

AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E HEURÍSTICA PARA O DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE DE MAPA DE CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Racquel Magalhães Costa¹
Vivian de Oliveira Fernandes²

Resumo. Os mapas passaram por transformação significativa ao migrarem do formato analógico para o digital, tornando-se mais interativos. Nessa transição, técnicas clássicas de representação cartográfica precisaram ser adaptadas para atender às demandas de interfaces de sistemas interativos. Para assegurar qualidade, é necessário avaliar a interface ao longo do desenvolvimento, identificando problemas de interação durante a geovisualização. Este artigo aplica uma metodologia reversa para desenvolver uma interface de mapa de campus universitário, a partir de testes de usabilidade e avaliação heurística. As etapas incluíram o agrupamento e a análise de 30 mapas de campus universitário de universidades de todo o mundo, permitindo selecionar Arizona, Cambridge e Delaware para avaliações conduzidas por 6 usuários e 6 especialistas. Os resultados subsidiaram o protótipo UFBA Campus Map. Entre as melhorias propostas, destacam-se a definição de um modelo conceitual dos recursos, a inclusão de funções de inclusão e participação, com usuários como geradores de informações, e novas rodadas de avaliação da interface.

Palavras-chave: geovisualização; usabilidade; avaliação heurística; NASA-TLX; VGI (informação geográfica voluntária).

Interface Development for a University Campus Map Based on Usability Testing and Heuristic Evaluation

Abstract. Maps have undergone a significant transformation as they shifted from analog to digital formats, becoming increasingly interactive. In this transition, classical cartographic representation techniques prove insufficient for designing interactive system interfaces. To ensure interface quality, continuous evaluation throughout the development process is required, enabling the identification of interaction issues during geovisualization. This paper applies a reverse methodology to develop a university campus map interface grounded on usability testing and heuristic evaluation. The workflow involved the compilation and analysis of 30 university campus maps from institutions worldwide, which supported the

¹ Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), racquelmcosta@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-0699-1207>

² Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Professora da Universidade Federal da Bahia (UFBA), vivian.fernandes@ufba.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2851-9141>

selection of the Arizona, Cambridge, and Delaware maps for evaluation by six end users and six domain experts, respectively. The findings informed the development of the UFBA Campus Map prototype. Proposed improvements include defining the tool's conceptual model, incorporating inclusivity and participatory features that enable users to act as information contributors, and conducting further rounds of usability and heuristic evaluation for the proposed interface.

Keywords: Geovisualization; Usability; Heuristic evaluation; NASA Task Load Index (NASA-TLX); Volunteered Geographic Information (VGI)

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA UN MAPA DE CAMPUS UNIVERSITARIO BASADA EN PRUEBAS DE USABILIDAD Y EVALUACIÓN HEURÍSTICA

Resumen. Los mapas han experimentado una transformación significativa al pasar del formato analógico al digital, volviéndose cada vez más interactivos. En esta transición, las técnicas clásicas de representación cartográfica resultan insuficientes para el diseño de interfaces en sistemas interactivos. Para garantizar la calidad, es necesario evaluar la interfaz a lo largo del proceso de desarrollo, identificando problemas de interacción durante la geovisualización. Este artículo aplica una metodología inversa para desarrollar una interfaz de mapa de campus universitario a partir de pruebas de usabilidad y evaluación heurística. Las etapas incluyeron la recopilación y el análisis de 30 mapas de campus universitario de universidades de todo el mundo, lo que permitió seleccionar los mapas de las universidades de Arizona, Cambridge y Delaware para evaluaciones realizadas por 6 usuarios y 6 especialistas, respectivamente. Los resultados fundamentaron el prototipo UFBA Campus Map. Entre las mejoras propuestas destacan la definición de un modelo conceptual de los recursos, la incorporación de funciones de inclusión y participación que permiten a los usuarios actuar como generadores de información, y nuevas rondas de evaluación de usabilidad y heurística de la interfaz propuesta.

Palabras clave: Geovisualización; Usabilidad; Evaluación heurística; NASA Task Load Index (NASA-TLX); Información Geográfica Voluntaria (VGI)

INTRODUÇÃO

A Cartografia, enquanto campo do conhecimento, transcende a dimensão meramente técnica de produção de mapas, constituindo-se como área conceitual e comunicacional que articula representação espacial, cognição e interação humana. A transição dos mapas analógicos para os digitais representa uma transformação paradigmática que amplia as possibilidades de visualização, análise e comunicação de informações geográficas (MacEachren & Kraak, 2001).

A Visualização Cartográfica emerge como campo de investigação que integra princípios da Cartografia, da Ciência da Informação e da Interação Humano-Computador, focalizando os processos cognitivos e comunicacionais envolvidos na exploração visual de dados espaciais. Diferentemente da cartografia tradicional, centrada na produção de representações estáticas e padronizadas, a visualização cartográfica enfatiza a interatividade, a exploração dinâmica e a descoberta de padrões espaciais (Roth et al., 2017).

Na era da informação, a Cartografia evolui para o que Fraser Taylor denomina produtos cartográficos vivos - interfaces dinâmicas, personalizáveis e colaborativas que permitem aos usuários não apenas consumir, mas também produzir e compartilhar informações geográficas. A cibercartografia, conceito desenvolvido por Taylor, representa essa nova fase da Cartografia, caracterizada pela multimídia, pela interatividade, pela natureza colaborativa e pela integração de múltiplas fontes de dados geoespaciais.

No contexto brasileiro, autores como Archela e Théry (2008) e Martinelli (2014) têm contribuído para a consolidação teórica da Visualização Cartográfica, enfatizando a importância da comunicação cartográfica eficaz e da adequação das representações aos diferentes públicos e contextos de uso. Sluter et al. (2018) destacam a relevância dos estudos de usabilidade em sistemas de informação geográfica, evidenciando a necessidade de avaliar sistematicamente a qualidade da interação entre usuários e interfaces cartográficas.

A geovisualização, como campo interdisciplinar, articula métodos computacionais, princípios cartográficos e teorias da cognição espacial para apoiar a exploração, análise e comunicação de dados geográficos. A interatividade constitui elemento central da geovisualização, permitindo aos usuários manipular representações, ajustar parâmetros visuais, filtrar informações e explorar diferentes perspectivas sobre os fenômenos espaciais (MacEachren & Kraak, 2001; Roth et al., 2017).

Nesse contexto, a Informação Geográfica Voluntária (VGI, do inglês *Volunteered Geographic Information*) representa uma mudança fundamental nos modos de produção e disseminação de

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

dados geoespaciais. Goodchild (2007) define VGI como informação geográfica criada, compartilhada e disseminada voluntariamente por cidadãos, frequentemente por meio de portais de mapeamento colaborativo. Diferentemente dos dados produzidos por agências oficiais de mapeamento - que seguem padrões técnicos rigorosos, demandam conhecimento especializado e envolvem processos formais de validação, a VGI caracteriza-se pela participação aberta, pela diversidade de contribuidores e pela atualização contínua.

O conceito de *crowdsourcing*, cunhado por Howe (2006), refere-se à prática de obter serviços, ideias ou conteúdo mediante a contribuição de muitas pessoas, geralmente por meio de plataformas digitais abertas. No contexto geográfico, o crowdsourcing viabiliza a coleta massiva de dados espaciais por não especialistas, democratizando a produção cartográfica e ampliando a cobertura temporal e espacial das informações disponíveis.

Portais de mapeamento colaborativo, como OpenStreetMap, Wikimapia e Google Maps (por meio de recursos de edição comunitária), exemplificam a aplicação de VGI e crowdsourcing na produção de bases cartográficas. Esses portais permitem que usuários contribuam com feições relativas ao mapeamento sistemático, como vias, edificações, pontos de interesse e limites administrativos, enriquecendo continuamente as bases de dados geoespaciais (Haklay & Weber, 2008).

A VGI tem sido aplicada em diversos contextos, incluindo resposta a desastres naturais, planejamento urbano participativo, monitoramento ambiental e navegação pessoal. Attard et al. (2016) destacam o potencial da VGI em sistemas de transporte, enquanto Borges (2017) investiga sua contribuição para processos democráticos de planejamento e gestão territorial. Machado e Camboim (2019) analisam desafios e potencialidades do mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano brasileiro.

No âmbito universitário, mapas de campus constituem ferramentas essenciais para orientação espacial, acesso a serviços e integração de novos membros à comunidade acadêmica. Diversas universidades internacionais desenvolveram interfaces interativas de mapas de campus, como a University of Arizona (<https://map.arizona.edu>), a University of Cambridge (<https://map.cam.ac.uk>) e a University of Delaware (<https://map.udel.edu>). Essas iniciativas variam em complexidade funcional, recursos de acessibilidade e integração com sistemas institucionais, oferecendo referências importantes para o desenvolvimento de novas interfaces. Martins (2021) avaliou a usabilidade e ergonomia do WebGIS UFPR Campus Map em dispositivos desktop e móveis, evidenciando a importância de considerar diferentes contextos de uso e perfis de usuários no design de interfaces cartográficas universitárias. Jesus (2015) analisou a

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

usabilidade de mapas interativos em atividades de ensino superior, identificando problemas recorrentes de navegação, legibilidade e feedback visual.

Roth et al. (2017) enfatizam a importância de estudos empíricos com usuários para avaliar a eficácia de mapas interativos e visualizações cartográficas. Os autores argumentam que a avaliação sistemática da usabilidade e da experiência do usuário constitui etapa fundamental no desenvolvimento de interfaces cartográficas, permitindo identificar problemas de interação, validar decisões de design e orientar melhorias iterativas.

A avaliação de usabilidade, conforme Nielsen (1994), refere-se ao grau em que um sistema pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso determinado. Métodos de avaliação de usabilidade incluem testes com usuários, questionários padronizados (como o NASA Task Load Index), análise de tarefas e técnicas de verbalização de pensamento (*Think Aloud*).

A avaliação heurística, proposta por Nielsen e Molich (1990), consiste na inspeção sistemática de uma interface por especialistas em usabilidade, que identificam violações de princípios reconhecidos de design de interação (heurísticas). Esse método permite detectar problemas de usabilidade de forma rápida e econômica, complementando os testes com usuários finais.

Este artigo aplica uma metodologia reversa para o desenvolvimento de uma interface de mapa de campus universitário, fundamentada em testes de usabilidade e avaliação heurística de interfaces existentes. O objetivo é identificar boas práticas, problemas recorrentes e oportunidades de inovação, subsidiando o design de um protótipo para a Universidade Federal da Bahia (UFBA). O público-alvo principal da interface proposta é a comunidade universitária - estudantes, docentes, técnicos administrativos e visitantes, que necessitam de recursos de orientação espacial, localização de serviços e acesso a informações sobre o campus.

METODOLOGIA

Levantamento e Seleção de Mapas de Campus Universitário

A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento exploratório de mapas de campus universitário disponíveis publicamente na web. Utilizou-se o mecanismo de busca Google devido à sua ampla indexação de aplicações web abertas e à capacidade de recuperar interfaces interativas de diferentes instituições. As buscas foram realizadas com os termos *university campus map*, *interactive campus map* e *campus map web*, entre março e abril de 2024.

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

Foram identificados e catalogados 30 mapas de campus universitário de universidades de diferentes países, contemplando instituições de diversos portes e contextos geográficos. O quadro 1 apresenta a lista completa dos mapas analisados, incluindo nome da universidade, país e URL de acesso.

Quadro 1: Mapas de Campus Universitário Analisados

Nº	Universidade	País	URL
1	University of Arizona	EUA	https://map.arizona.edu
2	University of Cambridge	Reino Unido	https://map.cam.ac.uk
3	University of Delaware	EUA	https://map.udel.edu
4	Stanford University	EUA	https://campus-map.stanford.edu
5	MIT	EUA	https://whereis.mit.edu
6	University of Oxford	Reino Unido	https://maps.ox.ac.uk
7	University of Toronto	Canadá	https://map.utoronto.ca
8	University of Melbourne	Austrália	https://maps.unimelb.edu.au
9	ETH Zurich	Suíça	https://www.ethz.ch/de/campus/erreichen/zentrum/honggerberg/lageplane.html
10	National University of Singapore	Singapura	https://map.nus.edu.sg
11	University of British Columbia	Canadá	https://maps.ubc.ca
12	University of Washington	EUA	https://www.washington.edu/maps
13	University of Michigan	EUA	https://campusinfo.umich.edu/building-search
14	UCLA	EUA	https://map.ucla.edu
15	UC Berkeley	EUA	https://www.berkeley.edu/map
16	Cornell University	EUA	https://www.cornell.edu/about/map.s.cfm
17	University of Edinburgh	Reino Unido	https://www.ed.ac.uk/maps
18	University of Sydney	Austrália	https://www.sydney.edu.au/maps
19	University of Hong Kong	Hong Kong	https://www.hku.hk/campus-map
20	University of Texas at Austin	EUA	https://maps.utexas.edu
21	Georgia Institute of Technology	EUA	https://map.gatech.edu
22	University of Illinois	EUA	https://illinois.edu/map
23	Penn State University	EUA	https://map.psu.edu
24	University of Wisconsin-Madison	EUA	https://map.wisc.edu
25	University of Minnesota	EUA	https://campusmaps.umn.edu
26	University of North Carolina	EUA	https://map.unc.edu
27	Duke University	EUA	https://maps.duke.edu
28	Northwestern University	EUA	https://maps.northwestern.edu
29	University of Southern California	EUA	https://maps.usc.edu
30	Boston University	EUA	https://www.bu.edu/maps

Fonte: Autores

A análise preliminar desses 30 mapas considerou os seguintes aspectos: recursos funcionais disponíveis (busca, rotas, camadas temáticas, visualização 3D), qualidade da interface gráfica,

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

acessibilidade, integração com sistemas institucionais e presença de elementos de VGI. Essa análise permitiu identificar padrões recorrentes, recursos inovadores e problemas comuns de usabilidade.

Para a etapa de avaliação detalhada, foram selecionados três mapas de campus universitário: University of Arizona, University of Cambridge e University of Delaware. Os critérios de seleção incluíram:

1. Diversidade funcional: os três mapas apresentam conjuntos distintos de recursos, permitindo avaliar diferentes abordagens de design e funcionalidade;
2. Acessibilidade pública: as interfaces são de acesso aberto, sem necessidade de autenticação ou vínculo institucional;
3. Representatividade geográfica: as universidades selecionadas localizam-se em diferentes contextos (Estados Unidos e Reino Unido), oferecendo perspectivas variadas sobre necessidades e práticas de mapeamento de campus;
4. Comparabilidade: os três mapas apresentam nível de complexidade e maturidade técnica suficientes para permitir análise comparativa consistente.

A figura 1 apresenta o fluxo metodológico da pesquisa para a interface do campus map. Inicia-se com a etapa de diagnóstico, que compreende a identificação e análise de ferramentas nos mapas listados simultaneamente à seleção dos mapas de campus para os testes de usabilidade. Na sequência, procede-se à elaboração e aplicação prática desses testes, consolidando o design do experimento. A coleta de dados ocorre envolvendo o acompanhamento de uso e aplicação de questionários de carga de trabalho com usuários gerais, além da realização de avaliação heurística por especialistas. Posteriormente, os dados coletados são submetidos a uma análise detalhada para que se possam identificar os principais problemas de usabilidade presentes nas interfaces avaliadas. Por fim, a metodologia define os requisitos do sistema e no desenvolvimento da proposta final de interface para o mapa do campus, integrando todos os diagnósticos levantados nas fases anteriores.

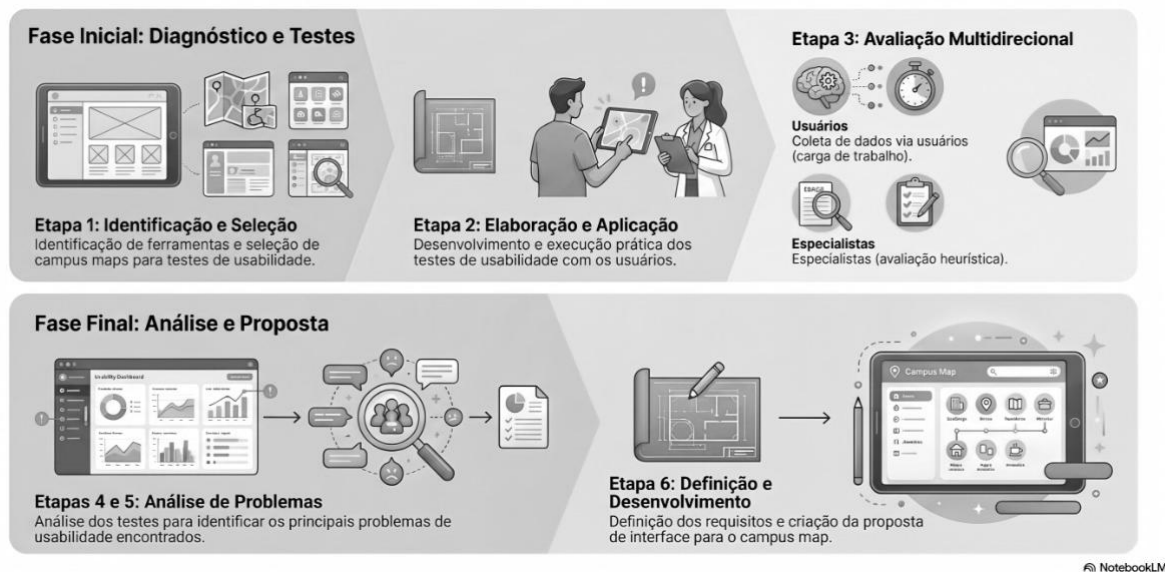


Figura 1: Fluxo metodológico da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor com auxílio do Google NotebookLM (2026).

Testes de Usabilidade

Os testes de usabilidade foram conduzidos com 6 participantes, número justificado por Nielsen (1994), que demonstra que 5 a 6 usuários são suficientes para identificar aproximadamente 80% dos problemas de usabilidade em testes exploratórios. Os participantes foram recrutados por convite direto e divulgação em grupos acadêmicos da UFBA, entre março e abril de 2024.

O perfil dos participantes incluiu estudantes de graduação e pós-graduação, com idades entre 20 e 35 anos, familiarizados com tecnologias digitais e com experiência prévia em uso de mapas interativos. Essa amostra, embora qualificada e homogênea, permitiu identificar problemas relevantes de usabilidade e coletar percepções sobre a adequação dos recursos disponíveis.

Cada participante realizou um conjunto de tarefas predefinidas no quadro 2, em cada uma das três interfaces selecionadas. As tarefas incluíram: localizar um edifício específico, traçar uma rota entre dois pontos, identificar serviços disponíveis (bibliotecas, restaurantes, estacionamentos) e explorar informações sobre um local de interesse.

Quadro 2: Tarefas Utilizadas nos Testes de Usabilidade

Tarefa	Descrição	Objetivo
1	Localizar o edifício da Biblioteca Central	Avaliar facilidade de uso da função de busca
2	Traçar uma rota do edifício de Engenharia até o Restaurante Universitário	Avaliar funcionalidade de cálculo de rotas
3	Identificar todos os estacionamentos disponíveis no campus	Avaliar uso de camadas temáticas e filtros
4	Explorar informações sobre horários de funcionamento da Biblioteca	Avaliar acesso a informações detalhadas sobre locais
5	Localizar banheiros acessíveis próximos ao edifício de Administração	Avaliar recursos de acessibilidade
6	Identificar pontos de ônibus e linhas que atendem o campus	Avaliar integração com transporte público

Fonte: Autores

Durante a execução das tarefas, os participantes foram orientados a verbalizar seus pensamentos, dúvidas e dificuldades, seguindo a técnica *Think Aloud* (Ericsson & Simon, 1993). Essa técnica permite capturar processos cognitivos e estratégias de resolução de problemas em tempo real, fornecendo insights sobre a experiência do usuário.

Após a conclusão das tarefas, os participantes responderam ao questionário NASA Task Load Index (NASA-TLX), desenvolvido por Hart e Staveland (1988). O NASA-TLX avalia a carga de trabalho percebida em seis dimensões: demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração. Cada dimensão é avaliada em uma escala de 0 a 100, permitindo quantificar a carga cognitiva e emocional associada ao uso da interface.

Avaliação Heurística

A avaliação heurística foi conduzida por 6 especialistas em usabilidade e design de interfaces, seguindo as 10 heurísticas de Nielsen (1994): visibilidade do status do sistema, correspondência entre o sistema e o mundo real, controle e liberdade do usuário, consistência e padrões, prevenção de erros, reconhecimento em vez de memorização, flexibilidade e eficiência de uso, design estético e minimalista, ajuda aos usuários no reconhecimento e recuperação de erros, e ajuda e documentação.

Cada especialista inspecionou individualmente as três interfaces selecionadas, identificando violações das heurísticas e classificando a severidade dos problemas encontrados em uma escala de 0 (não é um problema de usabilidade) a 4 (catástrofe de usabilidade, deve ser corrigido antes do lançamento).

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

Análise dos Dados

Os dados coletados nos testes de usabilidade e na avaliação heurística foram analisados de forma qualitativa e quantitativa. As verbalizações dos participantes durante a técnica *Think Aloud* foram transcritas e categorizadas tematicamente, identificando problemas recorrentes, estratégias de navegação e percepções sobre a adequação dos recursos.

Os resultados do NASA-TLX foram tabulados e analisados estatisticamente, calculando-se médias e desvios-padrão para cada dimensão de carga de trabalho em cada interface. Essa análise permitiu comparar objetivamente a carga cognitiva associada ao uso das três interfaces. Os problemas identificados na avaliação heurística foram consolidados, eliminando-se duplicações e agrupando-se problemas relacionados. A severidade média de cada problema foi calculada, priorizando-se aqueles com maior impacto na experiência do usuário.

A definição de recursos essenciais para a interface proposta baseou-se nos seguintes critérios: (1) frequência de uso observada nos testes; (2) importância atribuída pelos usuários; (3) presença consistente nas interfaces analisadas; e (4) relevância para tarefas típicas da comunidade universitária (orientação espacial, localização de serviços, planejamento de deslocamentos).

RESULTADOS

Recursos Identificados nos Mapas de Campus

A análise dos 30 mapas de campus universitário permitiu identificar um conjunto diversificado de recursos funcionais. O quadro 3 sintetiza os principais recursos encontrados e sua frequência de ocorrência.

Quadro 3: Recursos funcionais identificados nos mapas de campus universitário analisados.

Recurso	Frequência	Descrição
Busca por edifícios e locais	28/30	Permite localizar rapidamente edifícios, salas e pontos de interesse
Visualização de rotas	22/30	Calcula e exibe rotas entre dois pontos do campus
Camadas temáticas	18/30	Permite ativar/desativar camadas de informação (estacionamentos, acessibilidade, serviços)
Informações sobre edifícios	26/30	Exibe dados sobre edifícios (nome, função, horários, contatos)
Visualização 3D	8/30	Oferece perspectiva tridimensional do campus
Recursos de acessibilidade	15/30	Indica rotas acessíveis, elevadores, rampas e banheiros adaptados
Integração com transporte público	12/30	Exibe linhas de ônibus, pontos de parada e horários
Recursos de VGI	5/30	Permite que usuários contribuam com informações ou reportem problemas

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

Fonte: Autores

A maioria dos mapas analisados oferece recursos básicos de busca e informações sobre edifícios. Recursos mais avançados, como visualização 3D e funcionalidades de VGI, são menos frequentes, indicando oportunidades de inovação.

Resultados dos Testes de Usabilidade

Os testes de usabilidade revelaram diferenças significativas na facilidade de uso e na eficácia das três interfaces avaliadas. Os participantes completaram as tarefas propostas com taxas de sucesso variadas, conforme apresentado no quadro 4.

Quadro 4: Taxa de sucesso na conclusão de tarefas por interface.

Interface	Tarefa 1: Localizar edifício	Tarefa 2: Traçar rota	Tarefa 3: Identificar serviços	Tarefa 4: Explorar informações
University of Arizona	100%	83%	100%	100%
University of Cambridge	100%	67%	83%	83%
University of Delaware	100%	100%	100%	83%

Fonte: Autores

A interface da University of Delaware apresentou o melhor desempenho geral, com recursos avançados de visualização 3D que facilitaram a orientação espacial. A interface da University of Arizona destacou-se pela organização visual e clareza na apresentação de informações. A interface da University of Cambridge, embora abrangente em conteúdo, apresentou problemas de navegação e excesso de informações simultâneas, resultando em menor taxa de sucesso em algumas tarefas.

Os principais problemas de usabilidade identificados incluíram:

- Dificuldade em localizar a função de busca: em duas interfaces, a caixa de busca não estava visível na tela inicial, exigindo que os usuários explorassem menus ou rolassem a página;
- Feedback insuficiente durante o cálculo de rotas: os usuários relataram incerteza sobre se o sistema estava processando a solicitação ou se havia ocorrido um erro;
- Excesso de informações na tela: camadas temáticas ativadas simultaneamente geraram poluição visual e dificultaram a identificação de elementos específicos;

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

- d) Falta de recursos de acessibilidade: apenas uma das interfaces oferecia opção de visualizar rotas acessíveis para pessoas com mobilidade reduzida;
- e) Ausência de recursos de VGI: nenhuma das interfaces avaliadas permitia que usuários contribuíssem com informações ou reportassem problemas, limitando o potencial colaborativo.

Resultados do NASA-TLX

O questionário NASA-TLX forneceu medidas quantitativas da carga de trabalho percebida pelos participantes ao utilizar cada interface. O quadro 5 apresenta as pontuações médias para cada dimensão avaliada.

Quadro 5: Pontuações médias do NASA-TLX por interface (escala de 0 a 100).

Dimensão	University of Arizona	University of Cambridge	University of Delaware
Demanda mental	35	52	28
Demanda física	18	22	15
Demanda temporal	30	45	25
Desempenho (inverso)	20	35	18
Esforço	32	48	26
Frustração	25	40	20
Média geral	27	40	22

Fonte: Autores

A interface da University of Delaware apresentou a menor carga de trabalho percebida (média de 22), indicando maior facilidade de uso e menor esforço cognitivo. A interface da University of Cambridge apresentou a maior carga de trabalho (média de 40), especialmente nas dimensões de demanda mental, demanda temporal e frustração, refletindo os problemas de navegação e excesso de informações identificados nos testes.

Resultados da Avaliação Heurística

A avaliação heurística identificou 87 problemas de usabilidade nas três interfaces, com severidade variando de 1 (problema cosmético) a 4 (catástrofe de usabilidade). O quadro 6 apresenta a distribuição dos problemas por heurística violada.

Quadro 6: Problemas de usabilidade identificados por heurística

Heurística	Número de problemas	Severidade média
Visibilidade do status do sistema	12	2.5
Correspondência entre sistema e mundo real	8	2.0
Controle e liberdade do usuário	10	2.8
Consistência e padrões	15	2.3
Prevenção de erros	9	3.0
Reconhecimento em vez de memorização	11	2.4
Flexibilidade e eficiência de uso	7	2.1
Design estético e minimalista	6	1.8
Ajuda no reconhecimento e recuperação de erros	5	2.6
Ajuda e documentação	4	2.0

Fonte: Autores

Os problemas mais severos relacionaram-se à prevenção de erros (severidade média 3.0) e ao controle e liberdade do usuário (severidade média 2.8). Exemplos incluem: ausência de confirmação antes de ações irreversíveis, dificuldade em desfazer ações e falta de opções para personalizar a visualização.

Protótipo UFBA Campus Map

Com base nos resultados dos testes de usabilidade e da avaliação heurística, foi desenvolvido um protótipo de interface para o mapa de campus da UFBA. A escolha do OpenStreetMap como base cartográfica justifica-se por sua natureza aberta e colaborativa, ampla cobertura espacial, possibilidade de personalização e compatibilidade com bibliotecas de mapeamento web (como Leaflet e Mapbox GL JS). Além disso, o OpenStreetMap permite a integração de dados institucionais com contribuições da comunidade, viabilizando a implementação de recursos de VGI.

O protótipo incorpora os seguintes recursos:

1. Busca integrada: caixa de busca visível e acessível na tela inicial, permitindo localizar edifícios, salas, serviços e pontos de interesse;
2. Rotas acessíveis: cálculo de rotas considerando acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida, com indicação de rampas, elevadores e banheiros adaptados;

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

3. Camadas temáticas: opções para ativar/desativar camadas de informação (estacionamentos, transporte público, serviços de alimentação, áreas verdes), com controle visual claro;
4. Recursos de VGI: funcionalidade que permite aos usuários contribuir com informações (horários de funcionamento, eventos, problemas de infraestrutura) e avaliar a qualidade das informações existentes;
5. Feedback visual: indicadores claros de status do sistema durante o processamento de solicitações, mensagens de erro compreensíveis e opções de desfazer ações.

A figura 2 apresenta captura de tela do protótipo, ilustrando a interface principal.

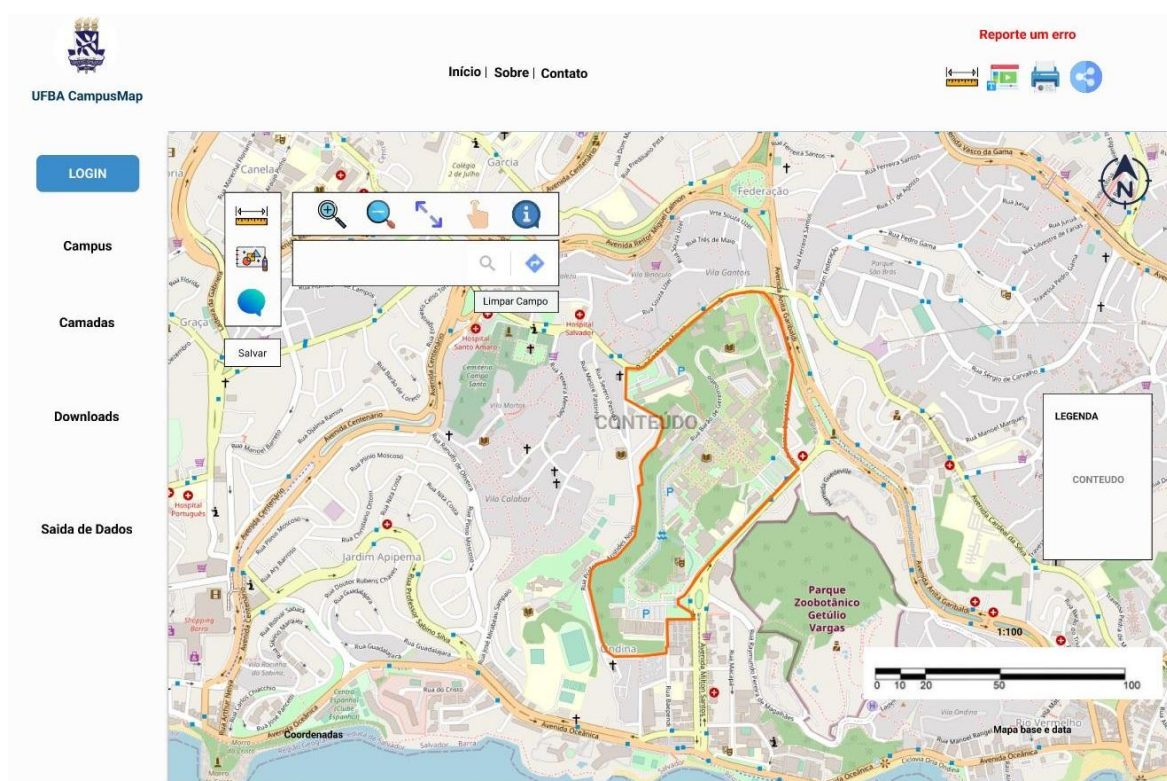


Figura 2: Interface principal do protótipo UFBA Campus Map.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do OpenStreetMap

DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que a qualidade da experiência do usuário em mapas de campus universitário depende de múltiplos fatores, incluindo organização visual, clareza de feedback,

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

facilidade de navegação e adequação dos recursos às necessidades dos usuários. As interfaces avaliadas apresentaram desempenhos distintos, refletindo diferentes escolhas de design e prioridades funcionais.

A interface da University of Arizona destacou-se pela organização visual e clareza na apresentação de informações, facilitando a localização rápida de edifícios e serviços. A interface da University of Cambridge, embora abrangente em conteúdo, apresentou problemas de excesso de informações simultâneas e navegação complexa, resultando em maior carga cognitiva. A interface da University of Delaware ofereceu recursos avançados de visualização 3D que contribuíram para a orientação espacial, especialmente para usuários menos familiarizados com o campus.

A ausência de recursos de VGI na maioria das interfaces analisadas representa uma oportunidade significativa de inovação. A incorporação de funcionalidades colaborativas pode enriquecer continuamente a base de dados, aumentar o engajamento da comunidade universitária e democratizar a produção de informações geográficas. No entanto, a implementação de VGI requer mecanismos de validação e moderação para assegurar a qualidade e confiabilidade das informações contribuídas.

A avaliação heurística revelou problemas recorrentes relacionados à prevenção de erros e ao controle do usuário, indicando a necessidade de maior atenção a esses aspectos no design de interfaces cartográficas. A implementação de confirmações antes de ações irreversíveis, opções de desfazer e mensagens de erro claras pode reduzir significativamente a frustração dos usuários e melhorar a experiência geral.

Uma limitação importante desta pesquisa refere-se ao perfil dos participantes dos testes de usabilidade. A amostra, composta por estudantes universitários familiarizados com tecnologias digitais, representa apenas uma parcela do público-alvo potencial de mapas de campus. Conforme justificado por Nielsen (1994), amostras de 5 a 6 usuários são adequadas para testes exploratórios, permitindo identificar a maioria dos problemas de usabilidade. No entanto, estudos futuros devem incluir amostras maiores e mais diversificadas, contemplando pessoas com deficiência, visitantes internacionais, idosos e indivíduos com diferentes níveis de familiaridade com tecnologias digitais, a fim de assegurar que a interface atenda às necessidades de todos os segmentos da comunidade universitária.

Outra limitação refere-se ao contexto de avaliação. Os testes foram conduzidos em ambiente controlado, com tarefas predefinidas, o que pode não refletir completamente as condições reais de uso. Estudos longitudinais, que acompanhem o uso da interface ao longo do tempo e em

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

contextos naturais, podem fornecer insights adicionais sobre padrões de uso, problemas emergentes e oportunidades de melhoria.

O protótipo UFBA Campus Map incorpora as principais recomendações derivadas dos testes de usabilidade e da avaliação heurística, priorizando clareza visual, facilidade de navegação, feedback adequado e recursos de acessibilidade. A escolha do OpenStreetMap como base cartográfica viabiliza a implementação de recursos de VGI, permitindo que a comunidade universitária contribua ativamente para a manutenção e enriquecimento das informações geográficas.

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma metodologia reversa para o desenvolvimento de interface de mapa de campus universitário, fundamentada em testes de usabilidade e avaliação heurística de interfaces existentes. A análise de 30 mapas de campus de universidades internacionais, seguida de avaliação detalhada de três interfaces selecionadas, permitiu identificar boas práticas, problemas recorrentes e oportunidades de inovação.

As principais contribuições desta pesquisa incluem: (1) a sistematização de recursos funcionais relevantes para mapas de campus universitário; (2) a identificação de problemas de usabilidade recorrentes em interfaces cartográficas interativas; (3) a demonstração da aplicabilidade de métodos de avaliação de usabilidade (testes com usuários, NASA-TLX, avaliação heurística) no contexto de sistemas de informação geográfica; e (4) o desenvolvimento de um protótipo que incorpora recursos de acessibilidade e VGI, respondendo a lacunas identificadas nas interfaces analisadas.

As implicações práticas deste trabalho estendem-se para além do contexto específico da UFBA, oferecendo diretrizes para o design de interfaces cartográficas universitárias em outras instituições. A metodologia proposta pode ser replicada e adaptada a diferentes contextos, contribuindo para a melhoria contínua da qualidade de sistemas de informação geográfica interativos.

Entre os aspectos positivos identificados nas interfaces avaliadas, destacam-se: a organização visual e clareza da University of Arizona, que facilitou a localização rápida de informações; a abrangência de informações da University of Cambridge, que ofereceu conteúdo detalhado sobre edifícios e serviços; e os recursos avançados de visualização 3D da University of Delaware, que contribuíram para a orientação espacial.

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário

DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

Trabalhos futuros devem contemplar: (1) a implementação completa do protótipo UFBA Campus Map, integrando dados institucionais e recursos de VGI; (2) a realização de novos testes de usabilidade e avaliação heurística do protótipo desenvolvido; (3) a investigação de estratégias de validação e moderação de contribuições voluntárias; (4) a avaliação da interface em dispositivos móveis, considerando as especificidades de interação em telas menores; e (5) estudos longitudinais que acompanhem o uso da interface ao longo do tempo, identificando padrões de uso e necessidades emergentes.

A elaboração de mapas que realizem uma comunicação eficaz entre a interface e o usuário constitui desafio contínuo, exigindo conhecimento das necessidades dos usuários e das dificuldades enfrentadas na execução de atividades cotidianas. Esta pesquisa representa um avanço no que tange aos problemas de usabilidade em mapas interativos e às diversas possibilidades de uso dos recursos pela comunidade universitária.

REFERÊNCIAS

- ARCHELA, R. S.; THÉRY, H. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. *Confins*, n. 3, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.3483>
- ATTARD, M.; HAKLAY, M.; CAPINERI, C. The potential of volunteered geographic information (VGI) in future transport systems. *Urban Planning*, v. 1, n. 4, p. 6-19, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17645/up.v1i4.612>
- BORGES, J. L. de C. O potencial da informação geográfica voluntária como suporte à democracia no planejamento e gestão territorial. 2017. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/items/ff6385ae-b1df-4a2b-a6d4-a6c4d1729fb0>
- ERICSSON, K. A.; SIMON, H. A. Protocol analysis: Verbal reports as data. Cambridge: MIT Press, 1993.
- GOODCHILD, M. F. Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, v. 69, n. 4, p. 211-221, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- GOOGLE NOTEBOOKLM. Fluxo metodológico da pesquisa. Mountain View: Google, 2026. Infográfico gerado por IA a partir de dados fornecidos pelo autor.

HAKLAY, M.; WEBER, P. OpenStreetMap: User-generated street maps. IEEE Pervasive Computing, v. 7, n. 4, p. 12-18, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80>

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In: HANCOCK, P. A.; MESHKATI, N. (Eds.). Human mental workload. Amsterdam: Elsevier, 1988. p. 139-183. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62386-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62386-9)

HOWE, J. The rise of crowdsourcing. Wired Magazine, v. 14, n. 6, p. 1-4, 2006.

JESUS, E. G. V. de. Análise de usabilidade de mapas interativos nas atividades de ensino superior. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/19529>

MACEACHREN, A. M.; KRAAK, M. J. Research challenges in geovisualization. Cartography and Geographic Information Science, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1559/152304001782173970>

MACHADO, A. A.; CAMBOIM, S. P. Mapeamento colaborativo como fonte de dados para o planejamento urbano: desafios e potencialidades. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, e20180142, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180142>

MARTINELLI, M. Mapas da geografia e cartografia temática. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2014.

MARTINS, V. E. Avaliação de usabilidade e ergonomia do WebGIS UFPR Campus Map (UCM) acessado em dispositivos desktop e móvel. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/71877>

NIELSEN, J. Usability engineering. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1994.

NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. In: PROCEEDINGS OF THE SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 1990, Seattle. Anais... New York: ACM, 1990. p. 249-256. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/97243.97281>

PRELIKOVA, E. A.; ZOTOV, V. V.; YUSHIN, V. V. Management of local community social capital when solving the problems of urban environment pollution with solid municipal waste. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 459, 032065, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/459/3/032065>

Costa & Fernandes, Avaliação de Usabilidade e Heurística para o Desenvolvimento de Interface de Mapa de Campus Universitário
DOI: [10.51308/continentes.v1i29.700](https://doi.org/10.51308/continentes.v1i29.700)

ROTH, R. E. et al. User studies in cartography: Opportunities for empirical research on interactive maps and visualizations. *International Journal of Cartography*, v. 3, sup1, p. 61-89, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23729333.2017.1288534>

SLUTER, C. R. et al. A cartografia e as novas tecnologias: desafios e oportunidades. *Boletim de Ciências Geodésicas*, v. 24, n. 2, p. 165-182, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1982-21702018000200011>

TAYLOR, D. R. F. *Cybercartography: Theory and practice*. Amsterdam: Elsevier, 2005.

Data de Submissão: 30/12/2025

Data da Avaliação: 15/06/2026