

## SIG SOCIAL: FUNDAMENTOS HUMANOS-COMPUTACIONAIS PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DE DADOS DA PLATAFORMA URBVERDE

Vitor Antônio de Almeida Lacerda <sup>1</sup>, Guilherme Henrique Bueno de Freitas <sup>2</sup>, Ana Flor Oliveira De Stefani <sup>3</sup>, Eduardo Felix Justiniano <sup>4</sup>, Gustavo Paixão Menezes <sup>5</sup>, Ana Livia Magalhães Garbin <sup>6</sup>, Felipe Oliveira de Carvalho <sup>7</sup>, Marcela Fernandes da Costa <sup>8</sup>, Breno Malheiros de Melo <sup>9</sup>, Fernando Shinji Kawakubo <sup>10</sup>, Marcos Roberto Martines <sup>11</sup>, Marcel Fantin <sup>12</sup>.

<sup>1</sup> ICMC-USP / Av. Trab. São Carlense, 400 - Centro, São Carlos - SP, 13566-593, vitorlacerda05@usp.br; <sup>2</sup> idem 1, bueno.guilherme@usp.br; <sup>3</sup> idem 1, florstefani@usp.br; <sup>4</sup> FFLCH-USP / Av. Prof. Lineu Prestes, 338, Cidade Universitária, São Paulo - SP, 05508-000, e.justiniano@usp.br; <sup>5</sup> EESC-USP / idem endereço 1, gustavopmenezes@usp.br; <sup>6</sup> idem 1, analiviamgarbin@usp.br; <sup>7</sup> idem 1, felipeoli@usp.br; <sup>8</sup> idem 5, marcelacosta@usp.br; <sup>9</sup> UFSCar / Rod. Washington Luís, s/n - Monjolinho, São Carlos - SP, 13565-905, breno\_malheiros@alumni.usp.br; <sup>10</sup> idem 4, fsk@usp.br; <sup>11</sup> UFSCar, Rodovia João Leme dos Santos (SP-264), km 110 - Sorocaba - SP, 18052-780, mmartines@ufscar.br; <sup>12</sup> IAU-USP / Av. Trab. São Carlense, 400 - Centro, São Carlos - SP, 13566-593, mfantin@sc.usp.br.

### RESUMO

O avanço dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e das tecnologias digitais ampliou as oportunidades de disponibilização de dados socioambientais. Contudo, a complexidade técnica e a falta de dados acessíveis ainda limitam sua democratização para todas as camadas da sociedade. Dessa forma, o presente artigo busca suprir esta lacuna, propondo uma plataforma com interface intuitiva e acessível para a população e introduzindo o conceito de SIG Social. Através do uso da metodologia *Design Thinking* e de princípios de Interação Humano-Computador (IHC), foram desenvolvidos protótipos que foram testados ativamente com a sociedade para assegurar sua usabilidade e compreensão. Com essa abordagem, espera-se democratizar o acesso aos dados espaciais socioambientais, valorizando o conhecimento sobre o espaço geográfico e empoderando a população para mobilizações sociais, planejamento urbano e enfrentamento das mudanças climáticas.

**Palavras-chave** — Sistema de Informação Geográfico (SIG), Interação Humano-computador (IHC), *Web Social*, Sensoriamento Remoto., Linguagem Simples.

### ABSTRACT

*The advancement of Geographic Information Systems (GIS) and digital technologies has expanded opportunities for making socio-environmental data available. However, technical complexity and the lack of accessible data still limit its democratization across all layers of society. This article seeks to address this gap by proposing a platform with an intuitive and accessible interface for the population and introducing the concept of Social GIS. Using the Design Thinking methodology and Human-Computer Interaction (HCI) principles, prototypes were actively tested with society to ensure usability and comprehension. Through this approach, the goal is to democratize access to*

*socio-environmental spatial data, enhancing knowledge of geographic spaces and empowering the population for social mobilizations, urban planning, and climate change mitigation.*

**Key words** — *Geographic Information System (GIS), Human-Computer Interaction (HCI), Social Web, Remote Sensing, Plain Language.*

### 1. INTRODUÇÃO

Gilberto Câmara, no início do século XXI, definiu os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) do futuro como ferramentas capazes de integrar as interações entre diversos atores sociais no espaço, permitindo uma análise profunda das transformações geográficas, especulando o desenvolvimento desses sistemas ao longo do novo século. Historicamente, o desenvolvimento dos SIGs esteve atrelado aos avanços computacionais, e por muitos anos a geração de dados geográficos foi um processo caro e restrito a grandes centros econômicos [1]. Com o avanço da tecnologia e a democratização de recursos computacionais, como a computação em nuvem, ferramentas como o *Google Earth Engine* agora permitem a criação e análise de dados em larga escala [2]. Entretanto, a complexidade técnica e a transdisciplinaridade da geoinformação continuam a impor barreiras, restringindo o uso dessas ferramentas a especialistas e dificultando o acesso a análises espaciais mais acessíveis para o público geral [1]. Além disso, os desafios da comunicação climática se somam a essas barreiras, especialmente pela dificuldade de equilibrar a precisão científica com a simplificação necessária para que o público inexperiente compreenda e se engaje efetivamente [3].

Em 2023, uma colaboração entre instituições públicas resultou na criação da plataforma UrbVerde, que fornece dados gratuitos sobre vegetação, temperatura, parques e praças, correlacionados com dados sociais, para todos os municípios de São Paulo, em um mapa interativo com dados

estatísticos [2]. Atualmente, o grupo de pesquisa da UrbVerde visa expandir a oferta de dados socioambientais para todos os municípios do Brasil, com foco nas cidades de pequeno e médio porte, que frequentemente carecem de recursos técnicos e financeiros [2]. Paralelamente, por meio do *Design Thinking* e princípios de Interação Humano-Computador (IHC), a UrbVerde busca garantir que os dados socioambientais sejam acessíveis por meio de uma interface intuitiva, que permita ao usuário explorar informações complexas com facilidade por meio de uma boa usabilidade, considerando aspectos como satisfação de uso, facilidade de aprendizado, eficiência e efetividade [4].

Ademais, os dados geográficos podem ser utilizados para interpretar relações e identificar contradições no espaço analisado, aproveitando o conhecimento acumulado de quem o examina [5]. Dessa forma, por meio da reestruturação do *layout* e do *design* da plataforma, tornando-a intuitiva e acessível, busca-se democratizar a relação entre o indivíduo e o espaço geográfico para toda a sociedade, sendo uma ferramenta de empoderamento para o fomento de mobilizações sociais, planejamento urbano, políticas públicas e enfrentamento das mudanças climáticas. Somente dessa forma, os WebSIGs poderão incorporar a tendência do século XXI de Web Social (ou Web 2.0), promovendo inclusão social por meio da tecnologia [6].

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da *interface*, adotou-se a metodologia *Design Thinking*, cujas etapas incluem identificar as necessidades dos usuários (empatia), definir necessidades prioritárias, gerar soluções (ideação) e criar protótipos para realização de testes que contam com a participação ativa da sociedade [7]. Essa abordagem centrada no usuário foi escolhida por sua capacidade de orientar a criação de soluções com foco em impacto social e atendimento das necessidades dos usuários [8]. Inicialmente, na etapa de empatia e definição, foram identificadas, por meio de revisões bibliográficas, características durante a utilização de SIGs por usuários sem experiência prévia e especialistas no tema.

Na sequência, as fases de ideação e prototipagem direcionaram a criação de protótipos da interface da plataforma, utilizando-se a ferramenta *Figma* para representar visualmente o sistema e simular sua utilização [9]. Na busca por uma plataforma que promova a inclusão social, buscou-se incorporar conceitos humanos-computacionais fundamentais, guiada por três pilares principais. Em primeiro lugar, as Heurísticas de Nielsen, que foram aplicadas para minimizar a complexidade e o tempo de aprendizado, assegurando que os usuários tivessem controle e liberdade ao navegar, sem necessidade de instruções complexas [10]. Em seguida, aplicaram-se os princípios da Gestalt, como proximidade, similaridade e fechamento, que organizaram a interface de forma intuitiva, ajudando os usuários a perceberem relações naturais entre os elementos e facilitando o reconhecimento de

padrões, reduzindo o esforço cognitivo [11]. Por último, as leis da psicologia do *User Experience*, como a Lei de Hick, aplicado para buscar uma redução do tempo de escolha das opções da plataforma por parte dos usuários, e a Lei de Fitts, que orientou o posicionamento dos elementos interativos [12].

Para ampliar o acesso e a compreensão dos dados, foi adotada a metodologia Linguagem Simples, permitindo que usuários leigos encontrem facilmente a informação que procuram, compreendam o que encontraram e utilizem a informação de forma prática [13]. Além disso, para evitar a fadiga de crise — conceito que descreve a diminuição do engajamento devido à exposição constante a eventos negativos — foram incluídas ações práticas e sugestões positivas junto aos dados socioambientais [14]. Complementarmente, buscou-se aplicar o humanismo de dados, que contextualiza e personaliza a apresentação dos dados, tornando-os mais compreensíveis e relevantes por meio de comparações familiares e exemplos do cotidiano [14]. Por fim, realizou-se a comunicação direta com a UrbVerde Educa, uma plataforma de educação da UrbVerde, que possibilita o acesso a detalhes técnicos, promovendo a inclusão digital e garantindo uma análise acessível a todos.

Na fase final do *Design Thinking*, foram conduzidos testes de usabilidade para validar o protótipo da plataforma, assegurando sua intuitividade e facilidade de uso. A metodologia, descrita por Loranger (2016), envolveu a participação ativa de 58 usuários, entre 18 e 65 anos, com pouca familiaridade no uso de SIGs e conhecimentos limitados sobre temas ambientais e mudanças climáticas, além de experiência reduzida com plataformas *web*. Os testes foram realizados por meio da plataforma *Maze*, permitindo interação direta dos participantes com o protótipo realizado, coletando dados quantitativos e qualitativos. O primeiro teste concentrou-se na rapidez e clareza com que os usuários compreendiam o *layout* e a estrutura da plataforma, enquanto o segundo avaliou a usabilidade durante a execução de tarefas específicas da plataforma, como a busca por municípios, o uso de funcionalidades de sobreposição de camadas no mapa, *downloads* de imagens e análise dos dados socioambientais. Para analisar a usabilidade foram observadas a eficácia, a facilidade de aprendizado, a eficiência e a satisfação do usuário ao interagir com o SIG [4].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Etapas de empatia e definição do *Design Thinking*: resultados das necessidades dos usuários

A partir dos questionários aplicados a gestores públicos do Estado de São Paulo e disponibilizados pela UrbVerde (2022), constatou-se que os municípios paulistas, especialmente os de pequeno e médio porte, enfrentam limitações estruturais na gestão ambiental. Essas limitações incluem a falta de ferramentas digitais e a compreensão restrita de conceitos técnicos de sensoriamento remoto [2].

Para atender a essas necessidades, foram identificadas prioridades específicas, como a adoção de uma interface visual clara e acessível para usuários leigos e a oferta de análises mais detalhadas e resumos abstratos que atendam aos especialistas [16]. A inclusão de uma linguagem simples também se mostrou essencial para garantir que ambos os grupos compreendam e utilizem as informações com facilidade [13]. Estes levantamentos reforçam a urgência da construção de SIGs acessíveis, inclusivos e eficientes, capazes de democratizar o acesso e a interpretação de dados socioambientais para todos os setores da sociedade.

### 3.2. Etapas de ideação e prototipagem do *Design Thinking*: resultados dos protótipos para o SIG

O protótipo desenvolvido<sup>1</sup> incorpora as Heurísticas de Nielsen, os princípios da Gestalt e as leis da psicologia do *User Experience*, explicados anteriormente, além de utilizar a linguagem simples nos textos e abordar soluções para a fadiga de crise, alternando dados ambientais alarmantes dos municípios com ações práticas para auxiliar na mitigação da problemática [14]. O protótipo para a camada de Temperatura de Superfície Terrestre (TST) é retratado a seguir.

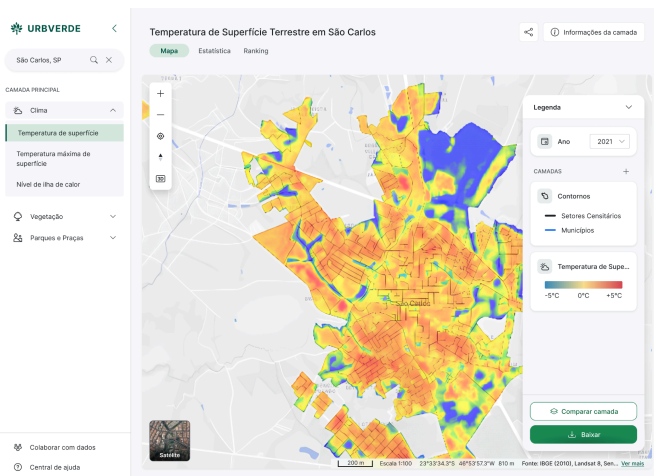


Figura 1. Protótipo da plataforma UrbVerde para a camada de Temperatura de Superfície Terrestre.

### 3.3. Etapa de teste do *Design Thinking*: resultados do teste de usabilidade

O primeiro teste de usabilidade, envolvendo a participação ativa de 31 usuários, mostrou que 94% dos participantes completaram a tarefa de selecionar o município para a análise sem dificuldades, refletindo uma compreensão rápida e intuitiva do SIG e das funcionalidades principais da plataforma. Além disso, 88% dos usuários avaliaram a *interface* como clara e fácil de usar, e 23% sugeriram que a

adição de dicas visuais iniciais melhoraria ainda mais a experiência. Comentários dos usuários reforçaram esses dados, descrevendo a plataforma como “amigável” e “intuitiva”, com avaliações como “interessante” e “bem clara para iniciantes”.

Após ajustes no protótipo com base nas sugestões dos usuários, o segundo teste de usabilidade, com a participação ativa de 27 usuários, resultou em 100% de sucesso na tarefa de seleção de seu município para a análise. Além disso, cerca de 88,9% dos usuários adicionaram, sem dificuldades, uma nova camada ao mapa, permitindo que analisassem a camada de “Temperatura de Superfície Terrestre (TST)” com a sobreposição de “Percentual de Cobertura Vegetal (PCV)”. Os participantes destacaram a “fluidez” e o “fácil entendimento” do protótipo, mesmo não tendo conhecimento prévio da utilização de SIGs, com comentários positivos sobre a organização dos elementos e clareza dos textos. Por fim, 95,8% dos participantes obtiveram êxito ao realizar o *download* do mapa como imagem.

### 3.4. UrbVerde como uma plataforma de SIG Social

Os resultados obtidos nos testes de usabilidade indicam a eficácia da abordagem centrada no usuário adotada no desenvolvimento da plataforma UrbVerde. O protótipo construído resultou em uma interface intuitiva e acessível, mesmo para usuários com pouca ou nenhuma experiência prévia em SIG. A aplicação dos princípios de IHC e do *Design Thinking* permitiu o desenvolvimento de uma interface que não apenas facilita o acesso aos dados socioambientais, mas também incentiva a interpretação crítica e o engajamento ativo dos usuários com o espaço geográfico.

Ao incorporar o conceito de humanismo de dados, a plataforma prioriza a personalização e a humanização das informações apresentadas, permitindo que os usuários se relacionem de forma mais significativa com os dados. A inclusão de linguagem simples e a atenção às necessidades dos usuários demonstram o compromisso da UrbVerde com a democratização do acesso à informação. Essa abordagem amplia a interpretação geográfica para além dos especialistas: ao permitir a sobreposição de diferentes camadas socioambientais e dados estatísticos, a *interface* possibilita que os usuários incluam suas próprias perspectivas na análise do espaço geográfico e compreendam as complexidades do território a partir de suas próprias experiências.

Dessa forma, a reestruturação da UrbVerde permite fortalecer a criação de políticas públicas mais eficientes, oferecendo uma ferramenta acessível e intuitiva para os gestores e toda a sociedade, por meio de dados socioambientais essenciais para decisões informadas. Além disso, ao tornar os dados transparentes, empodera as comunidades a participar das discussões sobre planejamento urbano e gestão ambiental, promovendo uma governança inclusiva e responsiva para melhor atender às necessidades da população.

<sup>1</sup> Confira o protótipo completo da plataforma que está acessível através do seguinte [link](#).



Além de facilitar a interação individual com os dados geográficos, a UrbVerde promove o engajamento coletivo ao alinhar-se com os princípios da Web Social, incentivando a colaboração entre os usuários na análise e compartilhamento de informações geográficas e fortalecendo a participação cidadã em questões socioambientais. Incorporando elementos inclusão, participação social e mobilização comunitária, a UrbVerde se caminha para ser um "SIG Social", expandindo as funcionalidades tradicionais dos Sistemas de Informação Geográfica e transformando dados geoespaciais em ferramentas eficazes para promover mudanças sociais e políticas públicas alinhadas às necessidades da população.

### 3.5. Próximos passos

Com o protótipo finalizado, o novo *design* da plataforma está em fase de implementação pelo grupo de pesquisa da UrbVerde, juntamente com a expansão de seus dados para todos os municípios do Brasil, e em breve estará acessível a toda a população. Além disso, visando uma maior democratização do acesso, estão sendo realizados estudos para integrar inteligência artificial generativa, recursos de acessibilidade e tecnologias assistivas na plataforma.

## 4. CONCLUSÕES

Por meio da implementação de um protótipo com interface acessível e inclusiva, fundamentado nos princípios de Interação Humano-Computador (IHC) e desenvolvido com a participação ativa da sociedade através da metodologia *Design Thinking*, conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados. Alinhada ao conceito de *Web Social*, a plataforma facilita o engajamento e a colaboração dos usuários na análise e compartilhamento de dados geográficos, incentivando debates e mobilizações em rede. Superando os desafios da comunicação climática, a UrbVerde equilibra precisão científica e acessibilidade, tornando informações complexas compreensíveis para o público amplo. No caminho para se tornar uma "SIG Social", a UrbVerde expande a função tradicional dos Sistemas de Informação Geográfica ao promover um ambiente inclusivo e interativo, onde dados socioambientais se tornam ferramentas para a participação cidadã e o apoio a políticas públicas, atendendo às necessidades locais.

## 5. FINANCIAMENTOS

Este projeto foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2023/10076-6, no âmbito do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas, intitulado "Urbverde: Políticas Públicas para Qualificação Territorial Orientada à Adaptação Climática e Redução das Desigualdades", além de contar com o apoio da Chamada Universal do CNPq (Processo: 421592/2023-0).

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira; MEDEIROS, José Simeão de. Representações computacionais do espaço: fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação. *Geografia*, Rio Claro, v. 28, n. 1, p. 83-96, jan./abr. 2003.
- [2] URBVERDE. Relatório final e prestação de contas: plataforma de monitoramento das áreas verdes urbanas do Estado de São Paulo – UrbVerde. Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PRPI), Edital de Apoio a Projetos Integrados de Pesquisa em Áreas Estratégicas (PIPAE), 2022.
- [3] FERREIRA, Marta; COELHO, Miguel; NISI, Valentina; NUNES, Nuno Jardim. Climate change communication in HCI: a visual analysis of the past decade. In: *Proceedings of the 13th Conference on Creativity and Cognition (C&C '21)*, Virtual Event, Italy, 2021. Article No. 5, p. 1-16.
- [4] NIELSEN, Jakob. *Usability engineering*. Boston: Academic Press, 1993.
- [5] LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. p. 81.
- [6] SHIRKY, Clay. *Here comes everybody: the power of organizing without organizations*. Londres: Allen Lane, 2008.
- [7] BROWN, Tim. *Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias*. Edição em português. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.
- [8] BROWN, Tim; WYATT, Jocelyn. *Design thinking for social innovation*. Stanford Social Innovation Review, 2010.
- [9] GOTTO, Jaime Levy. *Estratégia de UX: técnicas de estratégia de produto para criar soluções digitais inovadoras*. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.
- [10] NIELSEN, Jakob. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '94)*. New York: Association for Computing Machinery, 1994. p. 152-158.
- [11] INTERACTION DESIGN FOUNDATION. *Gestalt principles in design: key concepts for organizing visual elements in UX/UI design*. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/gestalt-principles>. Acesso em: 29 out. 2024.
- [12] YABLONSKI, Jon. *Leis da psicologia aplicadas a UX: usando psicologia para projetar produtos e serviços melhores*. Edição em português. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2020.
- [13] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 24495-1:2023 Plain language — Part 1: Governing principles and guidelines*. Geneva: ISO, 2023. 11 p.
- [14] FERREIRA, Marta; NUNES, Nuno; FERREIRA, Pedro; PEREIRA, Henrique; NISI, Valentina. Connecting audiences with climate change: towards humanised and action-focused data interactions. *International Journal of Human-Computer Studies*, v. 192, p. 103341, dez. 2024.
- [15] LORANGER, Hoa. *Usability test checklist*. Nielsen Norman Group, 2016. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/usability-test-checklist/>. Acesso em: 28 set. 2024.
- [16] SCHUSTER, Regina; KOESTEN, Laura; GREGORY, Kathleen; MÖLLER, Torsten. "The main message is that sustainability would help" – reflections on takeaway messages of climate change data visualizations. In: *PROCEEDINGS OF THE 2023 CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS*, Conference '23, 19-24 de abril de 2023, Hamburgo, Alemanha. New York: Association for Computing Machinery, 2023.