**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**NICOLAS JUSTINO VEIGA**

# RESTILIZAÇÃO E CUSTOMIZAÇÃO DA INTERFACE WEB DO E-MUSEU

**GUARAPUAVA**

**2026**

**NICOLAS JUSTINO VEIGA**

# RESTILIZAÇÃO E CUSTOMIZAÇÃO DA INTERFACE WEB DO E-MUSEU

## Restyling and Customizing the E-Museum Web Interface

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet do Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Dra. Sediane Carmem Lunardi Hernandes

Coorientador: Dr. Andres Jesse Profírio

**GUARAPUAVA**

**2026**

4.0 Internacional

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

## RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a proposta de reestilização e customização da interface web do E-Museu, uma plataforma digital voltada à catalogação, preservação e divulgação do acervo da história da computação. Embora a aplicação tenha passado por recente refatoração arquitetural em sua infraestrutura de *back-end*, a camada de apresentação gráfica e de usabilidade manteve padrões herdados da versão legada, apresentando falhas de navegação, poluição visual e limitações na Experiência do Usuário (*User Experience*) (UX). Diante desse cenário, o trabalho tem como objetivo geral reestilizar e atualizar a interface web do E-Museu, aprimorando a usabilidade e modernizando o *layout* do sistema. A metodologia fundamenta-se no protocolo de Avaliação Heurística Sintética, utilizando o modelo de linguagem multimodal Gemini Flash para a inspeção automatizada de capturas de tela com base nas dez heurísticas de Nielsen, seguida de curadoria humana para filtragem de falsos positivos e classificação da severidade dos problemas. Na sequência, as diretrizes de correção orientarão a geração de protótipos de alta fidelidade na ferramenta generativa Google Stitch, cujas propostas visuais serão posteriormente codificadas nos *templates* Blade e estilos CSS no ecossistema Laravel. Como resultado parcial, realizou-se o diagnóstico do fluxo de consulta do acervo, mapeando e categorizando as principais violações de usabilidade que subsidiarão o *redesign*. Espera-se entregar uma interface intuitiva, acessível e esteticamente agradável, fortalecendo o E-Museu como recurso educacional e cultural.



**Palavras-chave:** experiência do usuário; usabilidade; avaliação heurística sintética; e-museu; redesign.

**ABSTRACT**

This Final Project Proposal presents the restyling and customization of the E-Museu web interface, a digital platform designed for cataloging, preserving, and disseminating computing history. Although the application recently underwent an architectural refactoring of its back-end infrastructure, the graphical user interface and usability retained legacy patterns, exhibiting navigation hurdles, visual clutter, and user experience (UX) limitations. In this context, the main goal of this work is to restyle and update the E-Museu web interface, enhancing usability and modernizing the system layout. The methodology is grounded in the Synthetic Heuristic Evaluation protocol, employing the Gemini Flash multimodal language model for automated screenshot inspection based on Nielsen's ten heuristics, followed by human curation to filter out false positives and classify problem severity. Subsequently, the identified guidelines will drive the creation of high-fidelity prototypes using the Google Stitch generative tool, which will later be coded into Blade templates and CSS styles within the Laravel ecosystem. As a partial result, a diagnostic evaluation of the collection browsing flow was performed, mapping and categorizing key usability violations to inform the redesign. The project expects to deliver an intuitive, accessible, and visually appealing interface, consolidating E-Museu as a robust educational and cultural resource.

**Keywords:** user experience; usability; synthetic heuristic evaluation; e-museu; redesign.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1 – Interface do E-museu com indicação dos problemas identificados. . . . 19**

**Figura 2 – Interface do E-museu com indicação dos problemas identificados. . . . 21**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### Siglas

| | |
|---|---|
| IHC | Interação Humano-Computador |
| LLM | Modelos de Linguagem de Grande Porte (*Large Language Model*) |
| UNICENTRO | Universidade Estadual do Centro-Oeste |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| UX | Experiência do Usuário (*User Experience*) |

**SUMÁRIO**


**1 INTRODUÇÃO . . . . . 6**

**1.1 Objetivos . . . . . 7**

1.1.1 Objetivo geral . . . . . 7

1.1.2 Objetivos Específicos . . . . . 7

**1.2 Estrutura do trabalho . . . . . 7**

**2 REFERENCIAL TEÓRICO . . . . . 8**

**2.1 O E-Museu . . . . . 8**

**2.2 Experiência do Usuário (UX) . . . . . 9**

2.2.1 Hierarquia de Requisitos e a Usabilidade como Indicador de UX . . . . . 9

2.2.2 O Ciclo de Design Centrado no Usuário . . . . . 9

**2.3 Usabilidade na Web . . . . . 10**

2.3.1 *Componentes de usabilidade* . . . . . 10

2.3.2 *Heurísticas de Nielsen* . . . . . 11

**2.4 *Aplicação das heurísticas de Nielsen* . . . . . 12**

2.4.1 *Aplicação no portal UniSALESIANO* . . . . . 12

2.4.2 *Aplicação no Portal Brasileiro de Dados Abertos* . . . . . 13

2.4.3 *Aplicação no Sistema Autonomus* . . . . . 13

**2.5 Avaliação Heurística Sintética . . . . . 13**

2.5.1 *Fundamentação Tecnológica* . . . . . 14

2.5.2 *Metodologia e Engenharia de Prompt* . . . . . 14

2.5.3 *Análise Comparativa de Desempenho* . . . . . 14

2.5.4 *Limitações e Desafios* . . . . . 15

**3 METODOLOGIA . . . . . 17**

**4 RESULTADOS PARCIAIS . . . . . 19**

**5 CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . . 24**

**REFERÊNCIAS . . . . . 25**

# 1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia digital modificou não apenas a capacidade dos sistemas computacionais, mas também a forma como as pessoas interagem com as informações que lhes são disponibilizadas. À medida que as aplicações digitais passaram a integrar diferentes atividades cotidianas, aspectos relacionados à interação, à organização das informações e à apresentação visual dos sistemas tornaram-se cada vez mais relevantes para proporcionar uma experiência adequada aos usuários.

Nesse contexto, o desenvolvimento de interfaces deixa de estar relacionado exclusivamente à aparência visual das aplicações, envolvendo também aspectos como a facilidade de navegação, a organização das informações, a acessibilidade, a consistência e a compreensão dos elementos apresentados ao usuário. Uma interface bem estruturada pode facilitar a interação com o sistema e contribuir para que o usuário encontre e compreenda as informações disponibilizadas.

No contexto acadêmico, o uso de tecnologias digitais também pode contribuir para a preservação e a disseminação da história da computação. A partir dos projetos de extensão “Tecno-Lixo: Oficina do Aprender”, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), e “E-Lixo” Ré e Thomen (2021), da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), foram desenvolvidas iniciativas voltadas ao reaproveitamento de componentes e equipamentos de informática descartados. Como resultado dessas ações, diversos itens relacionados à história da computação foram reunidos e preservados, o que deu origem à proposta de criar um museu para a organização e exposição desse acervo. Nesse contexto, Gonzaga (2024) desenvolveu o E-Museu, um sistema web voltado à catalogação, ao gerenciamento e à exposição dos itens que compõem o acervo do museu.

Embora o sistema permita a organização e a disponibilização do acervo, sua interface pode ser aprimorada para proporcionar uma experiência de uso mais adequada aos usuários. Aspectos relacionados à organização visual, à hierarquia das informações, à navegação e à apresentação dos elementos podem ser reconsiderados à luz das necessidades atuais do sistema e de seus usuários.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a reestilização da interface do E-museu, buscando aprimorar sua apresentação visual e a experiência de interação dos usuários com o sistema. Para isso, serão analisados aspectos relacionados à interface e à experiência do usuário, com o objetivo de propor e implementar melhorias que tornem a apresentação dos itens do E-museu mais interessante e agradável. Com isso, espera-se que o usuário possa navegar facilmente pelo site, aprender a fazê-lo rapidamente e explorar o sistema web com satisfação.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo geral

Reestilizar e atualizar a interface web do sistema do E-Museu, visando aprimorar a usabilidade e a experiência do usuário, modernizando o layout e facilitando a interação com o sistema.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar fundamentação bibliográfica sobre usabilidade web, as 10 heurísticas de Nielsen e a Avaliação Heurística Sintética baseada em Modelos de Linguagem de Grande Porte (*Large Language Model*) (LLM).
- Diagnosticar falhas na interface atual do E-Museu por meio de uma avaliação heurística sintética, conduzindo a curadoria humana para filtrar e classificar a severidade dos problemas identificados.
- Elaborar protótipos de alta fidelidade com o auxílio de uma ferramenta apropriada, solucionando as violações de usabilidade mapeadas e modernizando o layout do sistema.
- Implementar a nova interface no código-fonte da aplicação web E-Museu, refatorando os arquivos de visualização.
- Reavaliar a nova interface implementada para verificar a resolução dos problemas diagnosticados e validar a melhoria na experiência do usuário.

## 1.2 Estrutura do trabalho

O trabalho é dividido da seguinte forma. O Capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho. No Capítulo 2 apresenta-se o referencial teórico. O Capítulo 3 descreve a metodologia adotada no trabalho. No Capítulo 4 são apresentados os resultados parciais obtidos, enquanto as considerações finais e os trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 5.

# 2 REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 O E-Museu

O E-Museu é uma iniciativa digital voltada à preservação e à disseminação da história da computação, atuando como um espaço virtual de consulta pública, salvaguarda da memória tecnológica e gestão de acervo. O projeto surgiu a partir de ações de extensão universitária promovidas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) — notadamente os projetos "Tecno-Lixo: Oficina do Aprender"e "E-Lixo"—, que acumularam componentes e equipamentos de informática descartados. Para catalogar e organizar esse material sob um formato de exposição digital, Gonzaga (2024) desenvolveu a primeira versão do sistema web E-Museu.

A plataforma tem como propósito registrar a evolução do hardware, disponibilizando conteúdos sobre desde equipamentos clássicos até componentes fundamentais da microinformática, como processadores, placas-mãe, módulos de memória, unidades de armazenamento e periféricos. Cada item catalogado conta com ficha técnica, imagens e contextualização histórica de uso, garantindo que o conhecimento acerca desses artefatos permaneça acessível à sociedade mesmo diante da degradação física dos materiais originais. Além disso, o sistema adota um modelo colaborativo que permite à comunidade submeter peças, documentos e fotografias, as quais passam por triagem e curadoria antes de integrarem a coleção oficial. Por sua natureza educacional e cultural, o E-Museu opera de forma independente e sem fins lucrativos.

Embora a versão inicial do E-Museu tenha cumprido o papel de disponibilizar o acervo na web, a aplicação apresentava limitações de manutenção, ausência de testes automatizados e arquitetura legada. Diante disso, Novacoski (2026) realizou uma ampla refatoração estrutural do software, promovendo a atualização tecnológica da pilha (stack) para PHP 8.5 e Laravel 13, a containerização dos ambientes com Docker e Docker Compose, a implantação automatizada via Coolify no servidor institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e a reorganização do código-fonte orientada a domínios de negócio. Essa intervenção introduziu também testes automatizados, armazenamento de mídias em objetos (MinIO), proteção de formulários e suporte à internacionalização de conteúdos.

Com a consolidação dessa base técnica e de engenharia de software promovida por Novacoski (2026), o sistema passou a contar com uma infraestrutura robusta e sustentável no *back-end*. Contudo, o aspecto visual e a camada de apresentação do E-Museu mantiveram padrões herdados da versão legada. Nesse cenário se insere o presente trabalho, que toma como ponto de partida a arquitetura refatorada do sistema para focar na camada de interface e usabilidade, aplicando métodos formais de avaliação heurística de usabilidade e técnicas de prototipação para reformular a arquitetura de informação e otimizar a experiência do usuário (UX) da plataforma.

## 2.2 Experiência do Usuário (UX)

A evolução das aplicações web e a consolidação do Design Centrado no Usuário transformaram a forma como a interação entre pessoas e sistemas digitais é planejada. Além de atender aos requisitos funcionais do software e à infraestrutura de *back-end*, tornou-se fundamental considerar a Experiência do Usuário (*User Experience*) (UX) como um indicador determinante da qualidade de uma plataforma (GRILO, 2019). Conforme aponta Grilo (2019), a UX abrange o conjunto de percepções, emoções e reações que um indivíduo vivencia antes, durante e após a interação com um produto digital, deslocando o foco do desenvolvimento para a compreensão ampla do contexto e das necessidades do usuário.

### 2.2.1 Hierarquia de Requisitos e a Usabilidade como Indicador de UX

Conforme aborda Grilo (2019), a construção de produtos digitais satisfatórios exige o atendimento a quatro atributos fundamentais de qualidade: o sistema deve ser funcional, confiável, usável e agradável. Nessa perspectiva, a usabilidade atua como o indicador objetivo e mensurável da Experiência do Usuário (UX), fornecendo parâmetros práticos — como eficiência de navegação e facilidade de aprendizado — para avaliar a qualidade da interação com a interface.

Essa relação conceitual reflete diretamente a evolução técnica do E-Museu. Enquanto os trabalhos anteriores de refatoração arquitetural consolidaram a base funcional e confiável da aplicação no *back-end* realizada por Novacoski (2026), o presente estudo atua na camada de apresentação (*front-end*), concentrando esforços nos níveis superiores de usabilidade e agradabilidade estética para aprimorar a experiência dos visitantes do acervo.

### 2.2.2 O Ciclo de Design Centrado no Usuário

O aprimoramento da experiência do usuário é fundamentado em um processo iterativo e contínuo. Conforme aborda Grilo (2019), o desenvolvimento centrado no usuário estrutura-se em três etapas essenciais: a **exploração** (compreensão e diagnóstico dos problemas de uso), a **resolução** (tradução das necessidades em requisitos de interface e protótipos) e a **validação** (avaliação das soluções propostas para verificar sua efetividade e promover refinamentos). Essa abordagem tripartite fundamenta diretamente o fluxo metodológico adotado neste trabalho. A fase de exploração concretiza-se no diagnóstico de usabilidade via Avaliação Heurística Sintética; a etapa de resolução materializa-se na criação dos novos protótipos e na codificação; por fim, a etapa de validação consolida-se na reavaliação final da interface refatorada, assegurando o fechamento do ciclo de design.

## 2.3 Usabilidade na Web

A usabilidade é um atributo de qualidade relacionado à facilidade com que os usuários conseguem utilizar uma interface para realizar determinadas tarefas. De acordo com Nielsen (2012), a usabilidade está associada à facilidade de aprendizado, à eficiência, à capacidade de memorizar o funcionamento da interface, à ocorrência e recuperação de erros e à satisfação do usuário. Dessa forma, uma interface não deve ser analisada apenas pela quantidade de funcionalidades disponíveis, mas também pela facilidade com que essas funcionalidades podem ser compreendidas e utilizadas.

No contexto da Web, a usabilidade possui papel importante na interação entre os usuários e os sistemas, uma vez que dificuldades para localizar informações, compreender a estrutura de uma página ou realizar tarefas podem prejudicar a experiência de utilização. Nesse sentido, a aplicação de princípios de usabilidade contribui para tornar uma interface mais clara, acessível e eficiente, favorecendo uma interação mais adequada entre o usuário e o sistema. No contexto deste trabalho, esses princípios servirão de base para analisar e propor melhorias na interface do E-museu.

### 2.3.1 *Componentes de usabilidade*

A usabilidade pode ser analisada a partir de cinco componentes principais, relacionados à facilidade de interação entre o usuário e uma interface. Esses componentes permitem avaliar diferentes aspectos da experiência de uso e identificar características que podem facilitar ou dificultar a realização das tarefas (NIELSEN, 2012), sendo eles:

- Aprendibilidade: refere-se à facilidade com que novos usuários conseguem compreender a interface e realizar suas primeiras tarefas.
- Eficiência: está relacionada à rapidez e ao esforço necessários para executar as tarefas após o usuário aprender a utilizar o sistema.
- Memorabilidade: corresponde à facilidade de retomar o uso da interface após um período sem utilizá-la, sem necessidade de reaprender seu funcionamento.
- Erros: considera a frequência e a gravidade dos erros cometidos durante a interação, bem como a facilidade com que o usuário consegue identificá-los e recuperar-se dessas situações.
- Satisfação: está relacionada à percepção do usuário durante a utilização do sistema, considerando o quão agradável e adequada é a interação às suas expectativas.

A análise desses componentes permite compreender diferentes aspectos da usabilidade de uma interface, desde a facilidade de aprendizado e de execução das tarefas até a recupera-

ção de erros e a satisfação durante a interação. Esses aspectos podem ser avaliados por diferentes métodos de avaliação de usabilidade, entre os quais se destaca a avaliação heurística, que utiliza princípios de usabilidade como critérios para identificar problemas e oportunidades de melhoria nas interfaces.

### 2.3.2 *Heurísticas de Nielsen*

As heurísticas de Nielsen consistem em dez princípios gerais voltados ao design de interação, utilizados como referência para identificar possíveis problemas de usabilidade em interfaces. Por serem princípios gerais, não representam regras específicas para cada situação, mas orientações que podem ser aplicadas na análise de diferentes sistemas e contextos, os quais são (NIELSEN, 2012):

- *Visibilidade do estado do sistema*: O usuário deve ser informado sobre o que está acontecendo no sistema e receber respostas rápidas após realizar uma ação, facilitando a compreensão do que ocorre durante a interação.
- *Correspondência entre o sistema e o mundo real*: A interface deve utilizar termos, conceitos e elementos familiares aos usuários, organizando as informações de forma natural e lógica para facilitar sua compreensão e utilização.
- *Controle e liberdade do usuário*: A interface deve oferecer saídas claras, como botões para desfazer ou cancelar ações realizadas por engano. Isso garante que o usuário mantenha o controle e a confiança, sem o risco de ficar preso ou frustrado.
- *Consistência e padrões*: O design deve seguir padrões e convenções de mercado para que a experiência seja previsível. Quando se mantém uma identidade visual e funcional consistente, evita-se que o usuário gaste energia tentando entender se termos ou ações diferentes têm o mesmo significado.
- *Prevenção de erros*: Bons designs antecipam falhas e evitam que ocorram, seja eliminando ações arriscadas ou solicitando confirmação antes de um passo decisivo. Isso protege o usuário tanto de pequenos deslizes decorrentes de desatenção quanto de erros causados por confusão visual.
- *Reconhecimento em vez de recordação*: O sistema deve exibir claramente as opções e os comandos disponíveis para que a pessoa não precise recorrer à memória de curto prazo. Manter indicações visuais, dicas de preenchimento e menus acessíveis reduz o esforço mental, tornando a navegação fluida, sem exigir que o usuário decore os passos anteriores.

- *Flexibilidade e eficiência de uso*: A interface precisa agradar tanto iniciantes quanto especialistas, oferecendo caminhos alternativos e customizáveis para uma mesma tarefa. Recursos como atalhos de teclado ou automações agilizam a rotina de quem já domina a ferramenta, sem criar barreiras visuais para quem está acessando o sistema pela primeira vez.

- *Design estético e minimalista*: O visual deve destacar apenas o essencial para a tarefa atual, eliminando dados desnecessários ou pouco relevantes. Adicionar elementos de decoração sem propósito ou textos longos apenas polui o espaço e desvia a atenção dos comandos principais, prejudicando a clareza e a tomada de decisão.

- *Ajude os usuários a reconhecer, diagnosticar e se recuperar de erros*: Os avisos de falha precisam usar palavras simples e diretas, apontando exatamente o problema e mostrando o caminho para corrigi-lo. Além de evitar códigos técnicos incompreensíveis, o alerta deve ter um destaque visual nítido para que a pessoa perceba o ocorrido imediatamente e retome a navegação sem travamentos.

- *Ajuda e documentação*: Embora o ideal seja um sistema intuitivo que dispense explicações, as seções de suporte devem fornecer respostas rápidas, diretas e focadas na resolução de tarefas. Esse conteúdo precisa ser fácil de encontrar e estruturado em passos práticos e curtos, permitindo que a pessoa resolva sua dúvida pontual de forma ágil e sem complicações.

## 2.4 *Aplicação das heurísticas de Nielsen*

Essas heurísticas de Nielsen (2012) podem ser utilizadas como critérios para identificar problemas de usabilidade na análise de uma interface. Nesse processo, a interface é inspecionada com base nos princípios de usabilidade, permitindo registrar as falhas encontradas e relacioná-las às heurísticas correspondentes. A avaliação também pode utilizar diferentes níveis de severidade para indicar o impacto de cada problema e auxiliar na definição das correções necessárias.

### 2.4.1 *Aplicação no portal UniSALESIANO*

Segundo Pavani, Lima e Sousa (2019), um estudo realizado sobre a interface do portal do UniSALESIANO aplicou esse método para comparar a versão antiga e a versão reestruturada do website. Os autores analisaram as interfaces com base nas dez heurísticas de Nielsen, registraram os problemas encontrados e atribuíram níveis de severidade às falhas identificadas. Com base no resultado, foram propostas alterações na interface e, posteriormente, foi realizada uma nova avaliação para verificar as melhorias implementadas. Esse procedimento demonstra

como as heurísticas podem ser utilizadas não apenas para identificar problemas, mas também para orientar o processo de aprimoramento de uma interface.

### 2.4.2 *Aplicação no Portal Brasileiro de Dados Abertos*

Em uma aplicação prática voltada a serviços públicos, Valentim (2020) avaliou a usabilidade do Portal Brasileiro de Dados Abertos fundamentando-se nas dez heurísticas de Nielsen. A pesquisa descritiva foi realizada por meio de um questionário semiestruturado aplicado a uma amostra de cinco especialistas em Tecnologia da Informação. Os problemas identificados pelos avaliadores foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo de Bardin (1991) e classificados em uma escala de severidade de 0 a 4. A partir desse diagnóstico, a autora mapeou limitações de navegação e inconsistências na exportação de dados, elaborando um conjunto de recomendações técnicas voltadas a orientar o aprimoramento da interface e a transparência pública.

### 2.4.3 *Aplicação no Sistema Autonomus*

Em uma aplicação voltada à avaliação de uma tecnologia assistiva, Araújo (2025) analisou as interfaces gráficas do Sistema Autonomus com base nas dez heurísticas de Nielsen. A avaliação foi realizada por 5 profissionais da área de Tecnologia da Informação, por meio de um questionário no Google Forms, com uma questão para cada heurística, avaliada em uma escala de 5 pontos. O instrumento também contemplou questões para avaliar a severidade dos problemas identificados, utilizando uma escala de 1 a 5, além de um espaço para comentários e sugestões. Os dados foram analisados por meio de médias aritméticas para cada heurística e para cada nível de severidade, permitindo identificar os aspectos da interface que apresentavam maior necessidade de aprimoramento.

## 2.5 Avaliação Heurística Sintética

A avaliação de usabilidade é uma etapa fundamental no design centrado no usuário, permitindo diagnosticar falhas e barreiras de interação em uma interface. Tradicionalmente, métodos como a inspeção heurística exigem o trabalho minucioso de especialistas humanos, o que demanda um investimento significativo de tempo e recursos financeiros. Com o avanço da capacidade de visão computacional dos Modelos de Linguagem de Grande Porte (*Large Language Model*) (LLM), surgiu a oportunidade de investigar a automação desse processo por meio da análise direta de capturas de tela de sistemas digitais.

Para investigar a viabilidade e a confiabilidade dessa abordagem, Zhong, McDonald e Hsieh (2025) formalizaram o conceito de *Synthetic Heuristic Evaluation* (Avaliação Heurís-

tica Sintética). O estudo propôs um protocolo para verificar se modelos de inteligência artificial conseguem conduzir inspeções de usabilidade com base nas dez heurísticas de Nielsen, comparando o desempenho dos algoritmos aos diagnósticos de especialistas experientes em UX. Nas seções a seguir, detalham-se os fundamentos tecnológicos empregados, o procedimento experimental adotado, os resultados comparativos obtidos e as implicações dessa técnica para a área de Interação Humano-Computador (IHC).

### 2.5.1 *Fundamentação Tecnológica*

A Avaliação Heurística Sintética baseia-se na capacidade dos Modelos de Modelos de Linguagem de Grande Porte (*Large Language Model*) (LLM) de processar simultaneamente informações visuais e textuais. Essa característica permite que os modelos analisem capturas de tela de interfaces e identifiquem possíveis violações às heurísticas de Nielsen, sem a necessidade de execução interativa do sistema ou da participação direta de usuários durante a inspeção. No estudo de Zhong, McDonald e Hsieh (2025), foram utilizados modelos comerciais de propósito geral, com o **GPT-4** empregado no desenvolvimento e refinamento do método e, posteriormente, **Gemini 1.5 Pro** e **Claude 3.5 Sonnet** utilizados para comparar o desempenho da abordagem entre diferentes modelos. Dessa forma, a proposta explora a capacidade de modelos multimodais de interpretar elementos visuais e de produzir diagnósticos de usabilidade em linguagem natural a partir de interfaces estáticas.

### 2.5.2 *Metodologia e Engenharia de Prompt*

Para avaliar a abordagem proposta, Zhong, McDonald e Hsieh (2025) aplicaram o protocolo a dois aplicativos móveis, um voltado ao aluguel de imóveis e outro à aprendizagem de idiomas. Para cada aplicação, foram utilizadas sequências de três a nove capturas de tela, organizadas cronologicamente de acordo com os fluxos das tarefas realizadas. Essas imagens foram fornecidas aos modelos multimodais como entrada para a avaliação das interfaces. Os *prompts* foram refinados de forma iterativa para orientar os modelos na identificação de problemas relacionados às heurísticas, na análise das transições entre as telas e na atribuição dos níveis de severidade. Paralelamente, os mesmos fluxos foram avaliados por dez especialistas em experiência do usuário, divididos em dois grupos que realizaram as inspeções de forma independente.

### 2.5.3 *Análise Comparativa de Desempenho*

A análise de Zhong, McDonald e Hsieh (2025) identificou diferenças significativas entre a avaliação heurística sintética e a realizada por especialistas humanos. Considerando o

conjunto consolidado de violações, o GPT-4 alcançou taxas de cobertura de 73% e 77% em dois aplicativos avaliados, superando tanto os especialistas individualmente quanto o grupo de cinco avaliadores. Outros modelos multimodais, como Gemini 1.5 Pro e Claude 3.5 Sonnet, apresentaram resultados inferiores aos do GPT-4, mas estatisticamente equivalentes aos dos especialistas. Além disso, enquanto o desempenho da avaliação sintética se manteve relativamente estável ao longo das tarefas, os especialistas apresentaram uma redução significativa no número de problemas identificados, acompanhada de descrições menos detalhadas.

Apesar do desempenho geral superior, a capacidade de detecção dos modelos variou conforme a heurística analisada. Na heurística de *Estética e design minimalista*, por exemplo, o GPT-4 obteve maior cobertura do que os especialistas, enquanto em *Consistência e padrões*, apresentou resultados inferiores. Esses achados indicam o potencial da avaliação heurística sintética para identificar problemas de usabilidade, embora seu desempenho dependa da heurística considerada e não seja necessariamente superior ao dos especialistas em todas as situações.

### 2.5.4 *Limitações e Desafios*

Apesar da alta taxa de cobertura observada nas análises quantitativas, Zhong, McDonald e Hsieh (2025) identificaram limitações importantes na avaliação heurística sintética. A principal delas foi a elevada ocorrência de falsos positivos, ou seja, apontamentos classificados com severidade 0 na escala de Nielsen, que não representavam problemas reais de usabilidade. O GPT-4 identificou 65% dessas ocorrências, enquanto o Gemini 1.5 Pro e o Claude 3.5 Sonnet apresentaram taxas ainda maiores, de 93% e 84%, respectivamente, em contraste com apenas 6% registrados pelo grupo de especialistas. Segundo os autores, esses resultados estão relacionados principalmente à dificuldade dos modelos em interpretar corretamente determinados componentes visuais e em reconhecer convenções consolidadas de design para dispositivos móveis.

Outra limitação observada refere-se à análise de interfaces compostas por múltiplas telas. Como os modelos tendem a analisar cada captura de tela de forma relativamente independente, foram identificadas ocorrências duplicadas do mesmo problema ao longo de uma sequência de capturas de tela. Além disso, os modelos apresentaram maior dificuldade em detectar violações que dependiam da comparação entre diferentes telas. Nessas situações, a avaliação sintética identificou apenas 43% e 50% dos problemas nos dois aplicativos analisados, enquanto os especialistas alcançaram 86% e 83%, respectivamente. Essa diferença foi particularmente evidente na heurística de *Consistência e padrões*, que depende da identificação de relações entre diferentes elementos e etapas da interface.

Diante dessas limitações, Zhong, McDonald e Hsieh (2025) concluem que a avaliação heurística sintética apresenta potencial principalmente como ferramenta de triagem, capaz de identificar rapidamente uma quantidade significativa de possíveis problemas de usabilidade. En-

tretanto, os resultados ainda exigem validação humana para eliminar falsos positivos, consolidar ocorrências duplicadas e interpretar problemas que dependem de contexto ou de relações entre diferentes telas. Dessa forma, a abordagem é apresentada como um recurso complementar à avaliação realizada por especialistas, e não como uma substituição completa do julgamento humano.

# 3 METODOLOGIA

A metodologia a ser adotada neste trabalho caracteriza-se como pesquisa aplicada. A pesquisa conterá etapas sequenciais com o objetivo de diagnosticar falhas de usabilidade na versão legada do E-Museu, desenvolver novas soluções visuais e planejar sua integração à arquitetura tecnológica da aplicação.

1. **Mapeamento e Captura das Interfaces Atuais**: Nesta primeira etapa, serão mapeadas as principais páginas públicas e administrativas do E-Museu, com foco na tela inicial (vitrine do acervo), nas páginas de detalhamento dos itens catalogados e nos formulários de contribuição da comunidade. Cada fluxo de interação será registrado por meio de capturas de tela (*screenshots*) em alta resolução, organizadas sequencialmente para representar tarefas típicas de navegação do usuário.

2. **Avaliação Heurística Sintética com Gemini Flash**: Com base no protocolo experimental de avaliação heurística sintética proposto por Zhong, McDonald e Hsieh (2025), as capturas de tela serão submetidas à análise do modelo multimodal Gemini Flash. A inspeção será conduzida por meio de *prompts* estruturados com a técnica de *Chain-of-Thought*, instruindo o modelo a avaliar a conformidade da interface com as dez heurísticas de Nielsen (NIELSEN, 2012). A instrução exigirá que o modelo aponte o componente específico da violação, forneça a justificativa técnica do problema e atribua uma nota de severidade de 0 a 4 com base na escala de Nielsen. Para assegurar a completude e evitar o truncamento de respostas, a avaliação será dividida em requisições consecutivas de blocos de heurísticas.

3. **Curadoria Humana e Priorização de Falhas**: Considerando as limitações observadas na literatura sobre avaliações sintéticas por IA — especialmente a ocorrência de falsos positivos (severidade 0) e redundâncias entre telas —, os relatórios emitidos pelo modelo passarão por uma curadoria manual conduzida pelo autor. Os problemas apontados serão auditados para excluir anotações nulas e agrupar falhas repetidas. Os problemas validados serão consolidados em um relatório de diagnóstico estruturado, priorizando as violações de severidade 3 (grave) e 4 (catastrófica) que afetam diretamente a experiência do visitante.

4. **Prototipação e Redesign com a Ferramenta Stitch**: Os problemas e diretrizes de melhoria validados na fase de curadoria serão traduzidos em especificações funcionais e requisitos visuais de entrada para a ferramenta Stitch. Utilizando a capacidade generativa da plataforma, serão criados novos protótipos de interface que reorganizam a hierarquia visual, ajustam os espaçamentos, modernizam a tipografia e estabelecem componentes consistentes com as heurísticas de visibilidade e de reconhecimento. As

telas geradas serão refinadas visualmente para estabelecer um padrão visual contemporâneo para o acervo digital.

5. **Implementação no Código e Validação Posterior**: Após a consolidação dos protótipos, as propostas visuais priorizadas serão implementadas na camada de visualização do sistema, utilizando o ecossistema Laravel (Blade templates e estilização CSS). Por fim, na fase de conclusão deste trabalho, será realizada uma nova inspeção da interface refatorada para verificar se as alterações sanaram as falhas de usabilidade inicialmente diagnosticadas.

Com base na metodologia adotada serão utilizadas algumas linguagens e ferramentas, dentre elas:

- *Gemini Flash*: O Gemini Flash é um modelo de inteligência artificial multimodal desenvolvido pelo Google, capaz de processar diferentes tipos de dados, incluindo textos e imagens e gerar respostas em linguagem natural. O modelo integra a família Gemini e oferece recursos de raciocínio e processamento de informações visuais (Google, 2026).

  *Google Stitch*: O Stitch é uma ferramenta de design de interfaces desenvolvida pelo Google Labs que utiliza inteligência artificial para gerar e modificar propostas de interfaces a partir de descrições em linguagem natural e referências visuais. A ferramenta permite criar, explorar e refinar designs de interfaces, facilitando a elaboração de propostas visuais para aplicações digitais (Google Labs, 2026).

  *Blade*: O Blade é um mecanismo de templates integrado ao Laravel, utilizado na construção de interfaces de aplicações web. Ele permite combinar código HTML com recursos de programação em PHP, além de oferecer funcionalidades para a reutilização de componentes, a criação de layouts e a organização das páginas (Laravel Team, 2026).

Dessa forma, o encadeamento das etapas metodológicas garante a rastreabilidade entre o diagnóstico técnico de usabilidade, as decisões de *design* e a implementação final no ecossistema Laravel. A integração entre a velocidade da inspeção por inteligência artificial, a capacidade de prototipação generativa e a curadoria crítica do autor consolida um fluxo eficiente de reengenharia de interface para o E-Museu, cujos resultados parciais são apresentados a seguir.

# 4 RESULTADOS PARCIAIS

Os resultados alcançados até o momento são da avaliação heurística do E-Museu.

Abaixo são apresentados em detalhes os problemas identificados durante a avaliação heurística das telas do sistema. A ferramenta utilizada para a avaliação foi o Gemini 3.8 Flash, junto à curadoria humana.

A primeira tela avaliada é a geral de Itens do acervo (Figura 1).

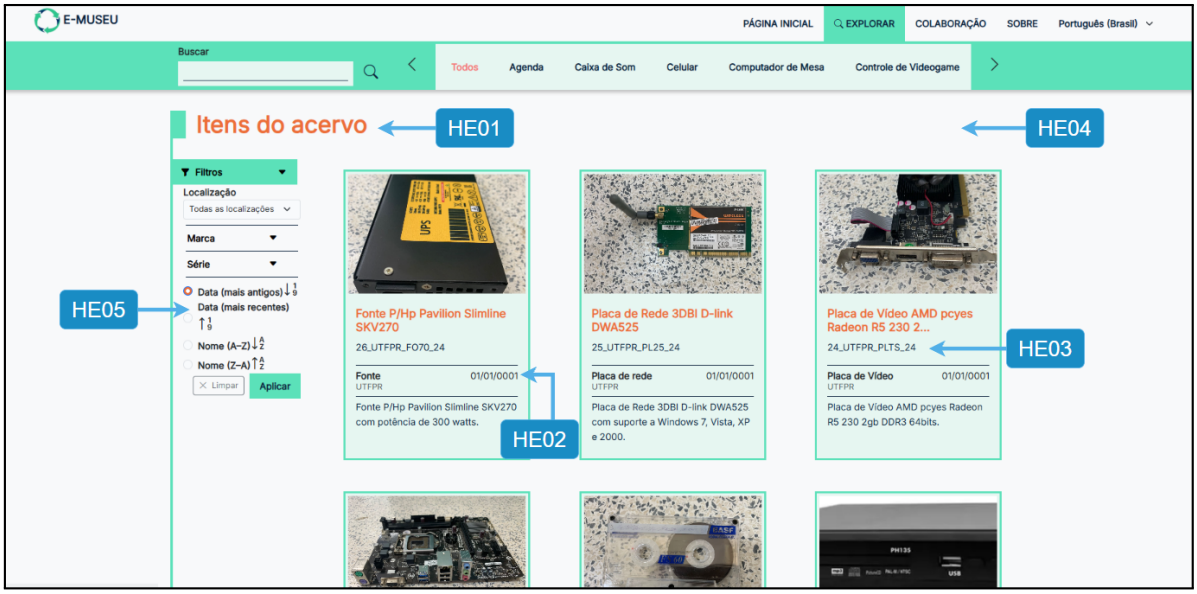



**Figura 1 – Interface do E-museu com indicação dos problemas identificados.**
**Fonte: O autor (2026), baseado na plataforma E-museu.**

Os apontamentos da avaliação heurística da tela da Figura 1 são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Apontamentos da Avaliação Heurística - Tela Itens do acervo.**

| ID | Heurística | Elemento Afetado | Problema Observado | Sev.* |
|---|---|---|---|---|
| [HE01] | Visibilidade do estado do sistema | Cabeçalho da listagem de itens do acervo | Ausência de indicador quantitativo do número total de resultados encontrados na listagem (ex.: "Exibindo X itens"ou "12 itens encontrados"). | 2 |
| [HE02] | Correspondência entre o sistema e o mundo real | Metadado de Data nos cartões do acervo e na ficha técnica lateral | Exibição da data de fabricação/catálogo com o valor nulo de programação "01/01/0001"(ano 1 d.C.) em múltiplos itens do acervo. | 2 |
| [HE03] | Correspondência entre o sistema e o mundo real | Rótulo "Código de identificação"e valores nos cartões (ex: "24_UTFPR_-PLTS_24") | Exposição proeminente de strings técnicas de inventário interno (chave de banco de dados/patrimônio) com destaque tipográfico igual ou superior a metadados históricos essenciais | 2 |
| [HE04] | Controle e liberdade do usuário | Navegação contextual da página de detalhes do item | Ausência de trilha de navegação (breadcrumbs como "Início > Explorar > Fontes") e de botão de saída de emergência ("Voltar aos resultados da busca" | 3 |
| [HE05] | Estética e design minimalista | Rótulos dos seletores de ordenação nos filtros ("Data (mais antigos) ↓ 1 9", "Nome (A-Z) ↓ A Z") | Presença de caracteres e glifos técnicos desnecessários e redundantes (setas verticais combinadas com números "↓ 1 9"e letras "↓ A Z") colados diretamente aos textos que já descrevem o sentido da ordenação. | 1 |

* Severidade

A segunda tela avaliada é a tela de Itens do acervo (Figura 2).

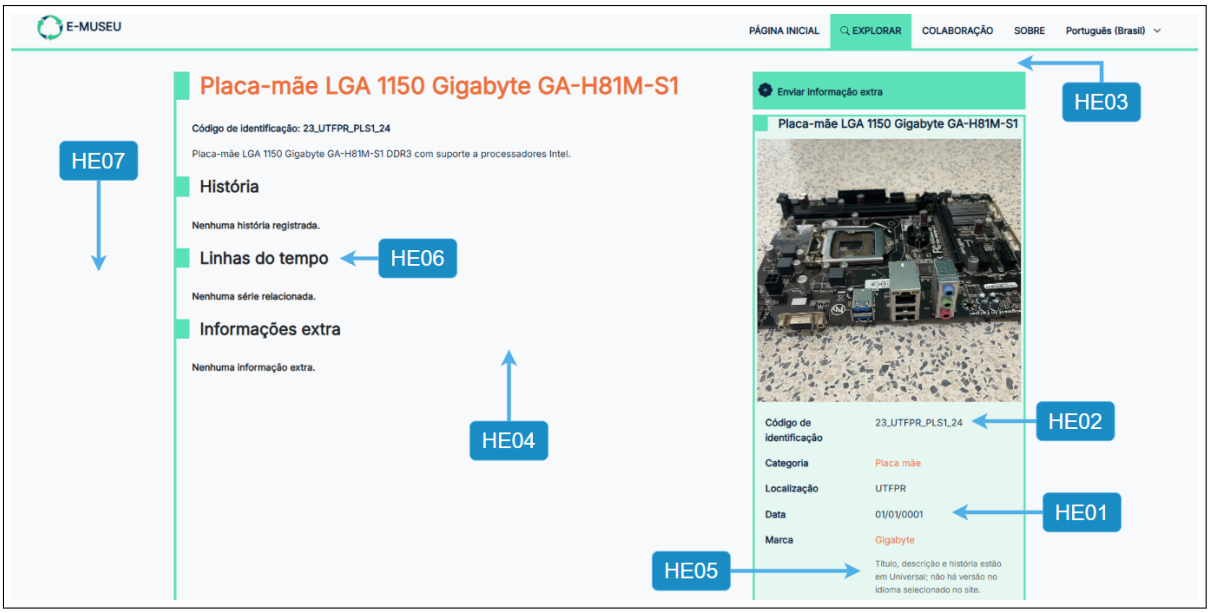



**Figura 2 – Interface do E-museu com indicação dos problemas identificados.**
**Fonte: O autor (2026), baseado na plataforma E-museu.**

Os apontamentos da avaliação heurística da tela da Figura 2 são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Apontamentos da Avaliação Heurística - Tela de detalhes do item.**

| ID | Heurística | Elemento Afetado | Problema Observado | Sev. |
|---|---|---|---|---|
| [HE01] | Correspondência entre o sistema e o mundo real | Metadado de Data nos cartões do acervo e na ficha técnica lateral | Exibição da data de fabricação/catálogo com o valor nulo de programação “01/01/0001” (ano 1 d.C.) em múltiplos itens do acervo. | 3 |
| [HE02] | Correspondência entre o sistema e o mundo real | Rótulo “Código de identificação” e valores nos cartões (ex.: “26_UTFPR_-FO70_24”) | Exposição proeminente de códigos técnicos de identificação interna, sem contextualização suficiente para facilitar sua compreensão pelos usuários. | 2 |
| [HE03] | Controle e liberdade do usuário | Navegação contextual da página de detalhes do item | Ausência de recursos de navegação contextual que permitam retornar facilmente à listagem ou aos resultados da busca anterior. | 3 |
| [HE04] | Consistência e padrões | Estrutura de grid da página de detalhes do item | Inconsistências na estrutura de organização em grid dos elementos da página de detalhes do item, comprometendo a uniformidade visual do layout. | 2 |
| [HE05] | Consistência e padrões | Ficha técnica: seções “Conectores” e “Características dos conectores” | Organização das informações técnicas em seções distintas com conteúdos relacionados, dificultando a compreensão da relação entre os dados apresentados. | 2 |
| [HE06] | Visibilidade do estado do sistema | Seções “História”, “Linhas do tempo” e “Informações extra” | Apresentação de seções informativas sem destaque visual suficiente para evidenciar sua disponibilidade e facilitar a identificação de seus conteúdos. | 1 |
| [HE07] | Flexibilidade e eficiência de uso | Navegação sequencial entre itens do mesmo resultado de busca | Ausência de mecanismos de navegação sequencial entre os itens de um mesmo resultado de busca, exigindo o retorno à listagem para acessar outros itens. | 2 |

Em síntese, o diagnóstico consolidado nesta etapa de resultados parciais evidenciou problemas críticos de usabilidade no fluxo principal do E-Museu — com destaque para falhas de navegação contextual, exibição de metadados nulos e ruídos visuais nos componentes de busca e filtragem. As violações mapeadas e categorizadas por grau de severidade servirão de diretriz objetiva para a fase subsequente do projeto, orientando a concepção dos protótipos de alta fidelidade na ferramenta Google Stitch e a posterior implementação dos componentes refatorados nas *views* em Blade e CSS no ecossistema Laravel. As outras telas do E-museu, como a tela principal e a do administrador do sistema web, serão avaliadas no início do desenvolvimento da monografia.

# 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o projeto para a reestilização e customização da interface web do E-Museu, buscando responder às limitações de usabilidade e apresentação visual presentes na versão legada da plataforma. Com a consolidação prévia da infraestrutura e arquitetura de *back-end* promovida pelos trabalhos anteriores de refatoração de Novacoski (2026), abriu-se a oportunidade de direcionar os esforços de desenvolvimento de software para a camada de apresentação (*front-end*), promovendo os níveis superiores de usabilidade e agradabilidade estética essenciais para uma experiência do usuário satisfatória (GRILO, 2019).

Nesta fase de projeto, os objetivos previstos foram cumpridos com êxito na estruturação do referencial teórico e no estabelecimento do fluxo metodológico. O principal resultado parcial alcançado consistiu na aplicação do protocolo de Avaliação Heurística Sintética com o modelo Gemini Flash. A inspeção assistida por inteligência artificial, combinada à curadoria humana, permitiu identificar e categorizar problemas críticos de usabilidade — como a exibição de datas nulas, ausência de elementos de navegação contextual e poluição visual nos filtros, estabelecendo um diagnóstico objetivo e priorizado para fundamentar a etapa de reestilização.

A relevância deste trabalho reside no seu impacto direto sobre a preservação e a disseminação da memória tecnológica. Ao transformar uma interface funcionalmente estável em um ambiente visualmente moderno, intuitivo e acessível, o projeto contribui para engajar a comunidade acadêmica e o público visitante, facilitando a exploração e a compreensão das peças históricas catalogadas no E-Museu.

Para a etapa de execução do projeto, ou seja, a monografia, antecipam-se desafios metodológicos e práticos no ciclo de *design* e codificação. Dentre as limitações e desafios mapeados, destacam-se a necessidade de manter rigorosa curadoria humana sobre as sugestões geradas pelas ferramentas de inteligência artificial generativa (Google Stitch), a fidelidade na conversão dos protótipos visuais para os *templates* Blade e arquivos CSS no ecossistema Laravel, e a condução do teste de reavaliação final para comprovar empiricamente a mitigação dos problemas de usabilidade diagnosticados. Em suma, a proposta estabelece um fluxo claro e rastreável que une teoria de Interação Humano-Computador (IHC), ferramentas generativas de IA e desenvolvimento web, fornecendo as diretrizes necessárias para a entrega de uma nova interface para o E-Museu.

# REFERÊNCIAS


ARAÚJO, M. R. Avaliação de usabilidade do sistema autonomus segundo as heurísticas de nielsen. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2025.

BARDIN, L. **Análisis de contenido**. [*S.l.*]: Ediciones Akal, 1991. v. 89.

GONZAGA, A. T. O. **E-Museu: explorando a história da informática em um ambiente virtual**. 2024. Monografia (Graduação) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2024. Acesso em 17 de março de 2025. Disponível em: https://e-museu.gp.utfpr.edu.br/.

Google. **Gemini 3.8 Flash**. 2026. Acesso em: 15 out. 2026. Disponível em: https://ai.google.dev/gemini-api/docs/models/gemini-3.8-flash.

Google Labs. **Stitch: AI-Powered UI Design**. 2026. Acesso em: 15 out. 2026. Disponível em: https://stitch.withgoogle.com.

GRILO, A. Experiência do usuário em interfaces digitais. SEDIS-UFRN, 2019.

Laravel Team. **Blade Templates**. 2026. Acesso em: 15 out. 2026. Disponível em: https://laravel.com/docs/13.x/blade.

NIELSEN, J. Usability 101: Introduction to usability. nngroup. **Disponível em: https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/#. Acesso em:**, v. 5, p. 2023, 2012.

NOVACOSKI, V. F. **Refatoração e implementação de novas funcionalidades no E-Museu**. 2026. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2026.

PAVANI, P. A.; LIMA, L. de; SOUSA, F. A. de. Princípios de usabilidade e design em ihc: Avaliaçãoo de interface e apontamento de melhorias de acordo com as heurísticas de nielsen. **Engenharia Civil**, v. 8, n. 2, p. 256, 2019.

Ré, A. M. D.; THOMEN, M. A. F. **Cartilha de sugestões para atividades em oficinas pedagógicas utilizando de informática LIXOELETRÔ**. 2021. https://www3.unicentro.br/decomp/wp-content/uploads/sites/77/2021/09/CartilhaLixoEletronico.pdf. Acesso em: 25 set. 2022.

VALENTIM, M. d. N. T. **Avaliação da usabilidade do Portal Brasileiro de Dados Abertos segundo a heurística de Nielsen**. 2020. Dissertação (Dissertação (Mestrado em Governança, Tecnologia e Inovação)) — Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, 2020. Disponível em: https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/tede/3384.

ZHONG, R.; MCDONALD, D. W.; HSIEH, G. Synthetic heuristic evaluation: A comparison between ai-and human-powered usability evaluation. **arXiv preprint arXiv:2507.02306**, 2025.