



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



**MOBILIDADE URBANA: PROPOSIÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS 13  
PASSARELAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA BR-316**

**BERNARDO AUGUSTO CAMPINA SANTA ROSA  
PRICIANNE SARMENTO XISTO DA SILVA**

**BELÉM – PA  
2023**

**BERNARDO AUGUSTO CAMPINA SANTA ROSA**  
**PRICIANNE SARMENTO XISTO DA SILVA**

**MOBILIDADE URBANA: PROPOSIÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS 13  
PASSARELAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA BR-316**

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Christiane Lima Barbosa

**BELÉM - PA**  
**2023**

**BERNARDO AUGUSTO CAMPINA SANTA ROSA  
PRICIANNE SARMENTO XISTO DA SILVA**

**MOBILIDADE URBANA: PROPOSIÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS 13  
PASSARELAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA BR-316**

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

Belém, 20 de dezembro de 2023.

Examinadores (as)



Documento assinado digitalmente

**CHRISTIANE LIMA BARBOSA**

Data: 27/12/2023 12:16:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Professora Dr(a). Christiane Lima Barbosa  
Universidade Federal do Pará | UFPA

Orientador(a)



Documento assinado digitalmente

**MARCUS VINICIUS GUERRA SERAPHICO DE ASSI**

Data: 27/12/2023 16:33:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Professor Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho  
Universidade Federal do Pará | UFPA

Membro da banca



Documento assinado digitalmente

**RITA DE CASSIA MONTEIRO DE MORAES**

Data: 02/01/2024 13:02:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Professora Dr(a). Rita de Cassia Monteiro de Moraes  
Universidade Federal do Pará | UFPA

Membro da banca

**Conceito: Excelente**

## **AGRADECIMENTOS DE BERNARDO SANTA ROSA**

Dedico este trabalho a minha amada avó, Maria de Belém, onde quer que esteja, sem você certamente o caminho seria muito mais difícil. A saudade que sinto não caberá em palavras desse texto.

Agradeço a minha família. Aos meus pais, Flávia e Raimundo. Aos meus irmãos, Felipe e Victor, ao meu primo Conrado, e aos meus tios em todo suporte nos últimos anos. Não consigo imaginar ter conseguido chegar até aqui sem vocês.

A minha namorada, Ana Beatriz, por ser uma pessoa adorável e esteve comigo nessa caminhada. Sua presença foi refúgio em vários momentos. Sempre serei grato por decidir estudar engenharia civil na mesma faculdade.

A nossa orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Christiane Lima Barbosa, por todo o suporte nesse trabalho e de outras disciplinas. Com toda sua bagagem acadêmica e profissional, mostrou-se sempre disposta a ajudar e tornou uma experiência muito mais leve.

A minha amiga e dupla de TCC, Pricianne Xisto, por toda sua dedicação e parceria. Agradeço por ter aceitado fazer esse trabalho. Tenho muita admiração pela pessoa e profissional que és.

Aos meus amigos da Federal, que tiveram suma importância na minha formação: Letícia, Juliana, Ernani, Fabyelle, Antony e Kárita. Aos amigos de turma: Dennis, Mário, Thiago, Warley, Renan, Carlos, Automa e Gabriel. Entre outras pessoas que contribuíram na rotina.

Profissionalmente, tive o privilégio de trabalhar com pessoas competentes e apaixonadas pelo que fazem. Meus sinceros agradecimentos: Douglas Camelo, Wellington Mercês, Marcella Faciola, Pricianne Xisto, Tamilton Amador, Reginaldo Ribeiro, Roger Bezerra, Rodrigo Maia, Cláudia Matos e Bruno Victorasso. Entre tantos outros. Vocês moldaram o profissional que eu sou hoje.

Por fim, agradeço a todos que de alguma maneira, facilitaram a minha caminhada. Ajudaram a formar um Engenheiro Civil.

## **AGRADECIMENTOS DE PRICIANNE XISTO**

Primeiramente à Deus, por me capacitar e conceder esta oportunidade.

Agradeço e dedico a minha mãe Ana Cristina Xisto, maior apoiadora, incentivadora, minha fonte de inspiração e exemplo de conduta, as minhas irmãs: Priscila Xisto, Patricia Xisto e Paula Xisto aos meus sobrinhos Ana Vitória Xisto e Gustavo Xisto, meu cunhado Jefferson Moura vocês formam a minha primeira instituição social e desempenham um papel crucial em minha formação como indivíduo, com a transmissão de valores, socialização e o suporte emocional.

À minha orientadora, Profa. Dra. Christiane Lima Barbosa, quero expressar gratidão. Sua orientação não apenas me guiou academicamente, mas também inspirou maior busca pelo crescimento profissional. Agradeço por sua paciência, sabedoria e comprometimento, que foram cruciais para o desenvolvimento da pesquisa.

Este trabalho foi realizado com o apoio da coordenação de obras do Consórcio Troncal Belém, ao qual expresso meu agradecimento ao Coordenador especialista em estrutura e fundações Engenheiro Civil Rodrigo Maia.

À equipe de fiscalização da obra 500-Rodovia BR - 316 e obra 600- Estações e Passarelas: meu supervisor de estágio Engenheiro Civil Diego Ribeiro, ao Técnico em Estrada Almir Gursen, ao Técnico em Edificações Mário Protázio a Técnica em Edificações Ana Kárita Amador, pessoas com papel fundamental no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos colegas com os quais atualmente trabalho ou já trabalhei: Sérgio Lisboa, Victória Soeiro, Natasha Boás, Raissa Oliveira, Regieudo de Freitas, Roger Bezerra, Haroldo Barros, Eugênio Braga, Álvaro Ferreira, Fabiana Meirelles, Lucas Barcessat, Leonardo Dias, Aline Cardoso, Nathalya da Silva, Paulo Alexandre, Juliana Martins, Ernani Lara, Fabyelle Barbosa, Antony Campos, Wellington Mercês, Reginaldo Almeida e Edinho Nunes cada um em determinado momento ofereceu sua contribuição singular.

Aos amigos pela compreensão, apoio e incentivo antes, durante o período acadêmico e de elaboração do trabalho de conclusão de curso: Mayara Tavares, Reginaldo de Oliveira, Adriana Garcia, Brenda Soares, Elen Paurá, Thayza Vasconcelos, Natally Farias e ao Bernardo Santa Rosa minha dupla de trabalho, me sinto honrada por sua parceria profissional e acadêmica.

Por fim, gostaria de estender a profunda gratidão a todos que, de alguma maneira, tornaram possível a finalização do curso de bacharelado em engenharia civil seja através de conselhos, recursos, amizade ou incentivo, cada um de vocês desempenhou um papel importante em meu caminho até aqui.

## RESUMO

A Região Metropolitana de Belém, ao longo dos anos, passa pelo processo de desenvolvimento urbano nas cidades que a compõe. A principal via de acesso da região é a rodovia BR-316, da qual precisa atender um elevado fluxo de pessoas e veículos de vários segmentos. No entanto, a infraestrutura do sistema de transporte, em especial às passarelas para travessias de pedestres e ciclistas, necessita de uma ampla readequação para corresponder as novas necessidades. Dessa maneira em 2019, foi iniciada a obra de implantação do BRT (*Bus Rapid Transit*) no primeiro trecho da BR-316, compreendido no Km 1 ao Km 10. O presente trabalho propõe-se a analisar e gerar duas hipóteses acerca da implantação das novas passarelas e suas mudanças relevantes na segurança viária e acessibilidade do pedestre. Foi observada uma redução em 51,17 % da distância média entre passarelas e foram apresentados argumentos que as passarelas promoverão maior conforto e acessibilidade aos pedestres. Os dados foram calculados no software Power BI e apresentados em formato de mapa interativo. Utilizou-se como referência as documentações de concepção do projeto das passarelas, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e da NBR 9050 (Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos).

Palavras-chave: Acessibilidade; pedestres; passarelas; travessia; segurança viária.

## **ABSTRACT**

The Metropolitan Region of Belém, over the years, has gone through the process of urban development in the cities that compose it. The main access road to the region is the BR-316 highway, which needs to serve a high flow of people and vehicles from various segments. However, the infrastructure of the transport system, especially the walkways for pedestrian and cyclist crossings, needs a major readjustment to meet the new needs. Thus, in 2019, work began on the implementation of the BRT (Bus Rapid Transit) on the first stretch of BR-316, from Km 1 to Km 10. The present work proposes to analyze and generate two hypotheses about the implementation of the new footbridges and their relevant changes in road safety and pedestrian accessibility. A 51.17% reduction in the average distance between walkways was observed and evidence was presented that walkways will promote greater comfort for pedestrians. The data was calculated in the Power BI software and presented in map format. The design documentation of the project of the walkways, from the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) and NBR 9050 (Accessibility to buildings, equipment and the urban environment) was used as a reference.

Keywords: Accessibility; pedestrians; walkways; crossing; road safety.

## LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Representação da superfície esférica .....	19
Figura 2 - Medida Criada no Power BI .....	20
Figura 3 - Quantidade de passarelas .....	22
Figura 4 - Distância média entre passarelas (Km) .....	22
Figura 5 - Mapa de passarelas (2019 x 2024) .....	24
Figura 6 - Antiga passarela de Ananindeua .....	25
Figura 7 - Passarela Antiga (Vista Inferior).....	26
Figura 8 - Trecho em obras da BR-316 (1ª fase).....	28
Figura 9 - Estudo de demanda de travessias .....	29
Figura 10 - Locação Estações e Terminais .....	30
Figura 11 - Perspectiva da Passarela Tipo A .....	31
Figura 12 - Tipologia A, B e C das Passarelas .....	32
Figura 13 - Tipologia D e E das Passarelas .....	32
Figura 14 - Rampa Acessível .....	33
Figura 15 - Piso Tátil e Direcional .....	34
Figura 16 - Perfil Rampa das Passarelas .....	35
Figura 17 - Nova Passarela instalada.....	36
Figura 18 - Nova Passarela instalada (2) .....	36
Figura 19 - Nova Passarela instalada (3) .....	37
Figura 20 - Nova Passarela instalada (4) .....	37
Figura 21 - Nova Passarela instalada (5) .....	38
Figura 22 - Exemplo de um dashboard desenvolvido dentro do Power BI.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Coordenadas das passarelas de 2019 e 2024 .....	17
Tabela 2 - Distância de caminhada. ....	21
Tabela 3 - Relação dos principais pontos de travessia de pedestres.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
NGTM	Núcleo de gerenciamento de transporte metropolitano
DNIT	Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes
NBR	Norma técnica brasileira
CTB	Consórcio Troncal Belém
PA	Passarelas antigas
PP	Passarelas de projeto.
MPPA	Ministério Público do Estado do Pará
GBM	Grupamento Bombeiro Militar

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
1.1	Contextualização.....	10
1.2	Objetivo da pesquisa.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	12
2.1	Acessibilidade e mobilidade urbana .....	12
2.1.1	Mobilidade e acessibilidade do pedestre em rodovias.....	13
2.2	Travessias em desnível: as passarelas como medida interventiva para a mobilidade do pedestre.....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1	Objeto de Análise.....	16
3.2	Coleta de Dados.....	16
3.2.1	Documentação da Obra.....	16
3.2.2	Registros fotográficos no local.....	16
3.2.3	Coleta de pontos via Street View (Google Maps).....	16
3.3	Aplicação no software Power BI.....	18
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	21
4.1	Aplicação no software Power BI.....	21
4.2	Infraestrutura das Antigas Passarelas.....	25
4.3	Características gerais do projeto das novas passarelas .....	26
4.4	Acessibilidade .....	33
4.4.1	Piso Tátil .....	35
4.4.2	Piso Tátil Direcional .....	35
4.4.3	Piso Tátil de Alerta.....	35
4.4.4	Corrimão .....	35
4.5	Entrega das novas passarelas .....	36
5	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXO A – Conceito da ferramenta Power BI.....	42

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

Estabelecida em 1973, a Região Metropolitana de Belém engloba os municípios de Ananindeua, Belém, Benevides, Marituba, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará e Castanhal, abrigando cerca de 2.677.089 habitantes (dados do IBGE de 2021).

Um aspecto relevante no processo de desenvolvimento urbano dessa região é a integração urbana entre as cidades mencionadas que se expandem ao longo da rodovia BR-316, que é um importante eixo de acesso à região. Por ser uma via federal que corta diagonalmente o Brasil, tendo seu início em Belém-Pará, e se estende até Maceió, Alagoas. Esta enfrenta desafios como ausência de padronização no tratamento de travessias para pedestre e devido ao intenso tráfego de veículos particulares, transporte público e cargas, resulta em frequentes acidentes e congestionamentos.

São muitos os problemas registrados na rodovia, que se caracterizou em 2010 como a rodovia mais perigosa do Brasil com um volume de 2.222 acidentes registrados somente do km 0, junto ao entroncamento de Belém, ao km 10, em Marituba, segundo o relatório técnico: Estudo de tráfego e segurança viária da Rodovia BR-316, realizado pelo NGTM. Um dos indicadores usados para se realizar a Auditoria de Segurança Viária foi a Quantidade de Acidentes ocorridos nos 10 km de estudo da BR-316 no período de 4 anos (2010 a 2013).

A rodovia BR-316, no trecho em estudo do km 1 ao km 10, possui características operacionais de via urbana devido à presença de logradouros públicos, parques industriais, áreas comerciais e residência ou condomínios, o fluxo de pessoas é intenso e diário ao considerar que a expansão da região foi desordenada. O elemento mais frágil que circula nesta área é o pedestre.

O trecho possui 5 passarelas implantadas classificadas como tipo 1 (módulos dos acessos são providos de um meio de elevação: escada) e tipo 2 (módulos dos acessos são providos de dois meios de elevação: escadas e rampas), destinadas à travessia segregada e em segurança do pedestre, o que não impede a transposição em nível devido à longa distância entre elas ou conduta indevida da população. O horizonte deste estudo está compreendido entre os anos de 2019 a 2024, e focará nas passarelas futuras previstas no projeto de expansão do BRT Metropolitano.

## 1.2 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral é identificar elementos de acessibilidade e segurança viária para o pedestre nas passarelas dispostas na BR-316 entre os anos de 2019 e 2024.

Os critérios de acessibilidade e segurança viária são temáticas estudadas sob vários aspectos e, ao considerar as mudanças na infraestrutura e na operação da rodovia em questão, esta pesquisa elaborou duas hipóteses norteadoras para avaliar os benefícios e as consequências da implantação das 13 passarelas no trecho, sendo:

Hipótese 1: A redução da distância de caminhada entre as passarelas, do km 1 ao km 10 da BR-316, tem um efeito positivo na segurança viária por minimizar movimentos irregulares de travessia de pedestres e ciclistas.

Hipótese 2: a nova tipologia das passarelas cria condições adequadas à acessibilidade universal e promove a integração de outros modos de transportes ao sistema coletivo previsto para o trecho.

Estas suposições são sustentadas pelas diretrizes norteadoras de um projeto de passarela para pedestres de acordo com o regulamento definido pelo órgão competente, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em 2006.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Acessibilidade e mobilidade urbana**

Os debates sobre acessibilidade e mobilidade em contextos urbanos aumentaram em todo o mundo. Algumas das razões para esse interesse incluem crescimento populacional nas cidades, conscientização sobre inclusão, legislação e normas de acessibilidade, crescimento econômico e desenvolvimento urbano. Essas discussões não apenas refletem a complexidade dos desafios urbanos, mas também destacam a necessidade de abordagens interdisciplinares e colaborativas envolvendo governos, comunidades, empresas e instituições acadêmicas. À medida que as cidades expandem e evoluem, a acessibilidade e a mobilidade urbana se tornam temas cruciais para garantir um ambiente urbano mais inclusivo e eficiente.

De acordo com Cupolillo et al. (2006) o crescimento das comunidades ao redor das rodovias aliado a um planejamento deficiente causa grande impacto no trecho viário, diminuindo tanto a segurança quanto a mobilidade e acessibilidade. Tal crescimento também é responsável pelo surgimento de polos geradores que promovem o aumento do deslocamento de pedestres e veículos entre uma parte da cidade e outra, necessitando de uma melhoria no espaço viário para atender ao tráfego local.

A relação entre acessibilidade e mobilidade é intrínseca e fundamental para o funcionamento eficiente das áreas urbanas. Ambos os conceitos estão interconectados e desempenham para as cidades.

A NBR 9050 define acessibilidade como possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida

Compreende-se que, segundo Pereira (2015), a mobilidade urbana está intimamente ligada à facilidade de deslocamento de pessoas na cidade através de diferentes meios, vias e toda a infraestrutura urbana e somente será efetiva a partir do momento que proporcionar às pessoas um deslocamento confortável e seguro em tempo razoável.

Na criação de uma infraestrutura urbana para promover a acessibilidade é essencial adotar uma abordagem inclusiva que considere a diversidade de meios de locomoção da população. O “acesso aos lugares públicos e privados deve ser fácil e de um modo que atenda a todos sem restrição, tanto de pessoas com deficiência permanente, ou temporária, como exemplo uma mulher com carrinho de bebê” (PEREIRA, 2015, p.34).

### 2.1.1 Mobilidade e acessibilidade do pedestre em rodovias.

O texto que se segue foi elaborado com base no Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas elaborado pelo DNIT (2010) e IS-228: Projeto de passarelas para pedestres. A mobilidade e acessibilidade ao pedestre em rodovias apresentam desafios específicos devido à natureza voltada aos veículos motorizados dessas vias. No entanto, alguns aspectos podem ser considerados para melhorar a mobilidade e acessibilidade ao pedestre em ambientes rodoviários ao exemplo das passarelas que proporcionam uma rota segura e isolada do tráfego veicular, permitindo que os pedestres atravessem as rodovias com segurança. Vários aspectos podem ser considerados para garantir esta segurança e a eficiência, tais como:

- Design inclusivo da passarela;
- Adequação da sinalização;
- Acessos e rampas de entrada e saída;
- Iluminação eficiente;
- Segurança nas entradas e saídas;
- Acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida;
- Manutenção regular;
- Integração com rotas de transporte público;
- Design estético e contexto cultural;
- Espaços de descanso e paisagismo.

Ao considerar esses aspectos em projetos rodoviários é possível criar ambientes mais seguros e acessíveis para pedestres, minimizando os desafios associados à interação com o tráfego veicular em rodovias.

## **2.2 Travessias em desnível: as passarelas como medida interventiva para a mobilidade do pedestre.**

As passarelas são ferramentas importantes para melhorar a segurança e a mobilidade dos pedestres, especialmente em áreas onde a travessia a nível de solo pode ser perigosa, exemplificada pelo trecho de estudo da BR-316. A integração eficaz dessas estruturas ao planejamento urbano é essencial para garantir seu sucesso e aceitação pela comunidade.

Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários de acordo com o regulamento definido pelo órgão competente, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em 2006, fornecem um guia para a elaboração de projetos que atendam aos padrões estabelecidos pelo órgão competente conforme segue:

**Garantia de segurança:** A principal finalidade das diretrizes é garantir a segurança dos pedestres. Isso envolve a criação de estruturas que permitam a travessia segura das vias rodoviárias, minimizando riscos de acidentes.

**Facilitação da mobilidade pedestre:** A criação de passarelas visa facilitar a mobilidade dos pedestres sobre as rodovias. Essa facilitação inclui a consideração de elementos como rampas de acesso, escadas, e outros detalhes que permitam o deslocamento eficiente.

**Conformidade com normas técnicas:** As diretrizes objetivam garantir que o projeto esteja em conformidade com normas técnicas específicas, mencionando implicitamente a importância do cumprimento das normas estabelecidas pelo DNIT e, possivelmente, por outras entidades normativas.

**Acessibilidade universal:** A consideração da acessibilidade universal é um ponto chave. O projeto deve atender às necessidades de todos os usuários, incluindo pessoas com mobilidade reduzida, idosos, e outros grupos que possam ter exigências específicas.

**Integração com o ambiente rodoviário:** A passarela deve ser projetada de maneira a se integrar harmoniosamente com o ambiente rodoviário. Isso inclui a consideração do design, materiais utilizados e sinalização, de modo a não interferir negativamente na fluidez do tráfego.

**Utilização adequada de sinalização:** O uso adequado de sinalização é destacado, sugerindo que as passarelas devem ser claramente sinalizadas tanto

horizontalmente quanto verticalmente. Isso é essencial para a segurança dos pedestres e a conscientização dos motoristas.

Estudos e projetos rodoviários: Isso implica que a concepção das passarelas deve estar alinhada com a abordagem global adotada para o desenvolvimento rodoviário.

Essas diretrizes sugerem uma abordagem abrangente, considerando não apenas a estrutura física das passarelas, mas também questões de segurança, mobilidade, acessibilidade e integração com o ambiente rodoviário.

Além disso, as passarelas podem ser instaladas através de sistemas construtivos modulares os quais proporcionam rapidez na concepção da estrutura, logística do transporte e montagem, escolha de materiais e determinação dos respectivos custos (DE ROOVER et al., 2002).

Diante da utilização de sistemas modulares há as seguintes vantagens: a redução do cronograma geral da obra; diminuição do desperdício de materiais; economia devido à repetitividade na produção; menor interferência do ambiente no canteiro de obras; adaptabilidade da estrutura para futuras expansões; e redução de congestionamentos em vias de alto tráfego (LAWSON, 2007; KHAN, 2014; LACEY et al., 2018).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Objeto de Análise**

As análises ocorreram em duas fases: A fase 1 corresponde a estrutura existente até 2019, ano que iniciaram as obras no trecho. A fase 2 é o estado futuro com a implantação da infraestrutura direcionada ao BRT com conclusão prevista para 2024. Com isso realizou-se a coleta de informações para promover a análise e reflexão dos dois cenários.

#### **3.2 Coleta de Dados**

##### **3.2.1 Documentação da Obra**

Utilizou-se três documentos do Consórcio Troncal Belém (CTB), do qual é o responsável pelo gerenciamento das obras das passarelas. Tais documentações são: “Estudo de tráfego e segurança”, “Memorial Descritivo da Arquitetura” e apresentações em vídeos e imagens renderizadas do projeto. Esses arquivos serviram de concepção do projeto e serão abordados no capítulo 4 de Resultados e Discussões.

##### **3.2.2 Registros fotográficos no local**

Realizou-se o registro fotográfico nas passarelas antigas da BR-316 para visualizar as condições da infraestrutura e acessibilidades. O mesmo ocorreu para as 4 passarelas novas já instaladas de 13, segundo projeto de implantação que no momento estão disponíveis para uso da população.

##### **3.2.3 Coleta de pontos via Street View (Google Maps)**

Na locação dos pontos de passarelas (antigos e os novos) utilizou-se a funcionalidade street view do aplicativo Google Maps para gerar as coordenadas (latitude e longitude). Os pontos foram definidos no eixo da rodovia para adotar um padrão centralizado na visualização do mapa e armazenados em uma base dados em um arquivo de Microsoft Excel (.xlsx) estruturada conforme Tabela 1.

Tabela 1- Coordenadas das passarelas de 2019 e 2024

Ponto	Coordenadas	Cidade	Referência	Endereço	Ano
PA 01	-1.4045505433911483, -48.43079989500437	Belém	Pórtico Castanheira	Castanheira, Ananindeua - PA, 66645-003	2019
PA 02	-1.3941673032448463, -48.42075998241254	Ananindeua	Jurunense	BR-316 - Atalaia, PA, 67113-000	2019
PA 03	-1.3897630093977662, -48.41369242772274	Ananindeua	Unama Br	Rod. Bernardo Sayão, 8420 - Coqueiro, Ananindeua - PA, 67030-007	2019
PA 04	-1.3808875510300456, -48.3988262392454	Ananindeua	Residencial Santa Felicidade	BR-316, 5700 - Águas Lindas, Ananindeua - PA, 67000-000	2019
PA 05	-1.3704261517300236, -48.38146611379784	Ananindeua	Uniasselvi Ananindeua	Rod. BR 316 Km 08 961 Centro, Ananindeua - PA, 67033-000	2019
PA 06	-1.3671605289285402, -48.37351077834619	Ananindeua	Extrafarma	Rod. Belém-Brasília, 1360 - Centro, Ananindeua - PA, 67030-005	2019
PP 01	-1.404846877517735, -48.431759517528185	Belém	Faculdade Teológica Batista Equatorial	BR-316, Km 01 - 6241 - Castanheira, Belém - PA, 66645-003	2024
PP 02	-1.4017886123698498, -48.42762839189977	Ananindeua	Cangalha	Br-316, km 1, s/n - Atalaia, Ananindeua - PA, 67013-000	2024
PP 03	-1.3968514548982334, -48.423322043348044	Ananindeua	Bradesco	Rod. Br 316, Km 2 - Atalaia, Ananindeua - PA, 67033-000	2024
PP 04	-1.3936357018976795, -48.419931209879785	Ananindeua	Hospital Metropolitano	Rod Br-316, Km 3 s/n - Guanabara, PA, 67010-000	2024
PP 05	-1.3899231575475803, -48.413949691739695	Ananindeua	Unama da Br	BR 316, Km 3 - 8420 - Coqueiro, Ananindeua - PA, 67030-007	2024
PP 06	-1.3860309894836396, -48.40774260278754	Ananindeua	Unimed da Br	Rodovia BR-316, Km 4 s/n - Guanabara, Ananindeua - PA, 67015-400	2024
PP 07	-1.3836628898539438, -48.40356994698319	Ananindeua	Rio Piscinas Belém	BR, 316 - KM 4 - Coqueiro, Ananindeua - PA, 67015-220	2024
PP 08	-1.3809562266075197, -48.3989622623554	Ananindeua	Nova Auto Peças	BR-316, km 5 - Levilândia, Ananindeua - PA, 67105-165	2024
PP 09	-1.3773996860763902, -48.39305891841811	Ananindeua	Faculdade Católica de Belém	BR 316, Km 6 – Águas Lindas, CEP: 67020-000, Ananindeua - PA	2024
PP 10	-1.3747979156674646, -48.38873947004199	Ananindeua	AABB	Rodovia Br-316 - Km 7, s/n - Águas Brancas, Ananindeua - PA, 67013-000	2024
PP 11	-1.3703221115617898, -48.38126974696662	Ananindeua	Ministério Público de Ananindeua	Rodovia BR 316, Km 08 s/n - Centro, PA, 67030-970	2024
PP 12	-1.365778142405782, -48.36425932373957	Marituba	JS Auto Peças	BR-316, R. São João, Km10 - São João, Marituba - PA, 67000-000	2024
PP 13	-1.3655311590253663, -48.35860130902753	Marituba	Autoviária Paraense	BR 316, KM 11- 2960 - São João, Marituba - PA, 67105-290	2024

Fonte: Autoria própria

A primeira coluna (denominada “Ponto”) corresponde à identificação dos pontos de passarelas coletados cuja sigla PA indica passarelas antigas e PP, passarelas de projeto.

Nas “Coordenadas” foram inseridos os pontos extraídos do Google Maps. Não houve a necessidade de separar em latitude e longitude na base, pois o software de destino, o Microsoft Power BI faz de forma dinâmica via funcionalidade Power Query.

Na coluna “Cidade” tem-se a quantificação de cada passarela por município que permitirá filtragens no relatório final. Em “Referência” tem-se o registro de um polo de relevância mais próximo da passarela, do qual justifica maior fluxo de pessoas ao seu entorno.

A quinta coluna denominada “Endereço” é um complemento da anterior “Referência”. Esta possui o endereço completo do polo de relevância favorecendo posteriores consultas.

“Ano” identifica os anos pertencentes a cada passarela sendo definidos 2019 e 2024. A escolha do ano de 2019 é devido ao início das obras no trecho, ou seja, é o período em que não houve interferências na via sendo indicada por PA (Passarelas Antigas). Os anos de 2022 e 2023 foram os períodos de maior avanço na obra das passarelas cujo cronograma da empresa executora, o ano de 2024 é o estabelecido para a entrega das passarelas neste trecho da BR-316. Diante disso será o ano determinado para representar as PP (Passarelas de Projeto).

### **3.3 Aplicação no software Power BI**

O software Power BI é uma ferramenta utilizada para apresentar os dados coletados e gerar cálculos. Possui versatilidade em suas funcionalidades e permitiu gerar análises para este estudo. O relatório final apresenta: cálculos de distâncias entre pontos de passarelas (entre dois pontos), representações gráficas e filtragens dinâmicas.

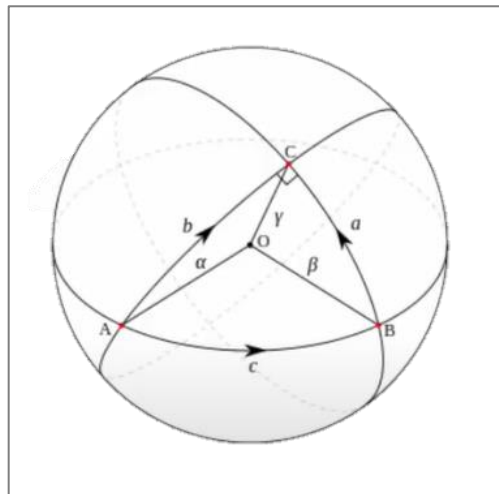
Para o cálculo da distância entre dois pontos foi necessário, primeiramente, ajustar a base dados no Excel antes de importar para o Power BI. Os ajustes ocorreram para duplicar a tabela de coordenadas, formando outras duas idênticas. Para fins de boas práticas, a primeira foi renomeada para “Origem” e, a segunda “Destino”. Esta ação servirá nas segmentações de dados (filtro dinâmico) no relatório de Power BI e na criação de uma “medida” utilizando o conceito da linguagem DAX

(Data Analysis Expressions) deste software. “Medida” pode ser entendida como uma operação matemática ou função. O BI possui similaridade com funções em Excel, porém, não é prudente comparar suas funcionalidades e objetivos de uso, pois são softwares distintos.

O conceito matemático utilizado foi o da lei dos cossenos para determinar a distância entre dois pontos. A Figura 1, é a representação de um globo terrestre que permite visualizar a disposição dos pontos (as passarelas presentes na rodovia).

Por exemplo, para determinar a distância (d) do arco AB será necessário primeiro encontrar o valor do cos (d) utilizando a Fórmula (1). Posteriormente, na Fórmula (2), gerar a distância (d) em radianos mediante a função Arcos que retorna o arco cosseno de um argumento cos (d). Este valor de comprimento se encontra em radianos, diante disso, deve-se multiplicar pelo raio da terra de valor aproximado de 6731 Km, passos da Fórmula (3).

Figura 1 - Representação da superfície esférica



Fonte: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Spherical\\_triangle.svg](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Spherical_triangle.svg)

### Fórmula (Lei dos Cossenos)

$$\cos (d) = \sin (x_1) * \sin (x_2) + \cos (x_1) * \cos (x_2) * \cos (y_1 - y_2) \quad (1)$$

Arco cosseno

$$d \text{ (radianos)} = \text{Acos}(\cos(d)) \quad (2)$$

Comprimento

$$d = d \text{ (Radianos)} * R \quad (3)$$

R = Raio da Terra = 6731 km

Na funcionalidade Power Query foram geradas colunas para separar em latitudes e longitudes na aba “adicionar colunas”, opção “extrair”. Após a criação das colunas Latitude e Longitude para os dois modelos (Origem e Destino) foi convencionado que o ponto 1 possuirá latitude X1 e longitude Y2, o ponto 2 terá latitude X2 e longitude Y2. Esta convenção possibilitou elaborar a medida (função) para o cálculo da distância entre esses dois pontos conforme memorial descrito:

Figura 2 - Medida Criada no Power BI

```
1 Distância (Km) =  
2 var X1 = RADIANS(SELECTEDVALUE(Origem[Latitude]))  
3 var X2 = RADIANS(SELECTEDVALUE(Destino[Latitude]))  
4 var Y1 = RADIANS(SELECTEDVALUE(Origem[Longitude]))  
5 var Y2 = RADIANS(SELECTEDVALUE(Destino[Longitude]))  
6 var R = 6371  
7 var lcos = SIN(X1)*sin(X2)+COS(X1)*COS(X2)*COS(Y1-Y2)  
8 var arco = ACOS(lcos)  
9 return  
10 arco*R
```

Fonte: Autoria própria

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Aplicação no software Power BI

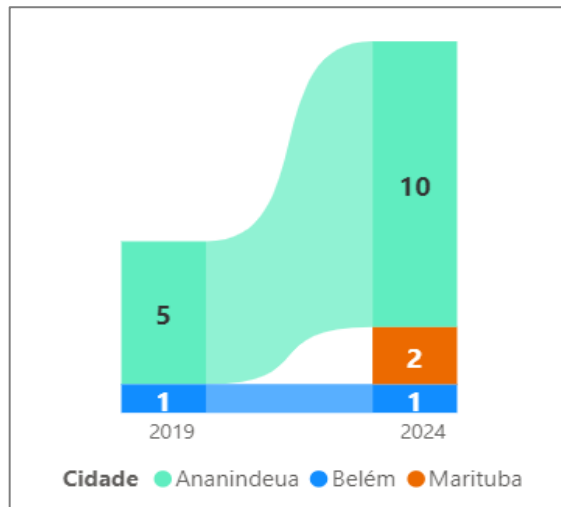
Com a medida criada obtiveram-se as distâncias entre os pontos. É válido ressaltar que os pontos são calculados conforme o seu grupo de ano. As passarelas de diferentes períodos (2019 e 2024) não possuem interação embora matematicamente seja possível. Contudo, para fins de análise, não foi pertinente e lógico, uma vez que as passarelas do período anterior serão desativadas. Os valores gerados são apresentados na Tabela 2, e enfatizam a distância em metros entre as passarelas para os dois horizontes de análise, 2019 e 2024. O destaque é o incremento de 160% na quantidade de passarelas (figura 3) e a redução da distância de caminhada.

Tabela 2 - Distância de caminhada.

<b>Origem</b>	<b>Destino</b>	<b>Distância</b>	<b>Ano</b>	<b>Cidade</b>
PA 01	PA 02	<b>1,61</b>	<b>2019</b>	Belém
PA 02	PA 03	<b>0,93</b>	<b>2019</b>	Ananindeua
PA 03	PA 04	<b>1,92</b>	<b>2019</b>	Ananindeua
PA 04	PA 05	<b>2,25</b>	<b>2019</b>	Ananindeua
PA 05	PA 06	<b>0,96</b>	<b>2019</b>	Ananindeua
PP 01	PP 02	<b>0,57</b>	<b>2024</b>	Belém
PP 02	PP 03	<b>0,73</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 03	PP 04	<b>0,52</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 04	PP 05	<b>0,78</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 05	PP 06	<b>0,81</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 06	PP 07	<b>0,53</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 07	PP 08	<b>0,59</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 08	PP 09	<b>0,77</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 09	PP 10	<b>0,56</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 10	PP 11	<b>0,97</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 11	PP 12	<b>1,96</b>	<b>2024</b>	Ananindeua
PP 12	PP 13	<b>0,63</b>	<b>2024</b>	Marituba

Fonte: Autoria própria

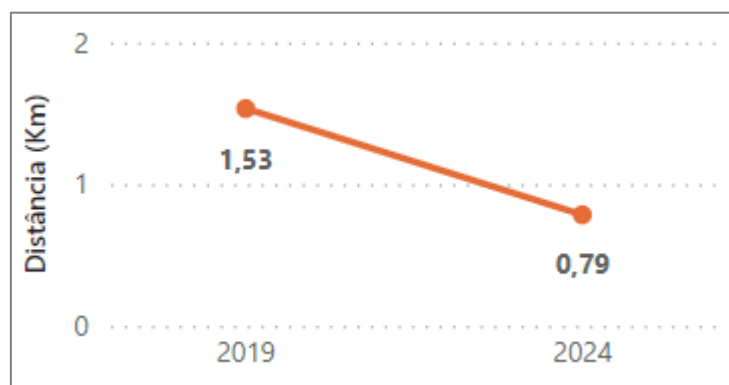
Figura 3 - Quantidade de passarelas



Fonte: Autoria própria

Após o cálculo fez-se uma outra medida com a função “média (= AVERAGE)” das distâncias calculadas entre as passarelas no ano de 2019 e 2024 (Figura 4). A distância média entre passarelas em 2019 foi de 1,53 Km e para 2024 será de 0,79 km, portanto, uma redução de 51,17%. Tal variação contribuirá, por exemplo, na diminuição de acidentes para pedestres e ciclistas desde que haja o incremento de políticas educacionais voltadas a todos os públicos usuários da via, em especial, quanto ao incentivo ao uso das passarelas como um meio seguro de a travessia.

Figura 4 - Distância média entre passarelas (Km)



Fonte: Autoria própria

O estudo de segurança viária realizado na concepção do projeto prevê uma redução de 40% nos acidentes com atropelamento, pois indica que as novas passarelas irão coibir e controlar a travessia dispersa e nem nível dos pedestres ao

direcioná-los aos pontos específicos para a realização da travessia (passarelas, estações ou semáforos).

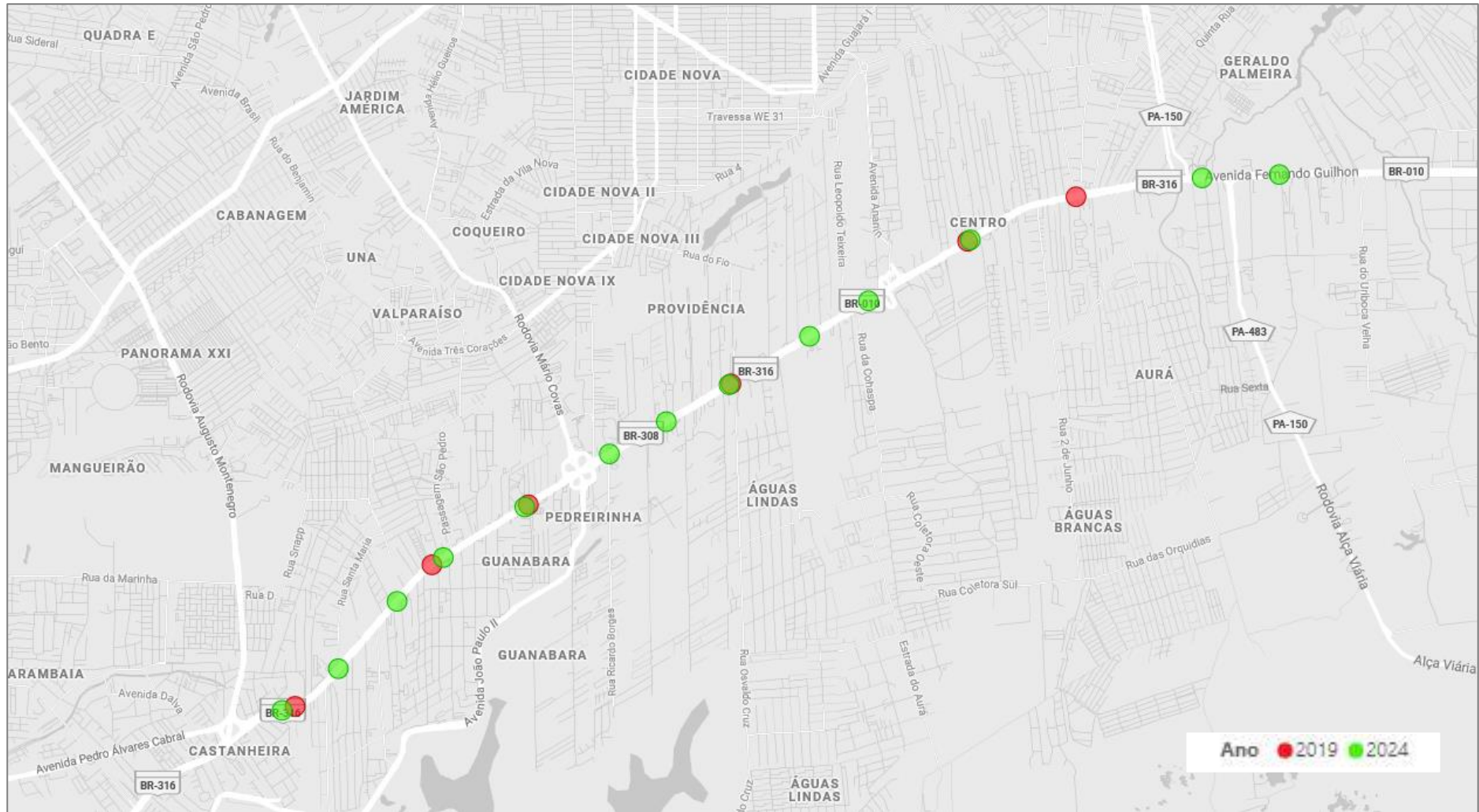
O Power BI também colabora para comparações visuais, onde foi possível por utilização da funcionalidade de mapa do software. Na figura 4, têm-se os dois anos com suas respectivas configurações, onde é perceptível a oferta de passarelas.

O ano de 2019, representado na cor vermelha, indica uma quantidade insuficiente de passarelas ao longo do principal trecho da BR-316, não atendendo demanda atual ou mesmo facilitando o seu uso.

O ano de 2024, na cor verde, representa todas as novas passarelas entregues. Nota-se um espaçamento regular entre cada passarela, criadas nos pontos de alta demanda por travessia.

Desta forma foi possível avaliar as mudanças de forma prática e detalhada, pois o relatório em Power BI possibilita filtragens dinâmicas e diferentes maneiras visualizar os dados coletados (gráficos e cálculos), permitindo, assim, uma análise mais assertiva.

Figura 5 - Mapa de passarelas (2019 x 2024)



Fonte: Autoria própria.

## 4.2 Infraestrutura das Antigas Passarelas

Por anos a infraestrutura das passarelas na BR-316 foi inalterada assim como as manutenções visando garantir a boa vida útil. Com isso, os pedestres são afetados devido à manutenção ineficaz. Entre os principais problemas detectados estão: estrutura metálica deteriorada e enferrujada; estrutura de concreto armado com armação aparente; partes da estrutura com fissuras.

Trata-se de um problema antigo conforme retratado em matéria de jornal pela repórter Priscila Soares (Diário do Pará, 2016), onde em junho de 2016, conforme requisição do Ministério Público do Estado do Pará (MPPA), o 3ª Grupamento Bombeiro Militar (GBM) de Ananindeua emitiu parecer técnico diante à situação das passarelas de pedestres da rodovia BR-316 de Ananindeua/PA.

Das cinco passarelas inspecionadas, quatro foram classificadas como "ruins" e uma como "razoável". Problemas como infiltrações no concreto armado e exposição de ferragens foram identificados em quatro delas. A análise técnica concluiu que tais estruturas enfrentam graves problemas estruturais, demandando urgentemente obras de recuperação para garantir a segurança dos usuários.

Figura 6 - Antiga passarela de Ananindeua



Fonte: Autoria própria

Figura 7 - Passarela Antiga (Vista Inferior)



Fonte: Autoria própria

#### **4.3 Características gerais do projeto das novas passarelas**

As Passarelas e Estações representam uma parte essencial das intervenções planejadas para a implantação do Corredor BR-316. Este conjunto de intervenções no Sistema de Transporte Urbano tem como principal objetivo a melhoria da mobilidade urbana. Trata-se de uma iniciativa conjunta entre as Prefeituras Municipais de Belém, Ananindeua, Marituba e o Governo do Estado do Pará, abrangendo um trecho de 10.776 quilômetros que liga a cidade de Belém a Marituba. Esta área é conhecida por apresentar grandes desafios em termos de transporte e escoamento urbano na Região Metropolitana de Belém.

A Rodovia BR-316, que tem sua quilometragem inicial situada na área urbana de Belém e se estende até a cidade de Maceió, Alagoas totalizando 2.054 quilômetros, enfrenta sérios problemas nos seus primeiros dez quilômetros. Essa seção já foi classificada em 2010 como a rodovia mais perigosa do Brasil, registrando 2.222 acidentes apenas neste trecho sob análise.

A situação no trecho em estudo reflete um problema sério em termos de segurança viária e infraestrutura rodoviária. A prática frequente de travessias irregulares de pedestre de pedestres ao longo da rodovia são fatores que contribuem para um ambiente propício a acidentes, incluindo atropelamentos e freadas bruscas.

Esses problemas podem ser resultado de diversos fatores como a insuficiência e má distribuição das passarelas atuais, a falta de investimento em manutenção e melhorias na rodovia, planejamento inadequado, falta de sinalização eficiente e regulamentação inadequada das travessias de pedestres.

A solução para esses problemas geralmente requer uma abordagem integrada envolvendo esforços do governo para melhorar a infraestrutura rodoviária, investir em sinalização adequada, implementar medidas de segurança para pedestres e conscientizar os usuários da rodovia sobre práticas seguras de direção e travessia.

O projeto proposto visa acompanhar as tendências de desenvolvimento da região preparando a rodovia para uma configuração mais urbana (Figura 8). Busca-se adaptar a via para um perfil futuro que se enquadre em uma nova tipologia de ocupação, menos voltada para características rodoviárias e mais voltada para um ambiente urbano. Isso inclui uma ocupação que tende ao uso misto, contemplando áreas habitacionais, comerciais e de serviços. Este planejamento visa atender às transformações observadas na via, antecipando-se a um cenário urbano em constante evolução.

Figura 8 - Trecho em obras da BR-316 (1ª fase)



Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo /obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

Para determinar os locais estratégicos de implantação das Estações e Passarelas foi conduzida uma pesquisa de demanda juntamente com a elaboração de um mapa detalhado que abrange toda a área de implantação do projeto (Figura 9). A análise desses dados permitiu a identificação dos principais pontos geradores de demanda, a localização das passarelas que serão conectadas as estações do BRT nos pontos onde a procura pelo serviço de Transporte Público será mais expressiva (Tabela 3). Este planejamento visa otimizar a conveniência para os pedestres, reduzindo a necessidade de grandes deslocamentos.

Tabela 3 - Relação dos Principais Pontos de Travessia de Pedestres

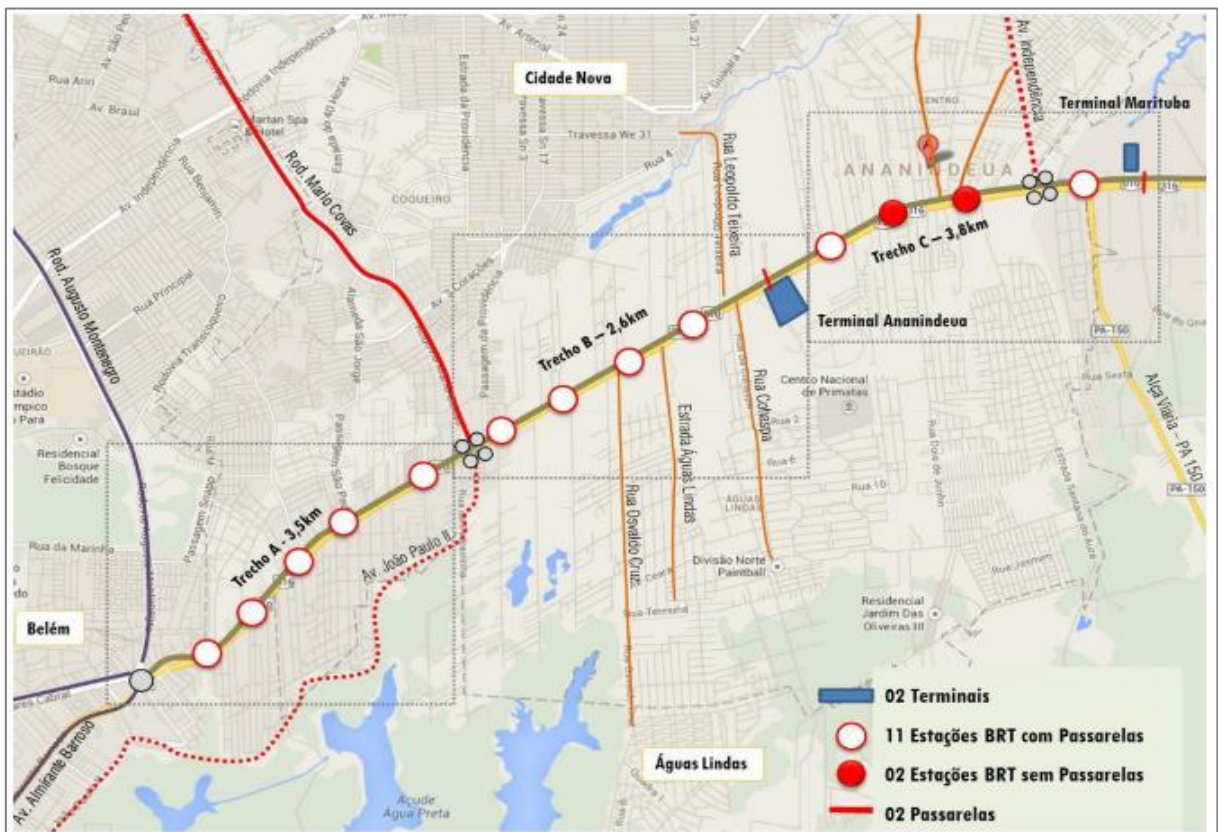
ID	ESTACA	REFERÊNCIA	ID	ESTACA	REFERÊNCIA
1	18	SHOPPING CASTANHEIRA	9	311/315	POSTO SHELL
2	34/35	HOLLIDAY E IGREJA MUNDIAL	10	322/323	FACULDADE DA AMAZÔNIA
3	51/52	BANCO SANTANDER E IGREJA MUNDIAL	11	357	NOVA CASA E HSN=BC
4	66	ITAPEMIRIM E CONDOMÍNIO CITYPARK	12	379/380	CENTRO MIX E RECEITA FEDERAL
5	101	SUPERMERCAD LÍDER E HOPISTAL METROPOLITANO	13	389	SUPERMERCADO PREÇ BOM, BANCO E LOTÉERICA
6	130	COLÉGIO BOMPASTOR, CAIXA ECONÔMICA FEDERAL E UNAMA	14	414/415	HOSPITAL ANITA GEROSA
7	182/183	UNIMED E ATACADÃO SÃO MIGUEL	15	452	ORTOBOM E MERCADÃO
8	214/215	FÁBRICA DA NOVA SCHIN			

Fonte: Relatório técnico estudo de tráfego e Segurança viária - Rodovia BR-316- EAP: 022014-10-A - 500- 50-PE-801-RT-001-00



Além disso, durante o processo de definição foi observado um intervalo específico entre as Estações, estabelecendo-se uma distância entre 600 e 800 metros entre cada uma delas. Este critério resultou na implantação de treze Estações ao longo do Corredor BR-316 cuja distribuição estratégica visa atender às demandas de deslocamento da população, garantindo um acesso mais eficiente e equitativo ao sistema de transporte público.

Figura 10 - Locação Estações e Terminais

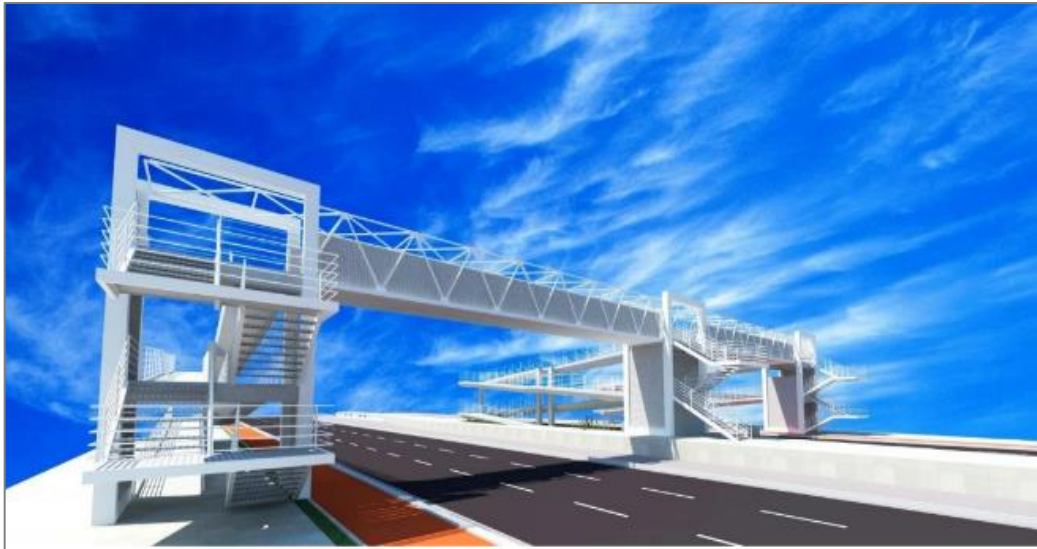


Fonte: Book de Apresentação-BR316- março 2016- EAP: 022014-10-A-500-50-PE-062-AD-001-00

Das treze Estações de ônibus planejadas para implantação, onze delas serão acompanhadas por uma Passarela que conectará o canteiro central às extremidades da via (Figura 10). Essa estrutura possibilitará a travessia segura dos pedestres, garantindo a ligação entre as áreas adjacentes à rodovia. Em contrapartida, nas outras duas Estações, o acesso será facilitado por meio de faixas de pedestres equipadas com semáforos. Esta abordagem visa proporcionar opções variadas de acesso seguro para os pedestres considerando diferentes necessidades e localizações ao longo do Corredor BR-316.

As rampas planejadas serão construídas utilizando concreto pré-moldado, sendo encaixadas sobre pilares centrais e mísulas de apoio. Para garantir a conformidade com a legislação de acessibilidade, as rampas foram divididas em quatro lances e oito patamares. Além das rampas, também será implantada uma escada metálica (Figura 11).

Figura 11 - Perspectiva da Passarela Tipo A

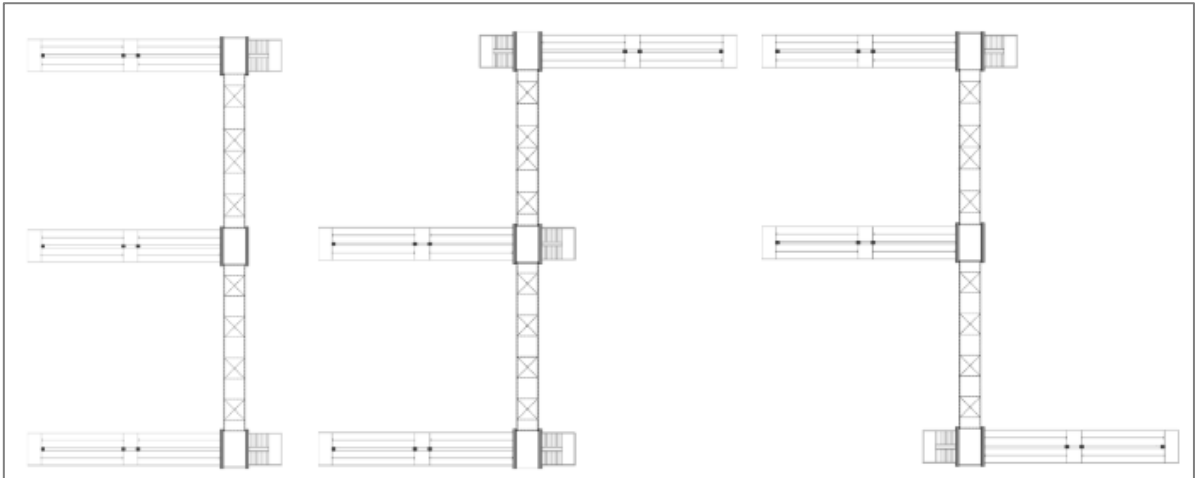


Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

Para atender aos requisitos de segurança está prevista a instalação de guarda-corpos com corrimão em dupla altura ao longo das rampas e com suportes nos patamares. Adicionalmente, junto ao canteiro central, será instalado um bicicletário, visando oferecer uma opção de estacionamento seguro para bicicletas. Estas medidas visam não apenas atender aos padrões de acessibilidade, mas também garantir a segurança e comodidade dos pedestres e ciclistas que utilizam as estruturas do Corredor BR-316.

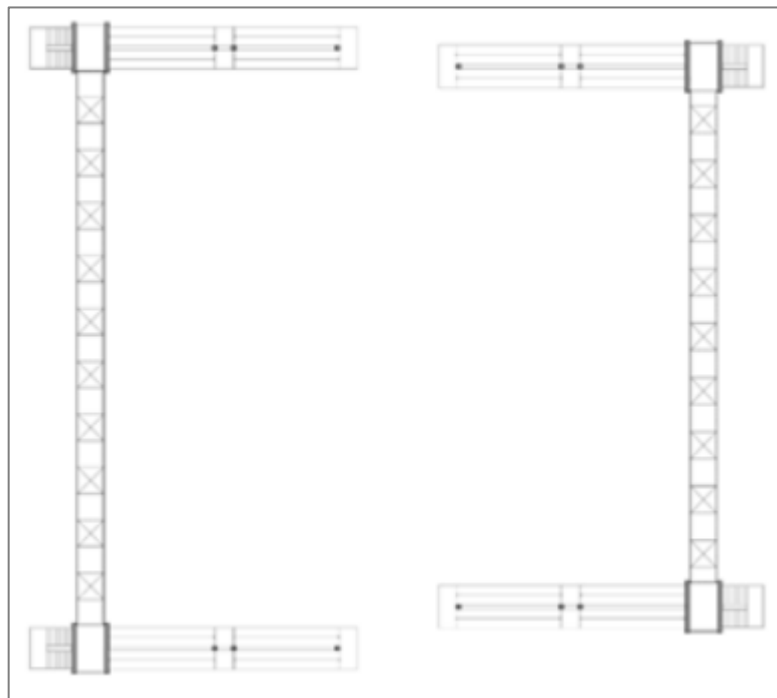
As Tipologias “A”, “B” e “C” presente na Figura 12, correspondem às rampas com acesso ao canteiro central associados às Estações de transbordo do Corredor BR-316. Para atender aos Terminais Ananindeua e Marituba serão implantadas passarelas tipo “D” e “E” sem acesso ao canteiro central, Figura 13.

Figura 12 - Tipologia A, B e C das Passarelas



Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

Figura 13 - Tipologia D e E das Passarelas



Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

Em duas das estações planejadas, o acesso às extremidades da via será realizado ao nível do solo por meio de faixas de pedestres equipadas com semáforos. Essa escolha foi motivada pelo elevado fluxo de pedestres que atravessam a via para utilizar o sistema no centro de Ananindeua. Nesse contexto, a obrigatoriedade de

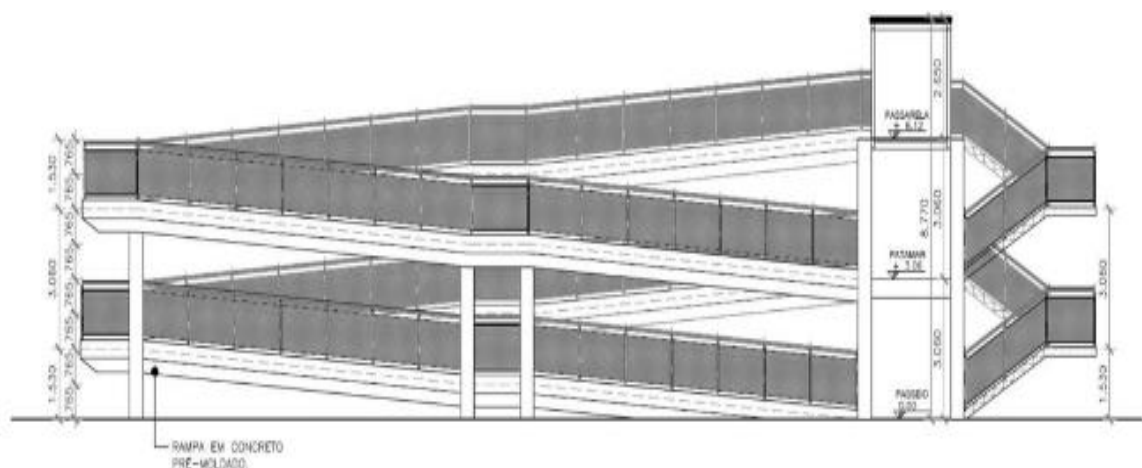
utilizar a Passarela como meio de passagem poderia representar uma penalidade para os usuários, tornando o acesso mais complexo ou demorado do que atravessar a rua diretamente. Esta solução busca oferecer uma opção mais conveniente e direta para os pedestres que utilizam o sistema de transporte, considerando a realidade e as necessidades específicas de acesso na região.

#### 4.4 Acessibilidade

O projeto das Estações e Passarelas abrange a implantação de treze Estações ao longo da rodovia destinadas ao embarque e desembarque de passageiros. Essas Estações estão associadas à instalação de Passarelas em áreas estratégicas, proporcionando travessias seguras sobre a via e facilitando o acesso às Estações de maneira segura e acessível.

Um ponto fundamental do projeto é assegurar a plena acessibilidade a esse serviço de transporte a todos os cidadãos incluindo pessoas com deficiência física. Para garantir esta acessibilidade, as rampas foram projetadas com inclinações adequadas em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela NBR-9050 (Figura 14). Essa medida visa permitir que todos os usuários, independentemente de suas capacidades físicas, possam utilizar as instalações de transporte de maneira autônoma e segura.

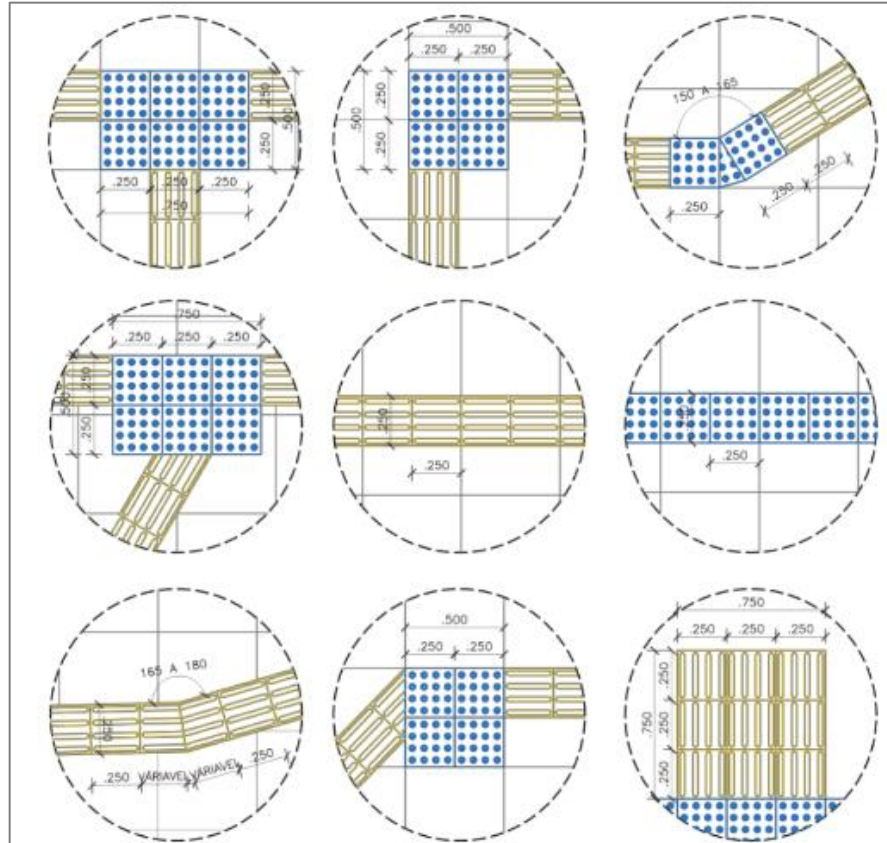
Figura 14 - Rampa Acessível



Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

O projeto prevê a instalação de Piso Direcional e Alerta no passeio, quando necessário e como recomendado pela norma (Figura 15).

Figura 15 - Piso Tátil e Direcional



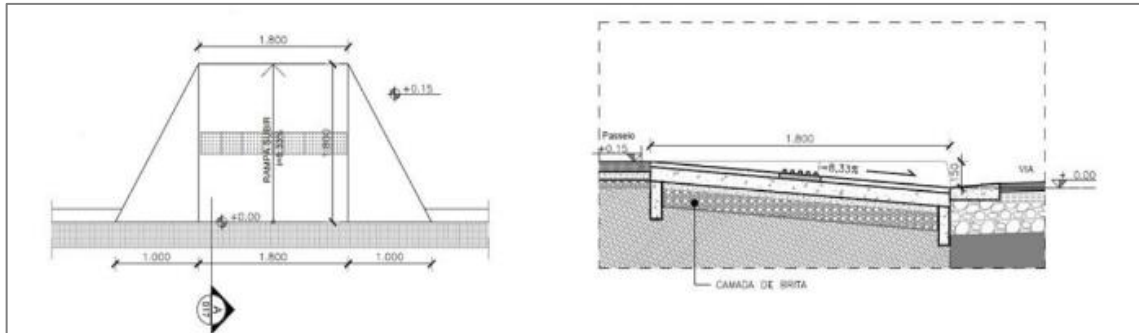
Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

Serão instaladas rampas em faixas de pedestres sinalizadas nos cruzamentos, com foco na remoção de obstáculos nas sarjetas para garantir acessibilidade e segurança na travessia.

A implantação de rampas em conformidade estrita com as diretrizes da NBR-9050 implica na ocupação de uma área de terreno significativa. Isso se deve à necessidade de atender às especificações da norma, que limitam a inclinação das rampas para garantir acessibilidade adequada. Além disso, é preciso reservar espaço para a criação de patamares de descanso em intervalos regulares ao longo das rampas, permitindo pausas durante a subida ou descida. A largura das rampas também é um fator crítico, pois deve ser suficiente para acomodar a manobra das cadeiras de rodas e garantir espaço adequado para viradas e giros, garantindo a segurança e a autonomia dos usuários com mobilidade reduzida. Esses requisitos

combinados resultam na necessidade de uma área considerável para a instalação dessas rampas acessíveis e funcionais.

Figura 16 - Perfil Rampa das Passarelas



Fonte: Seção VI: Requisitos de Obras (WR) Anexo A – Projeto Executivo / obra: 600 – Estações e Passarelas – 123 – Arquitetura / Memorial Descritivo

#### 4.4.1 Piso Tátil

A sinalização tátil no piso será feita por meio de placas de concreto pré-moldado, as quais terão uma cor contrastante em relação ao piso adjacente.

#### 4.4.2 Piso Tátil Direcional

A sinalização tátil direcional será formada por placas de 25 x 25 centímetros, apresentando uma textura em seção trapezoidal de acordo com a norma. Essas placas serão dispostas na direção do deslocamento, sobre o piso já instalado, conforme especificado no projeto.

#### 4.4.3 Piso Tátil de Alerta

A sinalização tátil de alerta será composta por placas de 25 x 25 centímetros, apresentando uma textura formada por relevos tronco-cônicos, os quais serão instalados sobre o piso já existente, conforme indicado no projeto.

#### 4.4.4 Corrimão

O corrimão das rampas será confeccionado em aço inoxidável de 1 1/2", com dois corrimãos em ambos os lados, posicionados a 70 cm e 92 cm de altura em relação ao

piso final das rampas. Esses corrimãos serão fixados em barras de suporte, instaladas sobre a guia de balizamento conforme o projeto estabelecido.

#### 4.5 Entrega das novas passarelas

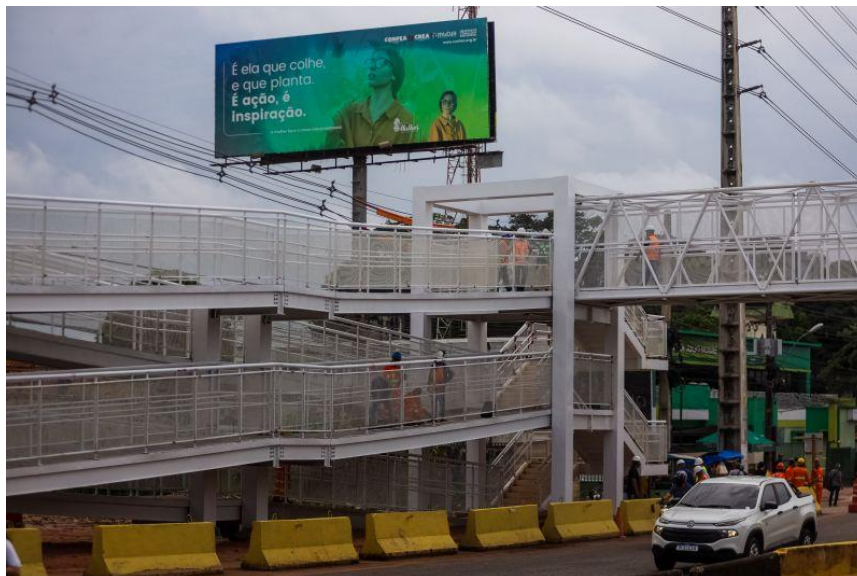
No período de elaboração desse estudo foram entregues 4 passarelas localizadas nos quilômetros 4, 6 e 7 do primeiro trecho da rodovia BR-316.

Figura 17 - Nova Passarela instalada



Fonte: Agência Pará

Figura 18 - Nova Passarela instalada (2)



Fonte: Agência Pará

Figura 19 - Nova Passarela instalada (3)



Fonte: Agência Pará

Figura 20 - Nova Passarela instalada (4)



Fonte: Autoria própria

Figura 21 - Nova Passarela instalada (5)



Fonte: Autoria própria

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos é fornecido suporte à ideia proposta que a distância média entre as 13 novas passarelas que serão implantadas até 2024, será de 0,79 km, portanto, uma redução de 51,17 % da possível caminhada de pedestres, tornando, evidente a necessidade de outras passarelas e a distribuição no trecho para atender efetivamente a população com acessibilidade adequada e que permita a transição suave entre caminhar, andar de bicicleta e utilizar transporte público, desta forma proporcionando escolhas flexíveis e adaptáveis aos diversos perfis de usuários. A introdução das novas passarelas na BR-316 irá desempenhar um papel fundamental como medida mitigadora para controlar e direcionar a travessia de pedestres, disciplinando a prática para pontos específicos assim produzindo um efeito positivo na segurança viária. Assim, a implantação das passarelas surge como medida não apenas a travessia do pedestre como também auxiliará na diminuição de acidentes; conferindo aos seus usuários um deslocamento mais seguro.

Em contrapartida, as 5 passarelas existentes não promovem em sua totalidade a acessibilidade e segurança ao pedestre, ocasionando o processo de segregação socioespacial da população e desencadeia o cenário de falta de acessibilidade nas travessias de pedestres e ciclistas, que enfrentam a distância média entre elas de 1,53 Km, conseqüentemente, a maioria opta pela forma irregular de travessia.

O projeto de implantação das passarelas, possui como ponto fundamental garantir a plena acessibilidade do serviço de transporte para todos os cidadãos. Essa abordagem destaca o compromisso com a inclusão e acessibilidade, considerando não apenas a funcionalidade do serviço de transporte, mas também a garantia aos pedestres para que possam utilizar o serviço de maneira eficaz e digna. O cumprimento dos padrões estabelecidos pela NBR-9050 reforça que o mesmo cria condições adequadas à acessibilidade.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050 – **Acessibilidade na edificação nos transportes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários**: Escopos básicos / instruções de serviço. - 3. ed. - Rio de Janeiro, 2006.484p. (IPR. Publ., 726). 1. Rodovias – Projetos. I. Série. II. Título.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes -DNIT. **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas**. Rio de Janeiro: Ipr. Publ., 740, 2010. 392 p.

PESSOA, Giovanna Carolina de Souza; DOMINGOS Janaína de Melo Franco. Análise da implantação de passarela para travessia de pedestres na rodovia BR 376, PR, Brasil. **Revista Geoaraguaia** – ISSN: 2236-9716 – V.13 n. Esp. da Travessia à Resiliência – Cad. 1 Jul-2023.

VOLPATO, Thiago Bottega; CARMO, Beatriz de Azevedo do. Mobilidade urbana e acessibilidade: reflexões e proposições sobre a implantação de passarelas na br-163, os pedestres e os ciclistas em Sorriso (MT). **Revista Geoaraguaia** – ISSN: 2236-9716 – V.13 n. Esp. da Travessia à Resiliência – Cad. 1 Jul-2023.

CHAVES, Rafael Tavares; SILVA, Valdimar Luciano da. **Mobilidade e acessibilidade: caso do trecho da BR-116, km 526,5 do perímetro urbano do município de Caratinga - MG. 2017**. 44 f. Trabalho de conclusão (Engenharia Civil) – Faculdades Integradas de Caratinga, Caratinga, 2017.

GOTO, Massa (2000). **Uma análise de acessibilidade sob a ótica da equidade - o caso da Região Metropolitana de Belém**. São Carlos, 2000. 77p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

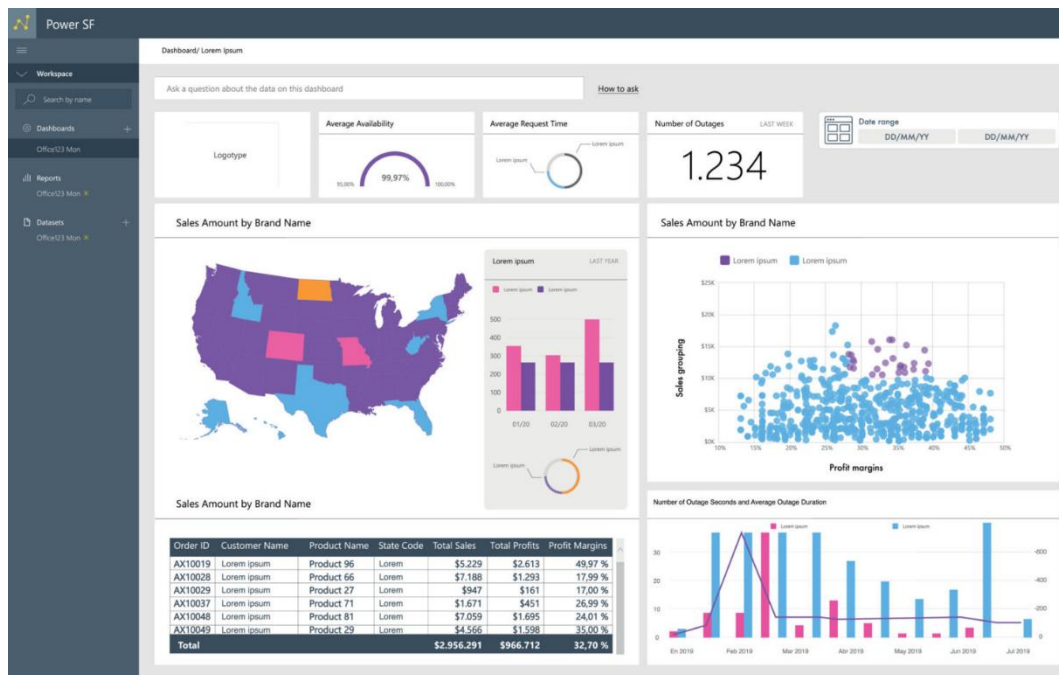
VIANA, Valéria de Barros; LIMA, Rayanne. Acessibilidade em passagens sobre vias de grande tráfego: Estudo da passarela no campus Recife da universidade federal de Pernambuco. **1º CONAERG**.

MONTENEGRO, Bruna. Power BI: o que é, para o que é usado e como funciona?  
EBAC. <https://ebaonline.com.br/blog/o-que-e-power-bi>. Acesso em: 22 dez. 2023.

## ANEXO A – Conceito da ferramenta Power BI

O Power BI é uma solução para análise e representação de dados criada pela *Microsoft*. Com essa ferramenta, dados são transformados em informação. Usando o Power BI, é viável produzir painéis e quadros de controle que exibem informações numéricas, análises, informações, catálogos e representações visuais de forma descomplicada e de fácil compreensão. Isso ocorre porque o objetivo principal dessa ferramenta é simplificar a interpretação de dados e incentivar um maior engajamento do público com a maneira como esses dados são apresentados. Devido a essas características, o Power BI tornou-se uma ferramenta amplamente adotada no âmbito empresarial. Com o Power BI, é factível criar e elaborar relatórios que são atualizados em tempo real ou de acordo com a frequência desejada. A partir desses relatórios, é possível tomar decisões mais assertivas.

Figura 22 - Exemplo de um dashboard desenvolvido dentro do Power BI.



Fonte: Shutterstock


Segundo a EBAC (Escola Britânica de Artes Criativas & Tecnologia), o Power BI se destaca pela sua simplicidade. É uma ferramenta que pode ser usada por profissionais da área de tecnologia assim como de outros departamentos. Por conta disso, a sua interface, comandos e criações são simples.

## ANEXO I


### LISTA DE PRESENÇA

Aos 20 dias do mês de dezembro de 2023, às 10h05 horas, na sala virtual do Gmeets (meet.google.com/ubw-zzxu-aoj) da Faculdade de Engenharia Civil, os Discentes a baixo relacionados estavam presentes na defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do(s) Discente(s) **Bernardo Augusto Campina Santa Rosa e Pricianne Sarmiento Xisto da Silva** com o Título **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estrutura metálicas na BR-316**.

Nº MAT	Nome	Assinatura
	Ana Beatriz	
	Ana Karita Amador	
	Natasha Boás	
	Victoria Soeiro	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA - ITEC  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL - FEC




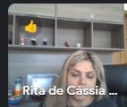

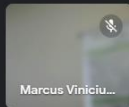

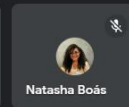
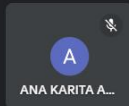


**MOBILIDADE URBANA: PROPOSIÇÕES SOBRE A IMPLANTAÇÃO DAS 13 PASSARELAS DE ESTRUTURAS METÁLICAS NA BR-316**

Belém, 20 de dezembro de 2023

**Discentes:**  
Bernardo Augusto Campina Santa Rosa  
Pricianne Sarmiento Xisto da Silva

**Orientadora:** Profª Drª Christiane Lima Barbosa

BELÉM / 2023

**B Bernardo Santa Rosa (Apresentando)**

**Implantação de novas passarelas na BR-316**  
Orientadores: Bernardo Santa Rosa e Pricianne Xisto  
Orientadora: Prof. Drª Christiane Lima Barbosa  
Faculdade de Engenharia Civil (FEC) - 2023.4


**Filtros** 2019 2024 Cidade Ananiasnãua Belém

Distância média entre passarelas (Km)

Distância entre Passarelas Ano de 2019: 0,00

Distância entre Passarelas Ano de 2024: 0,00

Passarelas na BR-316 (2019 x 2024)



Quantidades de passarelas na BR-316

Cidade	2019	2024
Ananiasnãua	1	0
Belém	0	13


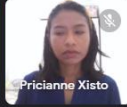

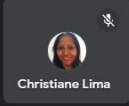


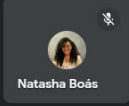
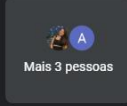
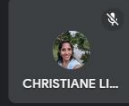
Distância média entre passarelas (Km)

Distância entre passarelas (em Km)

Ano	Origem	Destino	Distância
2019	PA 01	PA 02	1,61
2019	PA 02	PA 03	0,93
2019	PA 03	PA 04	1,52
2019	PA 04	PA 05	2,25
2019	PA 05	PA 06	0,96

Houve redução de 53,17% entre as distâncias médias entre passarelas em 2024.

**Legenda**  
PA - Passarelas Antigas  
PP - Passarela de Projeto

**ANEXO III**  
**ATA DE DEFESA DE TCC II**

Aos 20 dias do mês de dezembro de 2023, às 10:05 horas, na sala virtual do Gmeets (meet.google.com/ubw-zzxu-aoj) Faculdade de Engenharia Civil, reuniu-se a Banca Examinadora designada a avaliar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), com o Título **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estruturas metálicas na BR316.**

Orientador: Profª Drª Christiane Lima Barbosa  
Discente 1: Bernardo Augusto Campina Santa Rosa  
Discente 2: Pricianne Sarmento Xisto da Silva

Ao fim da Sessão, a Banca Examinadora deliberou aos alunos as seguintes notas:

<b>AVALIAÇÃO</b>	<b>Pontuação Máxima</b>	<b>NOTA Orientador</b>	<b>NOTA Avaliador 1</b>	<b>NOTA Avaliador 2</b>	<b>TOTAL</b>	<b>MÉDIA</b>
Apresentação Escrita	1,00	1,0	0,7	0,8	2,5	0,8
Metodologia	1,00	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0
Desenvolvimento	2,00	2,0	1,8	1,7	5,5	1,8
Conclusão	2,00	2,0	1,0	1,5	4,5	1,5
Relevância do Trabalho	2,00	2,0	2,0	2,0	6,0	2,0
Apresentação Oral	2,00	2,0	2,0	2,0	6,0	2,0
					<b>TOTAL</b>	<b>9,1</b>
					<b>CONCEITO</b>	<b>EXC</b>

Assinatura do Orientador:  Documento assinado digitalmente  
**CHRISTIANE LIMA BARBOSA**  
Data: 04/01/2024 12:36:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Avaliador 1:  Documento assinado digitalmente  
**RITA DE CASSIA MONTEIRO DE MORAES**  
Data: 22/12/2023 13:38:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Avaliador 2:  Documento assinado digitalmente  
**MARCUS VINICIUS GUERRA SERAPHICO DE ASSI**  
Data: 27/12/2023 16:33:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Belém-PA, 20/12/2023.

**ANEXO V**  
**PARECER DO ORIENTADOR SOBRE AS CORREÇÕES NO TCC**

Eu, Profª Drª Christiane Lima Barbosa (orientadora), declaro perante a Coordenação de TCC que todas as correções sugeridas pela banca examinadora, no ato da defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foram realizadas pelo(s) discente(s):

Nome	Matrícula
Bernardo Augusto Campina Santa Rosa	<b>201706740083</b>
Pricianne Sarmento Xisto da Silva	<b>201706740151</b>

Belém, 04/01/2024



*Christiane Lima Barbosa*

Profª Drª Christiane Lima Barbosa

Matrícula SIAPE nº 2316843

## ANEXO VI

Ministério da Educação  
 Universidade Federal do Pará  
 Sistema de Bibliotecas

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Autor(a): **Bernardo Augusto Campina Santa Rosa**

Afiliação do(a) autor(a): \_\_\_\_\_  
 Instituição de vínculo empregatício do(a) autor(a)

CPF: 034.104.372-90

Matricula: 201706740083

Telefone: (91) 98231-5027

E-mail: **bernardosantarosa97@gmail.com**

Curso/Programa: **Bacharelado em Engenharia Civil**

Orientador(a): **Profª Drª Christiane Lima Barbosa**

Coorientador(a): **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estruturas metálicas na BR316.**

Título/Subtítulo:

Data da Defesa: **20/12/2023**

Tipo do documento:  TCC1 ( ) TCCE2 ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro ( )

Capítulo de livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: \_\_\_\_\_

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional Creative Commons 4.0;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritas de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Local e Data:

*Belém, 04/11/24*

Assinatura do(a) autor(a)

*Bernardo Augusto Campina Santa Rosa*

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

<sup>2</sup> Trabalho de Conclusão de Especialização

Ministério da Educação  
Universidade Federal do Pará  
Sistema de Bibliotecas

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA PUBLICAÇÃO  
DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. Tipo de documento: ( ) TCC3 ( ) TCCE4 ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro ( ) Capítulo de Livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: TCC1

2. Informações sobre a obra:

Autor(a): **Bernardo Augusto Campina Santa Rosa**

RG: 6298031 CPF: 034.104.372-90

E-mail: **bernardosantarosa97@gmail.com**

Telefone: (91) 98231-5027 Programa: \_\_\_\_\_

Orientador(a): **Profª Drª Christiane Lima Barbosa**

Coorientador(a): \_\_\_\_\_

Título do documento: **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estruturas metálicas na BR316.**

Data da defesa: **20/12/2023**

Área do Conhecimento (tabela do CNPq): **ENGENHARIAS**

Área de Concentração (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Linha de Pesquisa (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Agência de Fomento (se houver): \_\_\_\_\_

3. Informação de disponibilização do documento:

Restrição para publicação:  Total\* ( ) Parcial\* ( ) Sem restrição

Justificativa de restrição total: **SEM INTERESSE DE PUBLICAÇÃO**

Em caso de restrição parcial, especifique os capítulos restritos: \_\_\_\_\_

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: **\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**

4. Permissões<sup>3</sup>

Permite o uso comercial da obra?  Sim ( ) Não

Permitir modificações na obra? ( ) Sim  Não

O documento está sujeito a patentes? ( ) Sim  Não

5. T&D defendidas fora da instituição

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? ( ) Sim  Não \_\_\_\_\_

Local e Data Belém, 04/01/2024

Assinatura do Autor(a)

*Bernardo Augusto Campina Santa Rosa*

<sup>3</sup> Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

<sup>4</sup> Trabalho de Conclusão de Especialização

<sup>6</sup> Creative Commons Internacional 4.0\* Não será disponibilizado, somente após a data informada neste termo, se houver

**ANEXO VI**

Ministério da Educação  
 Universidade Federal do Pará  
 Sistema de Bibliotecas

**DECLARAÇÃO DE AUTORIA**

Autor(a): **Pricianne Sarmiento Xisto da Silva**

Afiliação do(a) autor(a): \_\_\_\_\_

Instituição de vínculo empregatício do(a) autor(a)

CPF: **962.471.772-91**

Matrícula: **201706740151**

Telefone: **(91) 98249-0571**

E-mail: **xistopricianne@gmail.com**

Curso/Programa: **Bacharelado em Engenharia Civil**

Orientador(a): **Profª Drª Christiane Lima Barbosa**

Coorientador(a): **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estruturas metálicas na BR316.**

Título/Subtítulo:

Data da Defesa: **20/12/2023**

Tipo do documento:  TCC1 ( ) TCCE2 ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro ( )

Capítulo de livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: \_\_\_\_\_

Declaro que, para os devidos fins, o presente trabalho é de minha autoria e que estou ciente:

- Dos Artigos 297 a 299 do Código Penal, Decreto-Lei n. 2.848 de 7 de dezembro de 1940;
- Da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os Direitos Autorais;
- Do Regimento Interno da Universidade Federal do Pará;
- Da lei 12.527 de novembro de 2011, que trata da Lei de Acesso à Informação;
- Da utilização da licença pública internacional Creative Commons 4.0;
- Que plágio consiste na reprodução de obra alheia e submissão da mesma como trabalho próprio ou na inclusão, em trabalho próprio, de ideias, textos, tabelas ou ilustrações transcritas de obras de terceiros sem a devida e correta citação referencial.

Local e Data: Belém, 04/01/2024

  
 Assinatura do(a) autor(a)

<sup>1</sup> Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

<sup>2</sup> Trabalho de Conclusão de Especialização

Ministério da Educação  
 Universidade Federal do Pará  
 Sistema de Bibliotecas

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO E DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA PARA PUBLICAÇÃO  
 DIGITAL NO PORTAL INSTITUCIONAL DE ACESSO ABERTO DA UFPA**

1. Tipo de documento: ( ) TCC3 ( ) TCCE4 ( ) Dissertação ( ) Tese ( ) Artigo Científico ( ) Livro ( ) Capítulo de Livro ( ) Trabalho Apresentado em evento ( ) Outro: \_\_\_\_\_

2. Informações sobre a obra:

Autor(a): **Pricianne Sarmiento Xisto da Silva**

**RG: 5709552 CPF: 962.471.772-91**

E-mail: xistopricianne@gmail.com

Telefone: (91) 98249-0571 Programa: \_\_\_\_\_

Orientador(a): **Profª Drª Christiane Lima Barbosa**

Coorientador(a): \_\_\_\_\_

Título do documento: **Mobilidade Urbana: proposições sobre a implantação das 13 passarelas de estruturas metálicas na BR316.**

Data da defesa: **20/12/2023**

Área do Conhecimento (tabela do CNPq): **Engenharia**

Área de Concentração (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Linha de Pesquisa (Se Tese ou Dissertação): \_\_\_\_\_

Agência de Fomento (se houver): \_\_\_\_\_

3. Informação de disponibilização do documento:

Restrição para publicação: (X) Total\* ( ) Parcial\* ( ) Sem restrição

Justificativa de restrição total: \_\_\_\_\_

Em caso de restrição parcial, especifique os capítulos restritos: \_\_\_\_\_

A partir de qual data esse documento poderá ser disponibilizado: **04/01/2024**

4. Permissões<sup>5</sup>

Permite o uso comercial da obra? ( ) Sim (X) Não

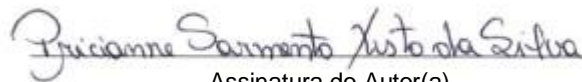
Permitir modificações na obra? ( ) Sim (X) Não

O documento está sujeito a patentes? ( ) Sim (X) Não

5. T&D defendidas fora da instituição

É Tese ou Dissertação defendida fora da UFPA? ( ) Sim (X) Não \_\_\_\_\_

Local e Data: Belém, 04/01/2024



Assinatura do Autor(a)

<sup>3</sup> Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação

<sup>4</sup> Trabalho de Conclusão de Especialização

<sup>5</sup> Creative Commons Internacional 4.0\* Não será disponibilizado, somente após a data informada neste termo, se houver