

Medição do conforto na mobilidade urbana: métricas objetivas e subjetivas

Eliza Kronenberger (PUC-Rio, Brasil)
elizapkrone@gmail.com

Manuela Quaresma (PUC-Rio, Brasil)
mquaresma@puc-rio.br

Medição do conforto na mobilidade urbana: métricas objetivas e subjetivas

Resumo: A mobilidade urbana é um campo interdisciplinar que impacta significativamente a qualidade de vida urbana. O conforto na mobilidade urbana é fundamental para a experiência do viajante, englobando diversos meios de transporte e tecnologias. Fatores como duração da viagem, infraestrutura e segurança influenciam o bem-estar. Este estudo realiza uma revisão sistemática das métricas objetivas e subjetivas usadas para avaliar o conforto na viagem, como dados cardiológicos, questionários de satisfação, e métodos geoespaciais. Conclui-se que uma abordagem interdisciplinar e o uso de dados psicométricos e biométricos são essenciais para entender e melhorar a experiência de mobilidade urbana, promovendo políticas que considerem tanto os aspectos físicos quanto psicológicos do bem-estar dos usuários.

Palavras-chave: Mobilidade urbana, Conforto, Bem-Estar, Design Centrado no Usuário, Métricas de Avaliação.

Measuring comfort in urban mobility: objective and subjective metrics

Abstract: *Urban mobility is an interdisciplinary field that has a significant impact on the quality of urban life. Comfort in urban mobility is fundamental to the traveler's experience, involving several means of transport and technologies. Factors such as travel duration, infrastructure and safety influence well-being. This study carries out a systematic review of objective and subjective metrics used to assess travel comfort, such as cardiological data, satisfaction questionnaires, and geospatial methods. It concludes that an interdisciplinary approach and the use of psychometric and biometric data are essential to understand and improve the urban mobility experience, promoting policies that consider both the physical and psychological aspects of users' well-being.*

Keywords: *Urban mobility, Comfort, Well-being, User-centered design, Evaluation metrics.*

1. Introdução

A mobilidade urbana é um campo multidisciplinar relevante que afeta significativamente a qualidade de vida dos cidadãos. Este conceito pode ser entendido como o movimento de pessoas dentro de ambientes urbanos, abrangendo diversos modos de transporte e sistemas que facilitam o deslocamento diário. Além do transporte motorizado e público, a mobilidade urbana incorpora opções de transporte ativo, como caminhada e bicicleta, e inovações tecnológicas e organizacionais, como uso de veículos compartilhados (Alessandretti e Szell, 2022).

Dentro desse contexto, o conforto e o bem-estar dos usuários são elementos inerentes à mobilidade urbana, influenciando diretamente a experiência de deslocamento. Conforto é um conceito que abrange fatores físicos e psicológicos, incluindo a qualidade dos veículos, espaço, lotação e tempo de espera, aspectos que impactam a satisfação durante a viagem. Já o bem-estar refere-se a um estado mais amplo de satisfação, englobando tanto a experiência imediata quanto os efeitos de longo prazo na saúde mental e física dos usuários. Essa distinção permite que o estudo aprofunde a análise de aspectos imediatos e prolongados do uso do transporte (Rosa, Silva e Analide, 2021).

Por fim, a avaliação de conforto e bem-estar na mobilidade urbana neste estudo se apoia em métricas objetivas e subjetivas, que oferecem uma análise completa. Métricas objetivas referem-se a dados quantificáveis, como frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca, que ajudam a medir o impacto físico das viagens. Já métricas subjetivas são baseadas na percepção dos usuários e incluem questionários e entrevistas sobre satisfação e estresse (Garau e Pavan, 2018; Klinger, Kenworthy e Lanzendorf, 2013). A combinação dessas métricas oferece uma visão abrangente das experiências de deslocamento.

De acordo com Lopez-Carreiro et al., 2020, no contexto de mobilidade urbana, um viajante é uma pessoa que utiliza serviços de mobilidade para se deslocar na cidade, buscando soluções que atendam às suas necessidades de transporte diárias. Para isso, o conforto do viajante é um aspecto importante da experiência geral de viagem e, portanto, está relacionado ao conceito de design centrado no usuário e à importância de compreender as experiências do usuário no processo de design de sistemas de comunicação, produtos e informações. De acordo com Sanders, (2002), a incorporação de aspectos emocionais e de conforto no design contribui para a criação de uma conexão empática e significativa com os usuários.

A experiência de conforto e bem-estar em deslocamentos urbanos é influenciada por uma combinação de fatores físicos, psicológicos e ambientais.

Aspectos como a duração e o modo de deslocamento, a qualidade da infraestrutura e a percepção de segurança desempenham papéis importantes. Modos ativos de transporte, como caminhar e pedalar, são relevantes para o bem-estar, pois promovem a atividade física (Chatterjee et al., 2020; Ettema et al., 2016). A mobilidade permite que as pessoas participem de atividades significativas e mantenham a independência, afetando diretamente o conforto e bem-estar (Mayo e Mate, 2022). Conceição et al., (2023) exploram a relação entre infraestrutura de transporte, congestionamento e bem-estar mental, destacando como o estresse psicológico pode ser influenciado pelo sistema de transporte. Lucas et al., (2018) revelam que o acesso limitado a transporte confiável afeta a igualdade socioeconômica e as oportunidades, sugerindo que melhorias no transporte podem promover a inclusão social.

De acordo com Cushing e Miller, (2019), a teoria do espaço pessoal desempenha um papel na formação de como as pessoas se sentem no transporte público. Em ambientes de transporte público lotados, a invasão do espaço pessoal geralmente causa desconforto e ansiedade. Portanto, é importante projetar sistemas de transporte público considerando as preferências individuais de espaço pessoal para melhorar a qualidade da experiência do viajante. Além da questão do espaço pessoal, a qualidade da mobilidade urbana é influenciada por vários fatores interconectados, que vão desde a capacidade dos sistemas de transporte, confiabilidade e tempo de viagem até aspectos como segurança (Gangadharaiyah et al., 2023; Pourhashem et al., 2023), custos (Pieroni et al., 2021; Rodrigues et al., 2021), características do ambiente ao redor (Park, Farb e Chen, 2021; Staffieri e Cavagnaro, 2018) interações com outras pessoas (Useche, Marin e Llamazares, 2023) e a inevitabilidade de eventos imprevistos (Novaco e Gonzalez, 2009).

A experiência urbana e o planejamento de transporte têm um impacto sobre a saúde e o bem-estar das pessoas (Abenoza et al., 2020; Böcker, Dijst e Faber, 2016; Schiefelbusch, 2015; Sevillano, López-Sáez e Mayordomo, 2010). Para criar ambientes urbanos que promovam estilos de vida saudáveis, é necessária uma abordagem abrangente, que considere a forma urbana, o transporte, a acessibilidade e outros fatores (Abudinen, Fuentes e Muñoz, 2017; Bonera et al., 2020; Zhou et al., 2017). Nesse contexto, é importante considerar métricas objetivas e subjetivas para uma avaliação completa do conforto na mobilidade urbana. A literatura e a pesquisa acadêmicas destacam a importância dessas abordagens complementares, proporcionando uma compreensão mais profunda dos fatores que afetam a experiência do viajante.

Para uma compreensão aprofundada dos padrões de mobilidade urbana, é necessário coletar e analisar dados abrangentes. Sistemas como cartões

inteligentes no transporte público e GPS em dispositivos móveis fornecem informações valiosas sobre padrões de uso e demanda. A análise desses dados permite o desenvolvimento de estratégias de transporte mais eficazes, promovendo a sustentabilidade e a qualidade de vida urbana (Monzon, Julio e Garcia-Martinez, 2020). Além disso, dados psicométricos, biométricos e fisiológicos ajudam a entender como a mobilidade impacta a saúde e o bem-estar dos usuários (Useche, Marin e Llamazares, 2023).

A análise de padrões de mobilidade urbana, por sua vez, ao utilizar dados de dispositivos móveis, sensores urbanos e sistemas de transporte público, ajuda a compreender como os indivíduos se deslocam nas cidades e como esses padrões influenciam a infraestrutura urbana e a qualidade de vida. Estudos como os de Calabrese et al. (2013) e Siła-Nowicka et al. (2016) mostram como dados de telefonia móvel e GPS podem mapear a mobilidade urbana e entender o impacto das infraestruturas no comportamento de deslocamento. Padrões de mobilidade refletem desigualdades socioeconômicas e desafios de acessibilidade, sendo importantes para identificar áreas onde o conforto e o bem-estar dos usuários podem ser comprometidos (Vazquez-Prokopec et al., 2013; Jiang et al., 2018).

O presente estudo, portanto, explora as métricas de conforto e bem-estar relacionadas à mobilidade urbana por meio de uma revisão sistemática, considerando tanto parâmetros objetivos quanto subjetivos.

2. Metodologia

A revisão sistemática é uma metodologia robusta e essencial para a consolidação de evidências científicas em diversas áreas do conhecimento, especialmente nas ciências da saúde. A qualidade e a eficácia de uma revisão sistemática dependem das estratégias de busca utilizadas para identificar estudos relevantes. Bramer et al., (2018) descrevem um método sistemático para o desenvolvimento de estratégias de busca, que visa garantir a inclusão de todos os estudos relevantes, evitando vieses e assegurando que as conclusões sejam baseadas em evidências abrangentes.

A otimização das estratégias de busca pode se dar por catálogo de semelhanças (tesauro) ou texto livre, identificando termos adicionais potencialmente relevantes. Esta abordagem não apenas melhora a eficiência do processo de busca, mas também assegura a exaustividade, garantindo que todas as evidências relevantes sejam capturadas na revisão sistemática.

Morelli, De Götzen e Simeone, (2021) destacam a importância de abordar o contexto e engajar as partes interessadas como capacidades fundamentais no design de serviços, o que também é aplicável na metodologia de revisão

sistemática, pois envolve compreender o ambiente de estudo e colaborar com diferentes partes interessadas.

Desse modo, uma abordagem baseada na criação de cadeias de caracteres de busca pode proporcionar uma revisão sistemática eficiente e abrangente. Conforme detalhado por Bramer et al., (2018), a metodologia envolve a preparação de estratégias de busca em linha única em um documento de texto, utilizando sintaxes apropriadas, como operadores booleanos, parênteses e códigos de campo.

Xiao e Watson, (2019) recomendam a utilização de operadores booleanos, como “AND” e “OR”, para combinar termos principais com seus sinônimos e variações, o que aumenta a eficiência das buscas e garante que todos os estudos relevantes sejam recuperados. Além disso, a documentação cuidadosa das cadeias de caracteres de busca, incluindo a procedimento seguido e o indexador utilizado, são fundamentais para a transparência e a repetibilidade da busca, permitindo a identificação de novos materiais que possam surgir ao longo do tempo.

Outra metodologia importante identificada na literatura é o mapeamento de *touchpoints*, como detalhado por Stickdorn et al., (2018). Esta técnica ajuda a identificar todos os momentos de interação dos usuários com os serviços de transporte, proporcionando uma visão holística da experiência do usuário e destacando áreas para melhorias. O mapeamento de *touchpoints* permite uma visão detalhada de como os usuários interagem com os serviços ao longo do tempo, identificando pontos críticos que podem afetar negativamente a experiência do usuário e propondo soluções para aprimorar cada ponto de contato.

2.1 Cadeia de caracteres de busca

Uma revisão sistemática da literatura foi realizada, selecionando artigos e coletando dados relacionados ao conforto em viagens urbanas, entre os anos de 2009 e 2023. O processo metodológico engloba a definição de palavras-chave, seleção de fontes de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão, utilizando uma estratégia de busca cuidadosamente planejada.

O método adotado para a seleção de artigos e coleta de dados foi elaborado para fornecer uma revisão abrangente e precisa das pesquisas relacionadas ao conforto em viagens urbanas. O objetivo da revisão é abordar questões relativas ao conforto da experiência do cidadão durante viagens urbanas e seu impacto no conforto do viajante. O método abrange quatro etapas: definição de palavras-chave, seleção de fontes de pesquisa, critérios de inclusão e critérios de exclusão.

Ao pesquisar informações sobre conforto em viagens urbanas, é importante escolher as palavras-chave certas. Ao elaborar uma lista de palavras-chave, foram formuladas algumas perguntas básicas para garantir que a lista fosse abrangente, porém convenientemente filtrada:

- “Quais fatores contribuem para uma experiência de viagem confortável na cidade?”
- “O que define qualidade em viagens urbanas?”

Essa abordagem direcionou a pesquisa e facilitou a descoberta de palavras-chave essenciais, como “Usuário” (*user, traveler, passenger, rider, citizen, driver, cyclist, commuter*), “Viagem” (*travel, urban mobility, commuting, commute, riding*) e “Experiência” (*UX, user experience, travel experience, commute experience, ride experience, satisfaction, wellbeing, comfort*).

Quatro bancos de dados acadêmicos - Scopus, Google Scholar, IEEE Xplore e Web of Science - foram utilizados, empregando buscas em língua inglesa e em língua portuguesa. Palavras-chave específicas foram usadas na pesquisa, o que resultou em um total de 278 artigos relevantes após a pesquisa inicial. A seleção de artigos para inclusão considerou que apenas os estudos mais relevantes foram incluídos. Os critérios de inclusão foram informados pelas perguntas: “O que está sendo pesquisado sobre a experiência do usuário em viagens?” e “Os critérios de inclusão foram informados pelas perguntas: “O que está sendo pesquisado sobre a experiência do usuário em viagens?” e “Como a experiência está sendo medida?”. O foco foi em artigos que abordavam aspectos de conforto em viagens urbanas, métricas e ferramentas de avaliação e o impacto na qualidade de vida e na saúde dos usuários.

Após a triagem inicial de 278 artigos, 62 artigos foram selecionados utilizando o primeiro critério de inclusão que era composto pelas perguntas “o que está sendo pesquisado sobre a experiência do usuário em viagens?” e “como a experiência está sendo medida?”. Para a análise posterior, foi utilizado o segundo critério de inclusão que era composto das seguintes perguntas: “relaciona o conforto, o bem-estar e a saúde da população mobilidade?”, “aborda a questão do conforto e do bem-estar relacionados a mobilidade urbana em pelo menos um meio de transporte?”, “apresenta métricas objetivas e/ou subjetivas para medir o conforto?” e “apresenta várias ferramentas para avaliar conforto?”, resultando em 29 artigos na seleção final. Todo o processo de avaliação extensiva da pesquisa está descrito em um fluxograma (Figura 1).

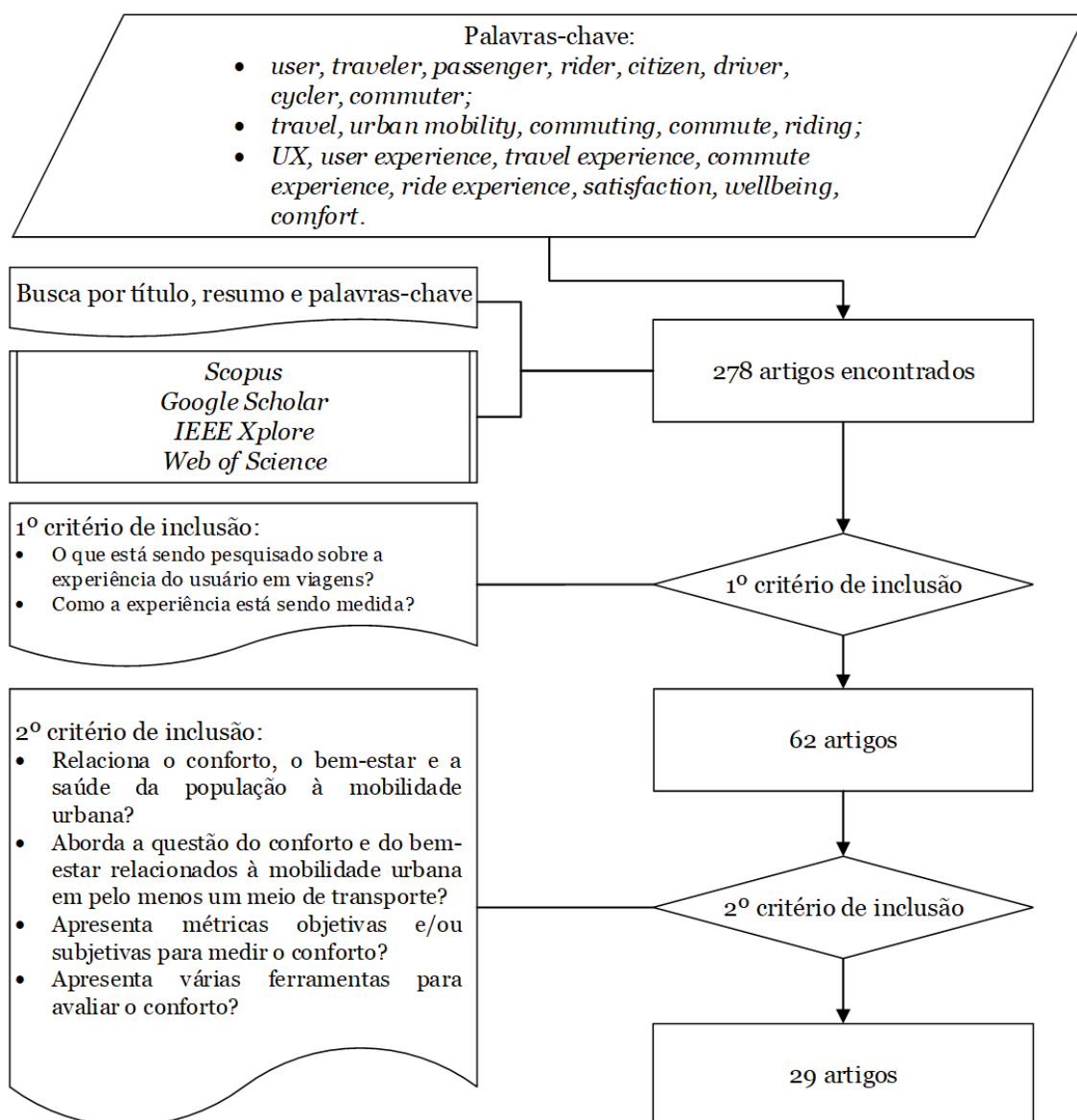


FIGURA 1. Fluxograma de seleção de artigos.

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

A seleção de artigos para inclusão e exclusão no estudo considerou os seguintes critérios:

a) Inclusão:

- Artigos que abordam aspectos de conforto na mobilidade urbana.
- Estudos que utilizam métricas e ferramentas de avaliação de conforto.
- Pesquisas que analisam o impacto do conforto na qualidade de vida dos usuários.

b) Exclusão:

- Artigos que focam exclusivamente em meios de transporte aéreo, caminhões de entrega ou motocicletas.
- Estudos que não apresentam dados empíricos ou não contribuem significativamente para a compreensão do conforto na mobilidade urbana.
- Trabalhos duplicados ou com falta de rigor metodológico.

2.3. Coleta e Análise de Dados

Os dados coletados dos artigos selecionados foram analisados para identificar métricas e métodos utilizados para avaliar o conforto na mobilidade urbana. A análise incluiu a distribuição dos estudos por país, categorização de métricas objetivas e subjetivas, e uma discussão sobre os resultados e suas implicações para o design de sistemas de transporte centrados no usuário.

A literatura revisada também destacou a importância de incluir entrevistas e observações diretas com usuários, além de workshops de co-criação para capturar percepções qualitativas, conforme recomendado por Stickdorn e Schneider, (2014). Esses métodos qualitativos, relatados em diversos estudos, complementam os dados quantitativos e proporcionam uma visão mais profunda das necessidades e expectativas dos usuários. Sangiorgi e Prendiville, (2017) também destacam a relevância de combinar métricas objetivas e subjetivas para uma avaliação completa dos serviços. Eles argumentam que a integração de métodos qualitativos, como entrevistas e grupos focais, com métodos quantitativos, como questionários estruturados e análise de dados, proporciona uma visão mais rica e detalhada da experiência do usuário.

2.4. Métodos de Avaliação de conforto

Os métodos de avaliação de conforto identificados nos artigos incluem tanto métricas objetivas quanto subjetivas:

a) Métricas Objetivas:

- Dados cardiológicos (frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca).
- Coleta e análise de dados operacionais como localização, velocidade e rota (telemetria) e sensores de vibração para avaliar o conforto físico durante a viagem.
- Análise geoespacial e de expressões faciais para avaliar o estresse e a frustração dos viajantes.

b) Métricas Subjetivas:

- Questionários de autorrelato para medir a satisfação, o estresse e o bem-estar dos viajantes.

- Entrevistas qualitativas para capturar percepções individuais e identificar incidentes positivos e negativos.
- Escalas específicas, como a Escala Multimodal de Estresse no Deslocamento (MCSS), que avalia estressores em várias dimensões da mobilidade urbana.

3. Resultados e discussão

Vinte e nove artigos foram classificados de acordo com o país envolvido no estudo. A distribuição foi a seguinte, com base na categorização de desenvolvimento da Situação Econômica Mundial e Perspectivas: 62% são sobre países desenvolvidos e 38% sobre países em desenvolvimento. O Brasil (17% do total) a Alemanha (14% do total) e os Estados Unidos (14% do total) foram os países mais mencionados. O idioma prevalente dos artigos classificados foi o inglês (86%), seguido do português (10%) e espanhol (4%). A Tabela 1 expõe os artigos selecionados, destacando os títulos, autores, ano de publicação, país de origem, assunto, idioma e categorização por desenvolvimento, enquanto as Figuras 2 e 3 ilustram a distribuição global dos artigos e suas proporções em termos de categoria de desenvolvimento e idioma do trabalho.

Tabela 1. Relação de artigos selecionados.

TÍTULO	AUTORIA	ANO	PAÍS DE ORIGEM	ASSUNTO	IDIOMA	CLASSE WESP
“Another (hard) day moving in the city”: Development and validation of the MCSS, a multimodal commuting stress scale	Useche, Marin e Llamazares	2023	Espanha	Escala de estresse do deslocamento	Inglês	Desenvolvido
A methodology for calculating the passenger comfort benefits of railway travel	Huang e Shuai	2018	China	Conforto de viagem ferroviária	Inglês	Em desenvolvimento
A User-Centered Design Exploration of Factors That Influence the Rideshare Experience	Gangadharaiah et al.	2023	Estados Unidos	Experiência de transporte por aplicativo	Inglês	Desenvolvido
Accessibility to high speed rail service in the multimodal transport networks with uncertainties: Case study at Beijing south railway station	Zhou et al.	2017	China	Acessibilidade ao trem de alta velocidade	Inglês	Em desenvolvimento

TÍTULO	AUTORIA	ANO	PAÍS DE ORIGEM	ASSUNTO	IDIOMA	CLASSE WESP
An instrument to measure passenger satisfaction of a public transport system	Leite, Avila e Figueiredo	2017	Brasil	Satisfação dos passageiros	Inglês	Em desenvolvimento
Analyzing and Assessing the Experience of Traveling by Public Transport	Schiefelbusch	2015	Alemanha	Avaliação da experiência no transporte público	Inglês	Desenvolvido
Atributos Qualitativos e Fatores de Satisfação com o Transporte Público Urbano por Ônibus	Strehl, Moyano e Angnes	2019	Brasil	Fatores de satisfação no transporte público	Português	Em desenvolvimento
Big data for big issues: Revealing travel patterns of low-income population based on smart card data mining in a global south unequal city	Pieroni et al.	2021	Brasil	Padrões de viagem de baixa renda	Inglês	Em desenvolvimento
Build for Comfort, Not Just Speed - Valuing Service Quality Impacts in Transport Planning	Litman	2023	Canadá	Qualidade do serviço no transporte	Inglês	Desenvolvido
Commuting and well-being	Novaco e Gonzalez	2009	Estados Unidos	Deslocamento e bem-estar	Inglês	Desenvolvido
Comparing Transport Quality Perception among Different Travellers in European Cities through Co-Cluster Analysis	Pirra e Pensa	2019	Reino Unido	Percepção da qualidade do transporte	Inglês	Desenvolvido
Consecuencias emocionales de las propiedades instrumentales y simbólicas de los medios de transporte urbano	Sevillano, López-Sáez e Mayordomo	2010	Espanha	Impacto emocional do transporte urbano	Espanhol	Desenvolvido
Cool Walkability Planning	Litman	2023	Canadá	Planejamento de caminhabilidade	Inglês	Desenvolvido
Creating Great Places	Cushing e Miller	2019	Estados Unidos	Planejamento urbano	Inglês	Desenvolvido
Detecting Moments of Stress from Measurements of Wearable Physiological Sensors	Kyriakou et al.	2019	Alemanha	Sensores de estresse vestíveis	Inglês	Desenvolvido
Determinants of traveler satisfaction: Evidence for non-linear and asymmetric effects	Abenoza, Cats e Susilo	2019	Suécia	Satisfação dos viajantes	Inglês	Desenvolvido

TÍTULO	AUTORIA	ANO	PAÍS DE ORIGEM	ASSUNTO	IDIOMA	CLASSE WESP
Dubai's new pedestrian walkway provides a quick and convenient means of moving between destinations	ARUP	2009	Emirados Árabes	Desenvolvimento de passarelas para pedestres	Inglês	Em desenvolvimento
Factors influencing the perceived value of travel time in European urban areas	Pourhashem et al.	2023	França	Valor do tempo de viagem	Inglês	Desenvolvido
First-/last-mile experience matters: The influence of the built environment on satisfaction and loyalty among public transit riders	Park, Farb e Chen	2021	Estados Unidos	Ambiente construído e satisfação no trânsito	Inglês	Desenvolvido
Modelo de Predição de Conforto de Usuários do Transporte Coletivo	Rolim e Baldo	2021	Brasil	Predição de conforto	Português	Em desenvolvimento
Multimodal Estimation of Frustrative Driving Situations Using a Latent Variable Model	Bosch et al.	2022	Alemanha	Situações frustrantes de condução	Inglês	Desenvolvido
Relating emotions, psychophysiological indicators and context in public transport trips: Case study and a joint framework for data collection and analysis	Barría et al.	2023	Chile	Emoções e psicofisiologia no transporte público	Inglês	Em desenvolvimento
Transporte coletivo: vibração de corpo-inteiro e conforto de passageiros, motoristas e cobradores	Figueiredo, Silva e Barnabé	2016	Brasil	Vibração corporal no transporte público	Português	Em desenvolvimento
Travel Experience in Public Transport: A Geospatial Analysis by Experience Mapping	Bosch, Luther e Ihme	2023	Alemanha	Análise geoespacial no transporte público	Inglês	Desenvolvido
Travel experience on board urban buses: A comparison between Bristol and Brescia	Bonera et al.	2020	Reino Unido	Experiência de viagem em ônibus urbanos	Inglês	Desenvolvido
Travel quality assessment of urban roads based on international roughness index: Case study in Colombia	Abudinen, Fuentes e Muñoz	2017	Colômbia	Avaliação da qualidade das vias urbanas	Inglês	Em desenvolvimento
User experiences and perceptions of women-only transport services in Mexico	Abenoza, Cats e Susilo	2020	México	Serviços de transporte exclusivos para mulheres	Inglês	Em desenvolvimento

TÍTULO	AUTORIA	ANO	PAÍS DE ORIGEM	ASSUNTO	IDIOMA	CLASSE WESP
Weather, transport mode choices and emotional travel experiences	Böcker, Dijst e Faber	2016	Países Baixos	Clima e escolha do modo de transporte	Inglês	Desenvolvido
Youth travel experience: An analysis of the relations between motivations, satisfaction and perceived change	Staffieri e Cavagnaro	2018	Itália	Motivações dos jovens para viajar	Inglês	Desenvolvido

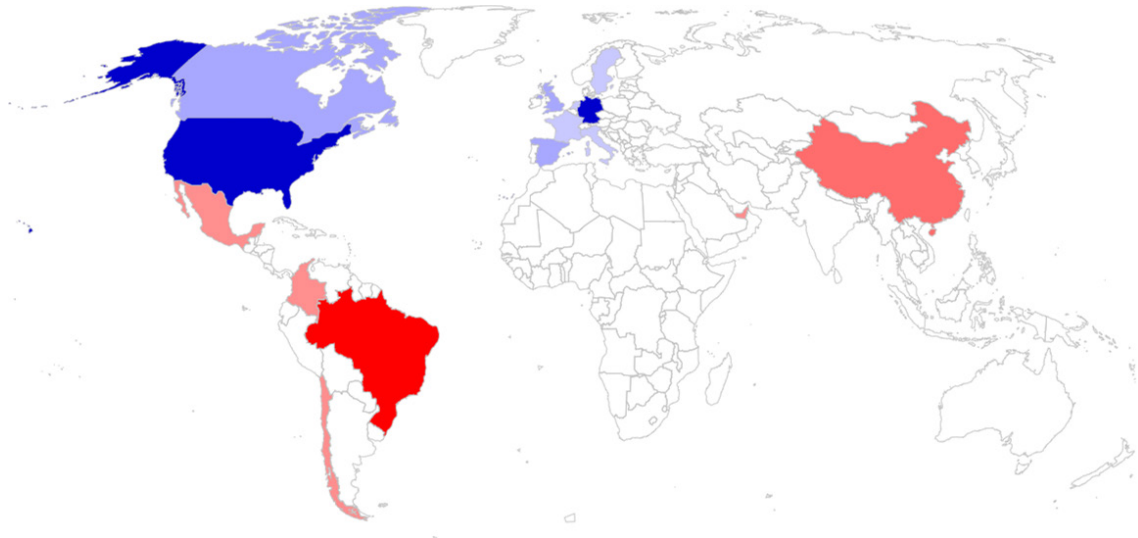


FIGURA 2. Populações estudadas em artigos selecionados por país.

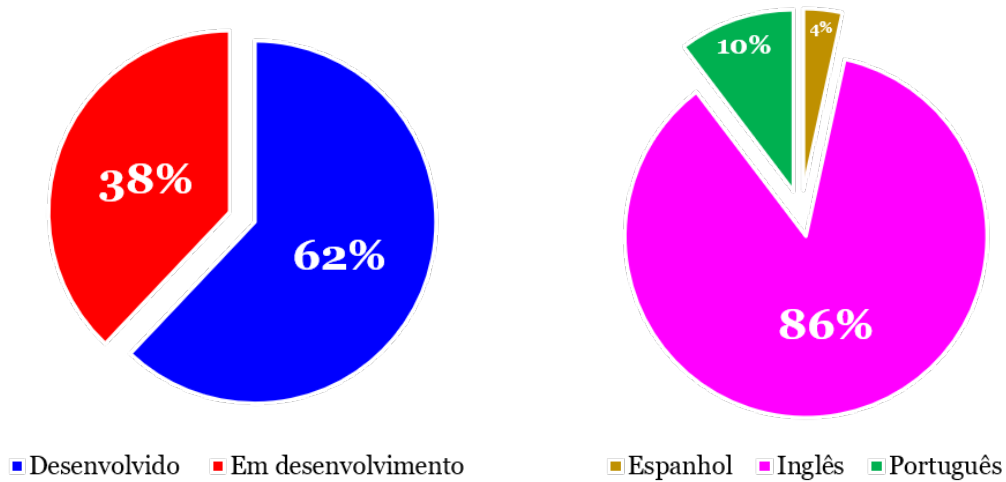


FIGURA 3. Proporção por categorização de desenvolvimento da *Situação Econômica Mundial e Perspectivas* e por idioma do artigo.

Por meio da implementação de várias metodologias para avaliar a experiência do usuário em mobilidade urbana, as questões associadas às métricas de conforto são abordadas ao se analisar as variáveis que influenciam diretamente o conforto e a qualidade das viagens. Através de uma abordagem que combina análises quantitativas e qualitativas, incluindo questionários, medições psicofisiológicas e etnografia móvel, foram destacados fatores que impactam a experiência de quem se desloca no meio urbano. As técnicas utilizadas proporcionam uma compreensão detalhada e contextualizada, assegurando que as respostas para as perguntas propostas pela revisão de literatura sejam tratadas de forma eficaz e fundamentada. Alguns dos trabalhos são discutidos e correlacionados a seguir e, quando aplicável, mencionam-se entre parênteses o país-alvo do estudo.

Scherer, (2005) investiga a complexidade de medir emoções e sentimentos em ambientes urbanos, destacando a tarefa de quantificar experiências emocionais de maneira objetiva. O autor discute a natureza multifacetada das emoções, que engloba aspectos cognitivos, fisiológicos, expressivos e experiências subjetivas, e examina métodos variados para sua medição, como questionários, análise de expressões faciais e medições fisiológicas. Desse modo, os diversos trabalhos apresentados a seguir englobam diversas perspectivas sobre métodos de medição da experiência do cidadão em mobilidade urbana.

A aferição da experiência do cidadão em mobilidade urbana pode ser abordada sob diversas métricas. Bosch et al., (2022) (Alemanha): frustração ao dirigir, empregando um modelo de variável latente para estimar tal sentimento. Esse método avalia comportamentos e respostas psicofisiológicas, englobando avaliações subjetivas de frustração, expressões faciais e assimetria alfa frontal em eletroencefalogramas. Foi avaliado que expressões e avaliações subjetivas constituem parte importante para o modelo de frustração, mostrando a eficácia deste em determinar quais medidas são mais reveladoras em variados contextos. A pesquisa conclui pela efetividade de medidas objetivas, como indicadores psicofisiológicos, para antecipar frustração em contextos práticos, o que pode aprimorar a interação entre veículos e passageiros.

Em trabalho posterior de Bosch, Luther e Ihme, (2023) (Alemanha), métodos de medição da experiência dos usuários em mobilidade urbana foram investigados, com foco na análise e mapeamento da experiência de viagem em transportes públicos. Utilizando dados cardiológicos e avaliações de satisfação dos usuários, o estudo criou mapas de experiência para destacar regiões com feedbacks positivos e negativos no sistema de transporte. A metodologia incluiu o monitoramento contínuo de satisfação e estresse dos

viajantes durante o percurso em rotas específicas de transporte público, que é realizado através da avaliação subjetiva que os participantes fazem de seu nível atual de satisfação com a viagem e seu nível de estresse.

Os autores utilizaram uma escala Likert de 1 (baixo estresse/baixa satisfação) a 10 (alto estresse/alta satisfação) e registram suas respostas a cada 3,5 minutos em um smartphone usando o aplicativo *movisensXS*. Além disso, os participantes também relatam quaisquer eventos que ocorrem durante a viagem, além de dados cardiológicos, como frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca, também foram coletadas continuamente durante as viagens usando o sensor *ecgMove4* da *Movisens GmbH*, com os dados sendo transformados por desvio absoluto mediano por pessoa. Somente os dados em que os participantes estavam sentados por mais de 60 segundos foram considerados nas análises para evitar confusão com atividades físicas que também podem alterar a frequência cardíaca.

Estes dados foram geoespacialmente mapeados, retratando as experiências dos usuários ao longo de suas viagens. Foi verificado que o mapeamento de experiências pode indicar áreas críticas no sistema de transporte público. Fatores como a presença de pessoas inconvenientes foram identificados como contribuintes para experiências negativas. Compreender as localizações e causas de experiências negativas possibilita aprimorar a infraestrutura e os serviços de transporte público, visando uma experiência mais positiva e eficiente para os cidadãos. A criação de mapas de experiência pode ser uma ferramenta poderosa para identificar pontos críticos no sistema de transporte público. Isso permite intervenções direcionadas para melhorar a infraestrutura e os serviços nas áreas mais problemáticas, resultando em uma experiência de viagem mais agradável para os usuários.

A experiência do viajante especificamente em ônibus urbanos é abordada por Figueiredo, Silva e Barnabé, (2016) (Brasil), que examinam a exposição à vibração de corpo inteiro (vci) em ônibus e seus efeitos no conforto de passageiros, motoristas e cobradores. Utilizando a norma ISO-2631-1997 e os critérios da Diretiva Europeia (2002), mediu-se a vibração em três eixos, revelando que motoristas e cobradores enfrentam vibrações acima dos limites recomendados, enquanto os passageiros sentem desconforto variado conforme a localização dos assentos. Observou-se que os assentos dos ônibus oferecem amortecimento insuficiente, necessitando de melhorias para atenuar a vci e elevar o conforto. Melhorar o design dos assentos e sistemas de suspensão dos ônibus pode aumentar significativamente o conforto dos passageiros e motoristas. Isso pode envolver a introdução de materiais de amortecimento mais eficazes e a revisão do layout interno dos veículos.

Em um contexto nacional, Rolim e Baldo, (2021) (Brasil), realizaram uma análise da experiência de conforto dos passageiros de transporte coletivo em Joinville (SC), a qual foi examinada através de um enfoque inovador que combina dados cinéticos e telemétricos com aprendizado de máquina. A pesquisa adota uma abordagem híbrida, integrando dados quantitativos, como aceleração e velocidade, com feedback qualitativo dos passageiros sobre o conforto. Este método inovador utiliza algoritmos de aprendizado de máquina para analisar e prever a percepção de conforto, fundamentando-se em dados coletados diretamente dos veículos e em questionários respondidos pelos usuários. Os resultados apontam que o modelo gerado foi eficiente na predição da experiência de conforto, destacando a sinergia entre as métricas objetivas e subjetivas para avaliações mais precisas.

De maneira semelhante à metodologia aplicada por Rolim e Baldo, (2021), Useche, Marin e Llamazares, (2023) (Espanha) focam em aprimorar a avaliação do estresse em deslocamentos multimodais, criando a *Multimodal Commuting Stress Scale* (MCSS). A pesquisa, realizada com uma amostra nacional de usuários de transporte na Espanha, baseou-se em questionários eletrônicos para coletar percepções de estresse. O MCSS foi validado em quatro dimensões: Ineficiência e inconveniência, insegurança e inquietude; congestionamento e aglomeração; e estresse psicofísico, e os resultados demonstraram sua validade para quantificar o estresse no deslocamento. Este instrumento mostrou-se eficaz ao revelar correlações importantes com a saúde e a segurança dos usuários, além de possibilitar comparações entre diferentes grupos de transportes.

Strehl, Moyano e Angnes, (2019) (Brasil) examinam a satisfação dos usuários com o transporte público por ônibus, empregando uma abordagem mista que combina métodos qualitativos e quantitativos. Inicialmente, entrevistas com 25 usuários de ônibus identificaram atributos qualitativos que influenciam a satisfação, como pontualidade, conforto, segurança, acessibilidade e interação com motoristas. Posteriormente, um questionário com 203 usuários quantificou a satisfação com esses atributos. O estudo concluiu que a satisfação dos usuários é influenciada por múltiplos fatores e ressaltou a necessidade de integrar esses atributos na gestão e planejamento dos serviços de transporte público. Os resultados indicam que uma abordagem integrada que considere múltiplos fatores de satisfação é fundamental para melhorar o transporte público.

Os métodos de coleta de dados quantitativos, como dados cardiológicos, telemetria e pesquisas on-line, fornecem informações mensuráveis. Por outro lado, os métodos de coleta de dados qualitativos, como medidas de estresse e satisfação de autorrelato, questionários e análise de emoções,

capturam as percepções individuais dos passageiros. A combinação desses métodos permite uma compreensão mais profunda da experiência do passageiro e dos fatores que afetam sua satisfação. Além disso, a integração de tecnologias contribui para uma coleta mais eficiente e precisa de informações sobre o transporte urbano.

4. Conclusões

Com base na revisão sistemática realizada, o presente trabalho oferece uma visão abrangente sobre a experiência de conforto e bem-estar em deslocamentos urbanos, abordando tanto métricas objetivas quanto subjetivas. A análise detalhada das diversas metodologias aplicadas em estudos anteriores revela a complexidade e a multidimensionalidade do tema, destacando a importância de uma abordagem interdisciplinar para compreender e melhorar a mobilidade urbana.

A revisão identificou que a mobilidade urbana envolve não apenas a infraestrutura e tecnologia, mas também o bem-estar físico e psicológico dos usuários. Aspectos como a percepção de segurança e o impacto das diferentes modalidades de transporte sobre a saúde mental e física dos usuários são importantes para a compreensão completa do fenômeno.

As métricas objetivas utilizadas incluem dados cardiológicos, telemetria e sensores de vibração, bem como a análise geoespacial e de expressões faciais para medir estresse e frustração. As métricas subjetivas incluem questionários de autorrelato, entrevistas qualitativas e escalas específicas para avaliar a satisfação, o estresse e o bem-estar dos viajantes. Ainda que precisas, métricas objetivas podem não capturar todas as percepções individuais, enquanto as subjetivas podem ser afetadas por variáveis situacionais. Assim, considerar essas limitações ajuda a contextualizar os dados e sua aplicabilidade em diversos cenários urbanos.

O design centrado no usuário surge como uma abordagem importante para integrar os insights coletados através das métricas de conforto na criação de sistemas de mobilidade mais eficientes e agradáveis. Ao aplicar princípios de design ao desenvolvimento e ajuste dos sistemas de transporte, é possível garantir que as soluções não apenas atendam às necessidades funcionais, mas também melhorem o bem-estar psicológico e físico dos usuários.

Ao nortear a revisão sistemática da literatura, as perguntas orientadoras abordaram como a experiência de conforto durante viagens urbanas impacta a qualidade de vida dos cidadãos. Desse modo, a contribuição desse trabalho reside na sua abordagem interdisciplinar, na sua capacidade de vincular diretamente os aspectos físicos e psicológicos do conforto, proporcionando

insights valiosos para o desenvolvimento de políticas públicas e intervenções de design centradas no usuário.

Para futuros estudos, recomenda-se explorar ainda mais as interações entre diferentes métricas de conforto e seus impactos diretos e indiretos na saúde mental e física dos usuários. As métricas podem também revelar nuances específicas em contextos urbanos variados, conforme o ambiente socioeconômico e cultural. Seria benéfico também expandir a pesquisa para incluir uma variedade maior de contextos urbanos e culturais, para entender melhor as variáveis específicas que influenciam o conforto em diferentes cenários globais. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias de coleta de dados em tempo real pode permitir uma avaliação contínua e dinâmica do conforto, ajustando os sistemas de transporte em resposta direta às necessidades e feedbacks dos usuários.

Este artigo destaca a importância de uma abordagem integrada e interdisciplinar na pesquisa de design, combinando métodos quantitativos, com abordagens qualitativas. As práticas recomendadas incluem a implementação de sistemas de transporte inteligentes que utilizem dados em tempo real para ajustar condições de viagem e melhorar a experiência do usuário, bem como o desenvolvimento de políticas urbanas que considerem tanto os aspectos físicos quanto psicológicos do bem-estar dos cidadãos.

Referências

ABENOZA, R. F. *et al.* **User experiences and perceptions of women-only transport services in Mexico.** [S. l.]: Taylor and Francis, 2020.

ABENOZA, R. F.; CATS, O.; SUSILO, Y. O. Determinants of traveler satisfaction: Evidence for non-linear and asymmetric effects. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, [s. l.], v. 66, p. 339–356, 2019.

ABUDINEN, D.; FUENTES, L. G.; MUÑOZ, J. S. C. Travel quality assessment of urban roads based on international roughness index: Case study in Colombia. **Transportation Research Record**, [s. l.], v. 2612, p. 1–10, 2017.

ALESSANDRETTI, L.; SZELL, M. Urban Mobility. [s. l.], 2022.

ARUP. **Dubai's new pedestrian walkway provides a quick and convenient means of moving between destinations.** [S. l.], 2009. Disponível em: <https://www.arup.com/projects/dubai-pedways-development-strategy>. Acesso at: 28 Oct. 2023.

BARRÍA, C. *et al.* Relating emotions, psychophysiological indicators and context in public transport trips: Case study and a joint framework for data collection and analysis. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, [s. l.], v. 95, p. 418–431, 2023.

BÖCKER, L.; DIJST, M.; FABER, J. Weather, transport mode choices and emotional travel experiences. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 94, p. 360–373, 2016.

BONERA, M. *et al.* Travel experience on board urban buses: A comparison between Bristol and Brescia. **European Transport - Trasporti Europei**, [s. l.], n. 76, 2020.

BOSCH, E. *et al.* Multimodal Estimation of Frustrative Driving Situations Using a Latent Variable Model. *In:* , 2022. **2022 13th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)**. [S. l.]: IEEE, 2022. p. 11–16.

BOSCH, E.; LUTHER, R.; IHME, K. Travel Experience in Public Transport: A Geospatial Analysis by Experience Mapping. *In:* TRAVEL EXPERIENCE IN PUBLIC TRANSPORT, 2023. **MuC '23: Mensch und Computer 2023**. [S. l.]: ACM, 2023. p. 417–421.

BRAMER, W. M. *et al.* A systematic approach to searching: an efficient and complete method to develop literature searches. **Journal of the Medical Library Association**, [s. l.], v. 106, n. 4, 2018.

CALABRESE, F. *et al.* Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [s. l.], v. 26, p. 301–313, 2013.

CHATTERJEE, K. *et al.* Commuting and wellbeing: a critical overview of the literature with implications for policy and future research. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 5–34, 2020.

CONCEIÇÃO, M. A. *et al.* The effect of transport infrastructure, congestion and reliability on mental wellbeing: a systematic review of empirical studies. **Transport Reviews**, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 264–302, 2023.

CUSHING, D. F.; MILLER, E. **Creating Great Places**. New York, NY: Routledge, 2020.: Routledge, 2019.

ETTEMA, D. *et al.* Travel Mode Use, Travel Mode Shift and Subjective Well-Being: Overview of Theories, Empirical Findings and Policy

Implications. *In: MOBILITY, SOCIABILITY AND WELL-BEING OF URBAN LIVING*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016. p. 129–150.

FIGUEIREDO, M. A. D. M.; SILVA, L. F.; BARNABÉ, T. L. Transporte coletivo: vibração de corpo-inteiro e conforto de passageiros, motoristas e cobradores. **Journal of Transport Literature**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 35–39, 2016.

GANGADHARAI, R. *et al.* A User-Centered Design Exploration of Factors That Influence the Rideshare Experience. **Safety**, [s. l.], v. 9, n. 2, 2023.

GARAU, C.; PAVAN, V. Evaluating Urban Quality: Indicators and Assessment Tools for Smart Sustainable Cities. **Sustainability**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 575, 2018.

HUANG, W.; SHUAI, B. A methodology for calculating the passenger comfort benefits of railway travel. **Journal of Modern Transportation**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 107–118, 2018.

KLINGER, T.; KENWORTHY, J. R.; LANZENDORF, M. Dimensions of urban mobility cultures – a comparison of German cities. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 31, p. 18–29, 2013.

KYRIAKOU, K. *et al.* Detecting Moments of Stress from Measurements of Wearable Physiological Sensors. **Sensors**, [s. l.], v. 19, n. 17, p. 3805, 2019.

LEITE, V. D. de M.; AVILA, S. H.; FIGUEIREDO, V. L. M. de. An instrument to measure passenger satisfaction of a public transport system. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 63–82, 2017.

LITMAN, T. **Build for Comfort, Not Just Speed - Valuing Service Quality Impacts in Transport Planning**. Victoria: [s. n.], 2023a.

LITMAN, T. **Cool Walkability Planning**. Victoria: [s. n.], 2023b.

LOPEZ-CARREIRO, I. *et al.* Urban mobility in the digital era: An exploration of travellers' expectations of MaaS mobile-technologies. **Technology in Society**, [s. l.], v. 63, p. 101392, 2020.

LUCAS, K. *et al.* Is transport poverty socially or environmentally driven? Comparing the travel behaviours of two low-income populations living

in central and peripheral locations in the same city. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 116, p. 622–634, 2018.

MAYO, N. E.; MATE, K. K. V. Quantifying Mobility in Quality of Life. *In*: WAC, K.; WULFOVICH, S. (org.). **Quantifying Quality of Life**. Cham: Springer International Publishing, 2022. p. 119–136.

MONZON, A.; JULIO, R.; GARCIA-MARTINEZ, A. Hybrid methodology for improving response rates and data quality in mobility surveys. **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], v. 20, p. 155–164, 2020.

MORELLI, N.; DE GÖTZEN, A.; SIMEONE, L. **Service Design Capabilities**. Cham: Springer International Publishing, 2021. v. 10

NOVACO, R. W.; GONZALEZ, O. I. Commuting and well-being. *In*: AMICHAH-HAMBURGER, Y. (org.). **Technology and Psychological Well-being**. 1. ed. [S. l.]: Cambridge University Press, 2009. p. 174–205.

PARK, K.; FARB, A.; CHEN, S. First-/last-mile experience matters: The influence of the built environment on satisfaction and loyalty among public transit riders. **Transport Policy**, [s. l.], v. 112, p. 32–42, 2021.

PIERONI, C. *et al.* Big data for big issues: Revealing travel patterns of low-income population based on smart card data mining in a global south unequal city. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 96, p. 103203, 2021.

PIRRA, M.; PENSA, R. G. Comparing Transport Quality Perception among Different Travellers in European Cities through Co-Cluster Analysis. **Sustainability**, [s. l.], v. 11, n. 24, p. 7159, 2019.

POURHASHEM, G. *et al.* Factors influencing the perceived value of travel time in European urban areas. **Transportation**, [s. l.], 2023.

RODRIGUES, A. L. *et al.* Measuring mobility inequalities of favela residents based on mobile phone data. **Habitat International**, [s. l.], v. 110, p. 102346, 2021.

ROLIM, V. B.; BALDO, F. Modelo de Predição de Conforto de Usuários do Transporte Coletivo. *In*: , 2021. **Computer on the Beach**. [S. l.]: Universidade do Vale do Itajaí, 2021. p. 64–71.

ROSA, L.; SILVA, F.; ANALIDE, C. Urban Human Mobility Modelling and Prediction: Impact of Comfort and Well-Being Indicators. *In*:

MARREIROS, G. *et al.* (org.). **Progress in Artificial Intelligence**. Cham: Springer International Publishing, 2021. v. 12981, p. 278–289.

SANDERS, E. B. N. From user-centered to participatory design approaches. *In*: FRASCARA, J. (org.). **Design and the Social Sciences: Making Connections**. 1. ed. New York: Taylor & Francis, 2002. p. 1–8.

SANGIORGI, D.; PRENDIVILLE, A. **Designing for Service: Key Issues and New Directions**. [S. l.]: Bloomsbury Academic, 2017.

SCHERER, K. R. What are emotions? And how can they be measured?. **Social Science Information**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 695–729, 2005.

SCHIEFELBUSCH, M. Analyzing and Assessing the Experience of Traveling by Public Transport. **Journal of Public Transportation**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 46–72, 2015.

SEVILLANO, V.; LÓPEZ-SÁEZ, M.; MAYORDOMO, S. Consecuencias emocionales de las propiedades instrumentales y simbólicas de los medios de transporte urbano. **Psycology**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 47–56, 2010.

SILA-NOWICKA, K. *et al.* Analysis of human mobility patterns from GPS trajectories and contextual information. **International Journal of Geographical Information Science**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 881–906, 2016.

STAFFIERI, S.; CAVAGNARO, E. Youth travel experience: An analysis of the relations between motivations, satisfaction and perceived change. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, [s. l.], v. 227, p. 95–106, 2018.

STICKDORN, M. *et al.* Prototyping Methods. *In*: THIS IS SERVICE DESIGN DOING: APPLYING SERVICE DESIGN THINKING IN THE REAL WORLD. 1. ed. [S. l.]: O'Reilly Media, 2018. p. 146–207.

STICKDORN, M.; SCHNEIDER, J. **Isto É Design Thinking de Serviços: Fundamentos, Ferramentas, Casos**. 1. ed. [S. l.]: Bookman, 2014.

STREHL, E. G.; MOYANO, C. A. M.; ANGNES, D. L. Atributos Qualitativos e Fatores de Satisfação com o Transporte Público Urbano por Ônibus. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 98–126, 2019.

USECHE, S. A.; MARIN, C.; LLAMAZARES, F. J. “Another (hard) day moving in the city”: Development and validation of the MCSS, a

multimodal commuting stress scale. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, [s. l.], v. 95, p. 143–159, 2023.

VAZQUEZ-PROKOPEC, G. M. *et al.* Using GPS Technology to Quantify Human Mobility, Dynamic Contacts and Infectious Disease Dynamics in a Resource-Poor Urban Environment. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. e58802, 2013.

XIAO, Y.; WATSON, M. Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. **Journal of Planning Education and Research**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 93–112, 2019.

ZHOU, Y. *et al.* Accessibility to high speed rail service in the multimodal transport networks with uncertainties: Case study at Beijing south railway station. In: , 2017. (S. T. N. N. Chen A., Org.) **Transport and Society - Proceeding of the 22nd International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, HKSTS 2017**. [S. l.]: Hong Kong Society for Transportation Studies Limited, 2017. p. 391–398.

Como referenciar

KRONENBERGER, Eliza; QUARESMA, Manuela. Medição do conforto na mobilidade urbana: métricas objetivas e subjetivas. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, pp. 177-200, jan./2025. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/arcosdesign>.

DOI: <https://www.doi.org/10.12957/arcosdesign.2025.87059>



A revista **Arcos Design** está licenciada sob uma licença Creative Commons Atribuição – Não Comercial – Compartilha Igual 4.0 Não Adaptada.

Recebido em 03/09/2024 | Aceito em 21/11/2024