

Colaboração Humano–IA para Avaliação de Acessibilidade Digital: Agente de IA e Co-avaliação Participativa com Pessoas Surdas

Robson de Moraes Alves
Francisco Carlos de Mattos Brito Oliveira

Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Fortaleza/CE – Brasil

robson.moraes@aluno.uece.br, fran.oliveira@uece.br

Abstract. *Digital accessibility in institutional systems is a challenge for Deaf students. Recent studies show that automated tools detect only 30–40% of real issues, so a human–AI collaborative approach is required. This research design proposes a framework integrating a Generative AI agent, calibrated via Retrieval-Augmented Generation (RAG) to the ABNT NBR 17225:2025 standard, with participatory validation by Deaf students. Grounded in Design Science Research (DSR) and Human-Centered AI, the study focuses on identifying linguistic barriers and mitigating the Gulf of Execution. The expected contribution is a generalizable methodology for collaborative accessibility assessment in institutional case studies.*

Resumo. *A acessibilidade digital em sistemas institucionais é um desafio para estudantes surdos. Pesquisas recentes indicam que ferramentas automatizadas detectam apenas 30–40% dos problemas, o que torna necessária uma abordagem colaborativa humano–IA. Este desenho de pesquisa propõe um framework que integra um agente de IA Generativa, calibrado via Retrieval-Augmented Generation (RAG) à norma ABNT NBR 17225:2025, com validação participativa por estudantes surdos. Fundamentado em Design Science Research (DSR) e IA Centrada no Humano, o estudo foca na identificação de barreiras linguísticas e na mitigação do Golfo de Execução. A contribuição esperada é uma metodologia generalizável para avaliação colaborativa em estudos de caso institucionais.*

1. Introdução

A acessibilidade digital é uma condição fundamental para a permanência de pessoas com deficiência no ensino superior. Contudo, a avaliação de acessibilidade em sistemas acadêmicos institucionais constitui um desafio persistente. Embora as diretrizes internacionais, como as Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), sejam o padrão da indústria, a sua verificação puramente automatizada apresenta limitações severas, identificando historicamente apenas cerca de 30% a 40% das violações reais [Vigo et al. 2013].

Para usuários surdos, cuja primeira língua (L1) é frequentemente a Língua Brasileira de Sinais (Libras), as ferramentas de validação baseadas apenas na sintaxe do código (HTML/CSS) são ainda mais limitadas. Tais ferramentas são incapazes de detectar barreiras linguísticas e semânticas que materializam o clássico Golfo de Execução descrito por

Norman [Norman 1988]. Ou seja, mesmo que o código-fonte de um portal seja validado por um software de auditoria padrão, a distância cognitiva entre o objetivo do estudante surdo e a representação textual complexa da interface em português (L2) inviabiliza a interação plena, gerando exclusão.

Diante da constatação de que abordagens exclusivamente computacionais são insuficientes para capturar a real experiência de uso, emerge a necessidade de aliar a capacidade de processamento de novas tecnologias com o conhecimento contextual humano. Assim, a questão de pesquisa que norteia esta investigação é: *Como um framework de colaboração Humano-IA pode melhorar a detecção, a explicabilidade e o reparo de barreiras de acessibilidade digital para estudantes surdos em portais universitários?*

Para responder a esta questão, este trabalho apresenta o desenho de pesquisa de uma dissertação de mestrado que propõe o desenvolvimento de um *framework* colaborativo, aliando um Agente de Inteligência Artificial (IA) fundamentado na norma brasileira ABNT NBR 17225 à co-avaliação participativa com estudantes surdos, baseada no princípio Human-Centered AI [Shneiderman 2020].

2. Trabalhos Relacionados e Avanço da Pesquisa

A literatura recente demonstra uma transição das ferramentas de avaliação puramente sintáticas para abordagens baseadas em inteligência artificial. Estudos fundamentais alertam para o dano da dependência exclusiva de testes automatizados, que falham em capturar barreiras contextuais [Vigo et al. 2013]. Recentemente, Manca et al. [Manca et al. 2023] discutiram a falta de transparência e os resultados divergentes nessas ferramentas, reforçando a necessidade de sistemas que ofereçam explicabilidade.

O uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) surge como promessa para elevar essa precisão. Paternò et al. [Paternò et al. 2025] exploram como LLMs podem melhorar a validação automática, enquanto Wieland e Werner [Wieland and Werner 2025] propõem arquiteturas multiagentes para o reparo de acessibilidade em aplicações web modernas. Todavia, observa-se uma lacuna crítica: a literatura foca majoritariamente em diretrizes internacionais genéricas e raramente integra a experiência vivida do usuário com deficiência no ciclo de reparo automático, ignorando nuances culturais e linguísticas [Stefan et al. 2021].

Avanço da Pesquisa: Esta investigação avança em relação ao estado da arte em três dimensões:

1. **Soberania Normativa:** Ao contrário do uso de modelos “caixa-preta” aplicados unicamente às WCAG, este trabalho utiliza Retrieval-Augmented Generation (RAG) ancorado na norma brasileira ABNT NBR 17225:2025, garantindo aderência legal ao cenário nacional.
2. **Design Rationale na IA:** A configuração da IA forçará o registro da tomada de decisão, elevando a explicabilidade do diagnóstico para os desenvolvedores e usuários [Moran and Carroll 1996].
3. **Validação Human-in-the-loop:** Propõe-se um sistema colaborativo onde o estudante surdo não é objeto de teste, mas sim coavaliador das sugestões da IA, combatendo o tecnocapacitismo [Shew 2020].

3. Metodologia de Pesquisa

Esta investigação adota a Design Science Research (DSR) como paradigma metodológico [Dresch et al. 2015]. A escolha justifica-se pela natureza pragmática do trabalho, cujo objetivo central é o projeto, desenvolvimento e avaliação de um artefato: o *framework* de colaboração Humano-IA.

Para a validação do artefato, utiliza-se a estratégia de Estudo de Caso Único e Profundo [Yin 2015]. O domínio de aplicação é composto pelo ecossistema de uma universidade pública estadual, focado especificamente em três sistemas transacionais: Portal Institucional, Sistema de Graduação e Sistema de Pós-Graduação. A justificativa para esta delimitação reside na alta densidade transacional destes sistemas. Diferente de pesquisas orientadas ao treinamento massivo de IA (que requerem milhares de sites rasos), a avaliação da interação exige complexidade *introssistema* (ex.: formulários de matrícula, históricos escolares dinâmicos). Esta profundidade permite a generalização analítica sobre como as barreiras afetam a jornada real do aluno [Yin 2015]. A execução ocorre em duas fases principais.

3.1. Fase 1: Avaliação Automatizada via Agente de IA com RAG

A Fase 1 engloba a avaliação computacional dos portais. Para mitigar o problema de precisão apontado na literatura e evitar alucinações, o Agente de IA não opera de forma genérica. Propõe-se uma arquitetura baseada em Retrieval-Augmented Generation (RAG), onde o LLM consulta uma base de conhecimento vetorial contendo a íntegra da ABNT NBR 17225:2025 antes da inferência.

O Agente decompõe o código-fonte (DOM) e utiliza a técnica de *few-shot prompting* baseada na teoria de *Design Rationale*, especificamente o modelo QOC (Questions, Options, Criteria) [Moran and Carroll 1996]. O modelo é instruído a mapear a barreira (Question), elencar propostas de solução (Options) e avaliá-las sob a ótica da ABNT (Criteria).

O resultado final é a Matriz de Conformidade Institucional (MCI), um instrumento de diagnóstico projetado nesta pesquisa. A MCI atua como um relatório de transparência, vinculando o erro de código ao enquadramento normativo e à explicação gerada pela IA, servindo de artefato-base para a Fase 2.

3.2. Fase 2: Co-avaliação Participativa (Human-in-the-loop)

A validação das MCIs exige a integração humana no ciclo. Esta fase consiste em sessões de avaliação em grupo focal com estudantes universitários surdos, caracterizados pelo uso de Libras como L1 e o português como L2. Prevê-se a participação de 5 a 8 usuários, tamanho amostral consolidado em metodologias de Interação Humano-Computador para avaliações qualitativas de usabilidade [Nielsen 2000].

Os participantes realizarão tarefas reais nos portais e confrontarão as barreiras vivenciadas empiricamente (o Golfo de Execução) com os alertas gerados pela IA na MCI. O intuito é triangular os dados, identificando falsos positivos e áreas de sombra sistêmica, retroalimentando o *framework*.

Considerações Éticas e Culturais: A pesquisa será submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme a Resolução n.º 510/2016 do Conselho Nacional de

Saúde. Para respeitar a cultura surda, as sessões serão mediadas por um intérprete de Libras certificado. Inovadoramente, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) será disponibilizado em formato de vídeo sinalizado em Libras, assegurando plena compreensão.

4. Considerações Finais e Estado Atual

A pesquisa encontra-se na fase inicial de revisão de literatura e aprovação do projeto pelo CEP, com a calibração do Agente RAG prevista para o próximo semestre. Este trabalho visa contribuir diretamente para o escopo do SBSC, apresentando um modelo de colaboração mediada por computador que empodera grupos minorizados. Espera-se que o artefato gerado transcenda a detecção algorítmica falha, fornecendo às instituições um método robusto para garantir os direitos previstos na Lei Brasileira de Inclusão (LBI).

Declaração de Uso de Inteligência Artificial: Em conformidade com as diretrizes de transparência ética da SBC, declara-se que o modelo Gemini (Google) foi utilizado exclusivamente como ferramenta de apoio para aprimoramento da coesão textual e revisão gramatical deste manuscrito. A concepção arquitetural, definições metodológicas e a revisão crítica do estado da arte são produtos intelectuais exclusivos dos autores.

Referências

- Dresch, A., Lacerda, D. P., and Antunes Júnior, J. A. V. (2015). *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora.
- Manca, M., Palumbo, V., Paternò, F., and Santoro, C. (2023). The transparency of automatic web accessibility evaluation tools: Design criteria, state of the art, and user perception. *ACM Transactions on Accessible Computing*, 16(1):1–36.
- Moran, T. P. and Carroll, J. M., editors (1996). *Design Rationale: Concepts, Techniques, and Use*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Nielsen, J. (2000). Why you only need to test with 5 users. Nielsen Norman Group. Disponível em: <https://www.nngroup.com>.
- Norman, D. A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books.
- Paternò, F., Vinci, M., Manca, M., and Iannuzzi, N. (2025). How an llm can improve automatic web accessibility validation. In *Proceedings of CHIItaly '25: 16th Biannual Conference of the Italian SIGCHI Chapter*.
- Shew, A. (2020). Ableism, technoableism, and future ai. *IEEE Technology and Society Magazine*, 39(1):40–85.
- Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 32(6):495–504.
- Stefan, A., Baalsrud Hauge, J., Sallinen, M., Stefan, D., and Gheorghe, I. (2021). Ethical and inclusive design in digital accessibility: a review. In *International Conference on Inclusive Technologies*, pages 45–54.
- Vigo, M., Brown, J., and Conway, V. (2013). Benchmarking web accessibility evaluation tools: measuring the harm of sole reliance on automated tests. In *Proceedings of W4A '13: International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*.

Wieland, J. P. and Werner, C. (2025). Designing for inclusion: Human-centered multi-agent accessibility repair in modern web applications. Anais não publicados.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Bookman, 5 edition.