



**Realidade Virtual em Projetos de Mobilidade Urbana –  
Estudo de Caso de Passo Fundo-RS**

*Virtual Reality in Urban Mobility Projects – Case Study of Passo Fundo-RS*

*Realidad Virtual en Proyectos de Movilidad Urbana – Estudio de Caso de Passo Fundo-  
RS*

**Georgea Marthina Pedott**

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, ATITUS Educação, Brasil  
georgeapedott@hotmail.com

**Tháisa Leal da Silva**

Professora Doutora, ATITUS Educação, Brasil  
thaisa.silva@atitus.edu.br



## RESUMO

A mobilidade urbana está associada aos meios de transportes urbanos, uma vez que busca atender às necessidades de deslocamento das pessoas para realização de atividades do cotidiano. Nesse contexto, a promoção do uso de transportes ativos em detrimento ao uso do automóvel é uma estratégia importante na busca por uma mobilidade urbana mais sustentável, que traz a efetividade do uso da bicicleta como modal de transporte. Neste cenário, as tecnologias digitais, como a Realidade Virtual, podem ser importantes aliadas no suporte a análises e estudos sobre mobilidade urbana. Este artigo tem como objetivo analisar como a Realidade Virtual pode auxiliar na elaboração de projetos de mobilidade urbana, mais especificamente na adequação de uma ciclovia na cidade de Passo Fundo-RS. Na metodologia, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica, logo após foi realizado um levantamento de dados com medição e fotografia de quatro trechos de uma ciclovia de Passo Fundo-RS. A seguir realizou-se a modelagem das imagens incluindo proposições de melhorias para esses trechos, e por fim uma avaliação das proposições através do uso de óculos de Realidade Virtual e aplicação de um questionário avaliativo. Para a elaboração das proposições foram analisados elementos como proteção das faixas, sinalização, estado de conservação da ciclovia, entre outros. Os resultados tanto sobre as proposições, quanto sobre o uso da Realidade Virtual para a análise das mesmas foram bastante satisfatórios. Assim, percebe-se o potencial do uso da Realidade Virtual para a elaboração de projetos de mobilidade e urbanos, bem como para a análise de satisfação dos usuários.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mobilidade urbana. Mobilidade ativa. Ciclovia. Realidade Virtual.

## SUMMARY

*Urban mobility is associated with urban transport, as it seeks to meet people's travel needs to carry out daily activities. In this context, promoting the use of active transport to the detriment of automobile use is an important strategy in the search for more sustainable urban mobility, which makes the use of bicycles as a mode of transport more effective. In this scenario, digital technologies, such as Virtual Reality, can be important allies in supporting analyzes and studies on urban mobility. This article aims to analyze how Virtual Reality can help in the development of urban mobility projects, more specifically in the adaptation of a cycle path in the city of Passo Fundo-RS. In the methodology, initially a bibliographical research was carried out, followed by a data collection with measurements and photographs of four sections of a cycle path in Passo Fundo-RS. Next, the images were modeled, including proposals for improvements to these sections, and finally, an evaluation of the propositions using Virtual Reality glasses and the application of an evaluative questionnaire. To prepare the proposals, elements such as lane protection, signage, the state of conservation of the cycle path, among others, were analyzed. The results regarding both the propositions and the use of Virtual Reality to analyze them were quite satisfactory. Thus, the potential of using Virtual Reality for the development of mobility and urban projects, as well as for analyzing user satisfaction, can be seen.*

**KEYWORDS:** Urban mobility. Active Mobility. Bike lane. Virtual Reality.

## RESUMEN

*La movilidad urbana está asociada al transporte urbano, ya que busca satisfacer las necesidades de desplazamiento de las personas para realizar las actividades diarias. En este contexto, potenciar el uso del transporte activo en detrimento del uso del automóvil es una estrategia importante en la búsqueda de una movilidad urbana más sostenible, que haga más efectivo el uso de la bicicleta como modo de transporte. En este escenario, las tecnologías digitales, como la Realidad Virtual, pueden ser aliados importantes para apoyar los análisis y estudios sobre movilidad urbana. Este artículo tiene como objetivo analizar cómo la Realidad Virtual puede ayudar en el desarrollo de proyectos de movilidad urbana, más específicamente en la adecuación de una vía ciclista en la ciudad de Passo Fundo-RS. En la metodología, inicialmente se realizó una investigación bibliográfica, seguida de una recolección de datos con mediciones y fotografías de cuatro tramos de una ciclovia en Passo Fundo-RS. A continuación se modelaron las imágenes, incluyendo propuestas de mejora de dichos apartados, y finalmente, una evaluación de las propuestas mediante gafas de Realidad Virtual y la aplicación de un cuestionario valorativo. Para elaborar las propuestas se analizaron elementos como la protección de carriles, la señalización, el estado de conservación de la ciclovia, entre otros. Los resultados tanto de las proposiciones como del uso de Realidad Virtual para analizarlas fueron bastante satisfactorios. Así, se aprecia el potencial del uso de la Realidad Virtual para el desarrollo de proyectos de movilidad y urbanismo, así como para el análisis de la satisfacción de los usuarios.*

**PALABRAS CLAVE:** Movilidad urbana. Movilidad Activa. Carril de bicicletas. Realidad Virtual.



## 1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um atributo associado aos meios de transportes urbanos, de diferentes formas, buscando atender à necessidade das pessoas no deslocamento para realização de atividades do cotidiano, como trabalho, educação, saúde, entre outros, com o objetivo de desenvolver relações sociais e econômicas. Para cumprir esses objetivos o modo de transporte pode ser diverso, através do deslocamento a pé, transportes não motorizados e motorizados, por conta disso é essencial compreender a organização das cidades para propor modos de locomoção que realmente funcionem através das diferentes realidades (Vaccari, 2011). Este trabalho irá abordar a mobilidade urbana ativa, mais precisamente o uso da bicicleta.

Nesse contexto, diversos estudos apontam para a promoção do uso de transportes e de deslocamentos ativos em detrimento ao uso do automóvel como estratégias importantes na busca por uma mobilidade urbana mais sustentável (Buehler; Pucher, 2011; Hickman; Hall; Banister, 2013). Essa busca por meios alternativos para deslocar-se tem evidenciado a efetividade do uso da bicicleta como modal de transporte (Freudendal-Pedersen, 2015; Gössling, 2013; Lanzendorf; Buschgeertsema, 2014).

É importante destacar, dessa forma, que o departamento Nacional de Trânsito relatou um aumento significativo da frota motorizada brasileira no período de dez anos entre os anos de 2007 a 2017 com o aumento de 95,58% (DETRAN, 2007;2017). Esse número excessivo de veículos, gera graves consequências para as cidades, principalmente para a população urbana, que dentre outros fatores, tem os espaços destinados a circulação ativa destituídos e comprometidos, por conta desse aumento na frota motorizada.

De acordo com Pucher e Buehler (2008), o êxito na promoção do uso da bicicleta como meio de transporte, em conjunto com ações que se complementam, abrange desde a criação de infraestruturas até medidas restritivas do transporte individual motorizado. Assim a compreensão e análise do ciclo completo de implementação de ações pró-bicicletas, abrangendo o processo que levou à implementação de infraestrutura cicloviária, é fundamental para o aperfeiçoamento de projetos em escala urbana voltados a esse modal de transporte ativo.

O ciclismo está reaparecendo como um meio de transporte promissor na maioria das grandes cidades do mundo (Gössling, 2013). Este aumento na sua utilização é impulsionado por um contexto onde se busca a diminuição do consumo de combustíveis fósseis relacionados ao transporte em contextos urbanos (ONU, 2015). Diversos estudos apontam que a promoção do ciclismo como meio de transporte apresenta-se como uma estratégia com potencial de melhoria nos aspectos sociais, econômicos e ambientais de contextos urbanos, contribuindo para a sustentabilidade das cidades.

São inúmeros os benefícios que as cidades podem ganhar com o aumento da participação da bicicleta como modal de deslocamento. É crescente o número de municipalidades que aumentam e implementam políticas públicas visando tornar este modal mais atrativo. Conforme Nielsen, Skov-Petersen e Carstensen (2013) e Rietveld e Daniel (2004), a atuação dos poderes públicos por meio de programas de incentivo, implantação de



infraestrutura e a inclusão desse modal nas requalificações viárias, tem grande potencial de aumentar a sua adoção como meio de transporte ativo.

Nas últimas duas décadas, observou-se um significativo aumento do número de ciclistas em grandes cidades da América do Norte, Austrália, América do Sul e Europa, onde predominavam as ruas projetadas para carros e com restrita infraestrutura para bicicletas (Pucher; Buehler, 2008; Pucher; Dill; Handy, 2010). O caso dessas cidades deve-se à atuação das autoridades na implementação de uma ampla gama de estratégias pró-bicicleta, dentre as quais destaca-se a implantação de redes de pistas cicláveis no sistema viário. A estas cidades que integraram efetivamente o modal bicicleta no seu sistema de mobilidade urbana, atribui-se o título de cidades ciclo inclusivas (Pucher; Buehler, 2008; Pucher; Dill; Handy, 2010).

Tais cidades são classificadas como ciclo inclusivas, por promoverem políticas públicas de transporte, seguras e viáveis para todos que utilizam deste modal, assim possuem infraestrutura adequada para os ciclistas, incluindo ciclovias, bicicletários públicos, e sinalização específica (Demaio, 2009).

Nesse contexto, as tecnologias digitais desempenham um papel importante ao tornar essas formas de mobilidade ativa mais seguras, eficientes e atraentes para os usuários, através de ações que potencializem o seu uso, como aplicativos de mobilidade, mapeamento e planejamento, segurança e visibilidade, entre outros.

O cenário atual nos mostra que o cidadão busca cada vez mais uma mobilidade fluida tendo um poder de escolha sobre como se locomover. Nas cidades, a tecnologia tem impulsionado o desenvolvimento de todo tipo de solução de mobilidade, as vagas inteligentes, pagamento automático de drive-thru, o uso da realidade virtual (RV) podem desempenhar um papel interessante e inovador, através de rotas seguras, treinamento e educação, planejamento de infraestruturas seguras e simulações de desafios urbanos (Da Silva, 2014).

Diversas etapas na construção civil, tem adotado medidas em que a Realidade Virtual, pode servir como uma potencialidade, através do engajamento de stakeholders, elaboração do projeto, análise e revisão, suporte à execução, treinamentos, manutenção e operação. Segundo (Delgado, 2020) o emprego da realidade virtual na etapa projetual pode facilitar, trazendo um melhor entendimento da relação espacial, promovendo interações e diminuindo os erros nos projetos, já os modelos virtuais apresentam informações mais estruturadas e de fácil entendimento, difíceis de se obter através de documentos tradicionais que são utilizados. Os profissionais conseguem analisar por meio de diferentes perspectivas antes não levadas em consideração por conta da limitação que tinham, por meio de navegações livres e que facilitam as discussões e trocas de ideias entre os profissionais e os clientes, por isso a ferramenta se tornou tão popular (Woksepp e Olofsson, 2008).

Neste cenário, está pesquisa tem por objetivo analisar como a Realidade Virtual pode auxiliar na elaboração de projetos de mobilidade urbana, tendo como objeto de estudo a adequação de uma ciclovia na cidade de Passo Fundo-RS.

## **2 REFERÊNCIAL TEÓRICO**



A área da educação vem sendo trabalhada a fim de incorporar mudanças estruturais decorrente das novas tecnologias, acompanhando as necessidades de informação e formação profissional no contexto digital, a partir da compreensão da demanda por novas competências profissionais (Radianti, Majchrzak, Fromm e Wohlgenannt, 2020).

A realidade virtual pode ser definida como um ambiente digital gerado computacionalmente e que pode ser utilizada de forma interativa, onde o usuário fica imerso em um mundo virtual e pode interagir com ele (Tori e Hounsell, 2018). A realidade virtual na educação existe desde a década de 1960 (Markowitz & Bailenson, 2019). Embora por muitas décadas a tecnologia se aplicava somente para a pesquisas institucionais, governamentais e uso militar, hoje ela vem se tornando cada vez mais acessível e disponível ao público (Bailey & Bailenson, 2018). E pela aceitação das pessoas ao adotarem métodos tecnológicos de pesquisa, os estudos buscam trazer a realidade virtual no ensino e aprendizado em diversas universidades (Markowitz & Bailenson, 2019).

Segundo (Bailenson 2018) a Realidade Virtual é mais utilizada em três situações: Quando as experiências são impossíveis, perigosas ou caras no caso de estudos que exploram o interior de uma célula, simulação de saídas de emergências em edificações, terremotos e catástrofes naturais. Visitas em museus, ou em monumentos históricos como igrejas famosas, é possível fazer a simulação dos locais virtualmente com o intuito de facilitar estudos. E por fim, em simulações específicas como, por exemplo, na derrubada de uma área verde, demonstrar os efeitos do desmatamento e fazer análises dos impactos que isso causaria, tornando a tomada de decisões mais segura, mais barata e com menos impactos.

Além das aplicações que são possíveis através do uso da Realidade Virtual a adoção dela possibilita inúmeros benefícios e também apresenta algumas limitações. Ela possibilita um engajamento e uma melhor interatividade dos estudantes, estimulando a construção colaborativa do conhecimento, apresentando tarefas mais contextualizadas e ofertando instruções menos abstratas favorecendo assim a prática do trabalho em equipe ao se comparar aos métodos tradicionais de ensino (Bailenson et al., 2008). Embora ela também tenha suas limitações, Tori e Hounsell (2018) sugerem que a tecnologia vem avançando, e a Realidade Virtual pode fornecer acesso direto a mídias digitais, não havendo limites para sua aplicação, porém para criar experiências atraentes com o uso da tecnologia é um desafio, pois quando se torna bem executada os resultados se tornam experiências agradáveis indo além do que se pode fazer no mundo real, mas quando ela é mal executada, o resultado não é apenas frustrante, podendo resultar em problemas reais.

Há benefícios e desafios em tudo que é aplicável envolvendo pessoas, principalmente quando relacionados ao uso da tecnologia. A tecnologia de realidade virtual auxilia o aprimoramento e o desenvolvimento prático, também na recuperação de traumas, melhoria de aprendizados e o aperfeiçoamento da capacidade empática e imaginativa (Bailenson, 2018). A realidade virtual é aplicável na educação e compreender a percepção dos estudantes acerca dessa aplicação é algo importantíssimo para a sua difusão. Queiroz et al.(2018) explica que poucos estudos abordam a utilização da realidade virtual no âmbito educacional, as intenções a



respeito da sua adoção no ensino ainda possuem muitas lacunas e a sua aplicação deve ser cuidadosa por representar uma mudança de paradigma aos envolvidos.

Considerando essa nova abordagem que o presente estudo abrange buscando relacionar o tema da realidade virtual com o de mobilidade urbana ativa, foram encontrados somente estudos abordando esses temas de forma distinta. A seguir apresentam-se alguns conceitos sobre os temas de mobilidade urbana, e mobilidade ativa, importantes para uma melhor compreensão do restante do trabalho.

O ápice da transformação da mobilidade das pessoas nas cidades brasileiras ocorreu nos anos de 1960, quando ocorreu um grande processo de urbanização ao mesmo tempo que aumentaram os veículos motorizados, como automóveis e ônibus. Atualmente, nas cidades, as necessidades sociais e econômicas requerem o deslocamento das pessoas, seja ele qual for, nas cidades brasileiras a população precisa em média de dois deslocamentos diários (Costa, 2008). Nas grandes cidades, por exemplo, com uma população de 3 milhões de pessoas o deslocamento dobram, independente do modo de transporte, com maior ou menor conforto, como boa parte da população hoje presencia nos aglomerados urbanos (Costa, 2008).

A mobilidade urbana não pode ser considerada apenas uma questão de demanda de serviço de transporte, é preciso que ela tenha condições de acessibilidade, visando melhorar a qualidade de vida dos cidadãos (Silva, Costa e Macedo 2008, p. 350). A preocupação deixa de ser apenas com os espaços físicos limitados ao acesso dos transportes e se expande, considerando problemas mais complexos, como questões econômicas, sociais e comportamentais.

Atualmente, a busca por meios de deslocamentos mais ágeis e confortáveis estão sendo mais discutidos, caracterizados pelos meios de transporte motorizados (Automóveis, ônibus e metrô), que são considerados hoje como os maiores consumidores dos espaços urbanos públicos, por demandarem de infraestrutura específicas, como ruas, subsolos e grandes terminais (Resende, 2009). Isso acaba muitas vezes transformando as cidades para que esses modais sejam implementados, essa dinâmica faz das cidades um tecido mutante e sem referências à medida que as alterações modificam os locais e a memória das pessoas, essas alterações são realizadas quase sempre que desprovidas de identidade local, trazendo para os espaços coletivos algo incomum a população e desencadeando conflitos (Castells, 2000).

Nesse contexto, a mobilidade urbana sustentável pode ser definida como um resultado de diversas políticas de transporte que buscam proporcionar um acesso democrático e diversificado no espaço urbano, através da priorização também de modos não motorizados de transporte, modos motorizados de transporte coletivo, e modos motorizados que tenham menos impacto ao meio ambiente, de modo que não gere a segregação espacial, ou seja, que priorize as pessoas e não os veículos (Deffune, 2013).

Esse planejamento ocorre porque a bicicleta é considerada, hoje, como um meio de transporte muito importante, eficiente e saudável (Malaguti; Michalka Junior, 2012). Graças a essa conscientização observa-se que a mobilidade sustentável está se tornando essencial nas áreas metropolitanas emergentes, sendo que novas estratégias já estão sendo adotadas, como é o caso do compartilhamento de bicicletas, que é uma maneira acessível para quem não possui



o equipamento, desfrutar do uso da bicicleta, o que garante uma sustentabilidade ainda maior e a flexibilização do transporte (Caggiani, et al 2020).

Assim, pode-se compreender que para que haja a priorização das pessoas na mobilidade urbana, será necessária a implementação de iniciativas públicas em prol dos meios de transportes ativos, como é o caso da implementação da bicicleta como um modal de transporte e não, simplesmente, um modo esporádico de locomoção (Hankey et al, 2012). Esse meio de transporte detém menos espaço ao se comparar aos motorizados, sem gerar congestionamentos. O uso da bicicleta evita também a emissão de gases poluentes, além de fornecer uma melhor qualidade de vida aos cidadãos (Maruyama; Simões. 2013).

Para que a inserção da bicicleta seja algo realmente funcional, é necessária que o espaço urbano implemente infraestrutura viária e equipamentos adequados (Rybarczyk; Wu, 2011), pensando em diversos fatores que vem em conjunto com o sistema, como o dimensionamento, equipamentos adequados que possibilitem a integração na malha urbano já existente, através do sistema cicloviário.

Para que o sistema seja implementado precisa primeiramente de um sistema de circulação (ciclovias, ciclofaixas e circulação compartilhada), um sistema de estacionamentos (bicicletários e estacionamentos), um sistema de sinalização (vertical, horizontal e semaforico), um sistema de identificação (placas), sistema de integração com os demais meios de transporte e com o meio ambiente (locais adequados para a prática do ciclismo e a presença de vegetação para minimizar a incidência solar) e ser considerado um sistema permanente de conscientização pelos motoristas, ciclistas e pedestres (Maruyama; Simões, 2013).

O tráfego de bicicletas hoje, é um dos mais importantes nas cidades, por ser um dos principais meios de locomoção verdes usados, e também por proporcionar uma melhor qualidade de vida para quem realiza essa atividade, diversos estudos sobre o planejamento das ciclovias estão sendo desenvolvidos para melhorar esses meios que cada vez mais estão sendo utilizados pelas populações, em todo o mundo (Zhao; Fang, 2016).

Neste cenário, essa pesquisa apresenta um estudo sobre a adequação de quatro trechos de ciclovia, aliando o uso da Realidade Virtual a esse planejamento, como uma ferramenta de suporte à elaboração de proposições de melhoria para a ciclovia, e também como auxílio à análise dessas proposições a partir de sua visualização em um óculos de Realidade Virtual. A seção a seguir apresenta a metodologia adotada nesta pesquisa, com a descrição de cada uma das etapas de desenvolvimento de forma detalhada.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia desta pesquisa está disposta em quatro etapas principais, sendo elas: Revisão de Literatura; Levantamento de dados, com observação, medição in loco e fotografia; Modelagem das imagens incluindo proposições de melhorias para os trechos de ciclovia analisados; e Avaliação das proposições utilizando os óculos de Realidade Virtual e aplicação de um questionário avaliativo. Tais etapas serão explicadas em mais detalhes a seguir.

A primeira etapa se refere a revisão de literatura sobre três temas principais para o desenvolvimento da pesquisa: Realidade Virtual (RV), Mobilidade Urbana e Mobilidade Ativa, mas especificamente, o uso de bicicletas como um modal de transporte.

A segunda etapa com foco no levantamento dos dados, realizou-se uma pesquisa in loco nos quatro trechos de ciclovia analisados, com observação do local, medição e fotografia. Os trechos escolhidos para a pesquisa foram quatro pontos específicos da extensão da ciclovia na cidade de Passo Fundo – RS, os quais estão apresentados na Figura 1, e a escolha dos pontos ocorreu em função das condições precárias de sinalização e conservação da ciclovia nesses pontos, e em função de sua localização, pois ficam próximos a uma Instituição de Ensino Superior, uma Escola de Ensino Fundamental, e uma das principais praças da cidade, e também por estar em uma localização estratégica rodeada por comércios locais, bancos e postos.

Figura 1 – Mapa dos pontos analisados na cidade de Passo Fundo



Fonte: Google Earth adaptado pela autora (2024)

A terceira etapa, foi a modelagem das imagens, incluindo proposições de melhorias para os trechos de ciclovia analisados. Foram necessários três passos para obter o resultado esperado na etapa, no primeiro passo foram tiradas fotografias panorâmicas dos quatro trechos analisados. Logo após foram apontados elementos que estavam em desacordo com alguns critérios do Caderno Técnico para Projetos de Mobilidade Urbana (CADERNO, 2017), como elementos de proteção das faixas, arborização, acessibilidade e sinalização vertical e horizontal, estado de conservação da ciclovia ou ciclofaixa, entre outros. Em seguida foram aplicadas às imagens os elementos de melhoria para os trechos analisados, utilizando o Photoshop CS6, buscando um resultado mais realista. No último passo foi utilizado o website de Tour Virtual Kuula (Kuula, 2024), para a geração das imagens 360° a partir das modelagens realizadas no Photoshop, possibilitando a visualização dos trechos com e sem melhorias através do óculos de Realidade Virtual.

Na quarta e última etapa, foi aplicado um questionário desenvolvido no Google Forms com cinco perguntas abertas sobre cada um dos quatro trechos analisados. O questionário foi aplicado com profissionais e estudantes da área da Arquitetura e Urbanismo da Instituição de Ensino Superior que fica próxima aos trechos analisados, sendo eles 3 alunos e 3 professores. Assim, inicialmente os respondentes visualizavam os trechos de ciclovia em seu estado atual, e depois visualizaram as proposições de melhorias para cada um dos quatro trechos. Logo após, responderam ao questionário, o qual abordava aspectos como elementos básicos de segurança e acessibilidade na ciclovia, e se os respondentes tinham mais proposições de melhorias para sugerir. As respostas dos questionários serão apresentadas na seção de Resultados a seguir.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme apresentado na Figura 1, os trechos avaliados estão destacados em laranja no mapa. Tais trechos estão apresentados na Figura 2 através de fotografias tiradas durante a pesquisa in loco.

Figura 2 – Fotografias dos quatro trechos de ciclovia analisados



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2024)

A Figura 2 apresenta como se encontram atualmente os trechos de ciclovia analisados, e as perguntas do questionário foram elaboradas partindo dos problemas encontrados nesses trechos.

A primeira questão foi mais geral sobre a formação acadêmica dos respondentes, contando com três professores do mestrado em Arquitetura e Urbanismo, e três mestrandos da mesma instituição, e as respostas mostraram no geral 56,7% sendo profissionais arquitetos e



urbanistas, 16,7% profissionais Administradores e 16,7% profissionais Cientistas da Computação.

O segundo questionamento se referiu aos pontos 01, 02, 03 e 04, apresentados na Figura 2, e se eles estavam de acordo com as normas cicloviárias e de acessibilidade (Caderno, 2017). A maioria das respostas ressaltaram que não há faixas de sinalização para os ciclistas, pedestres e nem para os automóveis. Além disso, não há placas de sinalização que ressaltem a existência da ciclovia e nem elementos que delimitem com maior segurança a ciclofaixa da via automotiva, existem somente as tartarugas de proteção, mas estão bastante danificadas pelos automóveis que transitam na área.

A terceira pergunta também avaliava os quatro trechos e questionava sobre a imagem da situação atual da ciclofaixa, buscando saber quais melhorias poderiam ser realizadas em cada um deles. As respostas frisaram a implementação da sinalização vertical e horizontal, pintura adequada, readequar tanto a ciclofaixa por ser pequena e a calçada, por não existir nos trechos analisados e também a melhoria dos elementos de proteção para trazer mais segurança aos ciclistas.

O quarto questionamento foi realizado com base nas imagens que foram desenvolvidas no Photoshop CS6 e mostradas através do óculos de realidade virtual, perguntando aos respondentes se a imagem alterada auxiliou no entendimento das melhorias propostas, tais imagens podem ser visualizadas nas Figuras 3, 4, 5 e 6 apresentadas a seguir.

Figura 3 – Fotografia melhorada do ponto 01 da análise.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores modificado no Photoshop (2024).

Figura 4 – Fotografia melhorada do ponto 02 da análise



Fonte: Arquivo pessoal dos autores modificado no Photoshop (2024).

Figura 5 – Fotografia melhorada do ponto 03 da análise



Fonte: Arquivo pessoal dos autores modificado no Photoshop (2024).

Figura 6 – Fotografia melhorada do ponto 04 da análise



Fonte: Arquivo pessoal dos autores modificado no Photoshop (2024)

As respostas do quarto questionamento foram positivas, as imagens vistas através do óculos de RV facilitaram a compreensão da implementação das melhorias. Os repondentes mencionaram que a partir das imagens foi possível visualizar as faixas melhoradas e mais demarcadas, a implementação da sinalização também foi melhor visualizada.

A quinta e última pergunta era relacionada também com as imagens modificadas, perguntando se os respondentes tinham alguma outra sugestão de melhoria ou alteração além das já propostas. Alguns pontos que não estavam presentes nas proposições e que alguns dos respondentes ressaltaram, foi a melhoria e implementação de calçadas e rampas, que seria uma alteração mais detalhada e elaborada que aumentaria de fato a ciclofaixa por estar com dimensões menores do que as exigidas segundo o Caderno (2017), e a inclusão dos passeios, o que resultaria também em uma alteração na via automotiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma análise do uso da Realidade Virtual como suporte na elaboração de um projeto de mobilidade urbana, mas especificamente para a melhoria de quatro trechos de uma ciclovia na cidade de Passo Fundo. Foram analisados quatro pontos próximos a uma Instituição de Ensino Superior, uma Escola de Ensino Fundamental, uma praça da cidade, e comércios locais, com o intuito de propor modificações necessárias para os pontos escolhidos. A pesquisa buscou analisar esses trechos propondo melhorias e utilizando a Realidade Virtual para apresentar as melhorias para professores e alunos do Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Instituição de Ensino Superior localizada próxima a ciclovia.

A aplicação se mostrou satisfatória, tanto em relação às melhorias propostas para os trechos de ciclovia, quanto à utilização da RV como suporte na elaboração de projetos de mobilidade urbana.

Para as proposições de melhorias foram analisados elementos como estado de conservação da ciclovia, elementos de proteção das faixas, arborização, acessibilidade e



sinalização vertical e horizontal. Foram realizadas medições e fotografias dos quatro trechos analisados, e a partir dessas imagens foram propostas melhorias utilizando o Photoshop para a modelagem das imagens. Para análise das proposições, os entrevistados visualizaram tanto as imagens dos trechos como estão atualmente, quanto com as proposições de melhorias, e logo após responderam a um questionário avaliativo.

Pode-se concluir que tanto a análise, quanto as propostas de melhoria utilizando a RV se mostraram bastante positivas, para os entrevistados o uso da Realidade Virtual como auxílio para as proposições de projeto de mobilidade urbana foi satisfatório e, além das proposições realizadas, alguns respondentes sugeriram algumas alterações mais complexas, como o alargamento da ciclofaixa, e a implementação de calçadas e rampas, que exigiriam um projeto de adequação maior nas vias automativas.

Assim, a partir desta pesquisa, ressalta-se o potencial da utilização da tecnologia de Realidade Virtual tanto para a elaboração de projetos de mobilidade e urbanos, quanto para a avaliação da opinião e satisfação dos usuários.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da ATITUS Educação e à Fundação Meridional, os quais disponibilizaram os meios para a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. (2008). The use of immersive virtual reality in the learning sciences: Digital transformations of teachers, students, and social context. *Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141.
- Bailenson, J. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. WW Norton & Company.
- Bailey, J. O., & Bailenson, J. N. (2017). Immersive virtual reality and the developing child. In *Cognitive development in digital contexts* (pp. 181-200). Academic Press.
- BUEHLER, Ralph; PUCHER, John. Making public transport financially sustainable. *Transport Policy*, [s. l.], v. 18, n. 1, p.126–138, 2011.
- CADERNO técnico para projetos de mobilidade urbana. Brasília: República Federativa do Brasil, 2017. 120 p. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/Criterios\\_transporte.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/Criterios_transporte.pdf). Acesso em: 5 set. 2024.
- CAGGIANI, Leonardo; CAMPOREALE, Rosalia; DIMITRIJEVIĆ, Branka; VIDOVIĆ, Milorad. An approach to modeling bike-sharing systems based on spatial equity concept. *Transportation Research Procedia*, [S.L.], v. 45, p. 185-192, 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.006>. CASTELLS, M. A questão urbana. 3ª ed. rev. Tradução de Arlene Caetano. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.



COSTA, M. da S. Um índice de mobilidade urbana sustentável. **Escola de Engenharia de São Carlos-USP. São Carlos, 2008.**

DA SILVA, C. O. A rua na dimensão da história. São Paulo, III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 2014.

DEFFUNE, Glaucia. PRIORIDADE NA MOBILIDADE DAS ÁREAS URBANAS—PEDESTRES OU CARROS? **Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE/UEM)**, v. 5, n. 1, p. 125-148, 2013.

DEMAIO, P. Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, v. 12, n.4, p.41-56, 2009.

ESTRUTURA cicloviária em cidades do Brasil. 2017. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/estatisticas/28/estrutura-ciclovitaria-em-cidades-do-brasil-km.html>. Acesso em: 19 out. 2023.

FREUDENDAL-PEDERSEN, Malene. Cyclists as Part of the City's Organism: Structural Stories on Cycling in Copenhagen. [s. l.], v. 27, n. 1, p. 30–50, 2015.

GÖSSLING, Stefan. Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists. *Journal of Transport Geography*, [s. l.], v. 33, p. 196–206, 2013.

HANKEY, Steve; LINDSEY, Greg; WANG, Xize; BORAH, Jason; HOFF, Kristopher; UTECHT, Brad; XU, Zhiyi. Estimating use of non-motorized infrastructure: models of bicycle and pedestrian traffic in minneapolis, mn. **Landscape And Urban Planning**, [S.L.], v. 107, n. 3, p. 307-316, set. 2012.

HICKMAN, Robin; HALL, Peter; BANISTER, David. Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, [s. l.], v. 33, p. 210–219, 2013.

KUULA. Virtual Tours made easy. Create, edit, share. Disponível em: <https://kuula.co/page/virtualtours>. Acesso em Agosto de 2024.

LANZENDORF, Martin; BUSCH-GEERTSEMA, Annika. The cycling boom in large German cities — Empirical evidence for successful cycling campaigns. *Transport Policy*, [s. l.], v. 36, p. 26–33, 2014.

LIU, Haoxiang; SZETO, W.y.; LONG, Jiancheng. Bike network design problem with a path-size logit-based equilibrium constraint: formulation, global optimization, and matheuristic. **Transportation Research Part e: Logistics and Transportation Review**, [S.L.], v. 127, p.284-307, jul.2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tre.2019.05.010>.

MALAGUTI, Regina; MICHALKA JUNIOR, Camilo. **As denominadas ciclovias cariocas: Uma avaliação a luz da legislação federal e das recomendações técnicas**: III Simposio de Pós Graduação em Engenharia Urbana. 2012, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. P. 1-11.

MALAGUTI, Regina. **SINALIZAÇÃO CICLOVIÁRIA FEDERAL BRASILEIRA E SUA APLICAÇÃO**. 2012. 71 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MARUYAMA, Cíntia Miua; SIMÕES, Fernanda Antonio. Sistema cicloviário em planos diretores de capitais brasileiras de grande porte. *Anais do 19º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito*. Brasília, DF, Brasil, 2013.

Markowitz, D., & Bailenson, J. N. (2019). Virtual reality and communication. *Oxford Bibliographies in Communication*, 2019.

ONU- Organização da Nações Unidas. Objetivos de desenvolvimento sustentável (2015). Disponível em: [http://www.itamaraty.gov.br/imagens/ed\\_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/imagens/ed_desenvsust/ODSportugues12fev2016.pdf). Acesso em 10 de mai. 2023.



PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 495–528, 2008.

PUCHER, John; DILL, Jennifer; HANDY, Susan. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, [s. l.], v. 50, n. SUPPL., p. S106–S125, 2010.

Queiroz, A. C. M., Nascimento, A. M., Tori, R., Brashear, A. T., Melo, V., Meirelles F. S., & Leme M. I. S. (2018). Immersive virtual environments in corporate education and training. In: *Proceedings of the 24th Americas Conference on Information Systems*, New Orleans.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147(April), 103778.

RESENDE, Paulo de Tarso Vilela; SOUSA, Paulo Renato de. Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. **Fundação Dom Cabral**, Caderno de ideias CI, v. 910, 2009.

RIETVELD, Piet; DANIEL, Vanessa. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter ? [s. l.], v. 38, p. 531–550, 2004.

RYBARCZYK, Greg; WU, Changshan. Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis. **Applied Geography**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 282-293, abr. 2010.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Mobilidade urbana. Publicações temáticas da Agenda Parlamentar do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná–CREA-PR. Curitiba, 2011.

Woksepp, S., e Olofsson, T. (2008) Credibility and applicability of virtual reality models in design and construction. *Advanced Engineering Informatics*, 22(4), 520–528. doi:10.1016/j.aei.2008.06.007.

ZHAO, Jianyou; FANG, Zhongquan. Research on Campus Bike Path Planning Scheme Evaluation Based on TOPSIS Method: wei'shui campus bike path planning as an example. **Procedia Engineering**, [S.L.], v. 137, p. 858-866, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.326>.