XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8384

Nível de satisfação do usuário em infraestruturas subterrâneas urbanas: um estudo de caso em Blumenau, SC

User satisfaction level in urban underground infrastructures: a case study in Blumenau, SC

Rafael Pacheco dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | rafael.santos@udesc.br
Michael Renê Mix Visintainer
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | michael.visintainer@udesc.br
Eduardo Müller dos Santos
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | eduardo.santos@udesc.br
Vinícius João da Silveira
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | vinicius.silveira008@udesc.br
Pedro Henrique Bertollo Pinheiro
Universidade do Estado de Santa Catarina | Ibirama | Brasil | pedro.pinheiro@edu.udesc.br

Resumo

Este estudo avalia a satisfação de usuários com infraestruturas subterrâneas em Blumenau (SC), comparando uma passagem revitalizada com um túnel rodoviário adaptado. Utilizando escala Likert, a pesquisa identificou contrastes relevantes: aprovação na passagem subterrânea e insatisfação no túnel analisado. Os resultados indicam que, embora as estruturas possam anteder a requisitos técnicos e normativos, isso não garante a percepção de segurança pelos usuários. Falhas de manutenção, sinalização e acessibilidade intensificam a sensação de risco e desconforto. Conclui-se que a experiência do usuário ainda é secundarizada, sendo necessário integrar conforto, acessibilidade e segurança à gestão para promover a mobilidade sustentável.

Palavras-chave: Infraestrutura subterrânea. Satisfação do usuário. Mobilidade urbana.

Abstract

This study evaluates user satisfaction with underground infrastructures in Blumenau (SC), comparing a revitalized underpass with an adapted road tunnel. Using a Likert scale, the research identified relevant contrasts: approval in the underpass and dissatisfaction in the analyzed tunnel. The results indicate that, although the structures may meet technical and regulatory requirements, this does not guarantee users' perception of safety. Failures in maintenance, signaling, and accessibility intensify the sense of risk and discomfort. It is concluded that user experience remains secondary, highlighting the need to integrate comfort, accessibility, and safety into management practices to promote sustainable mobility.

Keywords: Underground infrastructure. User satisfaction. Urban mobility.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8384

INTRODUÇÃO

A segurança, a funcionalidade e a atratividade das infraestruturas urbanas são aspectos essenciais para a qualidade da mobilidade e para o uso adequado do espaço público. No caso das infraestruturas subterrâneas, como passagens e túneis urbanos, a manutenção costuma ser orientada por critérios técnicos e normativos relacionados à integridade física, ao desempenho estrutural e às condições operacionais [1][2]. Entretanto, o atendimento a esses requisitos nem sempre se traduz em percepção de segurança, conforto e satisfação por parte dos usuários.

Alguns estudos têm buscado incorporar a experiência do usuário à avaliação e à manutenção de infraestruturas urbanas, reconhecendo que fatores como iluminação, sinalização, higiene, acessibilidade e sensação de segurança influenciam diretamente a forma como esses espaços são percebidos e utilizados [3][4]. Apesar disso, ainda são limitadas as investigações voltadas especificamente à satisfação de usuários em infraestruturas subterrâneas urbanas, sobretudo no contexto brasileiro.

Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em Blumenau, Santa Catarina, com o objetivo de avaliar o nível de satisfação de usuários típicos em duas infraestruturas subterrâneas urbanas: a passagem subterrânea da Rua Sete de Setembro e o túnel da Rua Vitório Alcântara. Para isso, foi aplicado um questionário estruturado, com uso de escala Likert, voltado à análise de aspectos relacionados à segurança e à usabilidade. Ao comparar duas estruturas com características e condições distintas, o estudo busca contribuir para a discussão sobre a necessidade de integrar a percepção do usuário aos processos de avaliação, gestão e manutenção dessas infraestruturas.

INFRAESTRUTURA SUBTERRÂNEA COMO ALTERNATIVA PARA OS DESAFIOS URBANOS CONTEMPORÂNEOS

A infraestrutura subterrânea tem se consolidado como uma alternativa estratégica para enfrentar os desafios impostos pela expansão urbana e pela crescente complexidade das cidades [5]. Nesse contexto, os túneis destacam-se como elementos-chave, ao viabilizarem a transposição de barreiras naturais e antrópicas com reduzido grau de intervenção na superfície, favorecendo a preservação da paisagem urbana e a minimização de impactos sociais e ambientais.

Essas infraestruturas desempenham papel relevante na organização do território urbano, viabilizando soluções que minimizam impactos ambientais e sociais, ao mesmo tempo em que ampliam a capacidade de circulação e integração entre diferentes áreas da cidade [6][7]. Sua aplicação está diretamente associada à busca por cidades mais eficientes, resilientes e sustentáveis.

Entretanto, apesar de seu potencial, a efetividade dessas estruturas não depende apenas de sua concepção técnica. A forma como são projetadas, mantidas e utilizadas influencia diretamente sua aceitação pela população. Assim, para além de aspectos construtivos e operacionais, torna-se fundamental considerar a experiência do usuário

como elemento central na avaliação do desempenho dessas infraestruturas, especialmente no contexto da mobilidade urbana contemporânea.

ASPECTOS DE SEGURANÇA E USABILIDADE DE INFRAESTRUTUAS SUBTERRÂNEAS URBANAS

Embora apresentem elevado potencial para contribuir com a melhora do espaço urbano, as infraestruturas subterrâneas, especialmente os túneis e passagens subterrâneas, ainda revelam limitações significativas quando analisadas sob a perspectiva do usuário típico. Conforme discutido por [8], em diversos contextos urbanos essas estruturas não são concebidas ou adaptadas de forma adequada à mobilidade sustentável, evidenciando falhas recorrentes de acessibilidade, como desníveis abruptos, inexistência ou inadequação de rampas, sinalização insuficiente e interferências entre o tráfego motorizado e de pedestres/ciclistas.

Além disso, observa-se com frequência a deterioração das condições de conservação e higiene desses espaços, manifestada pela presença de resíduos de todos os tipos, infiltrações, acúmulo de umidade e problemas com os materiais de revestimento. Tais aspectos não apenas comprometem a salubridade, mas também afetam negativamente o nível de satisfação do usuário.

Sob a ótica da segurança, conforme exemplificado na Figura 1, destacam-se problemas como iluminação deficiente, baixa visibilidade, níveis elevados de ruído e uma acentuada sensação de confinamento. Em conjunto, esses fatores contribuem para intensificar a percepção de insegurança e desestimular a utilização desses espaços, sobretudo por grupos mais vulneráveis, como pedestres e ciclistas.

Figura 1: Condições inadequadas de passagens urbanas afeta sensivelmente o nível de satisfação e, por consequência, o valor social de tais empreendimentos



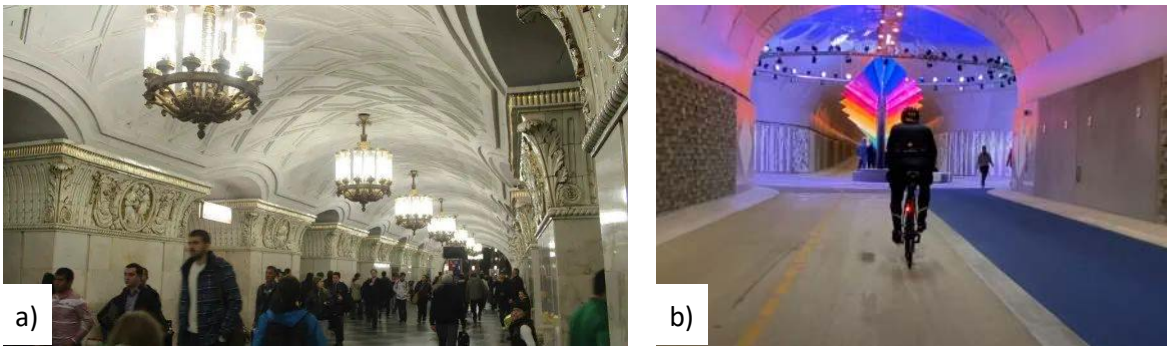
Fonte: [9]

As conclusões presentes em [1] nos permitem compreender melhor o sentimento do usuário típico com infraestruturas urbanas. O trabalho analisa a percepção dos usuários de infraestrutura urbana através do processamento de mais de 3.000 queixas sobre pontes e túneis na Coreia do Sul. Os autores concluíram que os principais fatores de insatisfação e insegurança envolvem a iluminação pública, sinalização, faixas de

rodagem, guarda-corpos e sistemas de drenagem. Notavelmente, o termo "acidente" emergiu como um nó central na semântica dos relatos, conectando-se diretamente às falhas de manutenção citadas. Ainda, embora os gestores foquem na existência física dos elementos, os usuários expressam insatisfação com aspectos operacionais que os manuais muitas vezes negligenciam, como a condição operacional da iluminação das placas e o impacto de árvores obscurecendo a sinalização.

A degradação de túneis urbanos não é uma regra. Exemplos internacionais demonstram que é possível aliar rigor técnico à qualidade espacial e à experiência do usuário. O metrô de Moscou ilustra essa abordagem ao combinar conservação rigorosa e valor estético, sendo referência na qualificação do ambiente subterrâneo e na satisfação dos usuários (Figura 2a). De forma complementar, o túnel da cidade de Bergen, na Noruega, evidencia o potencial dessas infraestruturas quando orientadas à mobilidade sustentável, ao oferecer um trajeto exclusivo para pedestres e ciclistas, com iluminação eficiente, segurança monitorada e conforto (Figura 2b). Ao priorizar usuários ativos e integrar bairros ao centro urbano, essas soluções superam a função de simples passagem e refletem um modelo de gestão centrado na experiência do usuário e na qualidade do espaço urbano.

Figura 2: Bons exemplos de infraestruturas subterrâneas que valorizam o usuário típico são: a) metrô de Moscou e b) túnel da cidade de Bergen, Noruega



Fonte: [10] e [11]

No Brasil, o desempenho de túneis urbanos é geralmente orientado por critérios técnicos voltados principalmente à iluminação e à prevenção de incêndios. No entanto, há uma diferença importante entre atender a esses critérios e garantir que os usuários se sintam seguros. Embora tais parâmetros assegurem o funcionamento adequado das estruturas, a visão dos gestores, frequentemente centrada na integridade física e estrutural, nem sempre contempla as necessidades de conforto dos usuários. Essa limitação é evidenciada pela pouca consideração de aspectos acústicos e ambientais desses espaços, fatores que influenciam diretamente a sensação de insegurança e insatisfação. Para pedestres e ciclistas, essa condição é ainda mais crítica, pois a infraestrutura costuma ser concebida sob uma ótica voltada ao tráfego motorizado, desconsiderando a vulnerabilidade dos usuários ativos. Como resultado, mesmo estruturas que atendem aos requisitos técnicos básicos podem permanecer como ambientes hostis e pouco acolhedores.

Superar esse cenário exige um novo paradigma de manutenção e projeto, que vá além da visão estritamente técnica e incorpore a experiência do usuário como elemento

central. Isso implica estabelecer critérios mais claros e rigorosos de acessibilidade, conforto visual e segurança preventiva, contemplando todos os modos de deslocamento.

METODOLOGIA

Devido às características do objetivo da pesquisa, foram adotados procedimentos metodológicos típicos de estudos de caso, com dados coletados in loco por meio de entrevistas. A elaboração do questionário e a definição da população amostral respeitaram as boas práticas acadêmicas, e os objetos de pesquisa são representativos para atender aos objetivos do estudo.

QUESTIONÁRIO ESTRUTURADO

Além das informações de caracterização dos participantes, o questionário foi elaborado com base na Escala Likert de cinco pontos, em que 1 corresponde a "muito insatisfeito", 2 a "insatisfeito", 3 a "neutro", 4 a "satisfeito" e 5 a "muito satisfeito". O instrumento foi composto por 37 questões, distribuídas em três blocos: segurança percebida (12 questões), usabilidade da infraestrutura (22 questões) e satisfação geral (3 questões). Também foram coletadas informações de caracterização dos participantes (gênero, faixa etária e tipo de usuário), sem identificação pessoal. Por se tratar de pesquisa de opinião com participantes adultos, respostas anônimas e sem coleta de dados pessoais sensíveis, o estudo não demandou apreciação por Comitê de Ética.

A população de interesse compreendeu os usuários das duas infraestruturas subterrâneas analisadas. Por se tratar de uma pesquisa inicial, adotou-se uma amostra não probabilística de 20 respondentes, de forma a identificar tendências preliminares de percepção e subsidiar estudos futuros com maior abrangência amostral. Os participantes foram abordados aleatoriamente durante a circulação nas infraestruturas e convidados a participar voluntariamente da pesquisa, realizada no horário de pico do dia 9 de abril de 2026. Em razão do caráter não probabilístico da amostra, não foram estimados grau de confiança nem margem de erro, sendo os resultados interpretados como indicativos da percepção dos usuários entrevistados, sem pretensão de generalização estatística.

PASSAGEM SUBTERRÂNEA DA RUA SETE DE SETEMBRO E TÚNEL DA RUA VITÓRIO ALCÂNTARA

Blumenau possui cerca de 385 mil habitantes e é conhecida pela herança europeia e a densa malha urbana. Duas estruturas que são fundamentais para o funcionamento adequado da cidade são a passagem subterrânea da rua Sete de Setembro, recentemente revitalizada, e o túnel da rua Vitório Alcântara, construído na década de 1930 para a ferrovia e hoje adaptado ao tráfego de veículos, com função estratégica na circulação local.

A passagem subterrânea da Rua 7 de Setembro (mostrada na Figura 3) garante a travessia segura de pedestres no centro de Blumenau, sob uma via de alto fluxo. Possui

acessos por escadarias em ambas as extremidades, conectadas por um corredor central com paredes revestidas em cerâmica e teto em arco metálico. Um sistema de monitoramento com câmeras foi recentemente instalado para coibir atos de vandalismo e pequenos crimes.

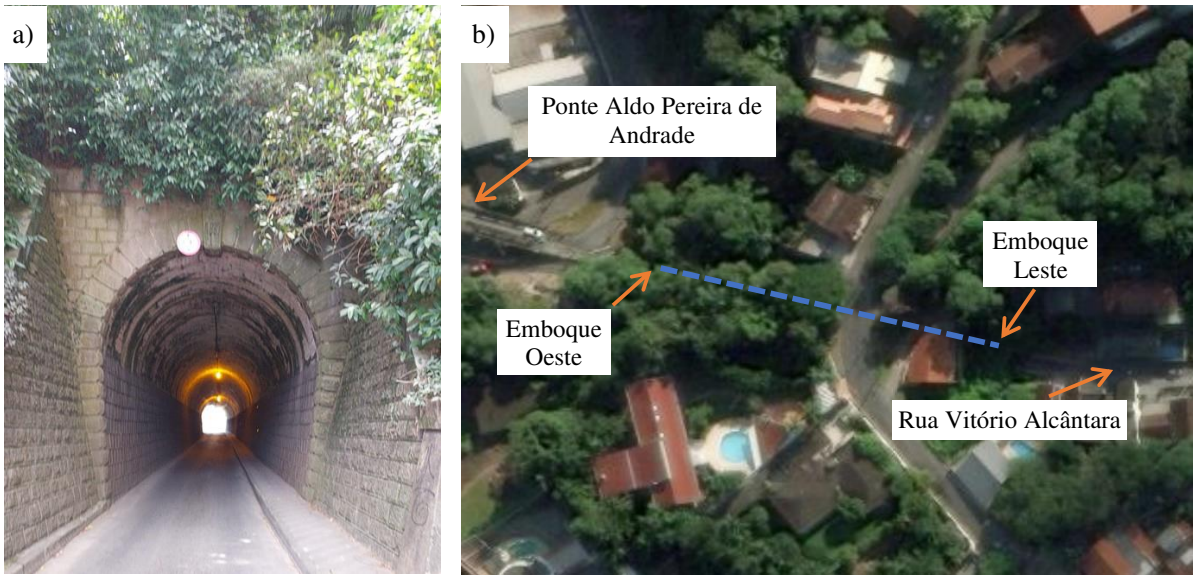
Figura 3: Passagem subterrânea da Rua 7 de Setembro



Fonte: autores

Já o túnel da Rua Vitório Alcântara, no bairro Ponta Aguda, em Blumenau, é uma estrutura escavada na década de 1930 para a Estrada de Ferro Santa Catarina e hoje adaptada ao tráfego rodoviário. Por ter sido projetado para outra função, apresenta limitações para atender padrões atuais de acessibilidade e higiene. A Figura 4 ilustra a seção transversal e o traçado do túnel.

Figura 4: Túnel da Rua Vitório Alcântara



Fonte: autores

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8384

RESULTADOS E DISCUSSÕES

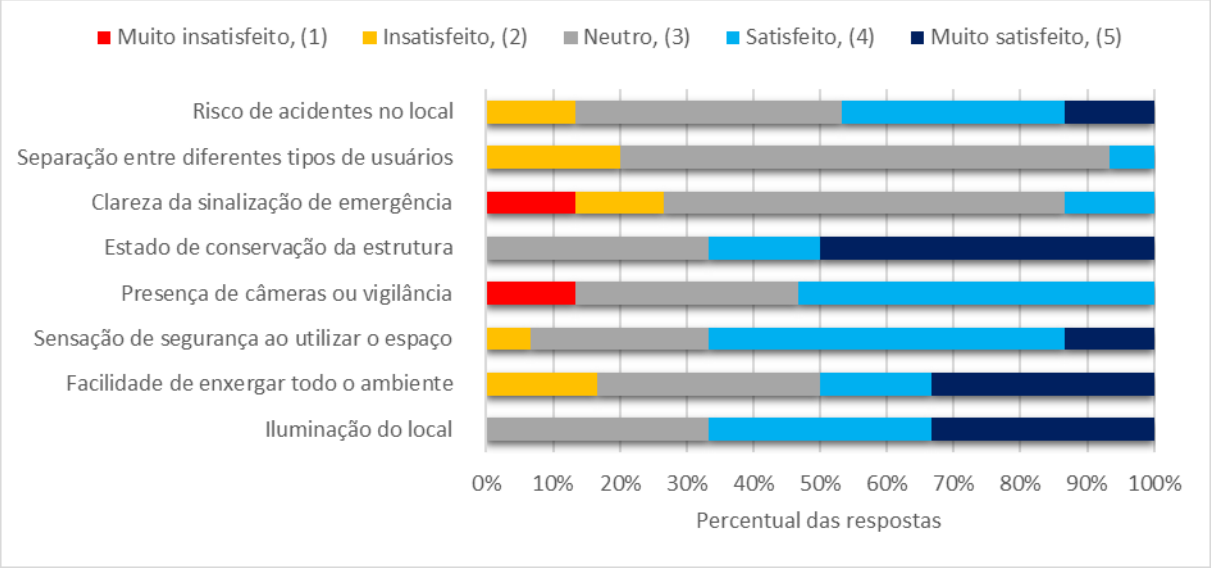
A seguir são apresentados os resultados obtidos para as duas infraestruturas subterrâneas estudadas.

PASSAGEM SUBTERRÂNEA DA RUA SETE DE SETEMBRO

Os resultados da passagem subterrânea da rua Sete de Setembro, que são descritas na Figura 5, apresentam um cenário mais positivo, com predominância de respostas concentradas nos níveis “satisfeito” e “muito satisfeito” em diversos critérios. O item iluminação do local, por exemplo, apresenta distribuição totalmente positiva, indicando elevado grau de aprovação. De forma semelhante, critérios como sensação de segurança ao utilizar o espaço e presença de câmeras ou vigilância também demonstram forte tendência de satisfação, sugerindo que intervenções anteriores ou condições existentes estão atendendo às expectativas dos usuários. Esse resultado está alinhado às observações de [3], que identificam a iluminação, a manutenção e a qualidade dos ambientes construídos como fatores diretamente relacionados à satisfação dos usuários. Da mesma forma, [1] demonstram que aspectos operacionais, como iluminação e sinalização, exercem influência significativa sobre a percepção de segurança, muitas vezes mais do que o próprio desempenho estrutural da infraestrutura.

Alguns critérios, no entanto, apresentam maior dispersão nas respostas. A clareza da sinalização de emergência e a separação entre diferentes tipos de usuários concentram-se majoritariamente em avaliações neutras, com presença de respostas negativas, indicando que esses aspectos ainda não são plenamente compreendidos ou percebidos como adequados. Já a facilidade de enxergar todo o ambiente e o risco de acidentes no local apresentam distribuição equilibrada entre neutro e satisfeito, sugerindo percepção intermediária, com margem para melhorias. O estado de conservação da estrutura também merece destaque positivo, com predominância de avaliações favoráveis, embora ainda com pequena presença de neutralidade.

Figura 5: Segurança percebida pelos usuários na passagem subterrânea da rua Sete de Setembro

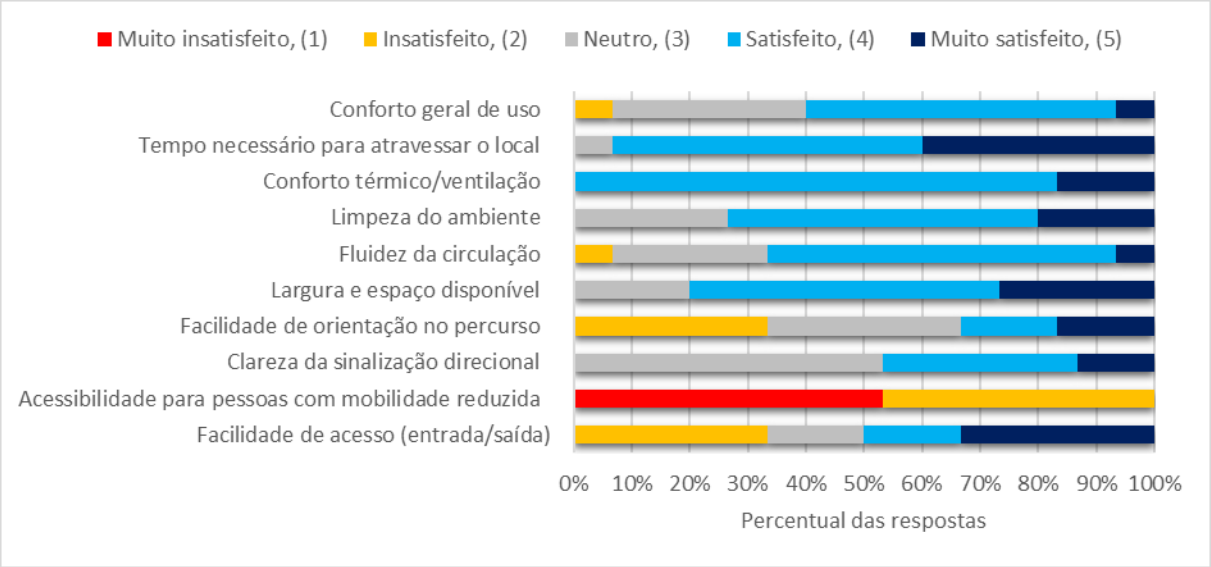


Fonte: autores

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8384

Em complemento aos resultados anteriores, os critérios de usabilidade (Figura 6) evidenciam a tendência de melhoria na percepção dos usuários, especialmente no que diz respeito aos aspectos de conforto e circulação. Critérios como largura e espaço disponível, fluidez da circulação, limpeza do ambiente e tempo necessário para atravessar o local apresentam predominância de respostas nos níveis “satisfeito” e “muito satisfeito”, indicando que o ambiente, de modo geral, oferece condições adequadas de uso e deslocamento.

Figura 6: Usabilidade percebida pelos usuários na passagem subterrânea da rua Sete de Setembro



Fonte: autores

Entretanto, alguns pontos críticos ainda persistem. A acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida se destaca negativamente, com forte concentração de respostas em “muito insatisfeito” e “insatisfeito”. Além disso, a facilidade de orientação no percurso e a facilidade de acesso (entrada/saída) apresentam distribuição mais equilibrada, com presença de respostas neutras e negativas, sugerindo que ainda há margem para melhorias na legibilidade e na organização dos fluxos.

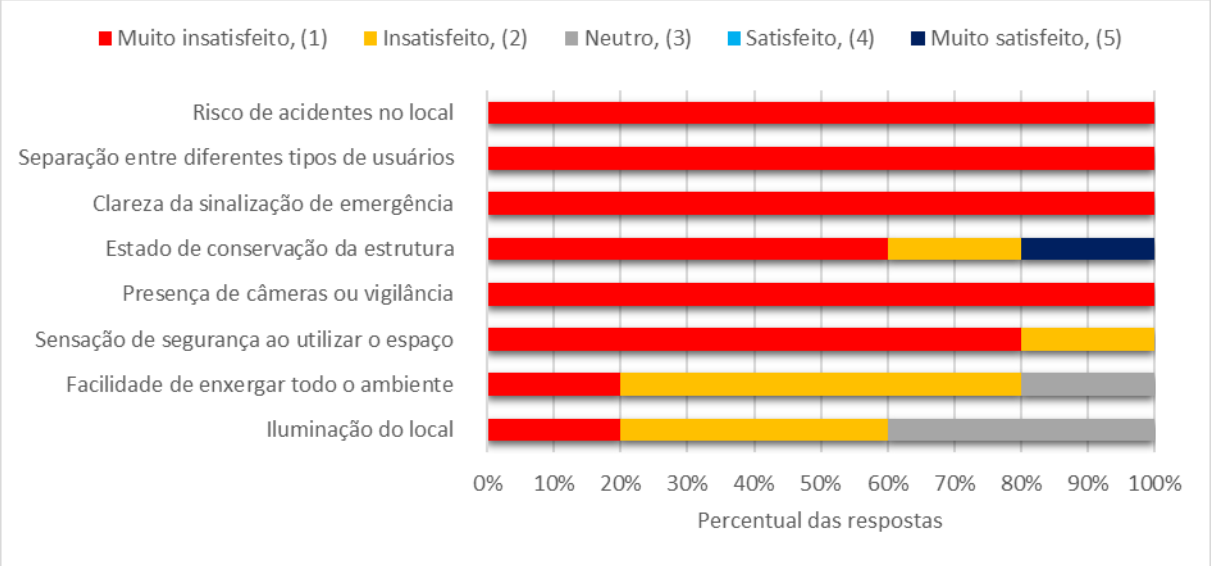
Por outro lado, aspectos como clareza da sinalização direcional e conforto geral de uso apresentam desempenho satisfatório, embora não totalmente homogêneo, indicando que as melhorias implementadas já produzem efeitos positivos, mas ainda não são percebidas de forma uniforme por todos os usuários. Assim, em consonância com a análise anterior, os dados apontam para um cenário de evolução consistente, porém ainda com desafios pontuais (especialmente relacionados à acessibilidade) que devem ser tratados como prioridade para garantir um ambiente mais inclusivo, seguro e eficiente. Essa avaliação positiva pode estar associada à recente intervenção realizada pela prefeitura municipal. Apesar da avaliação positiva da infraestrutura, a acessibilidade permanece como um ponto crítico, corroborando as observações de [8], que destaca que muitas passagens subterrâneas deixam de atender adequadamente pedestres e pessoas com mobilidade reduzida devido à ausência de soluções inclusivas. Assim, os resultados reforçam que intervenções de revitalização devem contemplar não apenas aspectos estéticos e estruturais, mas também princípios de acessibilidade universal.

TÚNEL DA RUA VITÓRIO ALCÂNTARA

Os resultados apresentados na Figura 7 evidenciam uma percepção negativa em relação aos critérios de segurança avaliados. A maioria dos itens, como ausência de câmeras, sinalização de emergência, separação entre calçada e pista de rolamento, além do risco de acidentes, apresenta 100% das respostas concentradas em “muito insatisfeito”. Observa-se que apenas os critérios “iluminação do local” e “facilidade de enxergar todo o ambiente” apresentam alguma distribuição entre níveis de avaliação, incluindo respostas neutras. Ainda assim, predominam avaliações negativas, indicando que, embora esses aspectos sejam ligeiramente melhores que os demais, ainda estão aquém de um padrão satisfatório. O critério “estado de conservação da estrutura” também se destaca por apresentar a única ocorrência de avaliação positiva, ainda que isolada.

Os entrevistados relataram acidentes e tentativas de crimes durante a utilização da infraestrutura. Alguns pedestres relataram que, mesmo com uma significativa redução no tempo de travessia, evitam utilizar o túnel em horários menos movimentados e de noite. Houve também relatos de veículos na contramão, indicando problemas na sinalização viária, e batidas de caminhões de grande porte contra as paredes da estrutura. A percepção de insegurança observada entre os entrevistados confirma os resultados encontrados por [1], que identificaram iluminação, sinalização e conservação como os principais fatores associados às reclamações dos usuários de túneis urbanos.

Figura 7: Segurança percebida pelos usuários no túnel da rua Vitório Alcântara

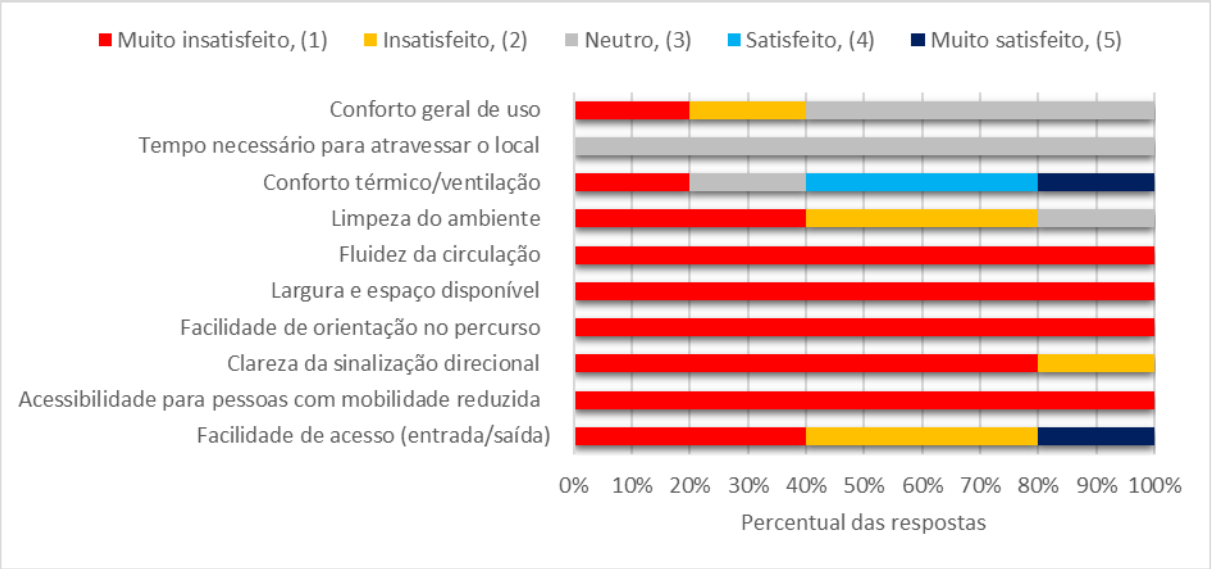


Fonte: autores

No que tange à usabilidade (Figura 8) os resultados indicam um cenário predominantemente negativo para os critérios, embora com maior variabilidade em comparação ao conjunto anterior. Itens como acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida, facilidade de orientação no percurso, largura e espaço disponível e fluidez da circulação apresentam 100% das respostas em “muito insatisfeito”.

Por outro lado, alguns critérios apresentam distribuição mais equilibrada. A facilidade de acesso mostra respostas distribuídas entre níveis negativos e uma avaliação positiva isolada, sugerindo percepção heterogênea entre os usuários. A limpeza do ambiente e o conforto geral de uso também apresentam dispersão, com presença de respostas neutras, indicando que esses aspectos não são unanimemente problemáticos, embora ainda estejam longe de um nível satisfatório. Já o conforto térmico/ventilação apresenta a distribuição mais equilibrada entre todos os níveis da escala, incluindo avaliações positivas, o que indica um desempenho relativamente melhor em comparação aos demais critérios.

Figura 8: Usabilidade percebida pelos usuários no túnel da rua Vitório Alcântara



Fonte: autores

Vale destacar, entretanto, que para usuários de veículos motorizados, menos sensíveis a critérios de higiene e conforto, a utilização do túnel é uma excelente alternativa. A sua posição estratégica ligando dois bairros e a ausência de manifestações patológicas na pista de rolamento geram um tráfego significativo de veículos.

De forma geral, os dados revelam que para ciclistas e pedestres o nível de satisfação com a infraestrutura é baixo. Esse fato contrasta com o grande potencial de impacto positivo que o túnel pode ter sobre a mobilidade não motorizada na região e destaca o pouco cuidado com pedestres e ciclistas em túneis com utilização majoritariamente rodoviária. Esses resultados também corroboram a discussão apresentada por [5] e [6], segundo os quais o sucesso das infraestruturas subterrâneas depende não apenas de sua função técnica, mas também da capacidade de proporcionar conforto, segurança e integração à mobilidade urbana. No caso analisado, verifica-se que a adaptação de uma infraestrutura originalmente ferroviária para uso rodoviário privilegiou o fluxo veicular, relegando a segundo plano as necessidades de pedestres e ciclistas.

CONCLUSÕES

Este estudo apresentou uma avaliação preliminar do nível de satisfação de usuários em duas infraestruturas subterrâneas urbanas na cidade de Blumenau (SC), com base em critérios de segurança e usabilidade, utilizando a escala Likert. Por se tratar de uma pesquisa inicial, os resultados devem ser interpretados como indicativos de tendências na percepção dos usuários, servindo de base para investigações futuras mais abrangentes. A análise comparativa permitiu identificar como diferentes condições de conservação, adaptação e gestão influenciam diretamente a experiência do usuário, evidenciando a importância de incorporar essa dimensão nos processos de avaliação e manutenção dessas estruturas.

Na passagem subterrânea da Rua Sete de Setembro, os resultados indicam um cenário predominantemente positivo, com elevados níveis de satisfação associados à iluminação, sensação de segurança e condições gerais de uso. Apesar disso, aspectos como acessibilidade e orientação espacial ainda apresentam limitações, indicando que, mesmo em estruturas recentemente revitalizadas, há necessidade de aprimoramentos para garantir maior inclusão e eficiência no uso.

Em contraste, o túnel da Rua Vitório Alcântara apresenta níveis críticos de insatisfação, especialmente no que se refere à segurança, acessibilidade e organização dos fluxos. As deficiências observadas, somadas a relatos de usuários sobre situações de risco, evidenciam que a adaptação de estruturas antigas para novos usos, sem intervenções adequadas, compromete significativamente a percepção e a utilização do espaço, sobretudo por pedestres e ciclistas.

Os resultados corroboram estudos anteriores ao demonstrar que a satisfação dos usuários está associada não apenas às condições estruturais das infraestruturas, mas também à qualidade da iluminação, da acessibilidade, da sinalização e da manutenção dos espaços. Esses achados reforçam a importância de incorporar a percepção dos usuários aos processos de gestão, de modo a ampliar o valor social dessas estruturas e promover uma mobilidade urbana mais segura, acessível e sustentável.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram a ferramenta ChatGPT para tradução, revisão e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] CHANG, T.; CHI, S.; IM, S. B. Understanding user experience and satisfaction with urban infrastructure through text mining of civil complaint data. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 148, n. 8, p. 04022061, 2022. DOI: https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002308

[2] ELLINGWOOD, B. R. The role of structural aging in achieving life-cycle performance goals of civil infrastructure. In: STRUCTURES CONGRESS, 2010, Orlando. **Proceedings [...]**, 2010. p. 2803-2808.

[3] ABDUL-RAHMAN, H. *et al*. Case study of facility performance and user requirements in the University of Malaya research and development building. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 29, n. 5, p. 04014131, 2015. DOI: https://doi.org/10.1061/(asce)cf.1943-5509.0000629

[4] SHAFIZADEH, K.; MANNERING, F. Statistical modeling of user perceptions of infrastructure condition: Application to the case of highway roughness. **Journal of Transportation Engineering**, v. 132, n. 2, p. 133-140, 2006. DOI: https://doi.org/10.1061/ASCE0733-947X2006132:2133

[5] BROERE, W; GASPARI, G. **Urban problems - underground solutions**. ITA Report. Nº 011, Lausanne: International Tunnelling and Underground Space Association 2012.

[6] GODARD, J. P. **"Why go Underground", contribution of the Use of Underground Space to Sustainable development**. ITA Special Publication. Lausanne: International Tunnelling and Underground Space Association 2002.

[7] SANTOS, R. P. **Um conceito de tuneladora com jato de água e fio diamantado como princípio de corte de rochas brandas**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

[8] CIEPIELA, A. Underground Public Space. Cracow's Tunnels of Fear?. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, 2019. **Proceedings [...]**, 2019. p. 1-9.

[9] JESUS, A. **Passageiros denunciam sujeira e falta de acessibilidade no túnel da estação de metrô Minas Shopping**. O Tempo. 2025. Disponível em: https://www.otempo.com.br/cidades/2025/9/20/passageiros-denunciam-sujeira-e-falta-de-acessibilidade-no-tunel-da-estacao-de-metro-minas-sh. Acesso em: 16 abril 2026.

[10] FERNANDES, S. **"Palácio subterrâneo", metrô de Moscou completa 80 anos**. BBC Brasil. 2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150512_metro_moscou_pai_sf. Acesso em: 4 março 2026.

[11] MOBILIZE BRASIL. **Um túnel de quase 3 km, para pedestres e ciclistas. É na Noruega!**. Mobilize. 2023. Disponível em: https://www.mobilize.org.br/noticias/13539/um-tunel-de-quase-3-km-para-pedestres-e-ciclistas-e-na-noruega.html#:~:text=Tanto. Acesso em: 16 abril 2026.