

Avaliação Heurística Combinada de uma Plataforma Colaborativa de Monitoramento e Avaliação de Educação Ambiental

Rodrigo Oliveira¹ , Evandro Albiach Branco² , Ricardo Zylbergeld² , Ana Maria Amorim²

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC) da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil

rodrigosoo@id.uff.br, evandro.albiach@inpe.br, ctamp2000@gmail.com,
ricardo@digitao.com.br

Abstract. *This paper presents a heuristic evaluation of the MonitoraEA platform, the Brazilian system for monitoring and evaluating environmental education public policies and projects. The methodology employed included traditional usability heuristics, as well as those specific to data visualization and web interfaces. Additionally, heuristics for collaborative systems were incorporated, based on a brief literature review. The results led to recommendations aimed at improving the platform's user experience, which could also serve as a foundation for future evaluations in collaborative contexts.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma avaliação heurística da plataforma MonitoraEA, o sistema de avaliação de iniciativas de Educação Ambiental no Brasil. A metodologia utilizada incluiu heurísticas tradicionais de usabilidade e específicas para visualização de dados e interface web. Além de contar com heurísticas para sistemas colaborativos coletadas em uma revisão rápida da literatura. Como resultado, recomendações foram propostas para aprimorar a experiência do usuário da plataforma e servem de base para outras avaliações no contexto colaborativo.*

1. Introdução

A MonitoraEA é uma plataforma digital desenvolvida desde 2016 para preencher uma lacuna histórica nos processos de implementação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), estabelecida no Brasil em 1999 [Ladis, 2016]. Atualmente, o país não possui um sistema centralizado de informações sobre o campo da educação ambiental para monitorar, avaliar e incentivar iniciativas e espaços de educação ambiental (EA) em todo o território nacional [Andrade et al., 2018]. Nesse cenário, a MonitoraEA é o primeiro sistema de informações para a EA voltado a esse fim no Brasil, possibilitando o registro, acompanhamento e análise descentralizada de ações ambientais em diversas categorias, como políticas, projetos, instâncias e centros. Além disso, a plataforma pretende incentivar o desenvolvimento de novos sistemas e recursos para apoiar a educação ambiental no país. A plataforma é um dos pilares do sistema

MonitoraEA, cujo arranjo contempla também a dimensão dos processos educadores ambientais, os processos de construção participativa de indicadores e os protocolos de análise e modelagem de redes. Além disso, a plataforma se destaca por ser desenvolvida de maneira orgânica, com base nas demandas específicas dos gestores que trabalham na implementação das diversas iniciativas derivadas da PNEA.

O público-alvo da plataforma são educadores ambientais que atuam em diversos contextos, como prefeituras, órgãos estaduais, instituições de ensino, comitês de bacias hidrográficas, unidades de conservação e ONGs. No entanto, muitos desses usuários enfrentam dificuldades no uso de tecnologias e, em alguns casos, demonstram resistência à adoção de novos sistemas. Assim, um dos principais desafios observados no desenvolvimento e implementação da plataforma é engajar os usuários para que adotem o sistema de forma contínua, enfrentando também a baixa recorrência de acessos, uma vez que muitos usuários não retornam à plataforma para atualizar ou avaliar suas iniciativas [Raymundo et al. 2019]. Diante desse cenário, este artigo apresenta uma avaliação heurística da plataforma MonitoraEA, com o objetivo de identificar barreiras e possíveis melhorias na experiência do usuário. Além de seguir a metodologia padrão, utilizando heurísticas de usabilidade, este estudo incorporou heurísticas específicas para interfaces web, visualização de dados e sistemas colaborativos. Essa última foi coletada por meio de uma revisão rápida da literatura, que destaca diferentes grupos de heurísticas aplicáveis a sistemas colaborativos.

O artigo apresenta sua fundamentação teórica na Seção 2, abordando temas como avaliação heurística para aspectos de colaboração e trabalhos relacionados. Na Seção 3, é descrita a metodologia utilizada, juntamente com as atividades realizadas. A Seção 4 apresenta a plataforma a ser avaliada, a partir da definição das pessoas e tarefas. Na Seção 5, são detalhados os grupos de heurísticas utilizadas na avaliação, seguidos pelos resultados obtidos na Seção 6. Por fim, as conclusões são apresentadas na Seção 7, destacando as contribuições do estudo e sugerindo trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Avaliação Heurística

A avaliação heurística (AH) é um método de inspeção de usabilidade bastante conhecido proposto por Nielsen (1994) que consiste na análise de um sistema por especialistas, com base em um conjunto de princípios reconhecidos – as heurísticas. A AH tem várias vantagens, que incluem: i) baixo custo, ii) nenhuma necessidade de planejamento extensivo, iii) ampla aplicabilidade, especialmente em estágios iniciais do processo de design, e iv) capacidade de identificar problemas de usabilidade sem a necessidade de usuários [Quiñones e Rusu, 2017].

Nielsen estabeleceu um conjunto de heurísticas de usabilidade para o design de interface de usuário (UI) por exemplo, visibilidade do estado do sistema, consistência e padronização, prevenção de erros, entre outras. Contudo, estudos enfatizam que o método pode ser potencializado ao combinar heurísticas tradicionais com heurísticas específicas do domínio que está sendo testado [Mazlan et al., 2012].

2.2. Trabalhos Relacionados

A avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos necessita de uma abordagem além da identificação de problemas que atingem individualmente os usuários, mas também as ações em equipe, exigindo métodos de avaliação próprios ou adaptados de sistemas de usuário único [Cordova et al., 2022]. Há experiências de avaliação de recursos colaborativos a partir das perspectivas dos usuários [Castro et al., 2021; Souza et al., 2024], porém ao se tratar de AH adaptadas para sistemas colaborativos seu uso é menos frequente. Em revisões e mapeamentos da literatura anteriores, cerca de três trabalhos encontrados até 2021 tratam de AH [Santos et al., 2012; Cordova et al., 2022]. Um com o método tradicional [Krischkowsky et al., 2013] e os demais com heurísticas específicas para sistemas de groupware [Steves et al., 2001; Baker et al. 2002].

No trabalho de Viol et al. (2025) uma AH combinada é utilizada para avaliar um ecossistema interativo multiusuário para aprendizagem colaborativa. Neste estudo, os autores introduziram novas heurísticas formuladas especificamente para realidades virtuais e incluíram também especificidades as heurísticas tradicionais próprias desse tipo de sistema. Apesar de ser um exemplo de AH adaptada ao contexto de um sistema colaborativo, o foco da avaliação e suas heurísticas não é a colaboração em si, o estudo se preocupa mais com os aspectos próprios da realidade virtual (VR).

Adicionalmente, no trabalho de Almenara et al. (2024) os autores testam em contextos empresariais profissionais uma nova metodologia de AH que também combina, heurísticas tradicionais a outras que enfatizam o design de interação. Nesse caso, os autores apenas tratam da colaboração na execução do método proposto. É constatado que a condução da AH individualmente é mais proveitosa do que em sessões com grupos de avaliadores [Almenara et al. 2024]. Ou seja, não apresenta heurísticas específicas à aspectos da colaboração ou sistemas colaborativos.

Dessa forma, como visto e documentado no trabalho de Quiñones e Rusu (2017), não há um conjunto de heurísticas claras para características gerais de sistemas colaborativos. Este trabalho propõe uma avaliação heurística combinada, integrando heurísticas de usabilidade, visualização etc, com as de colaboração, ampliando a identificação de problemas além dos aspectos tradicionais, o que é ainda pouco explorado na literatura. Como dito anteriormente, por ser uma abordagem menos onerosa tanto em tempo quanto recursos, ampliar experiências com AH que sejam propícias aos sistemas colaborativos podem baratear seu desenvolvimento e aumentar a qualidade da experiência dos usuários com esses sistemas.

3. Metodologia

A metodologia adotada neste estudo seguiu três etapas principais: preparação, avaliação e resultados, conforme a Figura 1. Na fase de **preparação**, foram definidas pessoas e tarefas para a avaliação heurística, como descrito na Seção 4.1. Em seguida, uma revisão rápida de literatura (RR) foi conduzida para identificar heurísticas específicas voltadas à colaboração. Na etapa de **avaliação**, um conjunto final de heurísticas foi consolidado, incluindo as identificadas na RR e outras já estabelecidas buscando avaliar a plataforma de maneira holística, como descrito em detalhes na Seção 5. Em seguida, foram realizadas rodadas de inspeção na plataforma, conduzidas por um especialista em

usabilidade, experiência do usuário e design de interfaces. Por fim, na etapa de **resultados**, os achados foram analisados e organizados para orientar melhorias no sistema, que são discutidos na Seção 6.



Figura 1 - Fases e atividades da metodologia da Avaliação da plataforma MonitoraEA.

4. A Plataforma MonitoraEA

MonitoraEA é uma plataforma de mapeamento, cadastro, monitoramento e avaliação de iniciativas de EA no Brasil. Ela visa fornecer suporte a gestores de políticas públicas e ações de EA, em processos estruturados de monitoramento e autoavaliação. Além disso, permite que educadores ambientais e demais interessados registrem e acompanhem iniciativas de forma colaborativa e tenham acesso à constelação de outras iniciativas existentes nos diversos territórios. A Figura 2 destaca trechos das principais funcionalidades da plataforma que foram inspecionadas durante a avaliação.

Na área externa do sistema (acesso não logado), os usuários podem explorar mapas interativos que exibem as regiões abrangidas pelas iniciativas cadastradas (Figura 2A). Atualmente, essas ações estão organizadas em quatro perspectivas: i) Políticas Públicas de EA (PPEA); ii) Projeto Político-Pedagógico da Zona Costeira e Marinha do Brasil (PPZCM), iii) Instâncias de Acompanhamento e Controle Social de PPEA e iv) Centros de Educação e Cooperação Socioambiental. Além de visualizar as iniciativas, os usuários podem acessar detalhes sobre cada uma delas e até mesmo solicitar participação (colaboração) naquelas de seu interesse (Figura 2B). Para facilitar a navegação, a plataforma oferece filtros de busca (Figura 2C).

No ambiente logado, os usuários podem cadastrar iniciativas, formar redes colaborativas e convidar novos membros. A principal funcionalidade dessa área é a avaliação colaborativa das iniciativas de EA (Figura 2D), onde os participantes respondem a indicadores sobre mobilização social, estrutura organizacional e comunicação, desenvolvidos de forma participativa entre agentes de cada perspectiva [Andrade et al., 2018]. Além disso, usuários com permissão de gestão acessam um painel de gráficos interativos (Figura 2E), que consolida os dados dos indicadores para a tomada de decisões estratégicas (Figura 2F).

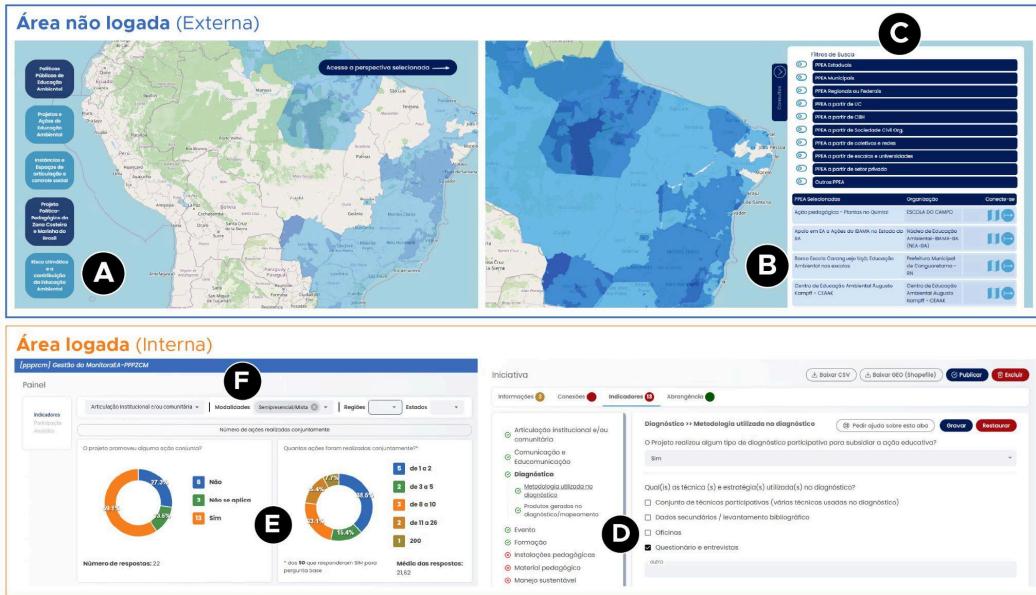


Figura 2 - Exemplos de funcionalidades da plataforma MonitoraEA.

4.1. Personas e Tarefas

A criação de personas é uma técnica amplamente utilizada para apoiar AH [Friess, 2015]. Trata-se de uma representação semi-fictícia do público-alvo esperado para o sistema, auxiliando na avaliação da plataforma com base nesse perfil. Para garantir que a avaliação considerasse características reais dos usuários do MonitoraEA, foram construídas três personas, validadas por usuários gestores e seniores da plataforma, representando os perfis predominantes da plataforma. A Tabela 1 apresenta uma síntese desses perfis, e mais informações podem ser encontradas na descrição completa das personas e suas jornadas no sistema [FigJam](#). Já a Tabela 2 exibe uma síntese das tarefas associadas a cada persona. Devido à existência de múltiplas personas, a avaliação foi realizada em rodadas para garantir a cobertura dos perfis. O processo iniciou-se com a identificação de problemas relacionados às personas Paulo e Edna (Persona 1 e 2, respectivamente) e foi concluído com foco na persona 3, a Laura.

Tabela 1 - Resumo das características principais das personas do MonitoraEA.

Características	Paulo	Edna	Laura
Nível	Base	Médio	Gestão
Perfil	Ativista comunitário que atua de forma local, sem forte vínculo institucional.	Educadora institucional que participa de ações em organizações formais.	Gestora pública ou representante da sociedade civil que monitora políticas
Uso de Tecnologia	Baixo	Médio	Alto
Principal desafio	Facilidade Conhecer o sistema por uma interface intuitiva e linguagem acessível.	Praticidade Cadastrar e monitorar projetos de forma prática e sem complexidade.	Utilidade Ser uma ferramenta estratégica com dados de qualidade e confiáveis.

Tabela 2 - Tarefas envolvidas na avaliação da plataforma MonitoraEA.

Etapa	Tarefas	Personas
Acessar à plataforma	<ul style="list-style-type: none"> Explorar a plataforma: notícias, sobre, etc. Realizar cadastro e login. 	Todas
Descobrir outras ações de EA	<ul style="list-style-type: none"> Visualizar e interagir com os mapas. Buscar e filtrar iniciativas de outras perspectivas. Solicitar conexão com outras iniciativas. 	Todas
Inserir membros na plataforma	<ul style="list-style-type: none"> Convidar membros da sua comunidade para o grupo de trabalho da iniciativa 	Paulo e Edna
Cadastrar a sua iniciativa	<ul style="list-style-type: none"> Responder indicadores sobre a iniciativa. Definir a área de localização e abrangência da iniciativa. 	Paulo e Edna
Revisitar a plataforma frequentemente	<ul style="list-style-type: none"> Atualizar informações de suas iniciativas Gerar relatório da iniciativa para divulgação na comunidade. 	Todas
Visualizar painel de indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Interagir com gráficos e filtros do painel. Gerar relatório dos dados para tomada de decisões. 	Laura

5. Heurísticas da Avaliação

A Avaliação Heurística (AH) realizada no MonitoraEA não se limitou às tradicionais heurísticas de usabilidade de Nielsen (1994). Para garantir uma análise mais abrangente e adequada às características da plataforma, foram incorporadas diretrizes de avaliação de diferentes áreas, apresentadas a seguir: interface web, visualização de dados e sistemas colaborativos.

5.1. Interface Web e Visualização de Dados

Além das heurísticas de Nielsen, foram incorporadas diretrizes do Guia ABEP-TIC, desenvolvido para serviços públicos digitais no Brasil [ABEP-TIC, 2022]. Esse material busca tornar a navegação mais intuitiva e acessível, alinhando-se à Linguagem Simples, que prioriza a clareza na apresentação das informações e princípios específicos para interfaces governamentais. Tais práticas compartilham fundamentos com as heurísticas de Nielsen, mas são adaptadas para a realidade dos sistemas públicos como: fazer o site ou sistema operar dentro de padrões familiares ao usuário, conforme a Lei de Jakob [Yablonski, 2024]; aplicar padrões de leitura e evitar a transposição literal de documentos textuais para a web, seguindo princípios de escaneabilidade das informações em sistemas digitais [Drubscky, 2021].

Para a avaliação dos gráficos interativos na área de gestão da plataforma, foram aplicadas diretrizes do Guia para Gráficos em Linguagem Simples [Oliveira et al., 2023]. Esse material reúne práticas reconhecidas na literatura científica, livros especializados e a experiência de especialistas na área de visualização de dados. As heurísticas incluem o uso adequado de cores e diferenciação clara de tons; rotulagem correta de eixos e títulos; boas práticas para diferentes tipos de gráficos, como evitar fatias pequenas em gráficos de pizza e reduzir camadas desnecessárias em mapas.

5.2. Colaboração

A plataforma possui características colaborativas, tornando essencial a avaliação de suas funcionalidades sob essa perspectiva. Como não há um conjunto consolidado de heurísticas gerais para sistemas colaborativos [Quiñones e Rusu, 2017], foi realizada uma revisão rápida da literatura (*Rapid Review - RR*) para identificar heurísticas relevantes para a AH. Diferente de uma revisão sistemática (RSL), a RR simplifica algumas etapas para fornecer respostas mais ágeis [Cartaxo et al., 2018]. Esta revisão foi conduzida em uma única base científica, a Scopus¹, foi conduzida por apenas um pesquisador, sem restrição temporal na seleção dos artigos e sem avaliação da qualidade dos achados.

O objetivo da revisão foi identificar heurísticas específicas para aspectos de colaboração que pudessem ser utilizadas na avaliação de usabilidade em sistemas colaborativos. Buscou-se ampliar as heurísticas além das tradicionais propostas por Nielsen (1994), considerando diferentes domínios de sistemas colaborativos. Além de definir um conjunto de heurísticas gerais de colaboração que possa ser utilizado na AH da plataforma MonitoraEA. A string de busca utilizada foi: ("heuristic evaluation" OR "usability heuristic") AND ("collaborative systems" OR collabora* OR groupware OR "Computer-supported cooperative work" OR "CSCW"). Para a seleção dos artigos, o estudo teve que atender aos seguintes requisitos para ser selecionado: artigos que apresentam heurísticas relacionadas ao objetivo da RR, artigos escritos em inglês ou português, estudos primários (excluindo revisões e mapeamentos), artigos acessíveis aos autores e disponíveis para download e não duplicados. A Figura 3 exibe o processo de seleção dos estudos, iniciando com a busca na base Scopus que retornou 157 estudos. Após a leitura dos títulos e resumos, 46 estudos foram mantidos segundo os critérios definidos. A leitura completa resultou na seleção de 16 estudos.



Figura 3 - Processo de seleção com a Rapid Review.

A Tabela 3 apresenta os artigos analisados e o foco das heurísticas encontradas. Os resultados revelam uma variedade de heurísticas específicas para diferentes modalidades de sistemas colaborativos, incluindo mundos virtuais, robôs colaborativos e sistemas de groupware. Como a revisão rápida não é o foco principal deste estudo, os resultados apresentados são sucintos, e os dados completos estão disponíveis [neste link](#).

O trabalho de Baker et al. (2002) foi amplamente citado em outros estudos (Nº 02, 05, 12 e 15) e apresenta heurísticas gerais de colaboração, sendo selecionado para compor a AH da plataforma. Entre as oito heurísticas propostas pelos autores, destacam-se: i) fornecer meios para comunicação verbal intencional e apropriada,

¹ <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>

facilitando o entendimento comum das tarefas; ii) proteger atividades simultâneas, impedindo que usuários interfiram no trabalho uns dos outros.

Tabela 3 - Estudos selecionados com heurísticas para sistemas colaborativos.

Nº	Referência	Heurísticas	Nº	Referência	Heurísticas
01	Viol et al. 2025	Realidade Virtual (VR)	09	Ward e Given. 2019	Colaboração multicultural
02	Geszten et al. 2024	Sistemas de Groupware	10	Luna et al. 2015	Groupware móvel
03	Ha et al. 2023	Aplicativos móveis	11	Lopes et al. 2015	Comunidades Virtuais de Práticas (VCoPs)
04	Apraiz et al. 2023	Trabalho Cooperativo entre Robôs e Humanos	12	Franklin et al. 2014	Realidade Aumentada
05	Herrmann et al. 2022	Sistemas Sociotécnicos	13	Munoz e Chalegre. 2012	Mundos Virtuais
06	de Franceschi et al. 2021	Design de Interface de Mesa (Tabletop)	14	Jaferian et al. 2011	Gestão de Segurança
07	Frijns e Schmidbauer. 2021	Sistemas de robôs colaborativos (cobots)	15	Gallardo et al. 2011	Modelagem Colaborativa
08	Doumanis e Economou. 2019	Ambientes Virtuais	16	Baker et al. 2002	Sistemas de Groupware

6. Resultados

Para organizar e descrever os problemas identificados na AH, adotamos uma categorização que inclui a descrição do problema, uma evidência do local onde ocorre, as heurísticas violadas, a classificação de gravidade, os usuários afetados (identificados com base nas pessoas descritas na Seção 4.1) e uma sugestão de correção. A Tabela 4 apresenta uma amostra dos problemas encontrados, enquanto um relatório completo, contendo todas as ocorrências detalhadas, pode ser acessado [neste link](#).

Tabela 4 – Exemplos de problemas identificados na avaliação heurística.

Descrição do problema	Local	Heurísticas Violadas	Grav.	Persona	Sugestão de Correção
Botões para acessar diferentes perspectivas no mapa não são evidentes quando ativos, desabilitados, etc.	Página Inicial	Visibilidade do status do sistema; Use padrões que o usuário já conhece.	 (2) Menor	Todos	<ul style="list-style-type: none"> Versões dos botões (desabilitado, ativo, etc.)
Gráfico apresenta quantitativo de iniciativas por categoria menor do que o total apresentado	Página Inicial	Consistência e Padrões	 (3) Maior	Laura	<ul style="list-style-type: none"> Corrigir informação e apresentar informações sobre os dados do gráfico
Não há garantias contra alterações indevidas em qualquer informação da iniciativa por algum de seus próprios membros	Área Logada	Proteger atividades simultâneas	 (4) Grave	Todos	<ul style="list-style-type: none"> Inserir notificações ou bloqueios em ações de múltiplos usuários em um mesmo campo ou ação colaborativa

A escala de gravidade dos problemas segue a proposta de Nielsen (1994) variando de 1 a 4, onde pontuações mais altas indicam problemas mais graves. No total, foram identificados 57 problemas. A maior parte (35%) corresponde a problemas de gravidade menor (20 ocorrências), seguida por 16 problemas de gravidade maior (28%) e 12 classificados como graves (21%). Problemas cosméticos foram menos frequentes, totalizando 9 casos (16%), como apresenta o gráfico B da Figura 4.

Em relação às heurísticas, o gráfico A da Figura 4 exibe as 6 heurísticas mais violadas. Em primeiro lugar temos a consistência e padrões (Nielsen, 1994), com 16 ocorrências. Em seguida, destaca-se prevenção de erros e visibilidade do status do sistema, com 8 e 7 problemas, respectivamente. A heurística sobre a necessidade de explicações para visualizações destinadas a um público não familiarizado com determinados tipos de gráficos também apresentou fragilidades, com 3 problemas identificados. As demais heurísticas obtiveram quantitativos menores. É importante mencionar que cada problema pode ser associado a mais de uma heurística, logo os valores por heurística ultrapassam o total de problemas. Entre os problemas específicos relacionados às heurísticas de colaboração, destaca-se que a maioria (3 de 5) foram classificados com gravidade maior ou catastrófica, indicando a necessidade de atenção especial para essa categoria. Essas falhas comprometem mecanismos essenciais, como a consciência mútua entre os membros e a mediação de conflitos, exemplificados pela ausência de controles para alterações indevidas nas informações das iniciativas como apresentado no problema 3 da Tabela 4. Esses aspectos podem enfraquecer a confiança entre usuários e dificultar o engajamento e a manutenção de redes colaborativas. Modificações na estrutura colaborativa da MonitoraEA já estão sendo mapeadas para mitigar essas fragilidades em trabalhos futuros.

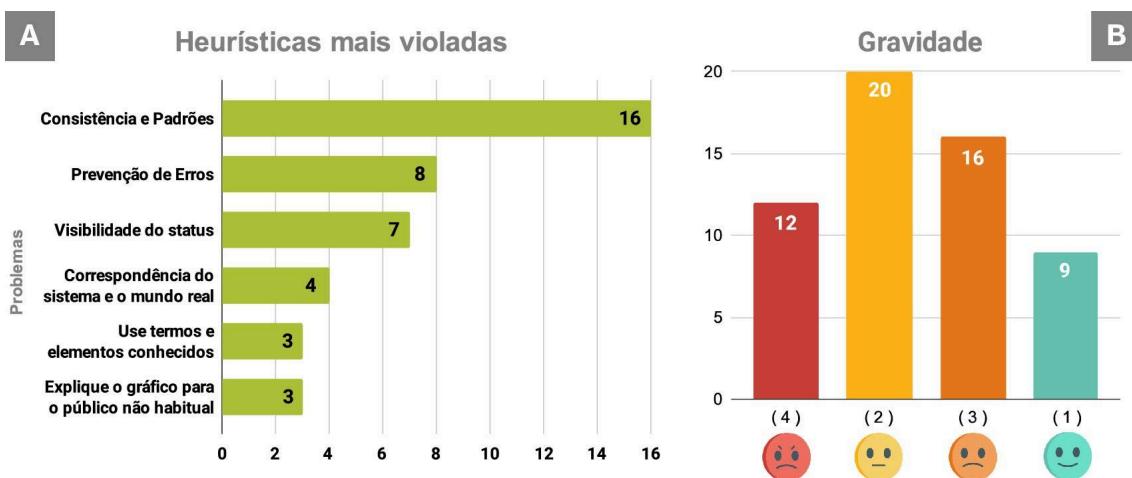


Figura 4 - Gráficos com as heurísticas mais violadas (A) e quantidade de problemas por gravidade (B) da avaliação heurística da plataforma MonitoraEA.

Adicionalmente, a construção de um método de AH combinada com heurísticas tradicionais e outras voltadas para colaboração, visualização etc. demonstrou ser uma abordagem enriquecedora, permitindo uma análise mais abrangente da plataforma. Enquanto as heurísticas de usabilidade identificam barreiras na interação geral do sistema, as de colaboração evidenciam desafios específicos no trabalho em equipe e no compartilhamento de informações. Já as heurísticas de visualização ajudam a identificar

problemas na apresentação dos dados e compreensão da informação por meio dos gráficos.

Essa abordagem integrada trouxe certa vantagem ao abordar problemas que poderiam passar despercebidos se apenas um conjunto de heurísticas fosse aplicado. Além disso, a interseção entre diferentes heurísticas não apenas destaca falhas, mas também sugere caminhos para soluções mais eficazes, como melhorias na organização da informação e no suporte à colaboração. No entanto, essa estratégia exige avaliadores com conhecimento multidisciplinar ou específico para interpretar os achados de forma coesa.

7. Conclusão

A avaliação heurística realizada permitiu identificar diversos problemas de usabilidade na plataforma MonitoraEA, fornecendo recomendações valiosas para aprimorar a experiência do usuário. Além disso, até onde sabemos, este é o primeiro estudo a abranger uma série de heurísticas para contemplar os diversos aspectos de uma plataforma colaborativa. Os resultados da revisão rápida da literatura também destacam heurísticas que podem ser aplicadas em avaliações semelhantes, contribuindo para futuras avaliações de usabilidade em sistemas colaborativos. Além de sua contribuição acadêmica, os resultados também têm potencial de aplicação prática em contextos organizacionais. Os resultados oferecem um exemplo prático de aplicação da avaliação heurística em sistemas colaborativos, demonstrando um método acessível e eficiente para identificar problemas críticos com baixo custo e esforço, contribuindo para a melhoria contínua desses ambientes.

No entanto, algumas limitações devem ser consideradas, como o baixo número de avaliadores, ainda que experiente no tema, pode ter limitado a detecção de problemas. Além disso, a escolha das heurísticas adicionais, embora relevantes, pode não abranger completamente os desafios específicos da colaboração em ambientes digitais, evidenciando a necessidade de avaliações futuras com diretrizes mais amplas.

Em trabalhos futuros, prevemos a realização de testes de usabilidade com usuários reais, analisando sua interação em um cenário controlado, mas próximo do uso real. Essa abordagem permitirá uma compreensão mais profunda das dificuldades enfrentadas, auxiliando na implementação de melhorias mais eficazes, especialmente no que se refere ao engajamento e à recorrência na plataforma - fatores essenciais para seu sucesso a longo prazo. Também está em andamento a integração de recursos de mídia social à plataforma, utilizando o protocolo ActivityPub (W3C, 2025), que interliga diferentes mídias (plataformas, blogs, sites etc) entre si. Essa estratégia visa ampliar o engajamento interno e externo, conectando a MonitoraEA a outras redes, aumentando a visibilidade das iniciativas e dos participantes.

Referências

ABEPTIC, Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa em Tecnologia da Informação e Comunicação. (2022). Guia de uso da linguagem para apresentação de serviços públicos. Disponível em: <https://abep-tic.org.br/guia-de-uso-da-linguagem-para-apresentacao-de-servicos-publicos/>. Acesso em: 11 mar. 2025.

- Almenara, A. P., Saltiveri, T. G., Navarro, J. E. G., & Mitjaneta, M. A. (2024). Enhancing Usability Assessment with a Novel Heuristics-Based Approach Validated in an Actual Business Setting. *Journal on Interactive Systems*, 15(1), 615-631.
- Andrade R, M. H., Albiach B, E., Biasoli, S., Sorrentino, M., & Maranhão, R. (2018). Indicadores de monitoreo e evaluación de proxectos e políticas públicas de educación ambiental no Brasil. *AmbientalMENTEsustentable*, 23-24(1), 25–39. <https://doi.org/10.17979/ams.2017.23-24.1.3364>
- Apraiz, A., Mulet Alberola, J. A., Lasa, G., Mazmela, M., & Nguyen, H. N. (2023). Development of a new set of Heuristics for the evaluation of Human-Robot Interaction in industrial settings: Heuristics Robots Experience (HEUROBOX). *Frontiers in Robotics and AI*, 10, 1227082.
- Baker, K., Greenberg, S., & Gutwin, C. (2002). Empirical development of a heuristic evaluation methodology for shared workspace groupware. In *Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 96-105).
- Cartaxo, B., Pinto, G., & Soares, S. (2018). The role of rapid reviews in supporting decision-making in software engineering practice. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering 2018* (pp. 24-34).
- Castro, R., Araújo, A. A., Soares, P., Paixao, M., Maia, P. H. M., & Souza, J. (2021). Proposta de mapa interativo e colaborativo para ecossistemas de inovação: Um estudo de caso baseado no estado do Ceará. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)* (pp. 59-70). SBC.
- Cordova, K. A., Santos, M. T. S., Pimentel, C., & Gasparini, I. (2022). Investigando os métodos de avaliação de usabilidade para sistemas colaborativos: uma revisão sistemática da literatura. *Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)*.
- de Franceschi, V. D., Fontoura, L. M., & Silva, M. A. R. (2020). Tabletop Interface Design: Developing and Using Usability Heuristics. In *International Conference on Enterprise Information Systems* (pp. 708-729). Cham: Springer International Publishing.
- Doumanis, I., & Economou, D. (2019). Affective Communication between ECAs and Users in Collaborative Virtual Environments: The REVERIE European Parliament Use Case. *Multimodal Technologies and Interaction*, 3(1), 7.
- Drubscky, L. (2021). O que é Escaneabilidade? Produza textos melhores facilitando a leitura! Rock Content - BR. <https://rockcontent.com/br/talent-blog/escaneabilidade/>. Acesso em 07. mar. 2025.
- Franklin, F., Breyer, F., & Kelner, J. (2014). Usability heuristics for collaborative augmented reality remote systems. In *2014 XVI Symposium on Virtual and Augmented Reality* (pp. 53-62). IEEE.
- Friess, E. (2015). Personas in heuristic evaluation: an exploratory study. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 58(2), 176-191.

- Frijns, H. A., & Schmidbauer, C. (2021). Design guidelines for collaborative industrial robot user interfaces. In Human-Computer Interaction–INTERACT 2021: 18th IFIP TC 13 International Conference, Bari, Italy, August 30–September 3, 2021, Proceedings, Part III 18 (pp. 407-427). Springer International Publishing.
- Gallardo, J., Molina, A. I., Bravo, C., Redondo, M. Á., & Collazos, C. A. (2011). Empirical and heuristic-based evaluation of collaborative modeling systems: an evaluation framework. *Group Decision and Negotiation*, 20, 535-562.
- Geszten, D., Hámornik, B. P., & Hercegfi, K. (2024). Team usability testing: development and validation of a groupware usability evaluation method. *Cognition, Technology & Work*, 26(3), 487-506.
- Ha, S., Ho, S. H., Bae, Y. H., Lee, M., Kim, J. H., Kim, J. H., & Lee, J. (2023). Digital health equity and tailored health care service for people with disability: user-centered design and usability study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e50029.
- Herrmann, T., Jahnke, I., & Nolte, A. (2022). A problem-based approach to the advancement of heuristics for socio-technical evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 41(14), 3087-3109.
- Jaferian, P., Hawkey, K., Sotirakopoulos, A., Velez-Rojas, M., & Beznosov, K. (2011). Heuristics for evaluating IT security management tools. In Proceedings of the Seventh Symposium on Usable Privacy and Security (pp. 1-20).
- Krischkowsky, A., Weiss, A., Osswald, S., & Tscheligi, M. (2013). Evaluating a social media platform in a large-scale international company: A five action approach. In 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS) (pp. 99-106). IEEE.
- Ladis. (2016). Sistema MonitoraEA | Ladis. Disponível em: <https://www.ladis-inpe.com/monitoraea>. Acesso em 22. mar. 2025.
- Lopes, L. A., Guilhermino, D. F., Coleti, T. A., Sgarbi, E. M., & de Oliveira, T. F. (2015). Heuristic to support the sociability evaluation in virtual communities of practices. In Human-Computer Interaction: Users and Contexts: 17th International Conference, HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings, Part III 17 (pp. 3-14). Springer International Publishing.
- Luna, H., Mendoza, R., Vargas, M., Munoz, J., Alvarez, F. J., & Rodriguez, L. C. (2015). Using design patterns as usability heuristics for mobile groupware systems. *IEEE Latin America Transactions*, 13(12), 4004-4010.
- Mazlan, M. F. B., Sivaji, A., Tzuaan, S. S., & Lokman, A. M. (2012). Enhancing the heuristic evaluation (HE) by development and validation of a collaborative design measurement system (CDMS): Collaborative design and measurement system for designers and testers. In 2012 IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering (CHUSER) (pp. 473-478). IEEE.
- Munoz, R., & Chalegre, V. (2012). Defining virtual worlds usability heuristics. In 2012 Ninth International Conference on Information Technology-New Generations (pp. 690-695). IEEE.

- Nielsen, J. (1994). 10 Usability Heuristics for User Interface Design. *Computer Science*. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em 20 fev. 2025.
- Oliveira, R., Cappelli, C., & Oliveira, J. (2023). Gráficos em Linguagem Simples. Sociedade Brasileira de Computação. <https://doi.org/10.5753/sbc.12145.5>
- Quiñones, D., & Rusu, C. (2017). How to develop usability heuristics: A systematic literature review. *Computer standards & interfaces*, 53, 89-122.
- Raymundo, M. H. A., Branco, E. A., Biasoli, S. A., & Sorrentino, M. (2019). MonitoraEA: processo participativo para a construção do sistema brasileiro de Monitoramento e avaliação de políticas públicas de educação ambiental. *Avaliação e monitoramento de políticas públicas de educação ambiental no Brasil*, 27.
- Santos, N. S., Ferreira, L. S., & Prates, R. O. (2012). An overview of evaluation methods for collaborative systems. In *2012 Brazilian Symposium on Collaborative Systems* (pp. 127-135). IEEE.
- Souza, E. C., Costa, R., Gomes, G., Galvao, L., Lauschner, T., & Gadelha, B. (2024). Match Musical: Avaliando a UX de Recursos Colaborativos no Spotify. In *Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos (SBSC)* (pp. 98-111). SBC.
- Steves, M. P., Morse, E., Gutwin, C., & Greenberg, S. (2001). A comparison of usage evaluation and inspection methods for assessing groupware usability. In *Proceedings of the 2001 ACM International Conference on Supporting Group Work* (pp. 125-134).
- Viol, R. S., Fernandes, P. C., Lacerda, I. I., Melo, K. G. F., Nunes, A. J. D. A., Pimenta, A. S. G., ... & Delabrida, S. (2025). EduVR Collab: A tool for management immersive collaborative learning. *Journal on Interactive Systems*, 16(1), 120-136.
- Ward, W. S., & Given, L. M. (2019). Assessing intercultural communication: Testing technology tools for information sharing in multinational research teams. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 70(4), 338-350.
- W3C. (2018). ActivityPub. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/activitypub/>. Acesso em 20 abr. 2025.
- Yablonski, J. (2024). Jakob's Law. Laws of UX. Disponível em: <https://lawsofux.com/jakobs-law/>. Acesso em 07. mar. 2025.