de desequilíbrio e consequente queda para ciclistas menos atentos, sobretudo nos desníveis de entrada e saída da malha cicloviária. Por conta das chuvas e sujeira nas ruas, resíduos sólidos não coletados podem acompanhar o escoamento pluvial, e acabar se localizando especialmente nas valetas, o que pode obstaculizar a via. Assim como a sarjeta como parte da largura útil da via ciclável, as valetas em intercessões não foram encontradas em nenhum levantamento de campo das vias investigadas. As valetas em intercessões dificultam o trajeto dos ciclistas mesmo não sendo uma manifestação patológica.

Figura 27 – Exemplo de valetas em intercessões



Fonte: BIGANZOLLI, 2019

As rampas de acesso ao estacionamento, que fazem os automóveis superarem mais facilmente a diferença de níveis entre a sarjeta e a calçada, são um problema para o(a)s ciclistas, dado que bruscamente impedem seu trajeto pela diferença de nível e angulação. Muitas dessas rampas são feitas irregularmente sobre as ciclofaixas sem incluir qualquer tipo de sinalização ou pintura em vermelho para avisar o(a) ciclista de mudança brusca.

Figura 28 – Exemplo de rampas de acesso ao estacionamento



Fonte: O autor, 2022

Figura 29 – Exemplo de rampas de acesso ao estacionamento



Fonte: O autor, 2022

3.7 Defeitos e patologias de pavimentos de concreto

Para Balbo (2016) as quebras se caracterizam como uma cisão em uma área da placa, que em sua maioria ocorre nos cantos ou transversalmente a ela, de modo que partes se deslocam verticalmente, e outras horizontalmente. Pode ser o resultado da evolução de fissuras, trincas e rachaduras, mas também pode ocorrer devido a fatores naturais como o crescimento de raízes ao lado da ciclovia, por exemplo.

Figura 30 – Exemplo de quebras



Fonte: o autor, 2022

Figura 31 – Exemplo de quebras



Fonte: o autor, 2022

Para Balbo (2016) o esborcinamento de juntas se caracteriza pela quebra em cunha, gerando pequenos espaços entre as placas por essas quebras. Sua origem está associada com o tráfego intenso e pesado de automóveis. Entretanto, este defeito é um indicador da deterioração do pavimento, e causa maior vibração e conseqüente desconforto ao ciclista.

Figura 32 – Exemplo de esborcinamento



Fonte: o autor, 2022

Figura 33 – Exemplo de esborcinamento



Fonte: o autor, 2022

Para Balbo (2016) o escalonamento de juntas ou degraus de juntas é caracterizado por deslocamentos verticais entre placas adjacentes, indicando problemas significativos ao movimento da bicicleta. Como forma um degrau entre as placas, este defeito pode impedir o movimento da roda dianteira, interrompendo o movimento e favorecendo a queda do ciclista.

Figura 34 – Exemplo de escalonamento de juntas ou degraus de juntas



Fonte: o autor, 2022

Para Balbo (2016) a separação de juntas pode ocorrer pela falha da selagem ou elevado grau de deterioração por quebras, com a remoção de material do pavimento. Além do aumento do desconforto do(a) ciclista ao propor uma pequena variação vertical ao trajeto, também pode provocar desde o acúmulo de materiais até o crescimento de vegetação, se tornando um potencial obstáculo na ciclovia.

Figura 35 – Exemplo de separação de juntas



Fonte: o autor, 2022

Para Balbo (2016) o alçamento ou esmagamento das placas é caracterizado pelo desnivelamento transversal em uma placa ou entre placas. É causado pela evolução de quebras ou por compressão oriunda de esforços horizontais, como frenagens de placa contra placa, por exemplo. Esta patologia não necessariamente causa problemas ao ciclista, pois pode indicar apenas pequenas rampas ascendentes e descendentes. Entretanto, se o grau de severidade for alto, oferecerá uma mudança abrupta no alinhamento vertical do movimento do(a) ciclista, afetando seu conforto e estabilidade. Nos levantamentos de campo não foi achado nenhum defeito de alçamento ou esmagamento das placas.

Figura 36 – Exemplo de alçamento ou esmagamento das placas



Fonte: Cacioli, N. 7, 2016

Para Balbo (2016) as juntas de transição são encontradas nos cruzamentos das ciclovias com ruas e avenidas, resultando assim em uma mudança vertical da ciclovias via de concreto em relação a pista de rolamento de asfalto. Não é uma patologia da malha viária, e sim uma solução para intercessões. Porém, dependendo da sua gradação angular, elas podem causar significativo desconforto na saída ou na entrada dessas intercessões e dificuldades para o(a)s ciclistas. Como também são superfícies de contato entre dois materiais diferentes (pavimentos asfálticos das ruas e de concreto das ciclovias) e de maior atrito entre pneu e pavimento, podem apresentar uma deterioração maior que as outras partes das placas.

Figura 37 – Exemplo de juntas de transição



Fonte: o autor, 2022

Figura 38 – Exemplo de juntas de transição

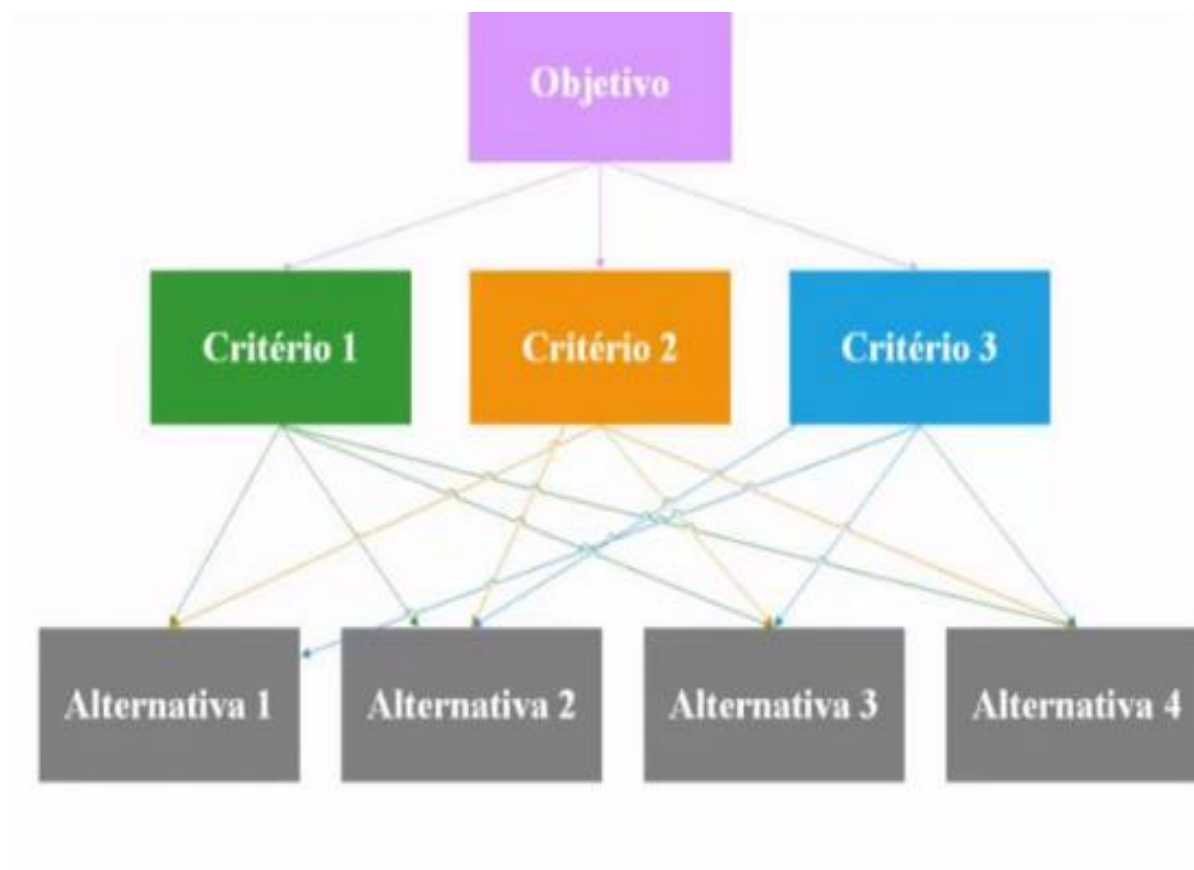


Fonte: o autor, 2022

3.8 Analytic Hierarchy Process (AHP)

O Analytic hierarchy process (AHP) foi desenvolvido pelo Professor Thomas Saaty, e utilizado em vários artigos pelo mundo como tomada de decisão por meio de análise multicritério. Depois de uma estruturação inicial do problema de decisão as prioridades são calculadas com base nas comparações de pares fornecidas pelo utilizador. O decisor não precisa fornecer valores numéricos, no lugar disso, uma decisão de opinião verbal relativa entre dois critérios é o suficiente, pois é algo mais fácil de entender e garante resultados fiéis a opinião real do decisor. No AHP o problema é estruturado seguindo uma hierarquia “OCA”, objetivo, critérios e alternativas.

Figura 39 – Estruturação do problema



Fonte: Professor Dr. Rafael Françaço, 2022

Qualquer objetivo considerado, avalia-se os seus critérios, e em alguns casos mais complexos, sub-critérios. Nem todos os critérios terão a mesma importância, à menos que o decisor assim classifique. Portanto, após a estruturação do problema com objetivo, critérios e alternativas, escolhe-se os pesos para cada critério do objetivo. Serão denominados relativos porque esses pesos são dados relacionados uns aos outros, de forma a comparar a importância de um critério em relação aos outros e assim sucessivamente. A metodologia AHP tem a possibilidade de determinar qual alternativa é a mais consistente com os critérios adotados e com o nível de importância dados a eles.

Após a fase de estruturação do problema, três tipos de prioridades têm de ser calculadas, como as prioridades dos critérios, que é a importância de cada critério em relação ao objetivo principal, prioridades alternativas locais, que é a importância de uma alternativa em relação a um critério específico e as prioridades alternativas globais, que são critérios de prioridade e as prioridades alternativas locais são resultados intermediários utilizados para calcular as prioridades alternativas globais. As prioridades alternativas globais classificam as alternativas em relação a todos os critérios e, conseqüentemente, ao objetivo global.

3.9 Cálculo das prioridades

As comparações são feitas par à par utilizando a escala fundamental com valores de 1 a 9, sendo os valores ímpares determinantes, enquanto os valores pares intermediários. O valor sendo igual a 1 nas duas alternativas indica que elas têm o mesmo grau de importância para o critério escolhido. Se uma alternativa em relação a outra para o critério escolhido é muito mais importante, o valor pode começar a ser 5,7 ou até 9, caso seja extremamente mais importante.

Tabela 1 –Grau de importância, recíproca e definição de valores

| Grau de Importância | Recíproca | Definição |
|----------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1 | 1 | Iguais em importância |
| 2 | 1/2 | Intermediário |
| 3 | 1/3 | Importância moderada |
| 4 | 1/4 | Intermediário |
| 5 | 1/5 | Mais importante |
| 6 | 1/6 | Intermediário |
| 7 | 1/7 | Muito mais importante |
| 8 | 1/8 | Intermediário |
| 9 | 1/9 | Extremamente mais importante |

Fonte: Professor Dr. Rafael Françoze, 2022

No âmbito da coleta de dados com entrevistados pode ser uma forma de pesquisa até certo ponto verbal, mas depois do entrevistado decidir a importância das alternativas em relação a cada critério, pode-se atribuir valores segundo a tabela de Saaty, convertendo as perguntas “Qual critério é preferível para atender meu objetivo e até que ponto?” ou “Essa alternativa tem igual importância, um pouco mais importante ou extremamente mais importante que essa outra?”

Figura 40 – Escala de comparação de critérios (Saaty, 1980)

| | |
|-------------------------------|-----|
| Extremamente menos importante | 1/9 |
| Bastante menos importante | 1/7 |
| Muito menos importante | 1/5 |
| Pouco menos importante | 1/3 |
| Igual importância | 1 |
| Pouco mais importante | 3 |
| Muito importante | 5 |
| Bastante mais importante | 7 |
| Exatamente mais importante | 9 |

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2009), 2022

A consistência dos valores na decisão também é algo avaliado e calculado. Para tal, leva-se em consideração algumas regras matemáticas básicas, como a propriedade da transitividade, que diz que se $A > B$ e $B > C$, então $A > C$, para A, B e C pertencente aos números reais. Se A é mais importante que B e tem a mesma importância que C , então $A = C > B$. Existe uma tolerância para eventuais inconsistências na análise AHP, porém não para respostas incoerentes.

Deve-se elaborar uma tabela para uma matriz de comparação par à par para os critérios com relação ao objetivo.

Quadro 2 – Exemplo de quadro com o objetivo em relação a cada critério

| Objetivo | Critério A | Critério B | Critério C |
|------------|------------|------------|------------|
| Critério A | | | |
| Critério B | | | |
| Critério C | | | |

Fonte: O autor, 2022

Depois da tabela organizada deve-se preenche-la usando os valores da escala fundamental de Saaty, lembrando que os critérios iguais, ou seja, de mesma importância, são iguais a 1.

Quadro 3 – Exemplo de quadro preenchida com os valores dos critérios de igual importância.

| Objetivo | Critério A | Critério B | Critério C |
|------------|------------|------------|------------|
| Critério A | 1 | | |
| Critério B | | 1 | |
| Critério C | | | 1 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 4 – Exemplo de quadro preenchida com os valores reais da pesquisa

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1 | 5 | 3 | 9 | 7 |
| Esborcinamento de juntas | 1/5 | 1 | 1 | 5 | 3 |
| Buracos | 1/3 | 1 | 1 | 9 | 7 |
| Desg. Pintura Superficial | 1/9 | 1/5 | 1/9 | 1 | 1/5 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1/7 | 1/3 | 1/7 | 5 | 1 |

Fonte: O autor, 2022

Como pode-se perceber, a diagonal principal da matriz vai ser sempre igual a 1, tendo em vista que os alinhamentos dos critérios de mesma importância por serem iguais ficam sempre nessa mesma posição, como demonstram as tabelas.

Após toda a tabela ser preenchida com seus valores e recíprocas desses valores, adiciona-se uma linha na tabela e realiza-se a soma dos valores das colunas.

Quadro 5 – Quadro com a linha para as somas dos valores das colunas.

| | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| Objetivo | Critério A | Critério B | Critério C |
| Critério A | 1 | | |
| Critério B | | 1 | |
| Critério C | | | 1 |
| Soma | | | |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 6 – Quadro com os valores da soma das colunas da pesquisa real.

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 9,000 | 7,000 |
| Esborcinamento de juntas | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 3,000 |
| Buracos | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 7,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,111 | 0,200 | 0,111 | 1,000 | 0,200 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,143 | 0,333 | 0,143 | 5,000 | 1,000 |
| Soma | 1,787 | 7,533 | 5,254 | 29,000 | 18,200 |

Fonte: O autor, 2022

Após a adição da linha de soma na tabela e soma dos valores das colunas, deve-se normalizar esses valores, que consiste na divisão de cada célula da tabela pela soma da respectiva coluna.

Quadro 7 – Quadro demonstrativa com valores algébricos para a soma.

| | | | |
|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | A | B | C |
| | 1A | 1B | 1C |
| | 2A | 2B | 2C |
| | 3A | 3B | 3C |
| Soma | 6A | 6B | 6C |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 8 – Quadro demonstrativa com valores algébricos para a normalização.

| A | B | C |
|---------|---------|---------|
| $1A/6A$ | $1B/6B$ | $1C/6C$ |
| $2A/6A$ | $2B/6B$ | $2C/6C$ |
| $3A/6A$ | $3B/6B$ | $3C/6C$ |

Fonte: O autor, 2022

Com a matriz já normalizada pode-se obter os valores das propriedades dos critérios, calculando a média dos valores de cada linha do critério.

Quadro 9 – Quadro demonstrativa com valores das propriedades.

| A | B | C | PRIORIDADE |
|---------|---------|---------|-------------------------------|
| $1A/6A$ | $1B/6B$ | $1C/6C$ | $((1A/6A)+(1B/6B)+(1C/6C))/3$ |
| $2A/6A$ | $2B/6B$ | $2C/6C$ | $((2A/6A)+(2B/6B)+(2C/6C))/3$ |
| $3A/6A$ | $3B/6B$ | $3C/6C$ | $((3A/6A)+(3B/6B)+(3C/6C))/3$ |

Fonte: O autor, 2022

Com esse resultado calculado tem-se um ranking da importância de todos os critérios, e como a soma deles vai ser sempre igual a 1, pode-se calcular a importância em porcentagem de cada um, basta multiplicar por 100.

Após realizada essa comparação par a par precisa-se fazer a verificação dos julgamentos para saber se estão consistentes. A metodologia AHP calcula uma razão de consistência (CR) comparando-a ao índice de consistência (CI) da matriz com os julgamentos, com o índice de consistência de uma matriz tipo aleatória (RI). Uma tabela com o valor já calculado dos RI foi desenvolvida por Saaty (2012), e seu valor vai depender da ordem da matriz a ser calculada.

Quadro 10 – Índice de consistência randômico ou tipo aleatório.

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| IR | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,89 | 1,11 | 1,25 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 |

Fonte: Saaty e Vargas (2012), 2022

3.10 Cálculo de consistência

Com a matriz tendo todos os julgamentos e as propriedades, usa-se as propriedades como pesos numa linha transposta para cada coluna. Multiplica-se cada valor na primeira coluna da matriz de comparação pela propriedade do primeiro critério, também multiplica-se cada valor na segunda coluna da matriz de comparação pela prioridade do segundo critério e assim sucessivamente. Adicionam-se os valores em cada linha para obter um conjunto de valores chamado soma ponderada, para depois dividir esses elementos de soma ponderada pela prioridade correspondente de cada critério. Calcula-se a média dos valores da etapa anterior, sendo assim, o valor vai ser chamado de γ max (lambda máxima). O CI que é o próximo passo, é calculado da seguinte forma: $CI = ((\gamma_{max} - n)/(n-1))$, onde n é a ordem da matriz, que no caso do presente trabalho é 5. Com o valor de CI calculado pode-se calcular a razão de consistência, pela fórmula: $CR = CI/RI$, com esse valor calculado consegue-se inferir à respeito da consistência das respostas dadas nos questionários. Quando o resultado é um valor igual ou abaixo ao estabelecido por Saaty, significa que os cálculos estão consistentes, ou seja, a matriz de julgamento está validada e a decisão é consistente. Caso o resultado dê inconsistente deve-se descartar as respostas desse decisor específico ou refazer o questionário.

3.11 Índice de Gravidade Global adaptado a Vias Cicláveis – IGGVC

Foi adaptado para vias cicláveis por Roger Biganzolli Ferreira a partir da norma DNIT 006/2003 – PRO “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento” que fala sobre pavimentos rodoviários. Foram selecionados os 5 defeitos mais frequentes para pavimento rígido e flexível de todas as ciclovias de concreto e ciclofaixa de asfalto analisadas no trabalho para a aplicação da metodologia utilizada para a avaliação de defeitos de pavimentos rodoviários, o Índice de Gravidade Global (IGG) descrito por

DNIT (2003a), de forma adaptada a vias cicláveis como foi feito por Biganzolli. Essa norma foi produzida para pavimentos flexíveis e semi-flexíveis de rodovias, mas para que os resultados pudessem ser integrados no objetivo final, foram realizadas adaptações com o intuito de calcular o índice para pavimentos rígidos e flexíveis de vias cicláveis. Assim foi criado o Índice de Gravidade Global adaptado para Vias Cicláveis (IGGVC) por Biganzolli.

Foram realizados quatro levantamentos locais de defeitos e patologias por meio de estações de medição distantes 50 metros entre si ao longo das ciclovias e ciclofaixas, considerando as ocorrências dos 5 defeitos mais frequentes para cada tipo de pavimento da via ciclável catalogados por Balbo, numa distância longitudinal de 13,59 km. Ou seja, o levantamento in loco informa se há ou não cada tipo de defeito em cada estação em trechos longitudinais de 50 metros em 50 metros de extensão. Após o levantamento in loco desses dados, foi calculada a frequência relativa (fr) por meio do número total de estações (N) em que ocorre um defeito e da frequência absoluta (fa).

$$Fr = \left(\frac{fa}{N} \right) \cdot 100$$

Os resultados do questionário AHP fornecem fatores de ponderação (fp) que indicam numericamente (de 0 a 1) quais patologias provocam menos ($fp=0$) ou mais ($fp=1$) desconforto aos ciclistas entrevistados, ou seja, o nível de desconforto é diretamente proporcional ao fator de ponderação. Este fator de ponderação multiplica as frequências relativas, resultando no Índice de Gravidade Individual adaptado a Vias Cicláveis (IGIVC) para cada defeito de cada segmento, da seguinte forma:

$$IGIVC = fr \cdot fp$$

Ao final, todos os IGIVC de cada segmento foram somados, configurando o IGGVC.

$$\Sigma IGIVC = IGGVC$$

A partir desses valores, classifica-se as ciclovias e ciclofaixas entre ótimas, boas, regulares, ruins e péssimas.

Quadro 11 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

| Conceitos | Limites |
|------------------|----------------------------|
| Ótimo | $0 < \text{IGG} \leq 20$ |
| Bom | $20 < \text{IGG} \leq 40$ |
| Regular | $40 < \text{IGG} \leq 80$ |
| Ruim | $80 < \text{IGG} \leq 160$ |
| Péssimo | $\text{IGG} > 160$ |

Fonte: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR (DNIT), 2022

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Durante o desenvolvimento dos modos de transporte das cidades brasileiras foram priorizados os modais para veículos motorizados como ônibus, carros e motos, e com as cidades de Belém e Ananindeua não foi diferente. Os recursos financeiros eram concentrados na criação e alargamento de ruas, avenidas e vias expressas por muito tempo nas cidades. Entretanto esse cenário vem mudando nas últimas décadas, visto que Belém atualmente ocupa o 9º lugar das capitais com maior malha cicloviária do país, com cerca de 116,5 quilômetros de extensão, o que muda a cidade não só em termos técnicos, mas em aspectos culturais, econômicos e políticos.

Para Carvalho, Dias, Pereira, & Braga, (2015) a infraestrutura cicloviária disponível na Região Metropolitana de Belém, segundo levantamentos de campo e atualizações feitas nesse trabalho é a seguinte: avenida Dom Vicente Zinco, avenida arterial 5-B, travessa sn 24, travessa sn 03, ciclovia do Icuí-Guajará, avenida Independência e BR-316, localizadas no município de Ananindeua, como também nas avenidas Independência (parte pertencente a Belém), Dalcídio Jurandir, Doutor Freitas, Duque de Caxias, Júlio César, João Paulo II, Almirante Barroso, Perimetral, Visconde de Inhaúma, Marquês de Herval, Arthur Bernardes, Senador Lemos, Visconde de Sousa Franco, Mundurucús, Angustura, Pedro Miranda, Pedro Alvares cabras, Antônio Baena, Lomas Valentina, Rua dos Mundurucús, Rua dos Timbiras, Bernardo Sayão, Centenário, Bernal do Couto, Paulo Frota, Avenida Tavares Bastos, Brigadeiro Protásio, Rua Belém, José Bonifácio, rua Teófilo Condurú, Complexo ver-o-rio, Travessa Vileta, Augusto Montenegro, Canal da Pirajá, Transmangueirão, Ponte do Galo/03 de Maio, Lopo de Castro, 02 de Dezembro, Manoel Barata e Orla de Icoaraci, localizadas em Belém e seus distritos.

Quadro 12 – Estimativa da malha cicloviária de Ananindeua

| Localização da malha cicloviária | Comprimento em quilômetros |
|----------------------------------|----------------------------|
| Avenida arterial 5-B | 1.42 |
| Avenida arterial 5-A | 0.23 |
| Avenida Dom Vicente Zinco | 1.77 (de cada lado) |
| Travessa Sn 24 | 1.1 |
| BR - 316 | 5.9 |

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Travessa Sn 03 | 1.66 |
| Ciclovía Do Icuí-Guajará | 0.91 (de cada lado) |
| Avenida Independência | 9.13 (de cada lado) |
| | Total: 33.93 km |

Fonte: Carvalho, Dias, Pereira, & Braga e Google Earth, 2022

Figura 41 – Mapa da rede cicloviária de Belém



Fonte: Semob (2018), 2022

Figura 42 – Ciclofaixa da Arterial 5-B município de Ananindeua



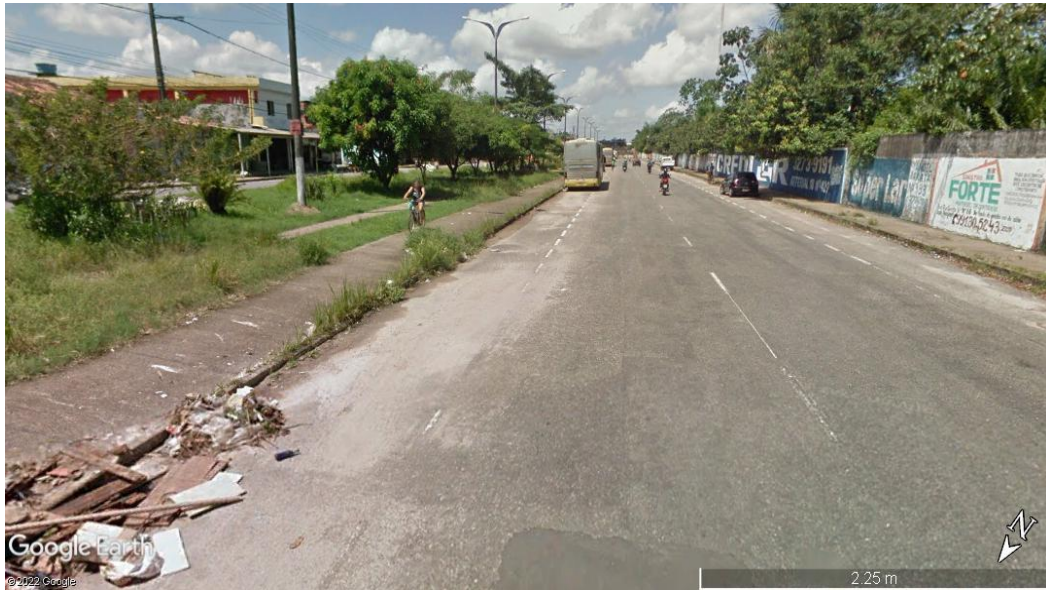
Fonte: O autor, 2022

Figura 43 – Ciclofaixa da SN - 03 município de Ananindeua



Fonte: O autor, 2022

Figura 44 – Ciclovia do Icuí-Guajará município de Ananindeua



Fonte: Google Earth

Figura 45 – Ciclovia da Marquês de Herval município de Belém



Fonte: o autor, 2022

Figura 46 – Ciclofaixa Doutor Freitas município de Belém



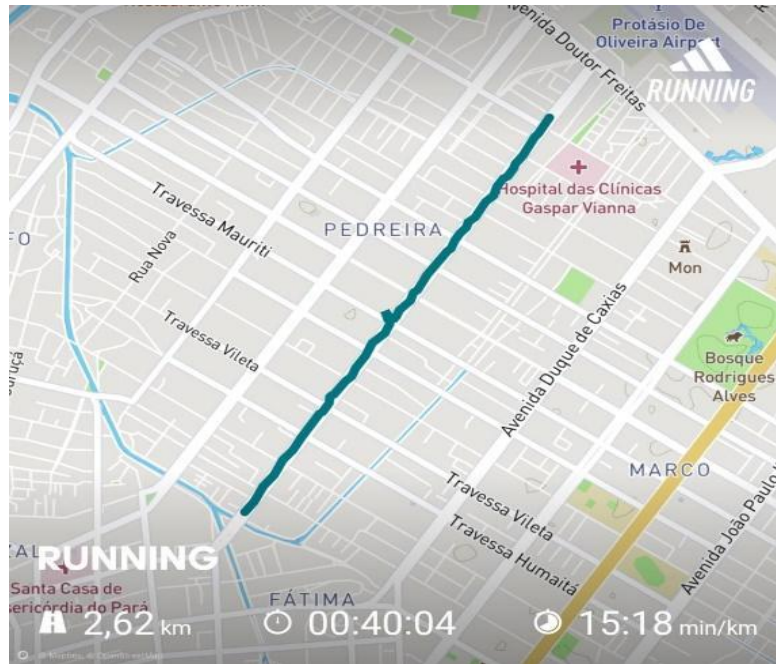
Fonte: O autor, 2022

Figura 47 – Ciclovía Augusto Montenegro município de Belém



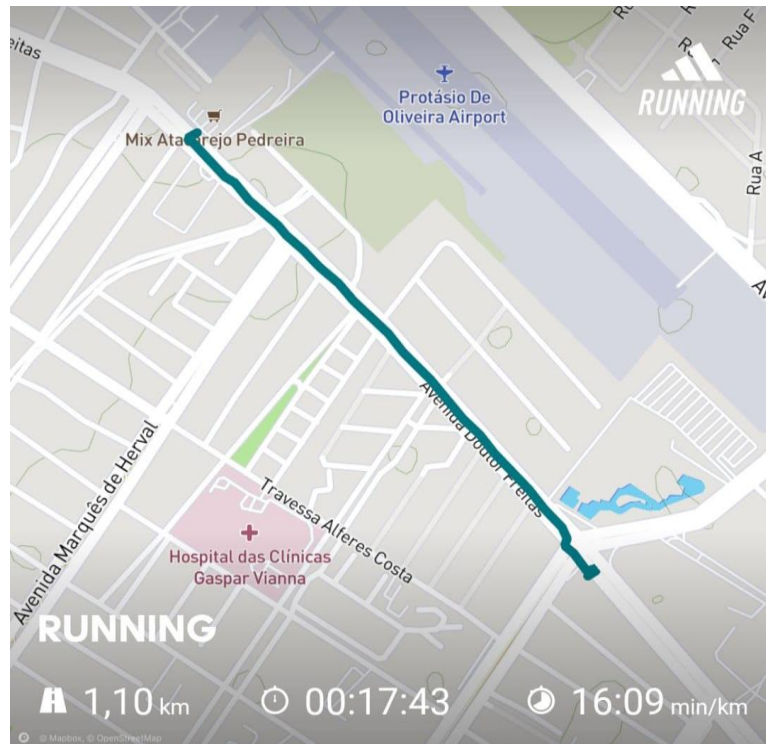
Fonte: O autor, 2022

Figura 49 – Ciclovia da Avenida Marquês de Herval



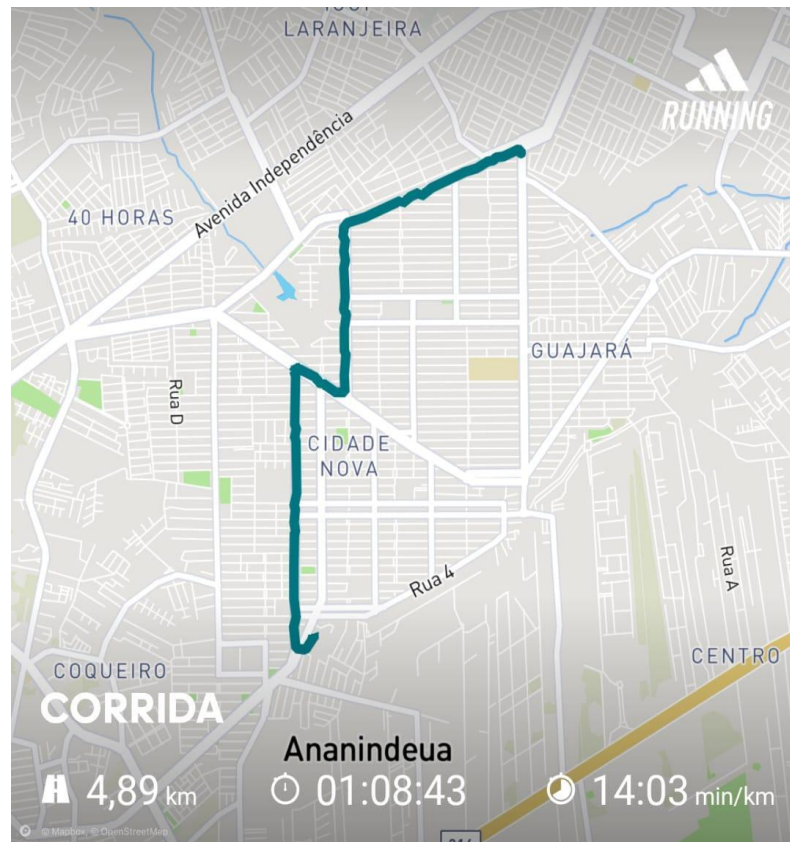
Fonte: O autor e aplicativo Running, 2022

Figura 50 – Ciclofaixa da Avenida Doutor Freitas



Fonte: O autor e aplicativo Running, 2022

Figura 51 – Ciclofaixa da Arterial 5-B, Travessa SN 24, Avenida Dom Vicente Zinco e Travessa SN 03



Fonte: O autor e aplicativo Running, 2022

Os mapeamentos das áreas piloto selecionadas foram realizados por meio do aplicativo “Running” baixado da Play Store no celular xiaome redmi 9. Com a localização GPS ligada, o aplicativo mediu do ponto inicial ao ponto final: a distância longitudinal, tempo total percorrido de um ponto ao outro, velocidade média em minuto/quilômetro e marcou a trajetória realizada no mapa. Durante todos os trajetos, que foram realizados somente à pé, o objetivo principal foi avaliar e coletar o número de defeitos e patologias de cada avenida, rua, travessa e arterial com orientação do guia para interpretação de defeitos e patologias em vias cicláveis de Balbo. Esse guia cataloga defeitos comuns a pavimentos asfálticos e de concreto, defeitos unicamente de pavimentos asfálticos e defeitos unicamente de pavimentos de concreto. Todas as patologias encontradas durante levantamento in loco foram fotografadas, registradas e contabilizadas na ficha do inventário geral de defeitos. Essa ficha organiza e contabiliza os dados coletados, classificando o tipo de pavimento, apresentando o nome completo com detalhes como data, hora e início de segmento com número e bairro da avenida, rua, travessa ou arterial, grupos de defeitos, os tipos de defeitos e o número de ocorrência de cada um.

Quadro 13 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de concreto da Avenida Augusto Montenegro

| FICHA DO INVENTÁRIO GERAL DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO | | |
|--|---|------------------|
| Cadastro de defeitos e patologias em vias cicláveis - Pavimentos de concreto | | |
| Nome da Via: Augusto Montenegro | | Data: 21/05/2022 |
| Início de Segmento: 6955 - Castanheira | | Hora: 11:00 am |
| GRUPOS | TIPO | OCORRÊNCIA |
| 1. Defeitos estruturais em placas | Fissuras, trincas e rachaduras | 11 |
| | Quebras | 5 |
| | Buracos | 4 |
| 2. Defeitos de juntas | Esborcinamento de juntas | 1 |
| | Degrau ou escalonamento nas juntas | 0 |
| | Abertura de juntas | 3 |
| | Juntas de transição | 22 |
| | Alçamento ou esmagamento | 0 |
| 3. Defeitos de aparência na superfície | Desgaste da pintura superficial | |
| | Desgaste da pintura superficial classe 0 | 1 |
| | Desgaste da pintura superficial classe1 | 3 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 2 | 3 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 3 | 1 |
| | Remendos | 1 |
| 4. Externalidades | Tampas de Poços de Visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 11 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 14 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de concreto da Avenida Marquês de Herval

| FICHA DO INVENTÁRIO GERAL DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO | | |
|--|---|------------------|
| Cadastro de defeitos e patologias em vias cicláveis - Pavimentos de concreto | | |
| Nome da Via: Avenida Marquês de Herval | | Data: 20/06/2022 |
| Início de Segmento: Av. Marquês de Herval, nº 104 | | Hora: 12:31 pm |
| GRUPOS | TIPO | OCORRÊNCIA |
| 1. Defeitos estruturais em placas | Fissuras, trincas e rachaduras | 11 |
| | Quebras | 15 |
| | Buracos | 27 |
| 2. Defeitos de juntas | Esborcinamento de juntas | 36 |
| | Degrau ou escalonamento nas juntas | 6 |
| | Abertura de juntas | 15 |
| | Juntas de transição | 35 |
| | Alçamento ou esmagamento | 0 |
| 3. Defeitos de aparência na superfície | Desgaste da pintura superficial | |
| | Desgaste da pintura superficial classe 0 | 6 |
| | Desgaste da pintura superficial classe1 | 9 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 2 | 0 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 3 | 0 |
| | Remendos | 8 |
| 4. Externalidades | Tampas de Poços de Visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 3 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 15 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de asfalto da Avenida Doutor Freitas

| FICHA DO INVENTÁRIO GERAL DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS | | |
|---|---|------------------|
| Cadastro de defeitos e patologias em vias cicláveis - Pavimentos asfálticos | | |
| Nome da Via: Avenida Doutor Freitas | | Data: 20/06/2022 |
| Início de Segmento: Av. Doutor Freitas, 1228 | | Hora: 14:42 pm |
| GRUPOS | TIPO | OCORRÊNCIA |
| 1. Fissuras, trincas e rachaduras | Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas | 11 |
| | Fissuras, trincas e rachaduras em Blocos | 19 |
| 2. Deformações Plásticas | Afundamento | 15 |
| | Escorregamento | 1 |
| 3. Deteriorações | Desgaste da pintura superficial | |
| | Desgaste da pintura superficial classe 0 | 0 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 1 | 0 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 2 | 2 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 3 | 2 |
| | Remendos | 9 |
| 4. Externalidades | Buracos | 25 |
| | Tampas de Poços de visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 0 |
| | Grelha de sarjeta com espaçamento | 0 |
| | Desnível entre via ciclável e Sarjeta | 0 |
| | Sarjeta como parte da via ciclável | 0 |
| | Rampas de acesso de estacionamento | 0 |
| | Valetas nas intercessões | 0 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 16 – Ficha do inventário geral de defeitos em pavimentos de asfalto da Avenida Doutor Freitas

| FICHA DO INVENTÁRIO GERAL DE DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS | | |
|---|---|------------------|
| Cadastro de defeitos e patologias em vias cicláveis - Pavimentos asfálticos | | |
| Nome das Vias: Arterial 5-B, TV. SN 24, AV Dom Vicente Zinco e TV. SN 03 | | Data: 03/06/2022 |
| Paar e Cidade Nova, Ananindeua | | Hora: 10:15 am |
| GRUPOS | TIPO | OCORRÊNCIA |
| 1. Fissuras, trincas e rachaduras | Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas | 10 |
| | Fissuras, trincas e rachaduras em Blocos | 0 |
| 2. Deformações Plásticas | Afundamento | 17 |
| | Escorregamento | 5 |
| 3. Deteriorações | Desgaste da pintura superficial | |
| | Desgaste da pintura superficial classe 0 | 7 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 1 | 15 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 2 | 4 |
| | Desgaste da pintura superficial classe 3 | 19 |
| | Remendos | 8 |
| 4. Externalidades | Buracos | 23 |
| | Tampas de Poços de visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 5 |
| | Grelha de sarjeta com espaçamento | 0 |
| | Desnível entre via ciclável e Sarjeta | 13 |
| | Sarjeta como parte da via ciclável | 0 |
| | Rampas de acesso de estacionamento | 14 |
| | Valetas nas intercessões | 0 |

Fonte: O autor, 2022

Após a coleta de todos os dados necessários para preencher a ficha do inventário geral de defeitos em pavimento de concreto e asfalto, uma ficha do inventário dos 5 defeitos em pavimentos de concreto e asfalto que mais ocorreram nos levantamentos foi gerada para cada tipo de pavimento.

Quadro 17 – Ficha do inventário dos 5 defeitos em pavimentos de concreto que mais ocorrem

| FICHA DO INVENTÁRIO DOS 5 DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO QUE MAIS OCORREM | | | | |
|---|---|-------|--------------|----------------|
| GRUPOS | TIPO | TOTAL | OCORRÊNCIA % | BARRA DE DADOS |
| 1. Defeitos estruturais em placas | Fissuras, trincas e rachaduras | 22 | 9,28 | 22 |
| | Quebras | 20 | 8,44 | 20 |
| | Buracos | 31 | 13,08 | 31 |
| 2. Defeitos de juntas | Esborcimento de juntas | 37 | 15,61 | 37 |
| | Degrau ou escalonamento nas juntas | 6 | 2,53 | 6 |
| | Abertura de juntas | 18 | 7,59 | 18 |
| | Juntas de transição | 57 | 24,05 | 57 |
| | Alçamento ou esmagamento | 0 | 0,00 | 0 |
| 3. Deteriorações | Desgaste da pintura superficial Total | 23 | 9,70 | 23 |
| | Remendos | 9 | 3,80 | 9 |
| 4. Externalidades | Tampas de Poços de Visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 14 | 5,91 | 14 |
| TOTAL | | 237 | 100% | |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 18 – Ficha do inventário dos 5 defeitos em pavimentos de asfalto que mais ocorrem

| FICHA DO INVENTÁRIO DOS 5 DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE ASFALTO QUE MAIS OCORREM | | | | |
|--|---|-------|--------------|----------------|
| GRUPOS | TIPO | TOTAL | OCORRÊNCIA % | BARRA DE DADOS |
| 1. Fissuras, trincas e rachaduras | Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas | 21 | 9,95 | 21 |
| | Fissuras, trincas e rachaduras em Blocos | 19 | 9,00 | 19 |
| 2. Deformações Plásticas | Afundamento | 32 | 15,17 | 32 |
| | Escorregamento | 6 | 2,84 | 6 |
| 3. Deteriorações | Desgaste da pintura superficial Total | 49 | 23,22 | 49 |
| | Remendos | 17 | 8,06 | 17 |
| | Buracos | 48 | 22,75 | 48 |
| 4. Externalidades | Tampas de Poços de visita em aço ou concreto ou Bocas de Lobo | 5 | 2,37 | 5 |
| | Grelha de sarjeta com espaçamento | 0 | 0,00 | 0 |
| | Desnível entre via ciclável e Sarjeta | 0 | 0,00 | 0 |
| | Sarjeta como parte da via ciclável | 0 | 0,00 | 0 |
| | Rampas de acesso de estacionamento | 14 | 6,64 | 14 |
| | Valetas nas intercessões | 0 | 0,00 | 0 |
| TOTAL | | 211 | 100% | |

Fonte: O autor, 2022

A natureza de abordagem dos objetos pesquisados até então foi quantitativa discreta, na qual foram selecionados espaços pilotos e contabilizados defeitos por tipo de pavimento. A partir dessa contagem, na qual cinco defeitos de cada tipo de pavimento tiveram maior frequência, a natureza de abordagem do objeto pesquisado se torna qualitativa ordinal, por conta da inserção do analytic hierarchy process (AHP) no questionário de percepção comparada, na qual um defeito em relação ao outro vai ser comparado e o entrevistado vai escolher se um em comparação ao outro é: extremamente menos importante, bastante menos importante, muito menos importante, pouco menos importante, de igual importância, pouco mais importante, muito mais importante, bastante mais importante e extremamente mais importante.

Quadro 19 – Esquema de organização dos defeitos para percepção comparada de pavimentos de concreto

| Pavimento de Concreto | Juntas de transição | Esborcimento | Buracos | DDPS | FTR |
|-----------------------|---------------------|--------------|-----------|-----------|-------|
| Juntas de transição | 1 | Valor | Valor | Valor | Valor |
| Esborcimento | Recíproca | 1 | Valor | Valor | Valor |
| Buracos | Recíproca | Recíproca | 1 | Valor | Valor |
| DDPS | Recíproca | Recíproca | Recíproca | 1 | Valor |
| FTR | Recíproca | Recíproca | Recíproca | Recíproca | 1 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 20 – Esquema de organização dos defeitos para percepção comparada de pavimentos de asfalto

| Pavimento de asfalto | DDPS | Buracos | Afundamento | FTRI | FTRB |
|----------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------|
| DDPS | 1 | Valor | Valor | Valor | Valor |
| Buracos | Recíproca | 1 | Valor | Valor | Valor |
| Afundamento | Recíproca | Recíproca | 1 | Valor | Valor |
| FTRI | Recíproca | Recíproca | Recíproca | 1 | Valor |
| FTRB | Recíproca | Recíproca | Recíproca | Recíproca | 1 |

Fonte: O autor, 2022

Com o esquema de organização para cada tipo de pavimento montado, criou-se um questionário de percepção comparada para extrair as variáveis que serão usadas nos cálculos de AHP de cada tipo de pavimento, IGIVC e IGGVC para cada avenida, rua, travessa e arterial analisada. Os entrevistados são ciclistas que utilizam a bicicleta para diversas atividades, como: instrumento de trabalho, ir e voltar do trabalho, escola, universidade, outros tipos de cursos, compras como feira e supermercado, médico, dentista, psicólogo, saúde no geral, recreação, lazer, atividades físicas, esportes e economia na locomoção. Por conta dos ciclistas entrevistados utilizarem a bicicleta como meio de transporte para diversas atividades, com frequência semanal de 4 a 7 dias por semana, e com tempos que vão de 2 a 10 anos, a percepção da cidade e quais fatores aumentam ou diminuem o conforto deles ao trafegar vai ser o nosso ponto de partida para o cálculo das variáveis.

Robinson (1980) apud Nassar (2019) neste estudo prevê-se entrevistas por meio de um questionário (apêndice A) para cinco ciclistas para todos os tipos de pavimentos pesquisados para tomada de decisão. Esta quantidade de entrevistados está em conformidade com a sugestão de Robinson (1980), que de cinco a sete entrevistados são adequados para o grupo de tomada de decisão AHP, para a validade e a representatividade das amostras da pesquisa.

Eles escolheram um grau de importância entre os defeitos comparados, segundo a sua opinião, no qual seria mais importante reparar em comparação ao outro, para que haja um aumento no conforto do(a)s ciclistas durante os percursos nas vias cicloviárias da cidade. Todos os defeitos foram apresentados com foto e conceituados, para logo em seguida dois defeitos diferentes serem comparados de cada vez, como mostram as figuras a seguir:

Figura 52 – Comparação entre duas patologias de pavimento de concreto

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação ao **esborcinamento das juntas**, para que o conforto do(a) ciclista nas cicloviás de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Fonte: O autor, 2022

Figura 53 – Comparação entre duas patologias de pavimento asfáltico

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o **Desgaste da pintura superficial** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Fonte: O autor, 2022

Como mostram as figuras, os ciclistas escolheram o grau de importância no questionário de forma qualitativa ordinal, que logo em seguida foi convertida para a forma quantitativa contínua e discreta, e os cálculos foram iniciados com esses valores fornecidos segundo a opinião deles. Para extremamente menos importante = 1/9, bastante menos importante = 1/7, muito menos importante = 1/5, pouco menos importante = 1/3, igual importância = 1, pouco mais importante = 3, muito mais importante = 5, bastante mais importante = 7 e extremamente mais importante = 9. Após o fim do preenchimento dos questionários por 5 ciclistas que atendem as nossas exigências quanto ao uso do modal, inicia-se o cálculo estatístico para o pavimento rígido e para o pavimento flexível.

Quadro 21 – Patologias do pavimento rígido com valores algébricos

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | A | E | C | I | G |
| Esborcinamento de juntas | A/E | A | A | E | C |
| Buracos | A/C | A | A | I | G |
| Desg. Pintura Superficial | A/I | A/E | A/I | A | A/E |
| Fissuras, trincas e rachad. | A/G | A/C | A/G | E | A |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 22 – Soma dos valores multicritério de patologias do pavimento rígido com valores algébricos

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | A | E | C | I | G |
| Esborcinamento de juntas | A/E | A | A | E | C |
| Buracos | A/C | A | A | I | G |
| Desg. Pintura Superficial | A/I | A/E | A/I | A | A/E |
| Fissuras, trincas e rachad. | A/G | A/C | A/G | E | A |
| Soma | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 23 – Normalização da tabela de valores das patologias do pavimento rígido com valores algébricos

| Normalização da Tabela | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
| Juntas de Transição | $A/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Esborcinamento de juntas | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Buracos | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Desg. Pintura Superficial | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Fissuras, trincas e rachad. | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 24 – Prioridades dos critérios das patologias do pavimento rígido com valores algébricos

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
| Juntas de Transição | $A/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | Média da linha |
| Esborcinamento de juntas | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | Média da linha |
| Buracos | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | Média da linha |
| Desg. Pintura Superficial | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | Média da linha |
| Fissuras, trincas e rachad. | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | Média da linha |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 25 – Transposição da coluna propriedades para linha peso com a tabela dos valores multicritério de forma decimal com valores algébricos

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Juntas de Transição | $A/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | |
| Esborcinamento de juntas | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $C/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | |
| Buracos | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $I/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $G/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | |
| Desg. Pintura Superficial | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/I)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | |
| Fissuras, trincas e rachad. | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/G)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 5})$ | |
| Peso | Média da linha | Média da linha | Média da linha | Média da linha | Média da linha | |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 26 – Produto da coluna dos valores multicritério de forma decimal com seu respectivo peso, para obter a coluna “soma dos pesos” somando os resultados da linha de cada produto

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Juntas de Transição | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Esborcinamento de juntas | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Buracos | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Desg. Pintura Superficial | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Fissuras, trincas e rachad. | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 27 – Tabela organizada com a coluna das somas dos pesos, prioridades e resultado dos pesos divididos pelas propriedades

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade |
|----------------|-------------|-----------------|
| 2,803 | 0,498 | 5,630 |
| 0,877 | 0,154 | 5,682 |
| 1,371 | 0,241 | 5,691 |
| 0,159 | 0,031 | 5,124 |
| 0,388 | 0,076 | 5,124 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 28 – Soma total da coluna “peso/Prioridade”, Índice de consistência, Lambda Max e Razão de consistência

| | |
|-------------------|--------------|
| Total | C.I |
| 27,250 | 0,113 |
| Lambda Max | CR |
| 5,450 | 0,100 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 29 – Patologias do pavimento flexível e seus valores multicritério fracionários com valores algébricos

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | A | A/E | A/E | A/C | A/C |
| Buracos | E | A | A | E | E |
| Afundamento | E | A | A | E | E |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | C | A/E | A/E | A | A |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | C | A/E | A/E | A | A |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 30 – Soma dos valores multicritério de patologias do pavimento flexível com valores algébricos

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | A | A/E | A/E | A/C | A/C |
| Buracos | E | A | A | E | E |
| Afundamento | E | A | A | E | E |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | C | A/E | A/E | A | A |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | C | A/E | A/E | A | A |
| Soma | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 31 – Normalização da tabela de valores das patologias do pavimento flexível com valores algébricos

| Normalização da Tabela | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
| Desg. Pintura Superficial | $A/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUNA 5})$ |
| Buracos | $E/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 5})$ |
| Afundamento | $E/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 5})$ |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | $C/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 5})$ |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | $C/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 5})$ |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 32 – Prioridade dos critérios das patologias do pavimento flexível com valores algébricos

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | $A/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUNA 5})$ | Média da linha |
| Buracos | $E/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 5})$ | Média da linha |
| Afundamento | $E/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUNA 5})$ | Média da linha |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | $C/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 5})$ | Média da linha |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | $C/(\sum \text{COLUNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUNA 5})$ | Média da linha |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 33 - Transposição da coluna propriedades para linha peso com a tabela dos valores multicritério de forma decimal com valores algébricos

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | $A/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $(A/C)/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Buracos | $E/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Afundamento | $E/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $E/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | $C/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | $C/(\sum \text{COLUMNA 1})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 2})$ | $(A/E)/(\sum \text{COLUMNA 3})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 4})$ | $A/(\sum \text{COLUMNA 5})$ |
| Peso | Média da linha | Média da linha | Média da linha | Média da linha | Média da linha |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 34 - Produto da coluna dos valores multicritério de forma decimal com seu respectivo peso, para obter a coluna “soma dos pesos” somando os resultados da linha de cada produto

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Buracos | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Afundamento | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Média da linha x valor multicritério | Soma da linha |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 35 - Tabela organizada com a coluna das somas dos pesos, prioridades e resultado dos pesos divididos pelas propriedades

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade |
|----------------|-------------|-----------------|
| 0,269 | 0,053 | 5,042 |
| 2,001 | 0,375 | 5,339 |
| 2,001 | 0,375 | 5,339 |
| 0,507 | 0,098 | 5,147 |
| 0,507 | 0,098 | 5,147 |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 36 – Soma total da coluna “peso/Prioridade”, Índice de consistência, Lambda Max e Razão de consistência

| | |
|-------------------|--------------|
| Total | C.I |
| 26,014 | 0,051 |
| Lambda Max | CR |
| 5,203 | 0,045 |

Fonte: O autor, 2022

Após o cálculo da razão de consistência (CR) de todos os cinco ciclistas que preencheram o questionário para pavimento flexível e rígido, apenas os resultados com CR menor ou igual a 0,10 foram considerados no cálculo do fator de ponderação (FP) que será usado posteriormente nos cálculos do IGIVC e IGGVC como mostram os quadros 37 e 38 a seguir:

Quadro 37 - Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de concreto

| <i>Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de concreto</i> | | | |
|--|--------------|--------------|---------------------|
| <i>Fator de ponderação "fp"</i> | | | <i>Média</i> |
| Juntas de transição | A | B | $(A+B)/2$ |
| Esborcinamento de juntas | A | B | $(A+B)/2$ |
| Buracos | A | B | $(A+B)/2$ |
| Desg. Pintura Superficial | A | B | $(A+B)/2$ |
| Fissuras, trincas e rachad. | A | B | $(A+B)/2$ |
| <i>Soma Total</i> | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Fonte: O autor, 2022

Como indica o quadro 37, dos questionários preenchidos pelos ciclistas, duas razões de consistência foram toleradas para o pavimento de concreto, assim, tira-se a média dessas duas e usa-se no cálculo do IGIVC e IGGVC a seguir.

Quadro 38 - Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de asfalto

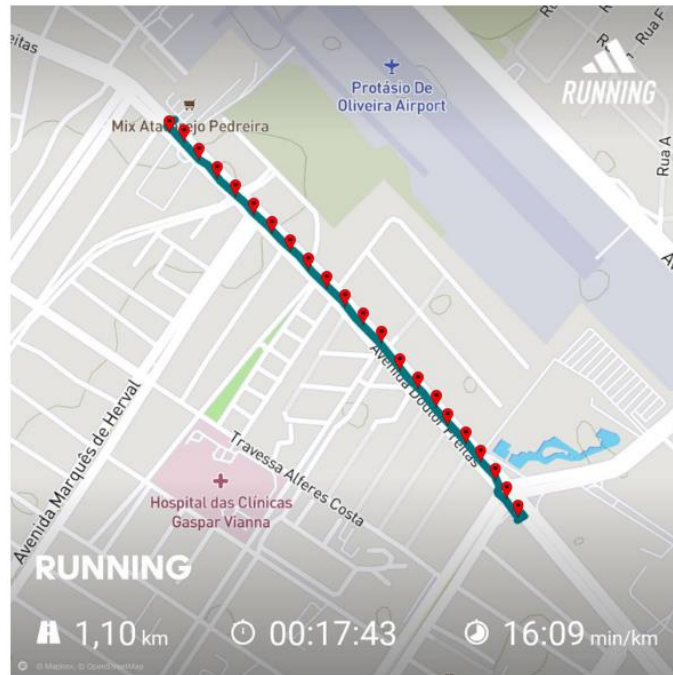
| Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de asfalto | | | | |
|--|-------|-------|-------|--------------|
| Fator de ponderação "fp" | | | | Média |
| Desg. Pintura Superficial | A | B | C | $(A+B+C)/3$ |
| Buracos | A | B | C | $(A+B+C)/3$ |
| Afundamento | A | B | C | $(A+B+C)/3$ |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | A | B | C | $(A+B+C)/3$ |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | A | B | C | $(A+B+C)/3$ |
| <i>Soma Total</i> | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Fonte: O autor, 2022

Como indica o quadro 38, dos questionários preenchidos pelos ciclistas, três razões de consistência foram toleradas para o pavimento asfáltico, assim, tira-se a média desses três e usa-se no cálculo do IGIVC e IGGVC a seguir.

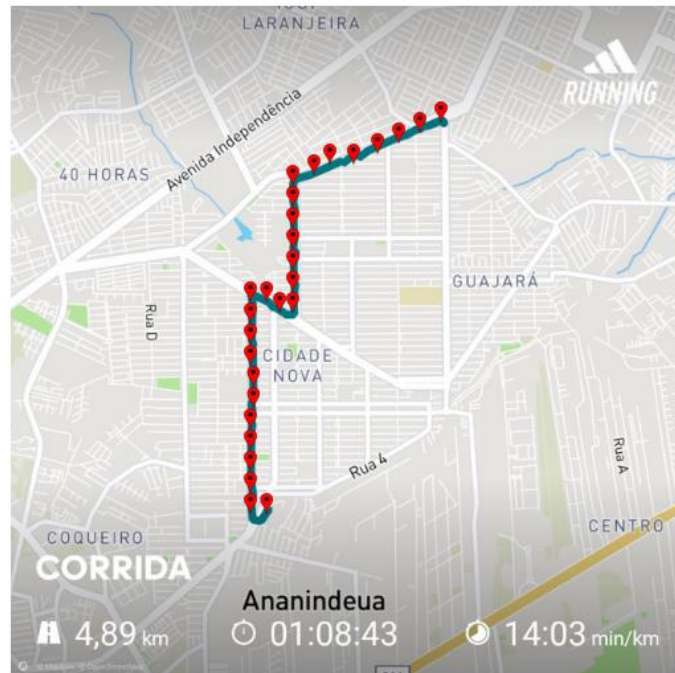
Para iniciar o cálculo do IGIVC e posteriormente o de IGGVC que vai mensurar a qualidade final de todas as áreas piloto do presente trabalho, dividiu-se a distância longitudinal das avenidas, ruas, travessas e arteriais de 50 em 50 metros, resultando em estações que inicialmente vão ser analisadas individualmente, para depois serem analisadas globalmente.

Figura 54 – Estações da avenida Doutor Freitas



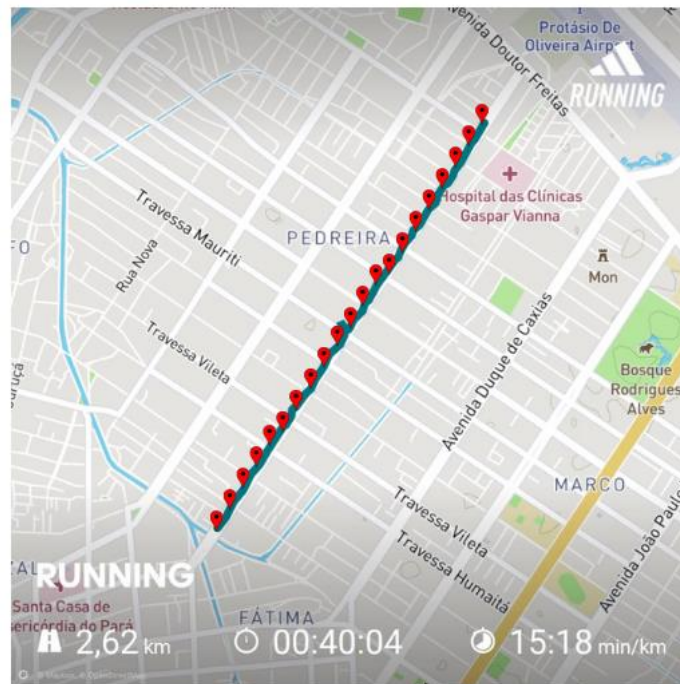
Fonte: O autor, 2022

Figura 55 – Estações de Ananindeua



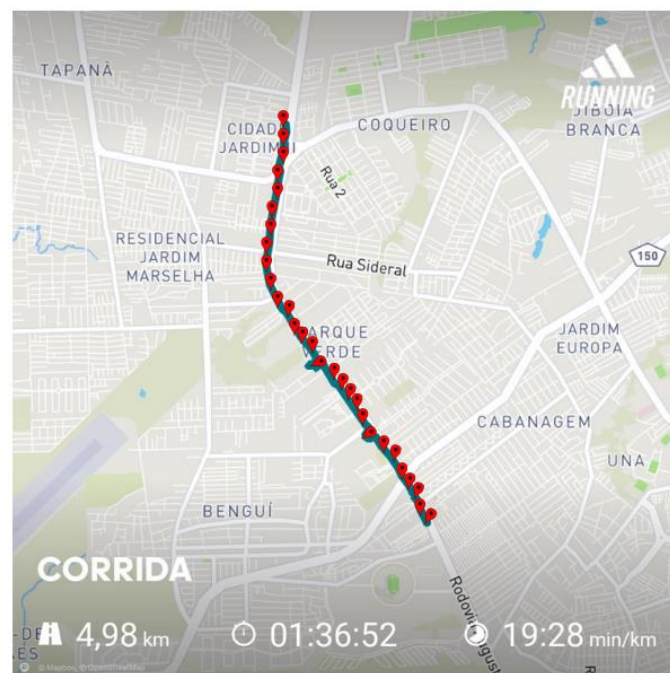
Fonte: O autor, 2022

Figura 56 – Estações da Avenida Marquês de Herval



Fonte: O autor, 2022

Figura 57 – Estações da Avenida Augusto Montenegro



Fonte: O autor, 2022

Após a demarcação dessas estações e contabilização delas pela divisão da distância longitudinal por estações de 50 metros, elas serão relacionadas aos cinco defeitos mais frequentes para cada tipo de pavimento diferente, sendo: juntas de transição, esborcinamento, buraco, desgaste da pintura superficial e fissuras, trincas e rachaduras para pavimentos de concreto, e desgaste da pintura superficial, buraco, afundamento, fissuras, trincas e rachaduras isoladas e fissuras, trincas e rachaduras em blocos para pavimentos de asfalto.

Quadro 39 – Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Doutor Freitas

| Defeito | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissuras, trincas e rachaduras isoladas | Fissuras, trincas e rachaduras em bloco |
|----------------|---------------------------|----------|-------------|---|---|
| Estação | | | | | |
| 1 | | | 3 | 3 | 2 |
| 2 | | | 1 | | 2 |
| 3 | | | | | 2 |
| 4 | | | | | 2 |
| 5 | | | | | |
| 6 | | 2 | | | 2 |
| 7 | | 1 | 1 | | |
| 8 | | | | | 1 |
| 9 | | 2 | | | |
| 10 | | 3 | | | |
| 11 | | 3 | | | 1 |
| 12 | | 2 | 3 | | |
| 13 | | 6 | | | |
| 14 | | 1 | | 1 | |
| 15 | | 1 | 2 | | 4 |
| 16 | | 2 | 1 | 2 | |
| 17 | | 1 | | 2 | |
| 18 | C3, C3 | | | | |
| 19 | C2 | | 2 | | |
| 20 | | 1 | 1 | 2 | |
| 21 | | | 1 | 1 | 1 |
| 22 | C2 | | | | 2 |
| FA | 4,0000 | 25,0000 | 15,0000 | 11,0000 | 19,0000 |
| N | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 |
| FR | 18,1818 | 113,6364 | 68,1818 | 50,0000 | 86,3636 |
| FP | 0,2630 | 0,2610 | 0,2820 | 0,0970 | 0,0970 |
| IGIVC | 4,7818 | 29,6591 | 19,2273 | 4,8500 | 8,3773 |
| IGGVC = | 66,8955 | | | | |

Quadro 40 – Tabela com o cálculo do IGGVC final de Ananindeua

| Defeito | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissuras, trincas e rachaduras isoladas | Fissuras, trincas e rachaduras em bloco |
|---------|---------------------------|---------|-------------|---|---|
| 1 | | | 1 | | |
| 2 | | | 1 | | |
| 3 | C1 | | 1 | | |
| 4 | C2 | | | 1 | |
| 5 | | | 1 | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | C1 | | | | |
| 8 | C1/C1 | 2 | | 1 | |
| 9 | C1/C2 | 1 | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | C1 | | 2 | | |
| 13 | | 2 | | | |
| 14 | C1 | | | | |
| 15 | C1 | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | C1 | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | 3 | | | |
| 22 | C1 | | | | |
| 23 | C1 | | | | |
| 24 | | | 2 | | |
| 25 | C1 | | | | |
| 26 | | 1 | | 1 | |
| 27 | C1 | | | 1 | |
| 28 | | | | 1 | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | | | | |
| 31 | C1 | | | | |
| 32 | | | | | |
| 33 | | | 1 | | |
| 34 | | | | | |
| 35 | | | | | |
| 36 | | | 1 | 2 | |
| 37 | | | | 1 | |
| 38 | | | | 1 | |
| 39 | | | | 1 | |
| 40 | | 1 | 1 | | |

| | | | | | |
|----|-------|---|---|--|--|
| 41 | | | | | |
| 42 | C3 | | | | |
| 43 | | 1 | | | |
| 44 | | | | | |
| 45 | C3 | | | | |
| 46 | C3 | | | | |
| 47 | | | | | |
| 48 | C3 | | | | |
| 49 | | | | | |
| 50 | C3 | | | | |
| 51 | C2 | | 1 | | |
| 52 | C3/C2 | | | | |
| 53 | C3 | | 1 | | |
| 54 | C3/C3 | 2 | | | |
| 55 | C3 | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | 1 | | |
| 59 | | 4 | | | |
| 60 | C3 | | | | |
| 61 | | | 1 | | |
| 62 | | | | | |
| 63 | | | | | |
| 64 | C3 | | 1 | | |
| 65 | | 1 | | | |
| 66 | | 1 | | | |
| 67 | C3 | | | | |
| 68 | | | | | |
| 69 | C3 | | | | |
| 70 | | | | | |
| 71 | C3 | | | | |
| 72 | | | | | |
| 73 | | | | | |
| 74 | C3 | | | | |
| 75 | | | | | |
| 76 | | 4 | | | |
| 77 | | | | | |
| 78 | | | | | |
| 79 | C3 | | | | |
| 80 | | | | | |
| 81 | | | | | |
| 82 | | | | | |
| 83 | | | | | |
| 84 | | | | | |
| 85 | | | | | |
| 86 | | | | | |
| 87 | C3 | | | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 88 | | | | | |
| 89 | C3 | | | | |
| 90 | | | | | |
| 91 | | | 1 | | |
| 92 | | | | | |
| 93 | | | | | |
| 94 | | | | | |
| 95 | C2 | | | | |
| 96 | | | | | |
| 97 | | | | | |
| FA | 38,0000 | 23,0000 | 17,0000 | 10,0000 | 0,0000 |
| N | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 |
| FR | 39,1753 | 23,7113 | 17,5258 | 10,3093 | 0,0000 |
| FP | 0,2630 | 0,2610 | 0,2820 | 0,0970 | 0,0970 |
| IGIVC | 10,3031 | 6,1887 | 4,9423 | 1,0000 | 0,0000 |
| IGGVC = | 22,4340 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 41– Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Marquês de Herval

| Defeito | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|---------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Estação | | | | | |
| 1 | | 1 | | | 1 |
| 2 | 2 | 1 | | | |
| 3 | | 2 | 1 | C1 | |
| 4 | | 1 | | | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | 2 | | C1 | |
| 8 | | | 2 | | |
| 9 | 2 | | | | |
| 10 | | 2 | | | |
| 11 | | | | | 2 |
| 12 | | | 2 | | |
| 13 | 2 | 1 | | C1 | |
| 14 | | | | | 2 |
| 15 | 1 | | | C1 | |
| 16 | | 1 | | | |
| 17 | 1 | | | | 1 |
| 18 | | | 1 | | |
| 19 | 1 | 2 | | | |
| 20 | | | 1 | | |
| 21 | | | | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 22 | 2 | 1 | | | 1 |
| 23 | | | | | |
| 24 | 2 | | 1 | | |
| 25 | | 1 | | | |
| 26 | | | | C1 | |
| 27 | 2 | 2 | 1 | | 1 |
| 28 | | | | | |
| 29 | | | | | |
| 30 | | 1 | | | |
| 31 | 2 | | | | |
| 32 | | | | C1 | |
| 33 | | 1 | 1 | | |
| 34 | | | | | 1 |
| 35 | | | | C1 | |
| 36 | 2 | 2 | | | |
| 37 | | | | | |
| 38 | | 1 | 1 | | |
| 39 | 2 | | 3 | | |
| 40 | | | 1 | | |
| 41 | 2 | 2 | 1 | | |
| 42 | | | | | |
| 43 | | 1 | | | |
| 44 | 2 | 1 | 1 | | |
| 45 | | | | | |
| 46 | 2 | 2 | 2 | | 1 |
| 47 | | | | | |
| 48 | 2 | 1 | 3 | | |
| 49 | | 2 | 2 | | |
| 50 | 2 | 2 | 1 | C1 | |
| 51 | 2 | 1 | | | |
| 52 | | | | C1 | |
| FA | 35,0000 | 36,0000 | 27,0000 | 9,0000 | 11,0000 |
| N | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 |
| FR | 67,3077 | 69,2308 | 51,9231 | 17,3077 | 21,1538 |
| FP | 0,3420 | 0,1170 | 0,2830 | 0,1900 | 0,0680 |
| IGIVC | 23,0192 | 8,1000 | 14,6942 | 3,2885 | 1,4385 |
| IGGVC = | 51,5404 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

Quadro 42 – Tabela com o cálculo do IGGVC final da Avenida Augusto Montenegro

| Defeito | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|---------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Estação | | | | | |
| 1 | | | | | 1 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | 2 |
| 4 | | | | | 1 |
| 5 | | | 1 | | |
| 6 | | | 1 | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | 1 | | 1 | | |
| 9 | | | | | 1 |
| 10 | | | | | |
| 11 | 1 | | | | |
| 12 | | | | | 1 |
| 13 | | | | | |
| 14 | 1 | | | | 1 |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | 1 |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | 1 |
| 22 | | | | | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | | | 1 |
| 25 | | 1 | | | |
| 26 | | | | | |
| 27 | 1 | | | | |
| 28 | | | | C2/C1 | |
| 29 | 2 | | | | |
| 30 | 2 | | | C2 | |
| 31 | 1 | | | | |
| 32 | 2 | | | C3 | |
| 33 | 2 | | | C1 | |
| 34 | 2 | | | C1 | |
| 35 | 2 | | | C2 | |
| 36 | | | 1 | | |
| 37 | | | | | |
| 38 | 2 | | | | |
| 39 | 2 | | | | |

| | | | | | |
|----|---|--|--|--|---|
| 40 | 1 | | | | 1 |
| 41 | | | | | |
| 42 | | | | | |
| 43 | | | | | |
| 44 | | | | | |
| 45 | | | | | |
| 46 | | | | | |
| 47 | | | | | |
| 48 | | | | | |
| 49 | | | | | |
| 50 | | | | | |
| 51 | | | | | |
| 52 | | | | | |
| 53 | | | | | |
| 54 | | | | | |
| 55 | | | | | |
| 56 | | | | | |
| 57 | | | | | |
| 58 | | | | | |
| 59 | | | | | |
| 60 | | | | | |
| 61 | | | | | |
| 62 | | | | | |
| 63 | | | | | |
| 64 | | | | | |
| 65 | | | | | |
| 66 | | | | | |
| 67 | | | | | |
| 68 | | | | | |
| 69 | | | | | |
| 70 | | | | | |
| 71 | | | | | |
| 72 | | | | | |
| 73 | | | | | |
| 74 | | | | | |
| 75 | | | | | |
| 76 | | | | | |
| 77 | | | | | |
| 78 | | | | | |
| 79 | | | | | |
| 80 | | | | | |
| 81 | | | | | |
| 82 | | | | | |
| 83 | | | | | |
| 84 | | | | | |
| 85 | | | | | |
| 86 | | | | | |

| | | | | | |
|----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|
| 87 | | | | | |
| 88 | | | | | |
| 89 | | | | | |
| 90 | | | | | |
| 91 | | | | | |
| 92 | | | | | |
| 93 | | | | | |
| 94 | | | | | |
| 95 | | | | | |
| 96 | | | | | |
| 97 | | | | | |
| 98 | | | | | |
| 99 | | | | | |
| FA | 22,0000 | 1,0000 | 4,0000 | 7,0000 | 11,0000 |
| N | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 |
| FR | 22,2222 | 1,0101 | 4,0404 | 7,0707 | 11,1111 |
| FP | 0,3420 | 0,1170 | 0,2830 | 0,1900 | 0,0680 |
| IGIVC | 7,6000 | 0,1182 | 1,1434 | 1,3434 | 0,7556 |
| IGGVC = | 10,9606 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

Como os quadros 39,40,5 41 e 42 mostram, cada linha de estação teve o número de patologias contados de forma individual, mesmo que o número total de estações (N) seja considerado como um todo nos cálculos finais do IGGVC. Assim, levantados os defeitos em estações distantes 50 metros entre si, que relacionadas com os fatores de ponderação (FP) vindos dos cálculos AHP do questionário de percepção comparada. A frequência absoluta (FA) é contada simplesmente pelo número de patologias que aparecem em cada coluna destinada a elas. Partindo-se desses dados, calculada a frequência relativa (FR) da seguinte forma: cada patologia terá uma coluna diferente, então, dessa coluna se faz a razão de FA por N, para logo em seguida multiplicar esse resultado por 100. O IGIVC de cada coluna seria o produto de FR e FP, enquanto a soma de todos os IGIVC resulta no IGGVC final que mede a qualidade dessas ciclovias e ciclofaixas.

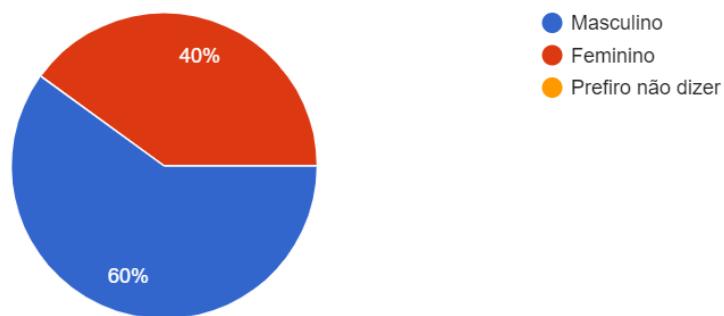
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos por meio das análises quantitativas e qualitativas do questionário de percepção comparada sobre as vias cicláveis das áreas piloto, sendo dividido em dois tipos: a avaliação da qualidade dos pavimentos rígidos e a avaliação da qualidade dos pavimentos flexíveis. O questionário começa com perguntas de cunho mais pessoal, como: nome, gênero, faixa etária, profissão, frequência de uso semanal e quais os principais motivos que levam os ciclistas a andarem de bicicleta pela cidade para sabermos um pouco mais do perfil dos entrevistados.

Figura 58 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto ao gênero

Qual o seu gênero?

5 respostas



Fonte: O autor, 2022

Figura 59 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a faixa etária

Qual a sua faixa etária?

5 respostas

| |
|--------------------------------|
| 37 |
| 40 anos |
| Entre 30 e 40 anos (tenho 39) |
| 29 anos |
| 33 |

Fonte: O autor, 2022

Figura 60 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a profissão

Qual a sua profissão?

5 respostas



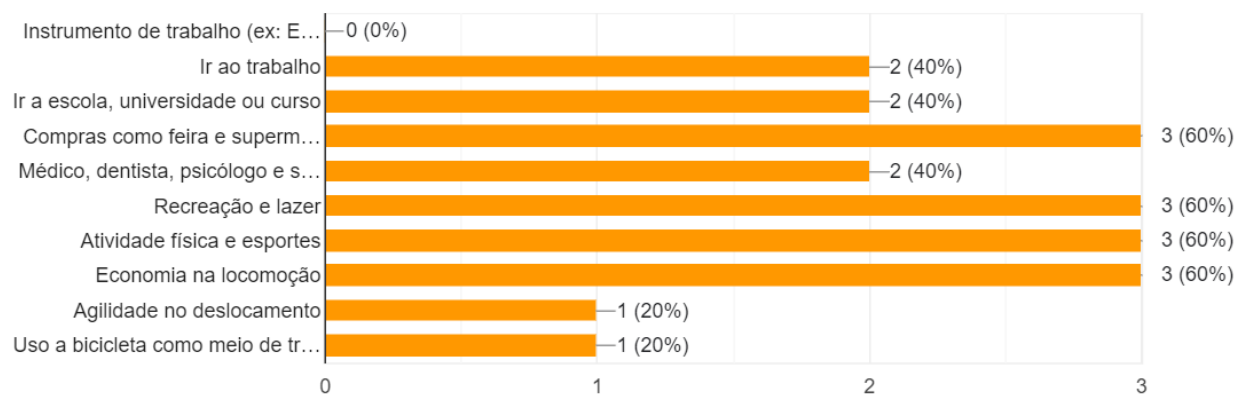
Fonte: O autor, 2022

Figura 61– Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto aos principais motivos que os levam a andar de bicicleta pela cidade

Quais os principais motivos que levam você a andar de bicicleta pela cidade? Pode marcar mais de uma opção.



5 respostas



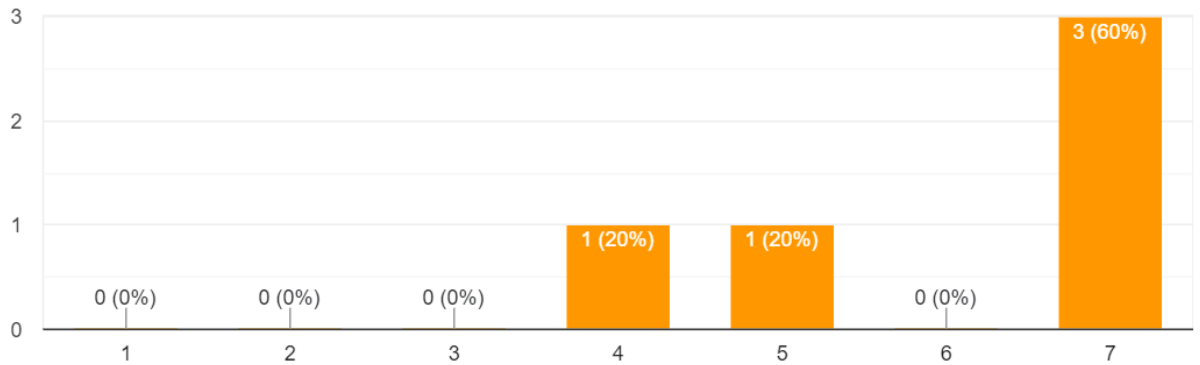
Fonte: O autor, 2022

Figura 62 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto a frequência de uso

Quantos dias por semana você utiliza a bicicleta?



5 respostas



Fonte: O autor, 2022

Figura 63 – Resultado das perguntas pessoais dos entrevistados quanto ao tempo de utilização

Há quanto tempo você utiliza a bicicleta como meio de transporte?

5 respostas



Fonte: O autor, 2022

Quadro 43 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número

1

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
|---------------------------------|---------------------|------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| Juntas de Transição | 1 | 5 | 3 | 9 | 7 | |
| Esborcimento de juntas | 1/5 | 1 | 1 | 5 | 3 | |
| Buracos | 1/3 | 1 | 1 | 9 | 7 | |
| Desg. Pintura Superficial | 1/9 | 1/5 | 1/9 | 1 | 1/5 | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1/7 | 1/3 | 1/7 | 5 | 1 | |
| Normalização da Tabela | | | | | | |
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
| Juntas de Transição | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 9,000 | 7,000 | |
| Esborcimento de juntas | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 3,000 | |
| Buracos | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 7,000 | |
| Desg. Pintura Superficial | 0,111 | 0,200 | 0,111 | 1,000 | 0,200 | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,143 | 0,333 | 0,143 | 5,000 | 1,000 | |
| Soma | 1,787 | 7,533 | 5,254 | 29,000 | 18,200 | |
| Prioridade dos critérios | | | | | | |
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
| Juntas de Transição | 0,560 | 0,664 | 0,571 | 0,310 | 0,385 | 0,498 |
| Esborcimento de juntas | 0,112 | 0,133 | 0,190 | 0,172 | 0,165 | 0,154 |
| Buracos | 0,187 | 0,133 | 0,190 | 0,310 | 0,385 | 0,241 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,062 | 0,027 | 0,021 | 0,034 | 0,011 | 0,031 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,080 | 0,044 | 0,027 | 0,172 | 0,055 | 0,076 |

| | | Razão de consistência = 1,12 | 5= 1,12 (Razão max de inc | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
| Juntas de Transição | 1,000 | 5,000 | 3,000 | 9,000 | 7,000 | |
| Esborcimento de juntas | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 3,000 | |
| Buracos | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 7,000 | |
| Desg. Pintura Superficial | 0,111 | 0,200 | 0,111 | 1,000 | 0,200 | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,143 | 0,333 | 0,143 | 5,000 | 1,000 | |
| Peso | 0,498 | 0,154 | 0,241 | 0,031 | 0,076 | |
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
| Juntas de Transição | 0,498 | 0,772 | 0,723 | 0,280 | 0,530 | 2,803 |
| Esborcimento de juntas | 0,100 | 0,154 | 0,241 | 0,155 | 0,227 | 0,877 |
| Buracos | 0,166 | 0,154 | 0,241 | 0,280 | 0,530 | 1,371 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,055 | 0,031 | 0,027 | 0,031 | 0,015 | 0,159 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,071 | 0,051 | 0,034 | 0,155 | 0,076 | 0,388 |
| Soma dos pesos | | | | | | |
| 2,803 | 0,498 | 5,630 | Total | | 0,113 | |
| 0,877 | 0,154 | 5,682 | Lambda Max | | CR | |
| 1,371 | 0,241 | 5,691 | 5,450 | | 0,100 | |
| 0,159 | 0,031 | 5,124 | | | | |
| 0,388 | 0,076 | 5,124 | | | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 1/5 | 1/5 | 1/3 | 1/3 | |
| Buracos | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | |
| Afundamento | 5 | 1 | 1 | 5 | 5 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 3 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 3 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1 | |
| | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 0,200 | 0,200 | 0,333 | 0,333 | |
| Buracos | 5,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Afundamento | 5,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 3,000 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 3,000 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Soma | 17,000 | 2,600 | 2,600 | 12,333 | 12,333 | |
| | | | | | | |
| Normalização da Tabela | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 0,059 | 0,077 | 0,077 | 0,027 | 0,027 | |
| Buracos | 0,294 | 0,385 | 0,385 | 0,405 | 0,405 | |
| Afundamento | 0,294 | 0,385 | 0,385 | 0,405 | 0,405 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,176 | 0,077 | 0,077 | 0,081 | 0,081 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,176 | 0,077 | 0,077 | 0,081 | 0,081 | |
| | | | | | | |
| Prioridade dos critérios | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | 0,059 | 0,077 | 0,077 | 0,027 | 0,027 | 0,053 |
| Buracos | 0,294 | 0,385 | 0,385 | 0,405 | 0,405 | 0,375 |
| Afundamento | 0,294 | 0,385 | 0,385 | 0,405 | 0,405 | 0,375 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,176 | 0,077 | 0,077 | 0,081 | 0,081 | 0,098 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,176 | 0,077 | 0,077 | 0,081 | 0,081 | 0,098 |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | 0,053 | 0,075 | 0,075 | 0,033 | 0,033 | 0,269 |
| Buracos | 0,267 | 0,375 | 0,375 | 0,492 | 0,492 | 2,001 |
| Afundamento | 0,267 | 0,375 | 0,375 | 0,492 | 0,492 | 2,001 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,160 | 0,075 | 0,075 | 0,098 | 0,098 | 0,507 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,160 | 0,075 | 0,075 | 0,098 | 0,098 | 0,507 |
| | | | | | | |
| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | | Total | C.I | |
| 0,269 | 0,053 | 5,042 | | 26,014 | 0,051 | |
| 2,001 | 0,375 | 5,339 | | | | |
| 2,001 | 0,375 | 5,339 | | Lambda Max | CR | |
| 0,507 | 0,098 | 5,147 | | 5,203 | 0,045 | |
| 0,507 | 0,098 | 5,147 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

Como o quadro 43 indica, as respostas do questionário do entrevistado n° 1 apontam que a razão de consistência é válida tanto para pavimentos rígidos, quanto para pavimentos flexíveis. Para pavimentos rígidos obteve-se tolerância limite de 0,10, enquanto para pavimentos flexíveis obteve-se apenas 0,045, o que significa uma ótima razão de consistência (CR), já que quanto mais se aproxima de 0,10 que é o limite tolerado, pior, à ponto dos resultados que passam de 0,10 não serem considerados nos cálculos dos fatores de ponderação (FP). Nesse caso, tanto os pesos do pavimento rígido, quanto os pesos do pavimento flexível foram levados em consideração no cálculo do fator de ponderação (FP).

Quadro 44 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número

2

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 |
| Esborcinamento de juntas | 1 | 1 | 7 | 5 | 5 |
| Buracos | 1 | 1/7 | 1 | 1 | 5 |
| Desg. Pintura Superficial | 1/5 | 1/5 | 1 | 1 | 5 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1 | 1/5 | 1/5 | 1/5 | 1 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 1,000 |
| Esborcinamento de juntas | 1,000 | 1,000 | 7,000 | 5,000 | 5,000 |
| Buracos | 1,000 | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 5,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1,000 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 1,000 |
| Soma | 4,200 | 2,543 | 10,200 | 12,200 | 17,000 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 0,238 | 0,393 | 0,098 | 0,410 | 0,059 |
| Esborcinamento de juntas | 0,238 | 0,393 | 0,686 | 0,410 | 0,294 |
| Buracos | 0,238 | 0,056 | 0,098 | 0,082 | 0,294 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,048 | 0,079 | 0,098 | 0,082 | 0,294 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,238 | 0,079 | 0,020 | 0,016 | 0,059 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| Juntas de Transição | 0,238 | 0,393 | 0,098 | 0,410 | 0,059 | 0,240 |
| Esborcinamento de juntas | 0,238 | 0,393 | 0,686 | 0,410 | 0,294 | 0,404 |
| Buracos | 0,238 | 0,056 | 0,098 | 0,082 | 0,294 | 0,154 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,048 | 0,079 | 0,098 | 0,082 | 0,294 | 0,120 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,238 | 0,079 | 0,020 | 0,016 | 0,059 | 0,082 |

| | | Razão de consistência = 1,12 | 5= 1,12 (Razão max de inc) | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
| Juntas de Transição | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 1,000 |
| Esborcinamento de juntas | 1,000 | 1,000 | 7,000 | 5,000 | 5,000 |
| Buracos | 1,000 | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 5,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1,000 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 1,000 |
| Peso | 0,240 | 0,404 | 0,154 | 0,120 | 0,082 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Juntas de Transição | 0,240 | 0,404 | 0,154 | 0,600 | 0,082 | 1,480 |
| Esborcinamento de juntas | 0,240 | 0,404 | 1,078 | 0,600 | 0,410 | 2,732 |
| Buracos | 0,240 | 0,058 | 0,154 | 0,120 | 0,410 | 0,982 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,048 | 0,081 | 0,154 | 0,120 | 0,410 | 0,813 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,240 | 0,081 | 0,031 | 0,024 | 0,082 | 0,458 |

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I |
|----------------|-------------|-----------------|------------|-------|
| 1,480 | 0,240 | 6,177 | 31,650 | 0,332 |
| 2,732 | 0,404 | 6,757 | | |
| 0,982 | 0,154 | 6,388 | Lambda Max | CR |
| 0,813 | 0,120 | 6,769 | 6,330 | 0,297 |
| 0,458 | 0,082 | 5,559 | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | |
| Buracos | 1/5 | 1 | 1 | 5 | 5 | |
| Afundamento | 1/5 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1 | 1/5 | 1 | 1 | 1 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1 | 1/5 | 1 | 1 | 1 | |
| Normalização da Tabela | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 5,000 | 5,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Buracos | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Afundamento | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1,000 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1,000 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Soma | 3,400 | 7,400 | 9,000 | 9,000 | 9,000 | |
| Prioridade dos critérios | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | 0,294 | 0,676 | 0,556 | 0,111 | 0,111 | 0,350 |
| Buracos | 0,059 | 0,135 | 0,111 | 0,556 | 0,556 | 0,283 |
| Afundamento | 0,059 | 0,135 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 0,105 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,294 | 0,027 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 0,131 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,294 | 0,027 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 0,131 |
| Razão de consistência = 1,12 | | | 5= 1,12 (Razão max de inc | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 5,000 | 5,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Buracos | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Afundamento | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1,000 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1,000 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Peso | 0,350 | 0,283 | 0,105 | 0,131 | 0,131 | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
| Desg. Pintura Superficial | 0,350 | 1,415 | 0,525 | 0,131 | 0,131 | 2,552 |
| Buracos | 0,070 | 0,283 | 0,105 | 0,655 | 0,655 | 1,768 |
| Afundamento | 0,070 | 0,283 | 0,105 | 0,131 | 0,131 | 0,720 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,350 | 0,057 | 0,105 | 0,131 | 0,131 | 0,774 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,350 | 0,057 | 0,105 | 0,131 | 0,131 | 0,774 |
| Soma dos pesos | | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I | |
| | | 0,350 | 7,302 | 32,191 | 0,360 | |
| | | 1,768 | 6,242 | Lambda Max | CR | |
| | | 0,720 | 6,827 | 6,438 | 0,321 | |
| | | 0,774 | 5,910 | | | |
| | | 0,774 | 5,910 | | | |

Fonte: O autor, 2022

Como o quadro 44 indica, as respostas do questionário do entrevistado n° 2 apontam que a razão de consistência não é válida tanto para pavimentos rígidos, quanto para pavimentos flexíveis. Para pavimentos rígidos obteve-se CR de 0,297, enquanto para pavimentos flexíveis obteve-se o valor de CR ainda maior, de 0,321, o que significa uma péssima razão de consistência (CR), já que quanto mais se aproxima de 0,10 que é o limite tolerado, pior, à ponto dos resultados que passam de 0,10 não serem considerados nos cálculos dos fatores de ponderação (FP). Nesse caso, nenhum dos pesos, tanto para pavimento rígido quanto para pavimento flexível do entrevistado n°2 foi considerado no cálculo dos fatores de ponderação (FP) por excederem o limite de CR.

Quadro 45 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número

3

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Esborcinamento de juntas | 3 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1/3 |
| Buracos | 3 | 3 | 1 | 1 | 9 |
| Desg. Pintura Superficial | 3 | 3 | 1 | 1 | 9 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 3 | 3 | 1/9 | 1/9 | 1 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 0,333 |
| Esborcinamento de juntas | 3,000 | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 0,333 |
| Buracos | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 3,000 | 3,000 | 0,111 | 0,111 | 1,000 |
| Soma | 13,000 | 10,333 | 2,778 | 2,778 | 19,667 |

| Normalização da Tabela | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
| Juntas de Transição | 0,077 | 0,032 | 0,120 | 0,120 | 0,017 |
| Esborcinamento de juntas | 0,231 | 0,097 | 0,120 | 0,120 | 0,017 |
| Buracos | 0,231 | 0,290 | 0,360 | 0,360 | 0,458 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,231 | 0,290 | 0,360 | 0,360 | 0,458 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,231 | 0,290 | 0,040 | 0,040 | 0,051 |

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
| Juntas de Transição | 0,077 | 0,032 | 0,120 | 0,120 | 0,017 | 0,073 |
| Esborcinamento de juntas | 0,231 | 0,097 | 0,120 | 0,120 | 0,017 | 0,117 |
| Buracos | 0,231 | 0,290 | 0,360 | 0,360 | 0,458 | 0,340 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,231 | 0,290 | 0,360 | 0,360 | 0,458 | 0,340 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,231 | 0,290 | 0,040 | 0,040 | 0,051 | 0,130 |

| Razão de consistência = 1,12 | | | | | | 5= 1,12 (Razão max de inc) |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
| Juntas de Transição | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | |
| Esborcinamento de juntas | 3,000 | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 0,333 | |
| Buracos | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | |
| Desg. Pintura Superficial | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 3,000 | 3,000 | 0,111 | 0,111 | 1,000 | |
| Peso | 0,073 | 0,117 | 0,340 | 0,340 | 0,130 | |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Juntas de Transição | 0,073 | 0,039 | 0,113 | 0,113 | 0,043 | 0,382 |
| Esborcinamento de juntas | 0,219 | 0,117 | 0,113 | 0,113 | 0,043 | 0,606 |
| Buracos | 0,219 | 0,351 | 0,340 | 0,340 | 1,170 | 2,420 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,219 | 0,351 | 0,340 | 0,340 | 1,170 | 2,420 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,219 | 0,351 | 0,038 | 0,038 | 0,130 | 0,776 |

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I |
|----------------|-------------|-----------------|------------|-------|
| 0,382 | 0,073 | 5,217 | 30,595 | 0,280 |
| 0,606 | 0,117 | 5,184 | | |
| 2,420 | 0,340 | 7,123 | Lambda Max | CR |
| 2,420 | 0,340 | 7,123 | 6,119 | 0,250 |
| 0,776 | 0,130 | 5,948 | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 1 | 1/3 | 9 | 9 | |
| Buracos | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 | |
| Afundamento | 3 | 1 | 1 | 9 | 9 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1/9 | 1/9 | 1/9 | 1 | 9 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1/9 | 1/9 | 1/9 | 1/9 | 1 | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 0,333 | 9,000 | 9,000 | |
| Buracos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 9,000 | |
| Afundamento | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 9,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 1,000 | 9,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 1,000 | |
| Soma | 5,222 | 3,222 | 2,556 | 28,111 | 37,000 | |
| Normalização da Tabela | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 0,191 | 0,310 | 0,130 | 0,320 | 0,243 | |
| Buracos | 0,191 | 0,310 | 0,391 | 0,320 | 0,243 | |
| Afundamento | 0,574 | 0,310 | 0,391 | 0,320 | 0,243 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,021 | 0,034 | 0,043 | 0,036 | 0,243 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,021 | 0,034 | 0,043 | 0,004 | 0,027 | |
| Prioridade dos critérios | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | 0,191 | 0,310 | 0,130 | 0,320 | 0,243 | 0,239 |
| Buracos | 0,191 | 0,310 | 0,391 | 0,320 | 0,243 | 0,291 |
| Afundamento | 0,574 | 0,310 | 0,391 | 0,320 | 0,243 | 0,368 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,021 | 0,034 | 0,043 | 0,036 | 0,243 | 0,076 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,021 | 0,034 | 0,043 | 0,004 | 0,027 | 0,026 |
| Razão de consistência = 1,12 | | | 5= 1,12 (Razão max de inc | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 0,333 | 9,000 | 9,000 | |
| Buracos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 9,000 | |
| Afundamento | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 9,000 | 9,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 1,000 | 9,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 0,111 | 1,000 | |
| Peso | 0,239 | 0,291 | 0,368 | 0,076 | 0,026 | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
| Desg. Pintura Superficial | 0,239 | 0,291 | 0,123 | 0,684 | 0,234 | 1,571 |
| Buracos | 0,239 | 0,291 | 0,368 | 0,684 | 0,234 | 1,816 |
| Afundamento | 0,717 | 0,291 | 0,368 | 0,684 | 0,234 | 2,294 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,027 | 0,032 | 0,041 | 0,076 | 0,234 | 0,410 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,027 | 0,032 | 0,041 | 0,008 | 0,026 | 0,134 |
| Soma dos pesos | | | | | | |
| 1,571 | 0,239 | 6,568 | Total | | 29,611 | C.I |
| 1,816 | 0,291 | 6,234 | Lambda Max | | 5,922 | CR |
| 2,294 | 0,368 | 6,235 | | | | |
| 0,410 | 0,076 | 5,420 | | | | |
| 0,134 | 0,026 | 5,154 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

Como o quadro 45 indica, as respostas do questionário do entrevistado n° 3 apontam que a razão de consistência não é válida tanto para pavimentos rígidos, quanto para pavimentos flexíveis. Para pavimentos rígidos, obteve-se CR de 0,250, enquanto que para pavimentos flexíveis obteve-se o CR de 0,206, o que significa uma péssima razão de consistência (CR) para ambos, já que quanto mais se aproxima de 0,10 que é o limite tolerado, pior, à ponto dos resultados que passam de 0,10 não serem considerados nos cálculos dos fatores de ponderação (FP). Nesse caso, nenhum dos pesos, tanto para pavimento rígido, quanto para pavimento flexível do entrevistado n°3 foi considerado no cálculo dos fatores de ponderação (FP) por excederem o limite de CR.

Quadro 46 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número

4

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1 | 9 | 7 | 1 | 1 |
| Esborcimento de juntas | 1/9 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Buracos | 1/7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1,000 | 9,000 | 7,000 | 1,000 | 1,000 |
| Esborcimento de juntas | 0,111 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Buracos | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Soma | 3,254 | 13,000 | 11,000 | 5,000 | 5,000 |

| Normalização da Tabela | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
| Juntas de Transição | 0,307 | 0,692 | 0,636 | 0,200 | 0,200 |
| Esborcimento de juntas | 0,034 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 |
| Buracos | 0,044 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,307 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,307 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 |

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|-------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
| Juntas de Transição | 0,307 | 0,692 | 0,636 | 0,200 | 0,200 | 0,407 |
| Esborcimento de juntas | 0,034 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 | 0,120 |
| Buracos | 0,044 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 | 0,122 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,307 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 | 0,175 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,307 | 0,077 | 0,091 | 0,200 | 0,200 | 0,175 |

| | | Razão de consistência = 1,12 | 5= 1,12 (Razão max de inc) | | | |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | |
| Juntas de Transição | 1,000 | 9,000 | 7,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Esborcimento de juntas | 0,111 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Buracos | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | |
| Peso | 0,407 | 0,120 | 0,122 | 0,175 | 0,175 | |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcimento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Juntas de Transição | 0,407 | 1,080 | 0,854 | 0,175 | 0,175 | 2,691 |
| Esborcimento de juntas | 0,045 | 0,120 | 0,122 | 0,175 | 0,175 | 0,637 |
| Buracos | 0,058 | 0,120 | 0,122 | 0,175 | 0,175 | 0,650 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,407 | 0,120 | 0,122 | 0,175 | 0,175 | 0,999 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,407 | 0,120 | 0,122 | 0,175 | 0,175 | 0,999 |

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I |
|----------------|-------------|-----------------|------------|-------|
| 2,691 | 0,407 | 6,609 | 28,630 | 0,182 |
| 0,637 | 0,120 | 5,293 | | |
| 0,650 | 0,122 | 5,314 | Lambda Max | CR |
| 0,999 | 0,175 | 5,708 | 5,726 | 0,162 |
| 0,999 | 0,175 | 5,708 | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 7 | 1 | 3 | 3 |
| Buracos | 1/7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Afundamento | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1/3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1/3 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|---------------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 7,000 | 1,000 | 3,000 | 3,000 |
| Buracos | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Afundamento | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Soma | 2,810 | 11,000 | 5,000 | 7,000 | 7,000 |

| Normalização da Tabela | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
| Desg. Pintura Superficial | 0,356 | 0,636 | 0,200 | 0,429 | 0,429 |
| Buracos | 0,051 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 |
| Afundamento | 0,356 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,119 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,119 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 |

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | 0,356 | 0,636 | 0,200 | 0,429 | 0,429 | 0,410 |
| Buracos | 0,051 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 | 0,125 |
| Afundamento | 0,356 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 | 0,187 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,119 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 | 0,139 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,119 | 0,091 | 0,200 | 0,143 | 0,143 | 0,139 |

| | | | | | |
|------------------------------|--|--|----------------------------|--|--|
| Razão de consistência = 1,12 | | | 5= 1,12 (Razão max de inc) | | |
| Razão de consistência = 1,12 | | | 5= 1,12 (Razão max de inc) | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 7,000 | 1,000 | 3,000 | 3,000 |
| Buracos | 0,143 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Afundamento | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Peso | 0,410 | 0,125 | 0,187 | 0,139 | 0,139 |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | 0,410 | 0,875 | 0,187 | 0,417 | 0,417 | 2,306 |
| Buracos | 0,059 | 0,125 | 0,187 | 0,139 | 0,139 | 0,649 |
| Afundamento | 0,410 | 0,125 | 0,187 | 0,139 | 0,139 | 1,000 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,137 | 0,125 | 0,187 | 0,139 | 0,139 | 0,727 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,137 | 0,125 | 0,187 | 0,139 | 0,139 | 0,727 |

| | | | | |
|-----------------------|--------------------|------------------------|-------------------|------------|
| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I |
| 2,306 | 0,410 | 5,626 | 26,607 | 0,080 |
| 0,649 | 0,125 | 5,168 | | |
| 1,000 | 0,187 | 5,362 | Lambda Max | CR |
| 0,727 | 0,139 | 5,226 | 5,321 | 0,072 |
| 0,727 | 0,139 | 5,226 | | |

Fonte: O autor, 2022

Como o quadro 46 indica, as respostas do questionário do entrevistado n° 4 apontam que a razão de consistência não é válida para pavimentos rígidos, porém, para pavimentos flexíveis sim. Para pavimentos rígidos obteve-se CR de 0,162, enquanto para pavimentos flexíveis obteve-se apenas 0,072, o que significa uma ótima razão de consistência (CR), já que quanto mais se aproxima de 0,10 que é o limite tolerado, pior, à ponto dos resultados que passam de 0,10 não serem considerados nos cálculos dos fatores de ponderação (FP). Nesse caso, os pesos do pavimento rígido não foram levados em consideração no cálculo do fator de ponderação (FP), porém os do pavimento flexível sim.

Quadro 47 – Resultados das razões de consistência para pavimento de concreto e asfalto do questionário número

5

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1 | 5 | 1/3 | 1/3 | 3 |
| Esborcinamento de juntas | 1/5 | 1 | 1/3 | 1/3 | 1 |
| Buracos | 3 | 3 | 1 | 1 | 5 |
| Desg. Pintura Superficial | 3 | 3 | 1 | 1 | 7 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/7 | 1 |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|
| Juntas de Transição | 1,000 | 5,000 | 0,333 | 0,333 | 3,000 |
| Esborcinamento de juntas | 0,200 | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 1,000 |
| Buracos | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 |
| Desg. Pintura Superficial | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 7,000 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,333 | 1,000 | 0,200 | 0,143 | 1,000 |
| Soma | 7,533 | 13,000 | 2,867 | 2,810 | 17,000 |

| Normalização da Tabela | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. |
| Juntas de Transição | 0,133 | 0,385 | 0,116 | 0,119 | 0,176 |
| Esborcinamento de juntas | 0,027 | 0,077 | 0,116 | 0,119 | 0,059 |
| Buracos | 0,398 | 0,231 | 0,349 | 0,356 | 0,294 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,398 | 0,231 | 0,349 | 0,356 | 0,412 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,044 | 0,077 | 0,070 | 0,051 | 0,059 |

| Prioridade dos critérios | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|--------------|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Prioridades |
| Juntas de Transição | 0,133 | 0,385 | 0,116 | 0,119 | 0,176 | 0,186 |
| Esborcinamento de juntas | 0,027 | 0,077 | 0,116 | 0,119 | 0,059 | 0,079 |
| Buracos | 0,398 | 0,231 | 0,349 | 0,356 | 0,294 | 0,326 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,398 | 0,231 | 0,349 | 0,356 | 0,412 | 0,349 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,044 | 0,077 | 0,070 | 0,051 | 0,059 | 0,060 |

| Razão de consistência = 1,12 | | | | | | 5= 1,12 (Razão max de inc) | |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | | |
| Juntas de Transição | 1,000 | 5,000 | 0,333 | 0,333 | 3,000 | | |
| Esborcinamento de juntas | 0,200 | 1,000 | 0,333 | 0,333 | 1,000 | | |
| Buracos | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | | |
| Desg. Pintura Superficial | 3,000 | 3,000 | 1,000 | 1,000 | 7,000 | | |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,333 | 1,000 | 0,200 | 0,143 | 1,000 | | |
| Peso | 0,186 | 0,079 | 0,326 | 0,349 | 0,060 | | |

| Defeitos | Juntas de transição | Esborcinamento de juntas | Buracos | Desg. Pintura Superficial | Fissuras, trincas e rachad. | Soma dos pesos |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|---------------------------|-----------------------------|----------------|
| Juntas de Transição | 0,186 | 0,395 | 0,109 | 0,116 | 0,180 | 0,986 |
| Esborcinamento de juntas | 0,037 | 0,079 | 0,109 | 0,116 | 0,060 | 0,401 |
| Buracos | 0,558 | 0,237 | 0,326 | 0,349 | 0,300 | 1,770 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,558 | 0,237 | 0,326 | 0,349 | 0,420 | 1,890 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,062 | 0,079 | 0,065 | 0,050 | 0,060 | 0,316 |

| Soma dos pesos | Prioridades | Peso/Prioridade | Total | C.I |
|----------------|-------------|-----------------|------------|-------|
| 0,986 | 0,186 | 5,308 | 26,466 | 0,073 |
| 0,401 | 0,079 | 5,050 | | |
| 1,770 | 0,326 | 5,436 | Lambda Max | CR |
| 1,890 | 0,349 | 5,414 | 5,293 | 0,065 |
| 0,316 | 0,060 | 5,257 | | |

| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| Desg. Pintura Superficial | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | |
| Buracos | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | |
| Afundamento | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 1/7 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 1/7 | 1/5 | 1/5 | 1 | 1 | |
| | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 7,000 | 7,000 | |
| Buracos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Afundamento | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,143 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,143 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Soma | 3,286 | 3,400 | 3,400 | 19,000 | 19,000 | |
| | | | | | | |
| Normalização da Tabela | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,368 | 0,368 | |
| Buracos | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,263 | 0,263 | |
| Afundamento | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,263 | 0,263 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,043 | 0,059 | 0,059 | 0,053 | 0,053 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,043 | 0,059 | 0,059 | 0,053 | 0,053 | |
| | | | | | | |
| Prioridade dos critérios | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Prioridades |
| Desg. Pintura Superficial | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,368 | 0,368 | 0,326 |
| Buracos | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,263 | 0,263 | 0,284 |
| Afundamento | 0,304 | 0,294 | 0,294 | 0,263 | 0,263 | 0,284 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,043 | 0,059 | 0,059 | 0,053 | 0,053 | 0,053 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,043 | 0,059 | 0,059 | 0,053 | 0,053 | 0,053 |
| | | | | | | |
| Razão de consistência = 1,12 | | | | 5= 1,12 (Razão max de inc | | |
| | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | |
| Desg. Pintura Superficial | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 7,000 | 7,000 | |
| Buracos | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Afundamento | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 5,000 | 5,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,143 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,143 | 0,200 | 0,200 | 1,000 | 1,000 | |
| Peso | 0,326 | 0,284 | 0,284 | 0,053 | 0,053 | |
| | | | | | | |
| Defeitos | Desg. Pintura Superficial | Buracos | Afundamento | Fissura, trinca e rachadura isolada | Fissura, trinca e rachadura em bloco | Soma dos pesos |
| Desg. Pintura Superficial | 0,326 | 0,284 | 0,284 | 0,371 | 0,371 | 1,636 |
| Buracos | 0,326 | 0,284 | 0,284 | 0,265 | 0,265 | 1,424 |
| Afundamento | 0,326 | 0,284 | 0,284 | 0,265 | 0,265 | 1,424 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,047 | 0,057 | 0,057 | 0,053 | 0,053 | 0,266 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,047 | 0,057 | 0,057 | 0,053 | 0,053 | 0,266 |
| | | | | | | |
| Soma dos pesos | 1,636 | 0,326 | 5,020 | | | |
| | 1,424 | 0,284 | 5,018 | | | |
| | 1,424 | 0,284 | 5,018 | | | |
| | 0,266 | 0,053 | 4,996 | | | |
| | 0,266 | 0,053 | 4,996 | | | |
| | | | | Total | C.I | |
| | | | | 25,048 | 0,002 | |
| | | | | Lambda Max | CR | |
| | | | | 5,010 | 0,002 | |

Fonte: O autor, 2022

Como o quadro 47 indica, as respostas do questionário do entrevistado n° 5 apontam que a razão de consistência é válida tanto para pavimentos rígidos, quanto para pavimentos flexíveis. Para pavimentos rígidos obteve-se CR de 0,065, enquanto que para pavimentos flexíveis obteve-se 0,002, o que significa uma ótima razão de consistência (CR) para ambos, já que quanto mais se aproxima de 0,10 que é o limite tolerado, pior, à ponto dos resultados que passam de 0,10 não serem considerados nos cálculos dos fatores de ponderação (FP). Nesse caso, tanto os pesos do pavimento rígido, quanto os pesos do pavimento flexível foram levados em consideração no cálculo do fator de ponderação (FP).

Quadro 48 – Cálculo dos fatores de ponderação (FP) com as prioridades (pesos) dos questionários consistentes para pavimentos de concreto e de asfalto.

| Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de concreto | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Fator de ponderação "fp" | | | | Média |
| Juntas de transição | 0,498 | 0,186 | | 0,342 |
| Esborcinamento de juntas | 0,154 | 0,079 | | 0,117 |
| Buracos | 0,241 | 0,326 | | 0,283 |
| Desg. Pintura Superficial | 0,031 | 0,349 | | 0,190 |
| Fissuras, trincas e rachad. | 0,076 | 0,060 | | 0,068 |
| <i>Soma Total</i> | 1,000 | 1,000 | | 1,000 |
| Prioridades (pesos) consistentes para pavimentos de asfalto | | | | |
| Fator de ponderação "fp" | | | | Média |
| Desg. Pintura Superficial | 0,053 | 0,410 | 0,326 | 0,263 |
| Buracos | 0,375 | 0,125 | 0,284 | 0,261 |
| Afundamento | 0,375 | 0,187 | 0,284 | 0,282 |
| Fissura, trinca e rachadura isolada | 0,098 | 0,139 | 0,053 | 0,097 |
| Fissura, trinca e rachadura em bloco | 0,098 | 0,139 | 0,053 | 0,097 |
| <i>Soma Total</i> | 0,999 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Fonte: O autor, 2022

Como nota-se, dois questionários foram consistentes para o pavimento de concreto, e três questionários foram consistentes para o pavimento de asfalto. A definição de fatores de ponderação (FP) é oriunda do questionário de percepção comparada, que indica numericamente de 0 a 1 quais defeitos provocam menos (FP=0) e quais provocam mais (FP=1) desconforto durante a locomoção dos ciclistas. Este FP calculado se relaciona com as frequências relativas (FR), resultando no índice de gravidade individual adaptado a vias cicláveis (IGIVC) para cada defeito de cada segmento, como forma de produto entre FR e FP (FR x FP). Depois de todos os produtos entre FR e FP realizados, ao final, esses produtos são somados, encontrando o valor de IGGVC que vai mensurar a qualidade da área piloto levantada por meio da tabela de conceitos de degradação do pavimento em função do IGG do DNIT.

Quadro 49 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC

| Conceitos | Limites |
|-----------|---------------------|
| Ótimo | $0 < IGG \leq 20$ |
| Bom | $20 < IGG \leq 40$ |
| Regular | $40 < IGG \leq 80$ |
| Ruim | $80 < IGG \leq 160$ |
| Péssimo | $IGG > 160$ |

Fonte: Norma Dnit 006/2003 – Pro

Quadro 50 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclofaixa da Avenida Doutor Freitas

| | | | | | |
|----------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| FA | 4,0000 | 25,0000 | 15,0000 | 11,0000 | 19,0000 |
| N | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 | 22,0000 |
| FR | 18,1818 | 113,6364 | 68,1818 | 50,0000 | 86,3636 |
| FP | 0,2630 | 0,2610 | 0,2820 | 0,0970 | 0,0970 |
| IGI | 4,7818 | 29,6591 | 19,2273 | 4,8500 | 8,3773 |
| IGGVC = | 66,8955 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

A frequência absoluta (FA) é dada pela soma das patologias de cada estação, que nesse caso somam 22, a frequência relativa (FR) é a razão dessa frequência absoluta pelo número total de estações (N) multiplicado por 100, o fator de ponderação foi obtido pelo questionário AHP, e o IGIVC é o produto entre a frequência relativa (FR) e o fator de ponderação (FP). Ao final, todos os IGIVC de cada segmento foram somados, configurando um IGGVC igual a 66,8955, que segundo a tabela da Norma Dnit 006/2003 tem degradação do pavimento em função do IGGVC igual a **regular**.

Quadro 51– Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclofaixa da Arterial 5-B,
Travessa SN 24, Avenida Dom Vicente Zinco e Travessa SN 03

| | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FA | 38,0000 | 23,0000 | 17,0000 | 10,0000 | 0,0000 |
| N | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 | 97,0000 |
| FR | 39,1753 | 23,7113 | 17,5258 | 10,3093 | 0,0000 |
| FP | 0,2630 | 0,2610 | 0,2820 | 0,0970 | 0,0970 |
| IGI | 10,3031 | 6,1887 | 4,9423 | 1,0000 | 0,0000 |
| IGGVC = | 22,4340 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

A frequência absoluta (FA) é dada pela soma das patologias de cada estação, que nesse caso somam 97, a frequência relativa (FR) é a razão dessa frequência absoluta pelo número total de estações (N) multiplicado por 100, o fator de ponderação foi obtido pelo questionário AHP, e o IGIVC é o produto entre a frequência relativa (FR) e o fator de ponderação (FP). Ao final, todos os IGIVC de cada segmento foram somados, configurando um IGGVC igual a 22,4340, que segundo a tabela da Norma Dnit 006/2003 tem degradação do pavimento em função do IGGVC igual a **bom**.

Quadro 52 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclovia da Avenida Augusto
Montenegro

| | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FA | 22,0000 | 1,0000 | 4,0000 | 7,0000 | 11,0000 |
| N | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 | 99,0000 |
| FR | 22,2222 | 1,0101 | 4,0404 | 7,0707 | 11,1111 |
| FP | 0,3420 | 0,1170 | 0,2830 | 0,1900 | 0,0680 |
| IGI | 7,6000 | 0,1182 | 1,1434 | 1,3434 | 0,7556 |
| IGGVC = | 10,9606 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

A frequência absoluta (FA) é dada pela soma das patologias de cada estação, que nesse caso somam 99, a frequência relativa (FR) é a razão dessa frequência absoluta pelo número total de estações (N) multiplicado por 100, o fator de ponderação foi obtido pelo questionário AHP, e o IGIVC é o produto entre a frequência relativa (FR) e o fator de ponderação (FP). Ao final, todos os IGIVC de cada segmento foram somados, configurando um IGGVC igual a

10,9606, que segundo a tabela da Norma Dnit 006/2003 tem degradação do pavimento em função do IGGVC igual a **ótimo**.

Quadro 53 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGGVC da ciclovia da Avenida Marquês de Herval

| | | | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FA | 35,0000 | 36,0000 | 27,0000 | 9,0000 | 11,0000 |
| N | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 | 52,0000 |
| FR | 67,3077 | 69,2308 | 51,9231 | 17,3077 | 21,1538 |
| FP | 0,3420 | 0,1170 | 0,2830 | 0,1900 | 0,0680 |
| IGI | 23,0192 | 8,1000 | 14,6942 | 3,2885 | 1,4385 |
| IGGVC = | 51,5404 | | | | |

Fonte: O autor, 2022

A frequência absoluta (FA) é dada pela soma das patologias de cada estação, que nesse caso somam 52, a frequência relativa (FR) é a razão dessa frequência absoluta pelo número total de estações (N) multiplicado por 100, o fator de ponderação foi obtido pelo questionário AHP, e o IGIVC é o produto entre a frequência relativa (FR) e o fator de ponderação (FP). Ao final, todos os IGIVC de cada segmento foram somados, configurando um IGGVC igual a 51,5404, que segundo a tabela da Norma Dnit 006/2003 tem degradação do pavimento em função do IGGVC igual a **regular**.

7 CONCLUSÃO

Analisar a qualidade da infraestrutura ciclo-viária das cidades é uma tarefa que deve ser realizada de forma repetitiva, pois a cidade está em constante mudança. Novas obras para a construção de novas ciclovias e ciclofaixas e sua manutenção são feitas, degradações naturais do tempo, má execução, má qualidade dos materiais, mau uso e o gerenciamento dos pavimentos influencia para que os dados obtidos por meio da pesquisa não sejam estáticos, e que atualizações precisem ser feitas para a fidelidade dos dados levantados.

Com base no catálogo de manifestações patológicas, foram vistoriadas, organizadas e inseridas no questionário de percepção comparada, defeitos que tiveram suas respostas de forma verbal e qualitativa ordinal (ordem de importância entre alternativas) para a população que usa essas infraestruturas, no intuito de facilitar o entendimento e aumentar a precisão das respostas por pessoas leigas no funcionamento do tratamento de dados com AHP. O que foi bem-sucedido, já que com o auxílio da tabela de Saaty, essas respostas verbais e qualitativas foram convertidas para respostas quantitativas discretas e contínuas, o que possibilitou a continuação do cálculo do fator de ponderação (FP), essencial para a determinação da qualidade das ciclovias e ciclofaixas pelo índice de qualidade global adaptado a vias cicláveis (IGGVC).

A maior contribuição desse trabalho, que teve 270 estações e 13,59 quilômetros de levantamento da qualidade da infraestrutura ciclo-viária das cidades de Belém e Ananindeua, foi a inclusão da opinião de ciclistas que de fato utilizam essas infraestruturas, porque são eles que têm a vivência diária e experiência cotidiana necessária para informar quais defeitos têm maior ou menor influência no conforto da trafegabilidade, afinal são eles que sentem as dificuldades e vulnerabilidades da utilização do modal.

Uma das limitações do trabalho foi a falta do diagnóstico de irregularidade longitudinal, que avalia o pavimento no que diz respeito a sensação de estabilidade do ciclista. Em estudos futuros a complementação dos resultados pode ter valores de aceleração vertical, que possibilitam a avaliação da situação de irregularidade longitudinal das vias estudadas.

Diante do exposto, conclui-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados ao analisar, levantar dados in loco e desenvolver métodos de avaliação da qualidade dos pavimentos por meio de questionário multicritério que priorizou a experiência de uso dos ciclistas.

A partir do cálculo do IGGVC de todas as ciclovias e ciclofaixas estudadas durante o trabalho, pode-se observar que resultou em dois pavimentos de qualidade regular, um pavimento de qualidade boa e um de qualidade ótima.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADGEDAM. Mobilidade Urbana: 5 vantagens ao usar a bicicleta como meio de transporte: Além de melhora na mobilidade urbana, o uso da bicicleta traz benefícios à saúde do ciclista. **TCU Sustentável**, União, v. 1, n. 72, p. 71-72, mai./2017. Disponível em: <file:///C:/Users/Victor%20Henrique/Documents/Curr%C3%ADculo/Uni%C3%A3o%2005-05-2017%20-%C2%A0Mobilidade%20Urbana%205%20vantagens%20ao%20usar%20a%20bicicleta%20como%20meio%20de%20transporte.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2022.

CARVALHO, M. V. G. S. D. A; DIAS, G. J. C; PINHEIRO, A. M. G. S. AVALIAÇÃO DA MALHA CICLOVIÁRIA DA CIDADE DE BELÉM CONSIDERANDO ASPECTOS TÉCNICOS E A PERSPECTIVA DOS USUÁRIOS. **Doc player**, Belém, v. 1, n. 1, p. 1-1, mar./2018. Disponível em: https://www.unibici.edu.uy/IMG/pdf/122_marcus_carvalho.pdf. Acesso em: 31 ago. 2022.

EL PAÍS. **Há 200 anos foi criada a primeira bicicleta: estes foram os primeiros modelos.** Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2017/04/19/deportes/1492597692_626497.html. Acesso em: 17 ago. 2022.

FERREIRA, Roger Biganzolli. Contribuição para a avaliação da infraestrutura cicloviária do município de São Paulo por meio de parâmetros geométricos e de qualidade de pavimentos. **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-134, jun./2019.

IPR, D. D. P. E. P. /. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento: INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS . **DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES**, RIO DE JANEIRO, v. 1, n. 1, p. 1-10, jan./2003.

NAÇÕES UNIDAS. **Carros usados aumentam poluição em mundo em desenvolvimento.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/10/1730592>. Acesso em: 19 ago. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Diretrizes sobre atividade física e comportamento sedentário.** Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/2085-oms-atualiza-diretrizes-sobre-sedentarismo-e-atividade-fisica>. Acesso em: 22 ago. 2022.

REVISTA ABRIL. **Bicicleta seria o meio de transporte mais saudável, para o corpo e a mente.** Disponível em: <https://saude.abril.com.br/fitness/bicicleta-transporte-ativo-saudavel/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

SEMOB BELÉM. **Mapa de cicloestruturas de Belém.** Disponível em: <https://semob.belem.pa.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2022.

APÊNDICE A

Questionário de percepção comparada

Seção 1 de 3

Avaliação dos defeitos em ciclovias e ciclofaixas de concreto e asfalto da cidade de Belém e região metropolitana.

Formulário que integra trabalho de conclusão do curso em engenharia civil, desenvolvido na Universidade federal do estado do Pará. Sua contribuição irá ajudar na análise dos principais desafios para a melhoria da qualidade do trajeto do(a)s ciclistas na cidade de Belém e região metropolitana.

Qual o seu nome?

Resposta curta

Texto de resposta curta

Obrigatória

Qual o seu gênero? *

Masculino

Feminino

Prefiro não dizer

Qual a sua faixa etária? *

Texto de resposta curta

Qual a sua profissão? *

Texto de resposta curta

Quais os principais motivos que levam você a andar de bicicleta pela cidade? Pode marcar mais de uma opção. *

- Instrumento de trabalho (ex: Entrega de iFood e Uber eats)
- Ir ao trabalho
- Ir a escola, universidade ou curso
- Compras como feira e supermercado
- Médico, dentista, psicólogo e saúde no geral
- Recreação e lazer
- Atividade física e esportes
- Economia na locomoção
- Outros...

Quantos dias por semana você utiliza a bicicleta? *

- | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Há quanto tempo você utiliza a bicicleta como meio de transporte? *

Texto de resposta curta

Seção 2 de 3

Apresentação dos 5 defeitos que mais ocorreram nos levantamentos em pavimentos de concreto na cidade de Belém e região metropolitana. ✕ ⋮

Nesta seção serão apresentados registros por foto das patologias, breve explicação acerca da sua influência no conforto do(a) ciclista durante o uso das ciclovias da cidade e um questionário comparativo.

Juntas de transição: localizadas nos cruzamentos das ciclovias com ruas e avenidas.



Texto de resposta curta

Esborcimento de juntas: se caracteriza pela quebra em cunha, gerando pequenos espaços entre as placas.



Esborcimento de juntas: se caracteriza pela quebra em cunha, gerando pequenos espaços entre as placas.



Texto de resposta curta

Buracos: são concavidades que ocorrem pela deterioração do pavimento.



Texto de resposta curta

Desgaste da pintura superficial: a cor do pavimento das ciclovias ser diferente da via para automóveis é importante, para que o espaço se destaque e acidentes por falta de percepção sejam evitados.



Texto de resposta curta

Fissuras, trincas e rachaduras: são caracterizadas por fendas ou rupturas ao longo das faixas.



Escolha um grau de importância entre os defeitos comparados, segundo a sua opinião, no qual seria mais importante reparar em comparação ao outro, para que haja um aumento no conforto do(a)s ciclistas durante o percurso.

| | |
|-------------------------------|-----|
| Extremamente menos importante | 1/9 |
| Bastante menos importante | 1/7 |
| Muito menos importante | 1/5 |
| Pouco menos importante | 1/3 |
| Igual importância | 1 |
| Pouco mais importante | 3 |
| Muito importante | 5 |
| Bastante mais importante | 7 |
| Exatamente mais importante | 9 |

Texto de resposta curta

.....

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação ao **esborcinamento das juntas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação ao **esborcinamento das juntas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente?



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação aos **Buracos**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação ao **Desgaste da pintura superficial**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente?



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as **Juntas de transição** em comparação *
às **Fissuras, trincas e rachaduras**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto
aumente?



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o *Esborcimento de juntas* em comparação aos *Buracos*, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o ***Esborcimento de juntas*** em comparação ao ***Desgaste da pintura superficial***, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o ***Esborcimento de juntas*** em comparação às ***Fissuras, trinca e rachadura***, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente?



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Buracos** em comparação ao **Desgaste da pintura superficial**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Buracos** em comparação às **Fissuras**, **trincas e rachaduras**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o **Desgaste da pintura superficial** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclovias de concreto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Seção 3 de 3

Apresentação dos 5 defeitos que mais ocorreram nos levantamentos em pavimentos de asfalto na cidade de Belém e região metropolitana. ✕ ⋮

Nesta seção serão apresentados registros por foto das patologias, breve explicação acerca da sua influência no conforto do(a) ciclista durante o uso das ciclofaixas da cidade e um questionário comparativo.

Desgaste da pintura superficial: a cor do pavimento das ciclofaixas ser diferente da via para automóveis é importante, para que o espaço se destaque e acidentes por falta de percepção sejam evitados.



Texto de resposta curta

Buracos: são concavidades que ocorrem pela deterioração do pavimento.



Texto de resposta curta

Afundamentos: são concavidades que ocorrem no pavimento asfáltico e causam acúmulo de água das chuvas.



Texto de resposta curta

Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas: são fendas ou rupturas ao longo de faixas perpendiculares, de cantos ou longitudinais, em especial no rebordo do pavimento asfáltico.



Texto de resposta curta

.....

Fissuras, trincas e rachaduras em Blocos: são definidas como um agrupamento de fissuras, trincas e rachaduras isoladas, que se interligam perpendicular e paralelamente ao eixo da via.



Texto de resposta curta

.....

Escolha um grau de importância entre os defeitos comparados, segundo a sua opinião, no qual seria mais importante reparar em comparação ao outro, para que haja um aumento no conforto do(a)s ciclistas durante o percurso.

| | |
|-------------------------------|-----|
| Extremamente menos importante | 1/9 |
| Bastante menos importante | 1/7 |
| Muito menos importante | 1/5 |
| Pouco menos importante | 1/3 |
| Igual importância | 1 |
| Pouco mais importante | 3 |
| Muito importante | 5 |
| Bastante mais importante | 7 |
| Exatamente mais importante | 9 |

Texto de resposta curta

.....

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o *Desgaste da pintura superficial* em comparação aos *Buracos*, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o *Desgaste da pintura superficial* em comparação ao *Afundamento*, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o **Desgaste da pintura superficial** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras Isoladas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar o **Desgaste da pintura superficial** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras em Blocos**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **buracos** em comparação aos **Afundamentos**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente?



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Buracos** em comparação às **Fissuras**, **trincas e rachaduras isoladas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Buracos** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras em blocos**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Afundamentos** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras isoladas**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar os **Afundamentos** em comparação às **Fissuras, trincas e rachaduras em blocos**, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Segundo sua opinião, qual a importância de reparar as *Fissuras, trincas e rachaduras isoladas* em comparação às *Fissuras, trincas e rachaduras em blocos*, para que o conforto do(a) ciclista nas ciclofaixas de asfalto aumente? *



- Extremamente menos importante (1/9)
- Bastante menos importante (1/7)
- Muito menos importante (1/5)
- Pouco menos importante (1/3)
- Igual importância (1)
- Pouco mais importante (3)
- Muito importante (5)
- Bastante mais importante (7)
- Extremamente mais importante (9)

Muito obrigado pela sua contribuição!

Descrição (opcional)