

Mobilidade Urbana como Território Epistêmico: Pluralidade e Aspectos Socioculturais em Sistemas Digitais

Lucas Quadros Silva¹, Marcelo Morandini²

¹Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH)
Universidade de São Paulo (USP)

²Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH)
Universidade de São Paulo (USP)

quadros.lucas@usp.br, m.morandini@usp.br

Abstract. *Introduction:* Discusses the HCI Grand Challenges in digital urban mobility, applied to highway e-commerce systems as an epistemic territory.

Objective: Highlight the contribution of EMOB-UX in creating usability patterns, guidelines, and heuristics, and reflect on advances in the field.

Methodology: Based on a scoping review, real system analysis, and usability testing. **Expected results:** A systematized artifact encompassing information organization, responsiveness, feedback, accessibility, interoperability, security, and privacy. **Conclusion/Reflection:** The artifact consolidates as a reference and integrates academia, industry, government, and society, strengthening HCI as a critical and collaborative science.

Keywords Usability, Urban Mobility, E-commerce, Usability Patterns, Accessibility

Resumo. *Introdução:* Discute-se os Grandes Desafios de IHC na mobilidade urbana digital aplicada em sistemas de e-commerce para rodovias como território epistêmico. **Objetivo:** Evidenciar a contribuição do EMOB-UX na criação de padrões, guidelines e heurísticas e refletir sobre avanços da área.

Metodologia: baseado na revisão de escopo, análise de sistema real e testes de usabilidade. **Resultados esperados:** Artefato sistematizado abrangendo organização da informação, responsividade, feedback, acessibilidade, interoperabilidade, segurança e privacidade. **Conclusão/Reflexão:** O artefato se consolida como referencial e integra academia, indústria, governo e sociedade, consolidando a IHC como ciência crítica e colaborativa.

Palavras-Chave Usabilidade, Mobilidade Urbana, E-commerce, Padrões de Usabilidade, Acessibilidade

1. Descrição dos Desafios

Este *position paper* se insere nos Grandes Desafios GC3 (Pluralidade e Descolonialidade em IHC) e GC4 (Aspectos Socioculturais em IHC). O primeiro demanda superar modelos hegemônicos, integrando práticas, saberes e linguagens locais. O segundo requer projetar serviços digitais que contemplem a diversidade sociocultural de identidades, contextos e acessos, com equidade e inclusão digital como princípios centrais.

2. Relatos e Análises do que foi realizado em 2024–2025

A transformação digital da mobilidade urbana no Brasil, impulsionada pela regulamentação do pedágio eletrônico sem barreiras físicas (*free flow*) [Brasil 2021], exige sistemas de *e-commerce* que viabilizem adesão, consulta e pagamento *online* de tarifas de forma segura, acessível e eficiente. No entanto, há uma lacuna teórico-prática na adaptação de padrões e *guidelines* de usabilidade a esse domínio, caracterizado por complexidade tarifária, exigências regulatórias, diversidade de usuários, recente abertura de mercado a novos canais de pagamento e pela intangibilidade do serviço prestado [Nielsen 1994, Díaz et al. 2017, Bascur et al. 2021, Hasan 2023, ANTT 2024].

Para enfrentar esses desafios, desenvolvemos o método EMOB-UX, conforme apresentado na Figura 1, derivado da abordagem de Quiñones, Rusu e Rusu (2018), voltado à investigação e validação de padrões, *guidelines* e heurísticas de usabilidade aplicáveis a sistemas de *e-commerce* em contextos de mobilidade urbana, com foco em rodovias pedagiadas [Silva e Morandini 2024]. Estruturada em oito etapas, a metodologia contemplou uma revisão de escopo com 25 estudos, análise contextual de um sistema real, mapeamento funcional, correlação entre atributos de usabilidade e componentes de interface, além de validação empírica com especialistas e usuários finais em um sistema aplicado de uma concessionária de rodovias no Brasil.

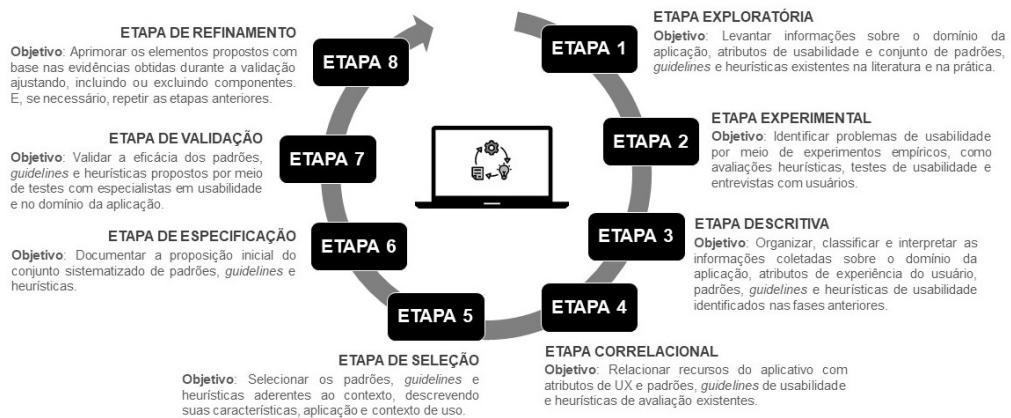


Figura 1. Etapas do método EMOB-UX (Elaboração própria, 2025).

Os resultados abrangem:

- **Padrões:** documentados no formato GoF [Gamma et al. 1995], foram organizados por componentes de interface. Cada padrão descreve um problema recorrente, a solução proposta e suas consequências para a experiência do usuário, incorporando desde a sua concepção princípios de inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade como parte integrante das orientações de desenvolvimento. Nos formulários, o foco é reduzir erros e abandono por meio de campos claros e validação em tempo real. As tabelas organizam débitos e históricos de forma acessível, com suporte a filtros, ordenação e exportação. Os menus de navegação garantem acesso rápido a consultas, pagamentos e suporte, com rótulos consistentes e estados visíveis. As caixas de diálogo e notificações asseguram comunicação clara e açãoável em mensagens de erro, alerta ou confirmação. Os indicadores de progresso oferecem visibilidade e controle em fluxos críticos,

enquanto os mapas apoiam a compreensão espacial de praças e rotas com marcadores e filtros intuitivos. Em conjunto, esses padrões oferecem soluções reutilizáveis que promovem consistência, reduzem incertezas e fortalecem a confiança do usuário em serviços digitais de mobilidade urbana.

- **Guidelines:** estruturadas em cinco dimensões centrais e quatro emergentes, orientando o desenvolvimento de sistemas de *e-commerce* aplicadas ao contexto. As dimensões centrais abrangem: estrutura e organização da informação; responsividade; *feedback* imediato e interatividade multicanal; inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade digital; e segurança e privacidade, constituindo a base da experiência do usuário (UX) no domínio estudado. Já as dimensões emergentes incluem: sustentabilidade, inteligência artificial ética e automação, incorporando critérios ambientais por meio da otimização de recursos, da personalização e da automação livre de vieses, assegurando confiabilidade, representatividade nos dados e nas equipes e reduzindo o esforço cognitivo do usuário. Essas *guidelines* formam um referencial que integra usabilidade e responsabilidade social no design de infraestruturas digitais críticas.
- **Heurísticas de avaliação:** o conjunto contempla seis heurísticas inéditas para mobilidade urbana e quatro adaptadas de Nielsen (1994). As inéditas incluem: segurança e privacidade, garantindo proteção de dados e confiança do usuário; transparência de cobrança, assegurando clareza sobre tarifas e débitos; interoperabilidade, promovendo integração entre diferentes sistemas e órgãos reguladores; comunicação integrada, oferecendo informações consistentes em múltiplos canais; adaptação contextual, ajustando conteúdos a cenários de uso e dispositivos; e inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade, contemplando perfis diversos e necessidades específicas. Já as heurísticas adaptadas incluem: visibilidade do status do sistema, mantendo o usuário informado sobre processos em andamento; prevenção e gerenciamento de erros, reduzindo falhas e orientando a recuperação; flexibilidade e eficiência de uso, permitindo tanto interações rápidas quanto detalhadas; e design estético e minimalista, favorecendo clareza e simplicidade nas interfaces.

3. Reflexões Críticas Sobre as Direções Apontadas nos Desafios

GC3 – Pluralidade e Descolonialidade: compreender a mobilidade urbana como território epistêmico implica reconhecer que esse contexto não é apenas campo de aplicação tecnológica, mas também espaço de produção de conhecimento situado. Descolonizar a usabilidade, nesse sentido, significa questionar padrões hegemônicos e incorporar saberes, práticas, diversidade cultural, étnica e linguagens locais, evitando a aplicação acrítica de modelos externos. Ao integrar essas perspectivas desde o início do design, as soluções tornam-se mais representativas, inclusivas e sensíveis às especificidades do território.

GC4 – Aspectos Socioculturais: a mobilidade urbana, enquanto infraestrutura crítica, evidencia a heterogeneidade dos perfis de usuários e dos contextos de uso. Isso envolve considerar diferentes condições cognitivas, físicas, motoras, identitárias, socioculturais e socioeconômicas que moldam a experiência de interação com sistemas digitais. No caso de serviços como o *e-commerce* aplicado ao pedágio eletrônico em rodovias, projetar a partir desse território epistêmico significa reconhecer que fatores

como diversidade regional, letramento digital, acessibilidade e confiança social impactam diretamente a qualidade da experiência do usuário (UX) e a efetividade das soluções.

4. Caminhos, Estratégias e Articulações Para os Próximos Anos

Os próximos anos exigem estratégias colaborativas que fortaleçam a usabilidade contextualizada e orientem ações de inclusão e inovação, como:

- Consolidar a usabilidade contextualizada como princípio estruturante em infraestruturas críticas da sociedade (como transporte, saúde, energia), incorporando variáveis socioculturais, econômicas, regulatórias e diversidades regionais, linguísticas e de letramento digital.
- Tornar acessibilidade e equidade requisitos obrigatórios, contemplando grupos marginalizados e incorporando tecnologias assistivas, linguagem simples e canais acessíveis para promover inclusão digital efetiva.
- Criar repositórios nacionais de padrões, *guidelines* e heurísticas sensíveis ao território, com curadoria colaborativa entre academia, indústria, órgãos reguladores e comunidades, promovendo reuso e atualização contínua.
- Adotar metodologias participativas e de pesquisa-ação (co-design, laboratórios vivos, etnografia) para desenvolver soluções alinhadas a práticas culturais e necessidades reais, integrando saberes de ciências sociais, design inclusivo, direito regulatório e engenharia de transportes.
- Garantir justiça algorítmica e representatividade no uso de inteligência artificial, com dados e equipes diversas para minimizar vieses, reforçar a equidade e ampliar a confiança dos usuários.
- Integrar padrões de usabilidade e acessibilidade a políticas públicas, contratos de concessão e certificações, vinculando inclusão digital a exigências legais e incentivos à inovação.
- Estabelecer métricas de impacto social da usabilidade articuladas a parcerias internas na comunidade de computação, conectando os desafios com metas mensuráveis e acompanhamento transparente.

5. Lacunas, Oportunidades e Parcerias

Avançar na agenda de usabilidade em contextos diversos exige reconhecer lacunas persistentes, explorar oportunidades estratégicas e consolidar parcerias capazes de viabilizar soluções coletivas e sustentáveis.

- Lacunas: ausência de padrões e heurísticas específicos para mobilidade urbana digital; carência de metodologias de avaliação que considerem fatores culturais, linguísticos e regulatórios; e insuficiência de métricas para mensurar o impacto social da usabilidade.
- Oportunidades: possibilidade de expandir metodologias para outros setores críticos (transporte, saúde, educação, energia); utilização de *living labs* como espaços de co-criação em escala nacional; e alinhamento com programas de inovação regulatória.
- Parcerias: articulação entre academia, órgãos reguladores e indústria, fortalecida por conexões internas na comunidade de computação, visando formar uma rede interdisciplinar de colaboração e difusão de soluções para os desafios identificados.

6. Contribuições e Reflexões para o Avanço da Área

As contribuições deste *position paper* se articulam em dois eixos integrados: desenvolvimento científico-prático e reflexão estratégica para o avanço da área.

No primeiro eixo, destacam-se: (i) a formalização e expansão do método EMOB-UX para a criação de conjuntos sistematizados de padrões, *guidelines* e heurísticas de usabilidade; (ii) a documentação de padrões no formato GoF, articulando contexto, problema, solução, consequências e implementação; (iii) a proposição de um modelo analítico que relaciona atributos de usabilidade a recursos sistêmicos e componentes de interface; e (iv) a entrega de um conjunto implementável, organizado por componentes de interface, voltado a orientar o design e a avaliação de sistemas de *e-commerce* em contextos de mobilidade urbana. A expansão metodológica validada incorpora, desde a concepção, princípios de inclusão, diversidade, equidade e acessibilidade como parte integrante das orientações de desenvolvimento, assegurando que diferenças nos perfis dos usuários sejam consideradas como determinantes na qualidade da usabilidade e da UX.

No segundo eixo, as reflexões evidenciam que tais contribuições extrapolam o domínio da mobilidade urbana e podem inspirar agendas mais amplas. O trabalho reafirma a adesão aos Grandes Desafios de IHC ao demonstrar que práticas de usabilidade podem se constituir também como práticas de inclusão e justiça social. Nesse sentido, emergem direções estratégicas para a comunidade: fomentar a co-criação entre academia, indústria, órgãos reguladores e comunidades; consolidar metodologias participativas e sensíveis ao território; e estabelecer métricas de impacto social que fortaleçam a legitimidade científica e prática da área.

Assim, este *position paper* não apenas disponibiliza referenciais sistematizados de design e avaliação, mas também amplia o horizonte da IHC no Brasil como ciência aplicada, crítica e socialmente comprometida, capaz de orientar políticas, práticas e pesquisas alinhadas à diversidade e às realidades brasileiras.

7. Aspectos Éticos Envolvidos

A pesquisa seguiu os princípios éticos da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), assegurando integridade, diversidade e inclusão. Observou a Lei Geral de Proteção de Dados [Brasil 2018] no tratamento de dados pessoais e obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da USP para avaliação com usuários e especialistas. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em conformidade com as Resoluções Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 466/2012 e nº 510/2016 [CNS 2012, CNS 2016], garantindo seus direitos e dignidade.

No âmbito das reflexões propostas neste *position paper*, os aspectos éticos estendem-se para além da pesquisa empírica, incorporando *guidelines* como equidade, respeito à diversidade, justiça algorítmica, mitigação de vieses e representatividade em dados e equipes. Dessa forma, a ética é tratada como princípio estruturante tanto da condução do estudo quanto das estratégias futuras discutidas, reforçando o compromisso da área de IHC com práticas socialmente responsáveis, inclusivas e transparentes.

8. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade de São Paulo (USP) e à comunidade de IHC no Brasil pelo apoio e espaço de diálogo. Ferramentas de inteligência artificial generativa

foram utilizadas de modo auxiliar para revisão textual, ortográfica e gramatical, em conformidade com as *guidelines* éticas e de transparência da SBC.

Referências

- ANTT (2024). Ambiente Regulatório Experimental, Sandbox Regulatório, Pedágio Eletrônico Free Flow BR 101/RJ. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/ambiente-regulatorio-experimental-sandbox-regulatorio/pedagio-eletronico-free-flow>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- Bascur, C., Rusu, C., e Quiñones, D. (2021). Ecuxh: A set of user experience heuristics for e-commerce. In *Lecture Notes in Computer Science*, volume 12774, pages 407–420. Springer.
- Brasil (2018). Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018: Lei geral de proteção de dados pessoais. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 10 ago. 2025.
- Brasil (2021). Lei nº 14.157, de 1º de junho de 2021: Dispõe sobre condições de implementação da cobrança pelo uso de rodovias por meio de sistemas de livre passagem. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14157.htm. Acesso em: 10 ago. 2025.
- CNS (2012). Resolução cns nº 466, de 12 de dezembro de 2012: Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- CNS (2016). Resolução cns nº 510, de 07 de abril de 2016: Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em ciências humanas e sociais. Disponível em: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- Díaz, J., Rusu, C., e Collazos, C. A. (2017). Experimental validation of a set of cultural-oriented usability heuristics: e-commerce websites evaluation. *Computer Standards and Interfaces*, 50:160–178.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., e Vlissides, J. (1995). *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- Hasan, L. (2023). Major and minor issues affecting the user experience on e-commerce websites. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 10:208 – 221.
- Nielsen, J. (1994). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Quiñones, D., Rusu, C., e Rusu, V. (2018). A methodology to develop usability/user experience heuristics. *Computer standards & interfaces*, 59:109–129.
- Silva, L. Q. e Morandini, M. (2024). Emob-ux: Padrões e guidelines de usabilidade em e-commerce para mobilidade urbana: um estudo de caso em rodovias pedagiadas. In *Anais da Trilha de Temas, Ideias e Resultados Emergentes em Sistemas de Informação*.

Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI), pages 285–290, Juiz de Fora,
MG, Brasil. Sociedade Brasileira de Computação.