

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM MANAUS (AM): ANÁLISE DA
PAVIMENTAÇÃO DA CICLOFAIXA NA AVENIDA NATHAN XAVIER DE
ALBUQUERQUE

JOSÉ PAULO MAIA BEZERRA

Manaus – AM

Junho/2023

JOSÉ PAULO MAIA BEZERRA

INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA EM MANAUS (AM): ANÁLISE PAVIMENTAÇÃO
DA CICLOFAIXA NA AVENIDA NATHAN XAVIER DE ALBUQUERQUE

Monografia de Graduação apresentada à
Faculdade de Tecnologia da Universidade
Federal do Amazonas como requisito para a
obtenção do grau de bacharel em Engenharia
Civil.

Orientadora: Prof^a Dra. Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro

Manaus-AM

Junho / 2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B574i Bezerra, José Paulo Maia
Infraestrutura Cicloviária em Manaus (AM): Análise da
Pavimentação da Ciclofaixa na Avenida Nathan Xavier de
Albuquerque / José Paulo Maia Bezerra . 2023
50 f.: il.; 31 cm.

Orientadora: Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Infraestrutura. 2. Cicloviária. 3. Patologias em Pavimentos. 4.
Controle Técnico. I. Pinheiro, Ana Maria Guerra Seráfico. II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

Monografia de Graduação sob o título **Infraestrutura Ciclovária em Manaus (AM): Análise da Pavimentação da Ciclofaixa na Avenida Nathan Xavier de Albuquerque** apresentada por José Paulo Maia Bezerra e aceita pela Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, sendo aprovada em 29 de junho de 2023, por todos os membros da banca examinadora abaixo especificada:

Profª Dra. Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro – UFAM
Orientadora

Profª Dra. Daniela Muniz D' Antona Guimarães – UFAM
Membro

Profª Dra. Tais Furtado Pontes – UFAM
Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem ele não estaria aqui.

Aos meus pais que sempre me aconselharam e motivaram-me a persistir nos meus objetivos e perseguir meus sonhos.

A minha amada Lucyleny, minha incondicional companheira, que foi fundamental durante a concepção desse trabalho, apoiando em cada etapa.

Aos professores da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, em especial a minha orientadora Professora Ana Seráfico, que me teve toda a paciência, cuidado e empatia comigo na orientação desse trabalho e em toda a graduação.

RESUMO

BEZERRA, J. Paulo Maia. **Infraestrutura Cicloviária em Manaus: Análise da Pavimentação da Ciclofaixa na Avenida Nathan Xavier de Albuquerque.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, 2023.

A infraestrutura cicloviária desempenha um papel crucial na promoção da mobilidade urbana sustentável e na segurança dos ciclistas. Os projetos geométricos, pavimentos rodoviários, drenagem, sinalização e iluminação em ciclovias são elementos essenciais a serem considerados para garantir a segurança e o conforto dos ciclistas. Os revestimentos asfálticos utilizados em ciclovias podem apresentar patologias, como trincas, buracos, afundamentos, desagregação, escorregamentos e ondulações. Essas falhas comprometem a capacidade estrutural e funcional do pavimento, afetando de forma negativa o deslocamento dos usuários. Este trabalho tem por objetivo avaliar o estado de conservação da infraestrutura cicloviária da Avenida Nathan Xavier de Albuquerque, localizada no bairro Novo Aleixo, em Manaus (AM), observando-se a conformidade com a legislação vigente e conservação do revestimento asfáltico. O método adotado foi o contido na NORMA DNIT 006/2003 – PRO, para obtenção do grau de degradação de pavimentos flexíveis, e os dados foram obtidos com visitas *in loco* para avaliar o pavimento e a sinalização, a geometria da infraestrutura cicloviária e a integração com outras infraestruturas. Os dados apontaram para um nível regular de conservação do pavimento, as condições de sinalização estão precárias e, observa-se que, embora ambas as extremidades da ciclofaixa analisada estejam bem próximas de outras infraestruturas viárias, não há conexão entre os trechos implantados. Isso possibilitaria maior abrangência e mobilidade para os usuários do modal cicloviário..

Palavras-chave: Infraestrutura Cicloviária; Patologias em pavimento; Controle técnico

ABSTRACT

BEZERRA, J. Paulo Maia. **Bicycle Infrastructure in Manaus: Analysis of pavement of the Bike Lane on Nathan Xavier de Albuquerque Avenue.** Monograph (Graduation in Civil Engineering) – College of Technology, Federal University of Amazonas. Manaus, Amazonas, 2023.

Bicycle infrastructure plays a crucial role in promoting sustainable urban mobility and cyclist safety. Geometric design, road surfaces, drainage, signage, and lighting on bike paths are essential elements to be considered to ensure the safety and comfort of cyclists. Asphalt coatings used on bike paths can present pathologies such as cracks, potholes, sinking, disaggregation, slippage, and undulations. These failures compromise the structural and functional capacity of the pavement, negatively affecting the movement of users. This study aims to assess the state of conservation of the bicycle infrastructure on Nathan Xavier de Albuquerque Avenue, located in the Novo Aleixo neighborhood in Manaus (AM), observing compliance with current legislation and the preservation of the asphalt coating. The adopted method followed the guidelines of NORMA DNIT 006/2003 - PRO to determine the degree of degradation of flexible pavements, and the data were collected through on-site visits to evaluate the pavement and signage, the geometry of the bicycle infrastructure, and integration with other infrastructures. The data indicated a moderate level of pavement conservation, poor signage conditions, and it was observed that, although both ends of the analyzed bike lane are close to other road infrastructures, there is no connection between the installed sections. This would allow for greater coverage and mobility for users of the cycling mode.

Keywords: Bicycle Infrastructure; Pavement Pathologies; Technical Control

Lista de Figuras

Figura 1 - Ciclovia	16
Figura 2 - Ciclofaixa	17
Figura 3 – Rotas Compartilhadas	17
Figura 4: Quadro Resumo com defeitos e suas respectivas siglas	22
Figura 5 - Cálculo da frequência relativa	23
Figura 6 - Cálculo do IGI	23
Figura 7 - Fator de Ponderação	24
Figura 8 - Cálculo do IGG	24
Figura 9 - Conceito de degradação a partir do valor do IGG	25
Figura 10 - Medição de estacas e classificação de patologias em pavimentos.....	26
Figura 11 - Divisão de estacas das ciclofaixas da Av. Nathan Xavier	27
Figura 12 - Ciclo Metodológico.....	27
Figura 13 - Localização das ciclofaixas da Av. Nathan Xavier	28
Figura 14 - Início e fim da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier, sentido Parque 10 - Novo Aleixo.	29
Figura 15 - Início e fim da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier, sentido Novo Aleixo - Parque 10	29
Figura 16 - Trinca interligada do tipo couro de jacaré	31
Figura 17 - Escorregamento, sentido Parque 10 - Novo Aleixo.....	31
Figura 18 - Tacha retro refletiva danificada em ciclofaixa da Av. Nathan Xavier.....	32
Figura 19 - Desgaste das marcas no pavimento na ciclofaixa da Av. Nathan Xavier.....	32
Figura 20 - Placas verticais para usuários das ciclofaixas na Av. Nathan Xavier.....	33
Figura 21 - Suporte de sinalização vertical furtada que indicava final da ciclofaixa.....	33
Figura 22 - Base da placa furtada que indicava início da ciclofaixa sentido bairro	34
Figura 23 - Localização da ciclovia da Av. Governador José Lindoso (verde) e da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier (amarelo)	35

Figura 24 - Final da ciclofaixa da Avenida Nathan e localização da ciclovia da Avenida das Torres	35
Figura 25 - Fim da ciclofaixa e região do Parque Amazonino Mendes	36
Figura 26: Modelo renderizado do Parque Governador Amazonino Mendes	36

Lista de abreviaturas e siglas

AV – Avenida

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

IGG– Índice de Gravidade Global

R. – Rua

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	Objetivo Geral.....	14
2.2.	Objetivos Específicos	14
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1.	Planejamento Urbano e a Mobilidade.....	15
3.2.	Infraestrutura Ciclovária	16
3.2.1.	Projetos Geométricos de Ciclovias.....	17
3.2.2.	Pavimentos Rodoviários de Ciclovias.....	17
3.2.3.	Drenagem.....	18
3.2.4.	Sinalização.....	18
3.2.5.	Iluminação	18
3.3.	Classificação de Revestimentos Asfálticos	19
3.3.1.	Patologias em Revestimentos Asfálticos	19
3.3.1.1.	Trincas.....	19
3.3.1.2.	Panelas	20
3.3.1.3.	Afundamentos	20
3.3.1.4.	Desagregação.....	21
3.3.1.5.	Escorregamentos	21
3.3.1.6.	Ondulações	21
3.4.2.	Índice De Gravidade Global (IGG)	24
4.	METODOLOGIA	25

5. ESTUDO DE CASO	28
5.1. Localização das ciclofaixas da Avenida Nathan Xavier de Albuquerque	28
5.2. Avaliação Objetiva do Pavimento – Ciclofaixas da Avenida Nathan Xavier.....	30
5.3. Avaliação da sinalização nas ciclofaixas da Av. Nathan Xavier.....	31
5.4. Integração com outras infraestruturas	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Um grande desafio tem sido enfrentado por várias capitais brasileiras, no sentido de reorganizar seus ambientes urbanos construídos para oferecer melhor qualidade de vida aos seus habitantes, em especial, no que tange à mobilidade urbana. Se por um lado buscam-se cidades sustentáveis através de uma mobilidade ativa, na qual os modos não motorizados devem ser intensificados, por outro lado, se deparam com a falta de espaços e os que foram construídos, majoritariamente, são destinados a veículos motorizados. Ou seja, pedestres e ciclistas foram elementos pouco considerados nos processos de planejamento urbano e de transportes no Brasil.

Segundo o Ministério das Cidades (2006),

As cidades têm como papel principal maximizar a troca de bens e serviços, cultura e conhecimentos entre seus habitantes, mas isso só é possível se houver condições de mobilidade adequadas para seus cidadãos. Nesse sentido, a mobilidade é um atributo associado à cidade, e corresponde à facilidade de deslocamento de pessoas e bens na área urbana (...) (Ministério das Cidades, 2006, apud COSTA, 2008).

Assim sendo, para vislumbrar um ambiente urbano com maior sustentabilidade, tendo como base as diretrizes da Organização das Nações Unidas (ONU), contemplando o maior número possível dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentáveis - ODS, contidos na Agenda 2030 (ONU, 2016), é imprescindível atentar para o bem estar da população, concedendo-lhe meios de deslocamentos seguros, bem planejados, economicamente viáveis, socialmente inclusivos, integrados para permitir melhor acessibilidade, com uma gestão de monitoramento físico e operacional, e que produza uma energia mais limpa.

A infraestrutura cicloviária, como um componente favorável à mobilidade ativa e com energia limpa, por exemplo, vem sendo implantada em muitas cidades brasileiras, porém, o que se observa é pulverização de trechos cicláveis no ambiente urbano, sem estarem conectados entre si, ou a outros sistemas já implantados. Essa situação, em parte, é fruto de planejamentos, projetos e implantações inadequados, configurando um sistema de transporte ineficiente. Além disso, outro fator agravante,

é que, na maioria dos casos, não existe um programa de monitoramento e conservação dessas infraestruturas cicláveis.

A cidade de Manaus tem apresentado índices muito baixos quando a questão é infraestrutura cicloviária. Em pesquisas sobre quilometragem de ciclovias implantadas, divulgadas pela ONG Mobilize (2017), Manaus ocupava o último lugar em relação à extensão de infraestruturas cicloviárias. Sendo que os trechos cicláveis disponíveis não vem recebendo a devida manutenção, e a maioria já apresenta sinais de abandono e deterioração, perdendo sua função e computando custo para a sociedade.

Nesse contexto, o presente trabalho pretende analisar o estado de conservação da infraestrutura cicloviária localizada na Zona Norte da cidade de Manaus (AM), considerando os defeitos no revestimento asfáltico, disposição, ausência ou insuficiência de sinalização vertical e horizontal, bem como trazer uma abordagem sobre a integração dessa infraestrutura com a malha viária do entorno.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar o estado de conservação do pavimento da ciclofaixa implantada na Avenida Nathan Xavier de Albuquerque, Zona Norte de Manaus (AM), apontando seus parâmetros técnicos de forma a observar a conformidade ou não com a legislação vigente, normas técnicas e manuais rodoviários.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar através de pesquisas bibliográficas, os parâmetros mínimos exigidos pela legislação e normas técnicas pertinentes a projetos cicloviários;
- Caracterizar a ciclofaixa implantada na Avenida Nathan Xavier;
- Realizar levantamento de campo através de medições, registros fotográficos, filmagens e anotações diversas, na ciclofaixa selecionada para este estudo, considerando os parâmetros para projeto, estabelecidos em manuais técnicos disponíveis para projeto e implantação de infraestrutura cicloviária;
- Realizar uma avaliação objetiva da superfície do pavimento asfáltico da ciclofaixa em estudo, para identificação do seu grau de deterioração;
- Apresentar uma análise das condições de conservação da infraestrutura cicloviária, considerando também a possibilidade de conexão com outras infraestruturas disponíveis na malha urbana de Manaus.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Planejamento Urbano e a Mobilidade

O planejamento urbano é uma atividade que visa a organização do espaço urbano, considerando a mobilidade como um fator chave para a qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido, a mobilidade urbana é um tema central na agenda dos planejadores urbanos e tem sido objeto de estudos e discussões em todo o mundo.

Segundo Silva e Monteiro (2018), o planejamento urbano deve considerar a mobilidade como um elemento estratégico para o desenvolvimento sustentável das cidades. Os autores destacam a importância de políticas de mobilidade que promovam a integração entre os diferentes modos de transporte, como o transporte coletivo, a bicicleta e os modos não motorizados.

De acordo com Santos e Sánchez (2020), o planejamento urbano e a mobilidade devem ser pensados de forma integrada, considerando aspectos como o acesso aos serviços, a segurança viária e a redução das emissões de gases de efeito estufa. Os autores destacam que políticas de mobilidade urbana sustentável são fundamentais para o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas.

Outros autores destacam a importância da participação da sociedade no processo de planejamento urbano e de mobilidade. Segundo Ribeiro e Silva (2019), a participação da população na definição das políticas de mobilidade urbana é fundamental para garantir que as soluções propostas atendam às necessidades reais da população.

Por fim, é importante ressaltar que o planejamento urbano e a mobilidade devem ser pensados de forma conjunta, considerando as particularidades de cada cidade. Como destacam Bertolini e Spit (2021), não existe uma solução única para os desafios da mobilidade urbana, e o planejamento deve considerar as especificidades de cada cidade, levando em conta questões como o tamanho da cidade, a densidade populacional, a topografia e a disponibilidade de recursos.

Nesse contexto, um novo olhar sobre a forma de suprir as cidades com alternativas de infraestruturas e políticas que proporcionem uma mobilidade ativa mais

intensa, se faz necessário. Para tal, é importante realizar estudos básicos como exemplo, a elaboração de estratégias contidas em *Cycling Aspects of Austroads Guides* (AUSTROADS, 2017), sobre planejamento e gerenciamento do tráfego cicloviário. Essas reflexões são válidas, em especial, para a cidade de Manaus, onde estão plantas industriais renomadas mundialmente na área de produção de bicicletas. Porém, esta cidade ainda desponta como um dos piores índices de extensão de malha cicloviária. E o que está construído, está em estado precário e não conecta com outras estruturas viárias.

3.2. Infraestrutura Cicloviária

A infraestrutura cicloviária desempenha um papel crucial na promoção da mobilidade urbana sustentável e na segurança dos ciclistas. Segundo Fischer et al. (2016), a infraestrutura cicloviária refere-se à rede de vias e estruturas projetadas especificamente para acomodar o tráfego de bicicletas de forma segura e eficiente. Segundo Bicicleta Brasil (2007), essas estruturas podem incluir ciclovias segregadas, ciclofaixas, rotas compartilhadas e estacionamentos para bicicletas. Neste estudo a ênfase será dada na infraestrutura ciclofaixa.

Figura 1 - Ciclovia



Fonte: Mobilize (2021)

Figura 2 - Ciclofaixa



Fonte: Mobilize (2021)

Figura 3 – Rotas Compartilhadas



Fonte: Mobilize (2021)

3.2.1. Projetos Geométricos de Ciclovias

Os projetos geométricos de ciclovias são essenciais para garantir uma adequada segregação do tráfego e proporcionar condições de circulação seguras para os ciclistas. De acordo com Silva et al. (2018), os elementos de projeto geométrico, como largura da pista, raio de curvatura, perfil em cruzamento e espaçamento adequado em interseções, devem ser cuidadosamente considerados para garantir o conforto e a segurança dos ciclistas.

3.2.2. Pavimentos Rodoviários de Ciclovias

A escolha e o projeto adequado dos pavimentos rodoviários em ciclovias são fundamentais para garantir uma superfície de rolamento segura e confortável para os ciclistas. Segundo FHWA (2012), a seleção do tipo de revestimento e a qualidade da

pavimentação têm impacto direto na aderência, no conforto e na durabilidade da via. Além disso, a manutenção e reabilitação periódica são essenciais para preservar a qualidade do pavimento ao longo do tempo.

3.2.3. Drenagem

A drenagem eficiente é um aspecto crítico a ser considerado no projeto de cicloviás, a fim de evitar acúmulo de água e garantir a segurança dos usuários. Conforme destacado por Torricelli et al. (2015), os sistemas de drenagem devem ser projetados adequadamente, levando em conta a captura e o direcionamento adequado das águas pluviais, por meio de canaletas, bocas de lobo e dispositivos de infiltração, de modo a evitar a formação de poças e o comprometimento da infraestrutura.

3.2.4. Sinalização

A sinalização desempenha um papel fundamental na orientação dos ciclistas e na comunicação com os demais usuários da via. De acordo com NCHRP (2012), a sinalização em cicloviás pode ser dividida em sinalização horizontal (marcas de canalização, setas direcionais, pictogramas) e sinalização vertical (placas de regulamentação, advertência e informação). Essa sinalização tem o objetivo de indicar trajetos, alertar sobre condições específicas e facilitar a interação entre ciclistas e veículos motorizados.

3.2.5. Iluminação

A iluminação adequada em cicloviás é essencial para garantir a segurança dos ciclistas durante a noite e em condições de baixa visibilidade. Conforme destacado por Neves et al. (2019), a iluminação em cicloviás deve seguir critérios específicos, como uniformidade da iluminação, ausência de ofuscamento, distribuição adequada das luminárias e uso de tecnologias eficientes e sustentáveis. Uma iluminação

adequada proporciona melhores condições de visibilidade, reduzindo o risco de acidentes.

3.3. Classificação de Revestimentos Asfálticos

Os revestimentos asfálticos são amplamente utilizados em pavimentação devido às suas propriedades mecânicas e durabilidade. A classificação dos revestimentos asfálticos é baseada em critérios como o tipo de ligante utilizado, a granulometria dos agregados e a espessura da camada asfáltica. Segundo Coelho et al. (2016), os revestimentos asfálticos podem ser classificados em camadas de desgaste, camadas intermediárias e base, cada uma com funções específicas na estrutura do pavimento.

3.3.1. Patologias em Revestimentos Asfálticos

As patologias em revestimentos asfálticos são falhas ou deteriorações que ocorrem na superfície do pavimento, comprometendo sua capacidade estrutural e funcional. Essas patologias podem ser causadas por fatores como tráfego intenso, envelhecimento do asfalto, ação climática e deficiências na construção. De acordo com Silva et al. (2017), algumas das patologias mais comuns em revestimentos asfálticos incluem trincas, panelas, afundamentos, desagregação, escorregamentos e ondulações.

3.3.1.1. Trincas

As trincas são defeitos do grupo das fendas são frequentemente observadas em revestimentos asfálticos com origens diversas. Segundo Monismith et al. (2014), as trincas podem ser classificadas em trincas de fadiga, causadas pelo repetido carregamento do tráfego, trincas de retração, devido à perda de umidade do asfalto, trincas de reflexão, que se propagam a partir de trincas em camadas inferiores, e trincas de aderência, resultantes de problemas na aderência entre as camadas do

pavimento. Segundo DNIT (2003), as trincas isoladas podem ser do tipo transversal quando apresentar direção predominantemente ortogonal ao eixo da via e longitudinais quando sua direção for predominantemente paralela ao eixo da via, esses defeitos ainda poderão ser classificados como curtas quando sua extensão for de até 100cm, caso essa extensão seja superada essas deverão ser classificadas com longas.

Ainda no grupo das Trincas, segundo DNIT (2003) será definido como trinca interligada do tipo “couro de jacaré” um conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas, podem ou não apresentar erosão acentuada nas bordas. Bem como, será definido como trinca interligada do tipo bloco aqueles defeitos que possuem configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo apresentar ou não erosão acentuada nas bordas.

3.3.1.2. Painelas

As painelas são falhas localizadas em revestimentos asfálticos que geralmente ocorrem devido ao desgaste e à ação do tráfego pesado. Segundo Bahia et al. (2016), os buracos podem se formar quando ocorre a desagregação do asfalto, seja por fadiga, perda de ligante ou efeito da água. Essas falhas podem causar desconforto para os usuários da via e reduzir a vida útil do pavimento.

3.3.1.3. Afundamentos

Os afundamentos são deformações localizadas na superfície do pavimento, causadas principalmente pela ação do tráfego concentrado em determinadas áreas. De acordo com Soares et al. (2018), os afundamentos podem ocorrer devido à compactação inadequada dos materiais, fraqueza estrutural, deficiências no projeto ou problemas na drenagem. Essas patologias podem comprometer a nivelamento da via, aumentando o risco de acidentes.

3.3.1.4. Desagregação

A desagregação é a perda de agregados na superfície do revestimento asfáltico, resultando em uma textura áspera e irregular. Segundo Silva et al. (2017), a desagregação pode ser causada por fatores como baixa adesão entre os agregados e o ligante asfáltico, falta de compactação adequada, efeitos do envelhecimento e ação de agentes químicos. Essa patologia compromete a qualidade e a durabilidade do pavimento.

3.3.1.5. Escorregamentos

Os escorregamentos ocorrem quando o revestimento asfáltico se desloca ou desliza sobre a camada subjacente. Segundo Monismith et al. (2014), os escorregamentos podem ser causados por deficiências na aderência entre as camadas, excesso de umidade, presença de materiais inadequados ou falhas na compactação. Essa patologia afeta a segurança do tráfego e pode levar a acidentes.

3.3.1.6. Ondulações

As ondulações são deformações ondulatórias na superfície do pavimento, caracterizadas por elevações e depressões alternadas. Segundo Bahia et al. (2016), as ondulações podem ser causadas por diversos fatores, como problemas na compactação, excesso de carga, desgaste diferencial e deficiências no projeto. Essas patologias afetam o conforto dos usuários da via e podem levar a danos veiculares.

3.3.1.7. Exsudação

Segundo DNIT (2003), são defeitos onde o pavimento apresentará excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

3.3.1.8. Remendo

Segundo DNIT (2003), define-se como uma panela preenchida com uma ou mais camadas pavimento operação denominada de “tapa-buraco”. Esse defeito pode ser dividido em profundo e superficial, o primeiro quando há substituição do revestimento e uma ou mais camadas inferiores e superficial quando há apenas a aplicação de uma camada betuminosa. **Figura 4**, a seguir, reproduz o Anexo A (Norma DNIT005), referente à classificação e codificação dos defeitos supracitados neste tópico.

Figura 4: Quadro Resumo com defeitos e suas respectivas siglas

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS			
Fissuras				FI	-	-	-	
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3	
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3	
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3	
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3	
	Trincas Interligadas	"Jacaré"		Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
				Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3	
	Trincas Interligadas	"Bloco"		Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
				Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO				
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP				
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP				
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC				
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC				
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O				
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E				
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX				
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D				
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P				
Remendos			Remendo Superficial		RS			
			Remendo Profundo		RP			

Fonte: DNIT (2003)

3.4. Avaliação da Superfície de Pavimentos

Segundo DNIT (2003), essa avaliação estabelece conceitos de degradação de pavimento com base em cálculos de frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas e fixação do Índice de Gravidade Global.

3.4.1. Índice De Gravidade Individual (IGI)

Segundo DNIT (2003), para cada uma das ocorrências inventariadas, deve ser calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI). Esse conceito caracteriza a ocorrência individual de cada manifestação patológica (Figura 4).

Figura 5 - Cálculo da frequência relativa

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n}$$

onde:

f_r - frequência relativa;

f_a - frequência absoluta;

n - número de estações inventariadas.

Fonte: DNIT (2003)

Calculada a ocorrência, define-se o valor IGI para cada manifestação patológica a partir do produto entre a frequência relativa e fator de ponderação (Figura 5).

Figura 6 - Cálculo do IGI

$$IGI = f_r \times f_p$$

onde:

f_r - frequência relativa;

f_p - fator de ponderação, obtido de acordo com a Tabela 1.

Fonte: DNIT (2003)

Deve-se observar que o valor a ser considerado no fator de ponderação dependerá do tipo de defeito, conforme descrito abaixo:

Figura 7 - Fator de Ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003)

3.4.2. Índice De Gravidade Global (IGG)

Segundo DNIT (2003), o IGG é somatório dos Índices de Gravidade Individuais. O Índice de Gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo, a partir do valor dessa somatória é possível definir o estado de degradação do pavimento. Abaixo descreve-se a formulação para cálculo do IGG:

Figura 8 - Cálculo do IGG

$$IGG = \sum IGI$$

onde:

\sum IGI - somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados de acordo com o estabelecido no item 7.3. O Índice de Gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo (ver Anexo C).

Fonte: DNIT (2003)

Após a definição do valor deve-se consultar os limites do IGG para definir qual o estado de conservação do pavimento estudado, conforme descrito abaixo:

Figura 9 - Conceito de degradação a partir do valor 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: DNIT (2003)

4. METODOLOGIA

Neste capítulo descreve-se as etapas para elaboração deste trabalho, considerado: Levantamento da literatura pertinente ao tema, visita in loco para avaliação objetiva do pavimento e quanto a sinalização, geometria da infraestrutura cicloviária e integração com outras infraestruturas para em seguida realizar o tratamento dos dados e descrição da avaliação por parte do autor quanto ao estado atual da ciclofaixa.

O levantamento bibliográfico foi realizado através de consultas a normas técnicas, legislação, artigos científicos, matérias de jornais, projetos desenvolvidos etc. Dessa forma, se obterá o referencial teórico que dará base para as análises dos dados e construção do estudo. O levantamento de dados foi realizado através de pesquisas de campo. Para tal, foram feitas anotações diversas sobre o quadro da infraestrutura ciclável visitada, além de registros fotográficos e filmagens do local.

Em função da disponibilidade do discente da UFAM, para não coincidir com os horários de aula, os levantamentos de campo foram realizados pela parte da manhã, nos dias de terça-feira e quinta-feira, de 08:00 às 12:00h e aos finais de semana, sendo os demais dias da semana para leitura e/ou tratamento dos dados;

Conforme estabelecido em DNIT 006, deve-se fazer a divisão do trecho por estacas para que o inventário seja feito considerando cada estaca do pavimento. Para tal, foi utilizado uma trena do tipo roda para medição da distância entre as estacas (Figura 10).

No anexo A, segue planilha constando a quantidade de estacas e o inventário das patologias encontradas durante inventário.

Figura 10 - Medição de estacas e classificação de patologias em pavimentos



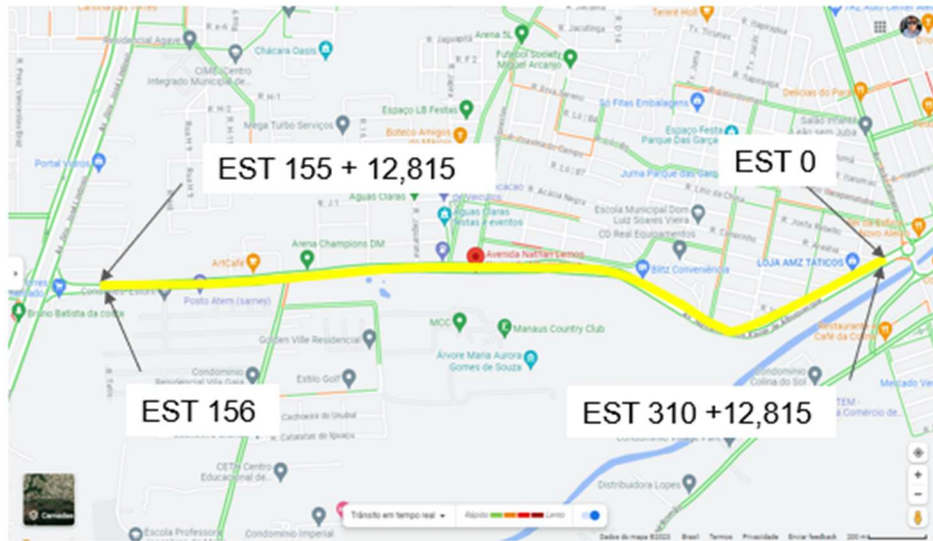
Fonte: Autor (2023)

A análise e tratamento dos dados será com base no referencial teórico, composto por normas técnicas e a legislação pertinente ao assunto proposto. Com isso, será feito um trabalho verificando o que foi observado in loco e os parâmetros levantados na literatura obtida.

Após realizado o levantamento, calcula-se os valores globais individuais, considerando cada fator de ponderação e em seguida o valor global a partir da somatória dos IGG. Com isso será possível identificar qual o grau de deterioração do pavimento analisado.

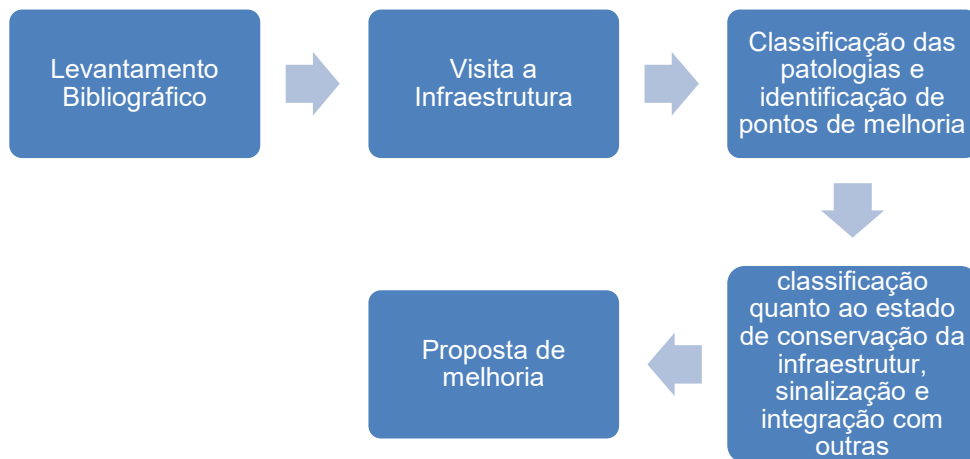
Com posse do dado de deterioração, analisada a sinalização, iluminação e condições de integração com outras infraestruturas será possível realizar as considerações quanto ao trabalho e sugerir melhorias ao objeto de estudo.

Figura 11 - Divisão de estacas das ciclofaixas da Av. Nathan Xavier



FONTE: Adaptado pelo Autor, GOOGLE MAPS (2023)

Figura 12 - Ciclo Metodológico



Fonte: Autor (2023)

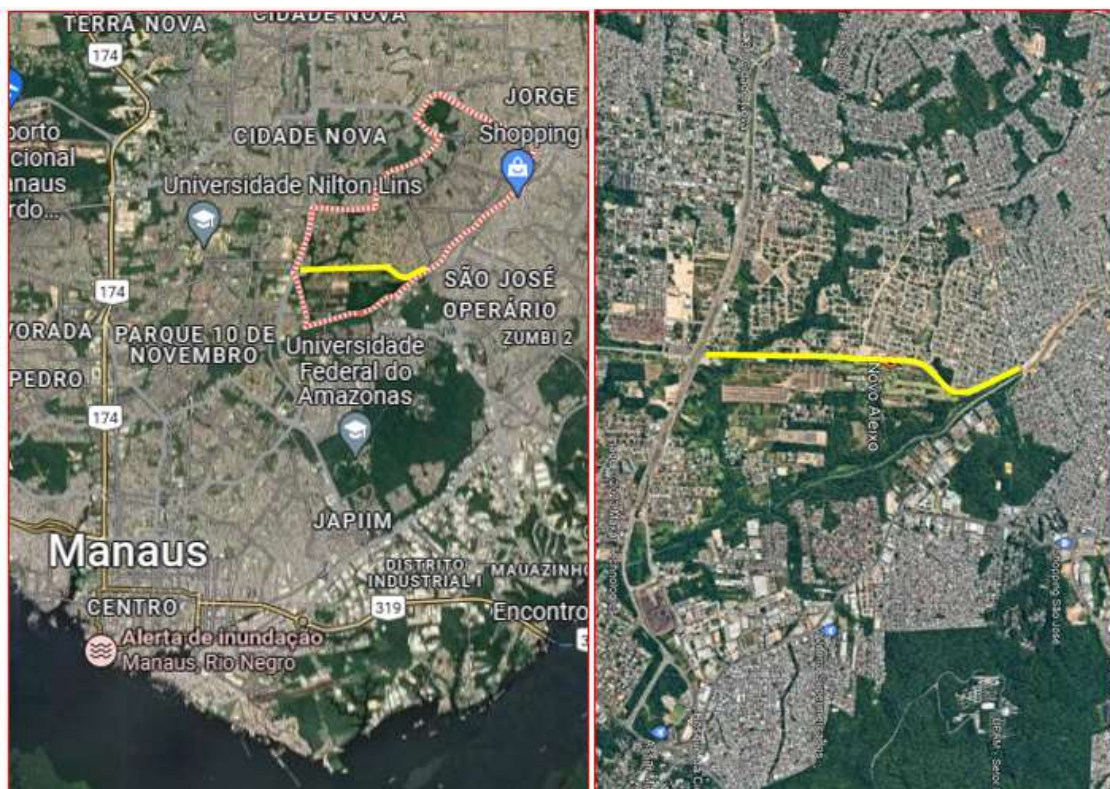
5. ESTUDO DE CASO

Este tópico tem por finalidade apresentar uma aplicação do Método do Índice de Gravidade Global - IGG, para a avaliação da superfície de pavimento asfáltico em uma infraestrutura ciclovária da cidade de Manaus (AM). Essa infraestrutura será caracterizada, bem como dispostos os procedimentos para obtenção dos dados em campo. A partir disso, é mostrado o resultado alcançado para o IGG, e, também, uma análise das condições gerais em que se encontra a referida infraestrutura.

5.1. Localização das ciclofaixas da Avenida Nathan Xavier de Albuquerque

A infraestrutura ciclovária investigada neste estudo consiste em um conjunto de ciclofaixas localizadas na Avenida Nathan Xavier de Albuquerque, no bairro Novo Aleixo, Zona Norte de Manaus (AM), sendo limitadas pela Avenida Governador José Lindoso (à esquerda) e a Avenida João Câmara (à direita), conforme Figura 13, abaixo. A partir deste tópico, essa avenida será referenciada como Avenida Nathan Xavier.

Figura 13 - Localização das ciclofaixas da Av. Nathan Xavier



Fonte: Elaboração do autor. Imagens Google Earth, 2023.

A ciclofaixa com sentido Parque 10 – Novo Aleixo 9 (Figura 14), possui extensão aproximada de 3.093 km, e no sentido Novo Aleixo- Parque 10 (Figura 15),

Figura 14 - Início e fim da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier, sentido Parque 10 - Novo Aleixo.

a extensão é de 3.113km, ambas implantadas com 1,72 m de largura, com afastamento lateral do bordo de 0,15 m e com pavimentação asfáltica.



Fonte: Elaboração do autor. Imagens Google Earth, 2023.

Figura 15 - Início e fim da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier, sentido Novo Aleixo - Parque 10



Fonte: Autor, 2023.

5.2. Avaliação Objetiva do Pavimento – Ciclofaixas da Avenida Nathan Xavier

Considerando as normas NORMA DNIT 005/2003 - TER e NORMA DNIT 006/2003 – PRO, mencionadas na metodologia, item 3.4, foi realizada a avaliação objetiva de conservação do pavimento asfáltico, considerando apenas a pavimentação da faixa próximo ao bordo externo, nos dois sentidos, referentes às ciclofaixas.

O Índice de Gravidade Individual – IGI e o Índice de Gravidade Global foram calculados com base nas definições e procedimentos recomendados pelas normas DNIT (2003), e apresentados de forma resumida na Tabela 1, a seguir. Os dados brutos constam do Anexo I, no final deste trabalho.

Tabela 1 – Ocorrências (defeitos), IGI e IGG para as ciclofaixas da Av. Nathan Xavier (dois sentido).

OCORRÊNCIAS (Defeitos)	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2 J	FC-2 TB	FC-3 JE	FC-3 TBE	ALP
Fa	6	7	14	21	18	2	40	3	30	2	17
Fr	1,9293	2,2508	4,5016	6,7524	5,7878	0,6431	12,8617	0,9646	9,6463	0,6431	5,4662
Fp	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,8	0,8	0,9
IGI	0,3859	0,4502	0,9003	1,3505	1,1576	0,1286	6,4309	0,4823	7,7170	0,5145	4,9196

OCORRÊNCIAS (Defeitos)	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	TER
Fa	11	2	5	13	11	10	0	35	43	0	0
Fr	3,5370	0,6431	1,6077	4,1801	3,5370	3,2154	0,0000	11,2540	13,8264	0	0
Fp	0,9	0,9	0,9	1	1	1	0,5	0,3	0,6	0	0
IGI	3,1833	0,5788	1,4469	4,1801	3,5370	3,2154	0,0000	3,3762	8,2958	0	0

IGG	52,2508
Classificação	REGULAR

Fonte: Autor, 2023.

Observa-se que o IGG calculado para as ciclofaixas em estudo, de acordo com os conceitos de degradação do pavimento, em função do IGG (Norma DNIT 006/2003 – PRO), foi de 52,2508, enquadrando-se no intervalo $40 < IGG < 80$. Logo, conferindo ao pavimento inventariado o conceito REGULAR, referente ao seu grau de degradação.

As figuras 16 e 17, a seguir, mostram algumas ocorrências registradas em campo.

Figura 16 - Trinca interligada do tipo couro de jacaré



Fonte: Autor, 2023.

Figura 17 - Escorregamento, sentido Parque 10 - Novo Aleixo



Fonte: Google Earth, 2023.

5.3. Avaliação da sinalização nas ciclofaixas da Av. Nathan Xavier

As faixas divisórias marcadas no pavimento são componentes primordiais para resguardar a segurança dos usuários de uma ciclofaixa, bem como orientar os condutores de veículos motorizados nas faixas adjacentes, permitindo a estes, melhor percepção do espaço para circulação. Há, também, os dispositivos delimitadores, dispostos ao longo das faixas divisórias, que auxiliam na delimitação das ciclofaixas, conhecidos como tachas retro refletivas (figura 18). Esses componentes delimitam a largura operacional para esse tipo de infraestrutura ciclovária. Embora o foco deste

estudo seja as condições do pavimento, vale ressaltar que o monitoramento das condições da sinalização deve ser planejado, e vistorias periódicas devem ser realizadas.

Figura 18 - Tacha retro refletiva danificada em ciclofaixa da Av. Nathan Xavier



Fonte: Google Earth, 2023.

Além da sinalização horizontal, são necessárias placas de regulamentação, advertência e indicativas para um nível de qualidade satisfatório e eficiente de informação, garantido conforto e segurança aos usuários do sistema viário. Neste item serão mostradas algumas imagens levantadas em campo e, também, imagens atuais capturadas através do Google Earth, que apontam o estado de conservação das ciclofaixas em questão (figuras 19 e 20).

Figura 19 - Desgaste das marcas no pavimento na ciclofaixa da Av. Nathan Xavier



Fonte: Autor, 2023.

Figura 20 - Placas verticais para usuários das ciclofaixas na Av. Nathan Xavier



Fonte: Google Earth, 2023.

No trecho estudado encontrou-se falhas ou já nenhuma presença de sinalização horizontal e, nas poucas sinalizações verticais na infraestrutura houve furto ou depredação das placas, como registrado na Figura 21.

Figura 21 - Suporte de sinalização vertical furtada que indicava final da ciclofaixa



Fonte: Autor 2023.

Figura 22 - Base da placa furtada que indicava início da ciclofaixa sentido bairro



Fonte: Autor 2023.

5.4. Integração com outras infraestruturas

Consultando a ferramenta *Google Maps*, observa-se que o final da ciclofaixa da Avenida Nathan Xavier, sentido bairro Parque Dez, está a 330,59m de uma faixa de pedestre que possibilita acesso a um outro tipo de infraestrutura, no caso, uma ciclovia, situada no canteiro central da Avenida Governador José Lindoso, também conhecida como Avenida das Torres (Figuras 23 e 24).

Figura 23 - Localização da ciclovia da Av. Governador José Lindoso (verde) e da ciclofaixa da Av. Nathan Xavier (amarelo)



Fonte: Adaptada pelo autor. Google Earth, 2023.

Figura 24 - Final da ciclofaixa da Avenida Nathan e localização da ciclovia da Avenida das Torres



Fonte: Adaptada pelo autor. Google Maps (2023)

Cabe ressaltar que, embora essa infraestrutura cicloviária seja um tipo mais seguro para os usuários, por segregar as bicicletas dos veículos motorizados, também se encontra em estado precário de conservação. Assim sendo, são dois tipos de infraestrutura cicloviária, implantadas com custos para a sociedade, que não as usa por falta de políticas para estimular uma mobilidade ativa, falta de manutenção e um olhar mais comprometido com o planejamento urbano.

Consultando a ferramenta *Google Maps*, o final da ciclofaixa da Avenida Nathan Xavier, sentido bairro Novo Aleixo, está a 880,76m da região que o poder público planeja implantar o Parque Amazonino Mendes (Figura 25).

Figura 25 - Fim da ciclofaixa e região do Parque Amazonino Mendes



Fonte: Adaptada pelo autor. Google Maps (2023).

Figura 26: Modelo renderizado do Parque Governador Amazonino Mendes



Fonte: Implurb (2023).

Neste caso, é de suma importância estudos e projetos que possam tornar viáveis o uso melhor de infraestruturas para a mobilidade urbana, em modais mais limpos, dentro do contexto de cidades sustentáveis, considerando as diretrizes da ONU, na abordagem dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises desse estudo, considerando o estado de conservação da via quanto as manifestações patológicas, sinalização vertical e/ou horizontal foi possível classificar a avenida como regular, apresentando um IGG com valor de 52,2508. Esse número de classificação poderia, com pequenas intervenções de melhoria e tratamento dos defeitos no revestimento asfáltico, alterar a sua classificação.

As patologias apresentadas são pela sua característica de ocorrência, ligadas apenas ao revestimento asfáltico, de tal forma que utilizando de materiais selantes ou pequenos tratamentos, onde não houve erosão, seria suficiente para mudança de classificação nesse critério.

Ainda sobre os resultados resumidos na Tabela 1, recomenda-se analisar o peso dos fatores de ponderação considerando a segurança do ciclista, cabendo verificar a vigência dos fatores de ponderação para via com tráfego de veículos são utilizáveis também para regiões delimitadas a ciclofaixas. Vale ressaltar que a tensão de uma bicicleta oferta ao pavimento é sabidamente inferior à de um veículo, dessa forma cabe analisar também se a ciclofaixa está sendo respeitada e utilizada apenas para tráfego de bicicletas afim de promover a maior vida útil possível à infraestrutura. Caso a conclusão que se chega seja que há desrespeito a sinalização viária caberia a utilização de campanhas para conscientizar os usuários da via a respeitar o espaço destino apenas as bicicletas, para salvaguardar a integridade dos ciclistas, bem como a conservação da ciclofaixa.

Quanto a sinalização, seja ela vertical ou horizontal, foi possível identificar, no geral, oportunidade de melhoria na sinalização, com adição de placas de início e fim das faixas cicloviárias, como também a sinalização horizontal demarcando a região correspondente a via. Destaca-se ainda a necessidade de segregar fisicamente com uso de tachões refletivos em toda a extensão da ciclovia.

Foi possível ainda, identificar estrutura cicloviárias próximas, sejam já instaladas ou em fase de instalação. No caso da ciclovia da Avenida das Torres, foi identificado proximidade da estrutura com a ciclovia da Avenida Nathan Xavier, possibilitando através de uma conexão entre as infraestruturas, uma expansão da rede viária,

aumentando sua extensão, possibilitando a ligação entre os bairros Parque Dez de Novembro e outros bairros da Zona Leste.

Ao final da ciclofaixa da Avenida Nathan Xavier foi identificado ainda a construção de uma nova infraestrutura cicloviária no Parque Amazonino Mendes, no bairro Novo Aleixo. A conexão dessas infraestruturas ofertaria uma expansão também da estrutura da região. Isso requer mais investigação e estudos de demanda.

A falta de conectividade da ciclovia da Avenida Nathan Xavier com outras infraestruturas é uma característica predominante na rede cicloviária de Manaus, haja vista que esses tipos de estruturas da cidade, foram concebidas sem continuidade e conseqüentemente formando várias ilhas cicloviárias em diversos bairros da capital amazonense. Desta forma, este trabalho propõe ao identificar um estado de conservação regular do revestimento asfáltico na avenida estudada, considerando a proximidade de outras infraestruturas e, a construção de estruturas novas, a integração dessa rede com a finalidade de ampliar a malha para os ciclistas da cidade de Manaus e ofertar uma alternativa contínua para mobilidade ativa da região.

Recomenda-se para trabalhos futuros a inserção e conexão de outros modais utilizados na região com a finalidade de distribuir as viagens entre os polos geradores por diferentes possibilidades de deslocamento. Além de, realizar uma análise custo benefício para realizar nova sinalização nas vias conectando-as conforme proposto neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AUSTROADS. Cycling Aspects of Austroads Guides 3^a ed. Austroads Project No. NT2011. Austroads Publication No. AP-G88-17. Pages 193. Sydney, 2017. ISBN 978-1-925451-64-1

Bahia, H., Oliveira, J., & Gama, F. (2016). Pavement Surface Distresses—Root Causes and the Effect on Performance. In *The Asphalt Handbook* (pp. 187-201). Springer.

BERTOLINI, L.; SPIT, T. Planning urban mobility in the global south: challenges and opportunities. *Journal of Transport Geography*, v. 92, p. 1-5, 2021.

CHAPADEIRO, F. C.; ANTUNES, L. L. A inserção da bicicleta como modo de transporte nas cidades. *Revista UFG*. 12^o edição. Goiânia, 2012. Disponível em: https://www.proec.ufg.br/up/694/o/12_04.pdf. Acessado em: 11/03/2023.

CÉSAR, Y. B. A garantia do direito à cidade através do incentivo ao uso da bicicleta nos deslocamentos urbanos. Monografia em Geografia. Universidade de Brasília. Brasília: 2010. Disponível em: <http://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/a-garantia-do-direito-a-cidade.pdf>. Acessado em: 11/03/2023.

Coelho, J. L., De Azevedo, M., Silva, A., & Vasconcelos, K. (2016). Pavement structure design of low volume roads considering natural resource conservation and local materials availability: a Brazilian perspective. *Journal of Cleaner Production*, 116, 203-215.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2016). DNIT 005 - Avaliação de Pavimentos Flexíveis.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). (2016). DNIT 006 - Reabilitação de Pavimentos Flexíveis.

FHWA - Federal Highway Administration. (2012). Separated Bike Lane Planning and Design Guide. Disponível em <https://highways.dot.gov/safety/pedestrian-bicyclist/safety-tools/pg-89-101-separated-bike-lane-planning-and-design-guide>. Acessado em: 22/05/2023.

Fischer, C. M., Morris, E. A., & Rafferty, A. P. (2016). A Primer on Bicycle Infrastructure Planning and Design. *Journal of the American Planning Association*, 82(3), 237-257.

LEAL, G. V. G. Mobilidade Urbana em Belo Horizonte: Análise da inserção da bicicleta como meio de transporte. 2015. 89 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Pública, Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte, 2015.

MANAUS. Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMob-Manaus. Manaus, 2015. Disponível em: <http://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/smtu/PlanMobManaus-Anexos.pdf>. Acessado em: 11/04/2023.

Ministério das Cidades. Guia PlanMob para Elaboração dos Planos Diretores de Transporte e Mobilidade. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, Brasília, Maio, 2006.

Monismith, C. L., McNamara, J. P., & Bell, A. (2014). Distresses in Asphalt Pavements. In *Construction and Building Research* (pp. 299-309). CRC Press.

NCHRP - National Cooperative Highway Research Program. (2012). Bicycle Facility Design: Lessons Learned from the Bicycle-Friendly States and Cities.

Neves, F., Correia, J. C., & Pereira, J. (2019). Illumination Design Criteria for Cycle Tracks: Review of Existing Guidelines and Analysis of User Perceptions. *Transportation Research Record*, 2673(6), 442-452.

OLIVEIRA, G. M. de; DA SILVA, A. N. R. Desafios e perspectivas para avaliação e melhoria da mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo de municípios brasileiros. *Transportes* v. 23, n. 1, 2015, p. 59-68.

RIBEIRO, H.; SILVA, L. Participação social no planejamento de mobilidade urbana: reflexões a partir de processos participativos em duas cidades brasileiras. In: Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte, 2019, Brasília. *Anais do XVIII Congresso ANPET*, 2019.

SANTOS, M. S.; SÁNCHEZ, L. A. Sustainable mobility planning: challenges and opportunities. *Transportation Research Procedia*, v. 48, p. 1074-1082, 2020.

Silva, A., Pereira, R., Correia, J., & Caetano, A. (2018). Geometric Design Elements for Cycle Tracks: A Case Study in Portugal. *Journal of Transport & Health*, 9, S14-S15.

Silva, I., Pais, J., Freire, J., & Pereira, P. (2017). Pavement Surface Deterioration and its Influencing Factors. *Transportation Research Procedia*, 25, 3506-3519.

Soares, J. B., De Azevedo, M. L. S., Ribeiro, F. L., & Coelho, J. L. (2018). Influence of the Thickness of the Intermediate Layers in the Performance of the Asphalt Pavement. *Sustainability*, 10(11), 4017.

THE NEW CLIMATE ECONOMY. Engines of National and Global Growth. Local desconhecido, 2014. Disponível em: <http://2014.newclimateeconomy.report/cities/>. Acessado em 10/03/2023.

Torricelli, A., Craveiro, F., & Motta, L. (2015). Cycle Lane Planning in a Changing Climate: An Overview of Current Guidance Practices. *Procedia Engineering*, 118, 81-88.

