

Desafios da Inteligência Artificial Generativa na Construção de Sistemas Computacionais Acessíveis

Ingrid M. Miranda da Silva¹, Marcelo Henrique Pereira Silva²,
Luciano Arruda Teran¹, Marcelle Pereira Mota¹

¹Instituto de Ciências Exatas e Naturais – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Caixa Postal 1611 – 66075-110 – Belém – PA – Brasil

²Instituto de Tecnologia – Universidade Federal do Pará
(UFPA)

{ingrid.silva,luciano.teran}@icen.ufpa.br,
marcelo.pereira.silva@itec.ufpa.br, mpmota@ufpa.br

Abstract. *In recent times, advancements in the field of Artificial Intelligence (AI) have shown promising adoption in various sectors of society and led to numerous studies on their implications. This systematic mapping explores the intersection of accessibility and Generative AI, examining contributions from the literature and their potential consequences for users with disabilities or reduced mobility by investigating how these AI techniques can improve their digital inclusion. As result, it was observed that there is a greater predominance of the use of the ChatGPT tool for accessibility-related issues. The contributions of this mapping corroborate the guidance for the development of accessible computational systems through Generative Artificial Intelligence.*

Resumo. *Nos últimos tempos, os avanços no campo da Inteligência Artificial (IA) têm impactado vários setores da sociedade e gerado inúmeros estudos sobre suas implicações. Este artigo realizou um mapeamento sistemático sobre a interseção entre acessibilidade e IAGs, ao coletar o estado da arte e observar o uso de técnicas de IA que podem fortalecer a inclusão digital de usuários com deficiências. Como resultados, foi observado que existe uma maior predominância de uso da ferramenta ChatGPT para questões relacionadas à acessibilidade. As contribuições deste mapeamento corroboram à orientação de desenvolvimento de sistemas computacionais acessíveis por meio da Inteligência Artificial Generativa.*

1. Introdução

O advento da Inteligência Artificial (IA) representa um marco significativo na capacidade computacional, permitindo, assim, a construção de modelos capazes de aprender tarefas [Chowdhary 2020]. Entre as subdivisões desse campo, destaca-se a Inteligência Artificial Generativa (IAG), onde o aprendizado ocorre mediante conteúdos fornecidos pelo usuário, como textos, imagens e áudios [Freire et al. 2023].

No cenário de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), há promissoras perspectivas para atender diversas demandas em diversos âmbitos. No entanto, existe uma lacuna na aplicação de IAGs para a inclusão de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (PMR), intensificando barreiras de acessibilidade no ambiente digital

[Morris 2020]. Portanto, identificar pesquisas relacionadas a LLMs no contexto da acessibilidade é essencial para explorar a literatura sobre o desenvolvimento inclusivo dessas tecnologias digitais. Este estudo visa ser uma fonte para pesquisadores, desenvolvedores e profissionais que desejam compreender e discutir as interseções entre acessibilidade e tecnologias digitais emergentes de IAGs, como os LLMs.

Para a elaboração deste estudo, foi realizado um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), conforme descrito por [Kitchenham and Charters 2007], permitindo avaliar a existência de evidências sobre o tema, além de relatá-las para a construção de estudos primários e, com isso, apoiar na resolução de problemáticas científicas pertinentes. Esse estudo secundário visa conduzir futuras revisões sistemáticas da literatura, elucidando as lacunas identificadas. A condução se baseou na pergunta formulada pelo critério PICOC: **RQ: “Como a acessibilidade é tida em interações com tecnologias digitais de Inteligência Artificial Generativa?”**, culminando na elaboração da estratégia de busca em bases como a *ACM Digital Library* e *SBC-OpenLib (SOL)*, definição de critérios de inclusão e exclusão de artigos e análise qualitativa da literatura.

Explorar a intersecção entre acessibilidade e IAGs permite abordar cinco perguntas secundárias, cada uma com motivações que contribuem para a resolução da questão principal. Este enfoque promove a percepção dos usuários com deficiência ou mobilidade reduzida ao interagir com tecnologias emergentes de IAGs e analisa os resultados gerados por essas interações.

2. Materiais e Métodos

Para o devido encaminhamento metodológico desta pesquisa, a Figura 1 apresenta as etapas seguidas para a realização do MSL. Essas etapas foram escolhidas a partir de uma diretriz de condução de Revisão e Mapeamento Sistemático da Literatura [Kitchenham and Charters 2007].

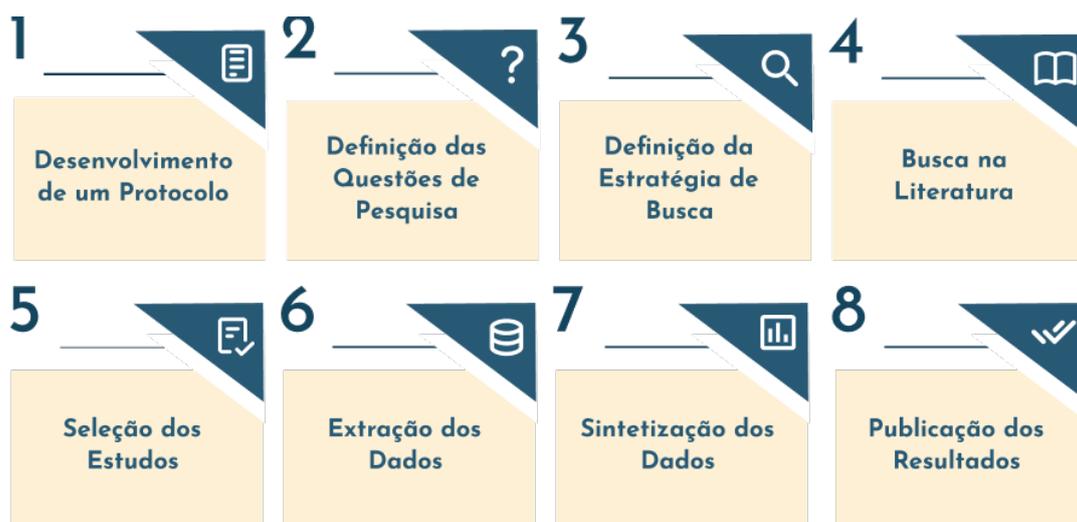


Figura 1. Etapas de condução do MSL [Kitchenham and Charters 2007]

2.1. Critérios de Busca

Com base nos interesses percebidos pelo protocolo PICOC junto aos seus termos enquanto facilitadores, surgiu a *string* de busca, que foi definida como: (“*Artificial Intel-*

ligence” OR “AI” OR “intelligent assistant” OR “LLMs” OR “Deep Learning” OR “Copilot” OR “Chatgpt” OR “Codex” OR “gpt” OR “Generative AI”) AND (“Accessibility” OR “AIYY” OR “Inclusion” OR “Disability”).

Inicialmente, após a construção desta *string*, foi feito um teste que avaliou se esta retornava 2 artigos controles considerados relevantes para a pesquisa. Portanto, concluída a testagem, este protocolo possibilitou que na biblioteca digital da ACM o intervalo de tempo entre 2004 e 2023 fosse delimitado para retornar as buscas. Tendo as totalidades descritas pela Figura 2.



Figura 2. Resultados retornados da base de dados e artigos selecionados

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Para a seleção dos trabalhos foram considerados critérios que validam a abordagem a temática pensada, além de se adequarem à pergunta proposta. Desta forma, para a inclusão de trabalhos, os critérios respeitados foram: i) ser necessariamente artigos de pesquisa e ii) o artigo deve focar em pesquisas relacionadas a IAGs, ou modelos de IAGs, como são os LLMs, juntamente ao termo de acessibilidade e seus diversos cenários de aplicabilidade. Se tratando da exclusão, os critérios adotados foram: i) livros, ii) artigos de jornais, iii) *shorts papers*, iv) estudos secundários, v) estudos duplicados, vi) estudos de subáreas e vii) outros formatos.

Durante esta etapa de inclusão, foi feita uma filtragem para mapear autorias que de fato coincidisse com o tema, e a partir destas pesquisas retornadas, houve a identificação e avaliação dos títulos, resumos e palavras-chave, e caso estes se comunicassem com tópicos de IAGs e Acessibilidade eram selecionados para leitura e catalogação de seu conteúdo a serem tratados nesta então pesquisa.

3. Resultados

As subseções a seguir destacam os estudos primários com suas abordagens de Inteligências Artificiais Generativas e Acessibilidade.

3.1. RQ1 - O que é desenvolvido a partir de IAGs?

De acordo com [Gumina et al. 2023], busca-se aliar o uso de técnicas de IAGs no auxílio de códigos gerados em cursos de desenvolvimento de software. Ferramentas como OpenAI Codex, Copilot e ChatGPT estão sendo amplamente utilizadas na indústria e alterando métodos tradicionais de ensino de software. Como boa prática, o código desenvolvido é baseado em: i) decomposição do sistema em subtarefas; ii) programação

funcional determinada por atributos de uma função; e iii) projetos contextualizados com requisitos específicos de clientes, utilizando estruturas de dados, módulos e interfaces.

Na pesquisa de [Tseng et al. 2022], estudantes foram envolvidos em atividades práticas de processamento de texto através de tarefas de programação e projetos no curso de Processamento de Linguagem Natural (PLN). O curso focou em conceitos fundamentais, como os algoritmos e as suas aplicabilidades, com projetos que envolviam sumarização, classificação, simplificação de texto, extração de informações e criação de *chatbots*. Assim como as pesquisas de [Gumina et al. 2023] e [Tseng et al. 2022], [Lima et al. 2023] estão relacionadas ao contexto de educação computacional, no qual o uso de IA Generativa se dá por meio de uma interface web capaz de sintetizar os resultados de uma atividade proposta na disciplina de sistemas complexos.

[Gadiraju et al. 2023] desenvolveu um modelo de IA Generativa por um agente de conversação baseado em LLMs, proporcionando diálogos abertos e tendo como resultado o conteúdo dessas conversas para análise do comportamento da tecnologia. O estudo de [Othman et al. 2023] avalia o desempenho de LLMs na detecção de rupturas de acessibilidade segundo a *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) em dois sites, permitindo a detecção automática de transgressões das diretrizes de acessibilidade.

[A et al. 2023] estudou interações de IAGs em um contexto multimodal, associando textos à geração de imagens. O projeto criou um assistente capaz de reformular frases complexas, transformar textos em imagens e outras ações. [Jandrey et al. 2023] utilizam a IA Generativa para criar descrições de textos alternativos para imagens, analisadas por pessoas com deficiência visual para verificar a adequação às suas necessidades. Outro trabalho de [Perdigão et al. 2023] avalia não só a descrição de imagens por LLMs, mas também a identificação e tradução adequadas dessas figuras aos usuário.

3.2. RQ2 - Por que é importante avaliar a acessibilidade em IAGs?

De acordo com [Gumina et al. 2023], avaliar que a Inteligência Artificial e suas técnicas podem ser um fator benéfico se bem administradas desde a base dos estudos, repercute na preocupação com a acessibilidade ao propor à classe a necessidade de validação e verificação do código por meio de depuradores, com foco na preocupação com erros de lógica, erros de sintaxe apenas. Ou seja, a importância principal resvala sobre a qualidade semântica e sintática do código, a acessibilidade fica em segundo plano, caso alguma ruptura seja encontrada no código.

Outro ponto está na importância da percepção da interação entre pessoas com deficiências com LLMs, justamente por estabelecer um design mais inclusivo e personalizado para este público-alvo, estas preocupações podem ser vistas por meio das pesquisas de [Gadiraju et al. 2023] e [Tseng et al. 2022]. [Gadiraju et al. 2023] avalia, ainda, que pela configuração de LLMs em incorporar dados de fontes subjacentes, acabam por incorporar também preconceitos presentes nestas mesmas fontes, enquanto que [Tseng et al. 2022] também elucidam esta preocupação, mencionando assim uma abordagem centrada no ser humano, pois esta garante que estas tecnologias sejam avaliadas através dos seus principais atores, sendo as pessoas com deficiência.

Enquanto isso, a pesquisa realizada por [Tseng et al. 2022], relata sobre o conceito de ética em IA, onde há uma preocupação com as considerações éticas relativas aos usuários para quem as IAs são desenvolvidas em termos de gênero e raça; no entanto,

estas discussões não alcançam as pessoas com deficiência. Este motivo estabelece para o estudo uma necessidade de sensibilizar discentes no manejo de técnicas de IAs que estejam atreladas aos conceitos de acessibilidade.

A avaliação realizada pelo trabalho de [A et al. 2023] garante que a acessibilidade tem sua importância no campo educacional, no qual as tecnologias de IAGs podem auxiliar no aprendizado. Ainda neste contexto, [Lima et al. 2023] visam garantir que todos os discentes participem de simulações de aprendizagem de sistemas complexos realizada como parte da disciplina.

Para [Othman et al. 2023], além de garantir que este tipo de IA consiga remediar automaticamente problemas de acessibilidade web para garantir um uso equitativo, eles também mencionam a necessidade de estudo do treinamento destas IAs segundo um contexto sociolinguístico. Sendo assim, trata-se de inclusão o momento em que a ferramenta assiste também questões não somente ligadas a uma só linguagem, como o caso da língua inglesa.

Para o contexto de descrição de imagens, [Perdigão et al. 2023] ressaltam que IAs devem ter sua confiabilidade e eficiência reconhecidas pela crescente promoção e adoção promovidas por *Big Techs*, e que esta aceitação deve impulsionar uma cultura de inclusão e diversidade. Ademais, [Jandrey et al. 2023] aponta também que geradores automáticos de descrição de imagens de IAGs não teve seu desenvolvimento impulsionado pelas necessidades genuínas dos indivíduos com deficiência visual, deixando em vista que estes sistemas baseados em inferências podem desconsiderar tais necessidades e, por consequência, para questionamentos sobre sua real eficácia.

3.3. RQ3 - Onde as tecnologias estão sendo aplicadas?

As tecnologias de IA estão sendo aplicadas em diversos contextos, como apresenta a Figura 3. No contexto acadêmico, elas são utilizadas no desenvolvimento de software com ferramentas como Visual Studio Code e W3C Markup Validation Service [Gumina et al. 2023], no processamento de linguagem natural fora utilizado o NLTK, spaCy e Google Colab [Tseng et al. 2022], e no desenvolvimento de agentes de IA generativas multimodais sua aplicação ocorre ao superar desafios de aprendizado em escolas como uma ferramenta de apoio [A et al. 2023]. Em aplicações webs, destacam-se os *chatbots* como ChatGPT e LaMDA, usados para criar ambientes digitais mais inclusivos e detectar vieses e preconceitos [Othman et al. 2023, Gadiraju et al. 2023]. Para descrições textuais de imagens, são utilizadas ferramentas como o IBM MAX Image Caption Generator Model [Jandrey et al. 2023] e o ChatGPT [Perdigão et al. 2023].

3.4. RQ4 - Quem são os atores no contexto de uso das ferramentas?

No contexto de uso das ferramentas de IA, os principais atores podem ser classificados em três categorias. A primeira categoria inclui estudantes de tecnologia, que são preparados para resolver problemas e utilizar ferramentas de IA generativa, como destacado por [Gumina et al. 2023], [Tseng et al. 2022], e [Lima et al. 2023]. A segunda categoria abrange pessoas com deficiências, subdividida em adultos com deficiências de diversas identidades de gênero [Gadiraju et al. 2023], pessoas com dificuldades de aprendizagem, incluindo problemas de visão e auditivos [A et al. 2023], e pessoas com deficiências visuais de variados níveis de acuidade [Jandrey et al. 2023, Perdigão et al. 2023]. A ter-

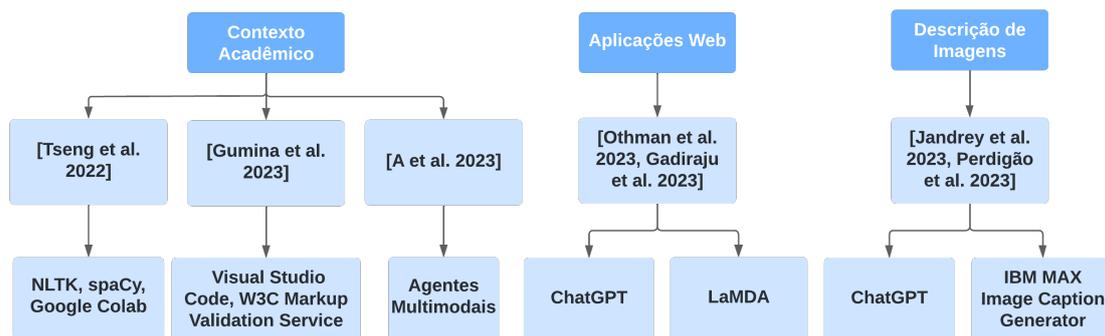


Figura 3. Contexto de uso das tecnologias digitais

ceira categoria envolve usuários com necessidades de acessibilidade, que inclui preocupações com diretrizes de acessibilidade web e usuários que falam idiomas além do inglês [Othman et al. 2023], conforme classifica a Figura 4.

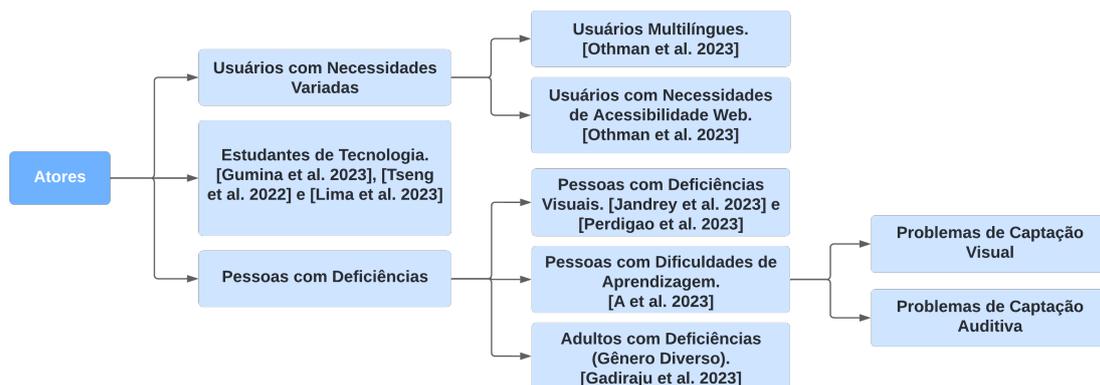


Figura 4. Classificação dos atores

3.5. RQ5 - Como a acessibilidade é observada nas saídas obtidas de IAGs?

Para [Gumina et al. 2023] o código é efetivamente acessível somente a partir da análise e validação realizada na depuração, conduzida durante as etapas finais de implementação dos seus estudantes. Portanto, IAGs não garantem aos autores uma saída com exatidão em critérios de acessibilidade. A responsabilidade para que isto aconteça recai sobre as técnicas de validação dos estudantes.

Observa-se uma abordagem semelhante entre as pesquisas de [Gumina et al. 2023] e [Tseng et al. 2022], que destacam a importância da acessibilidade para garantir acesso igualitário às ferramentas de IAGs para todos os estudantes. No entanto, o último constatou pouco impacto no conhecimento sobre acessibilidade ao comparar os resultados das entrevistas e projetos criados em sala de aula, reforçando a necessidade de integrar uma perspectiva centrada no ser humano em cursos de computação. Essa integração deve combinar tarefas e projetos com acessibilidade, tornando o pensamento sobre acessibilidade natural aos estudantes em suas atividades de programação.

Sobre os dados obtidos em [Gadiraju et al. 2023] e [A et al. 2023], foi destacado que os estudantes podem enfrentar barreiras para o desenvolvimento da acessibilidade. Em que principalmente neste primeiro trabalho, pelo resultado obtido, detecta-se que a ferramenta teve um comportamento negativo relativo às pessoas com deficiência, portanto estes usuários descrevem que a ferramenta reproduziu, com frequência, estereótipos e demonstrou falta de conhecimento sobre deficiências, tendo uma baixa percepção de acessibilidade nas suas respostas. Desta forma, independente do contexto de uso, suas percepções voltam-se para atender estas necessidades, porém divergem do público-alvo e como elas atendem suas necessidades ou não.

Assim como em [Gumina et al. 2023], nota-se que os autores em [Othman et al. 2023] aliam as avaliações de acessibilidade nos retornos dados por IAG há mais de uma etapa de checagem. Isto é, o ChatGPT para este trabalho não atou somente como um verificador de acessibilidade, mas esta avaliação foi confirmada manualmente através ferramentas de varredura web pelos próprios pesquisadores. Como resultado, verifica-se que se tratando de reconhecer as diretrizes de acessibilidade, a automação teve uma acurácia semelhante à varredura manual.

Para [Lima et al. 2023], o retorno gerado pelo acesso a ferramentas como ChatGPT auxiliou na forma de interação com os resultados do que foi desenvolvido em sala. Neste sentido, ao pensar um novo método de ensino utilizando simuladores, isso permitiu que os dados obtidos sejam mais palpáveis para seus estudantes com deficiências.

Para a pesquisa realizada por [Jandrey et al. 2023], os retornos gerados pela tecnologia foram insatisfatórios, as sentenças geradas deixavam de apontar a localização da imagem e diversos elementos que a compunham, seja a representação de ações humanas retratadas à quantidade de indivíduos presentes na figura. Semelhantemente, o descontentamento ocorre na pesquisa de [Perdigão et al. 2023], na qual a descrição de imagens falha, com classificações de detalhamento de nível médio para ruim pelo usuário com deficiência visual, além das demais que não foram descritas pelo LLM.

4. Contribuições para a Web Social

A influência das IAGs pode desempenhar um papel importante na moldagem da acessibilidade digital. Logo, ao avaliar o uso desse tipo de tecnologia digital, é possível observar diversos impasses relativos à acessibilidade a serem, posteriormente, estudados e retificados. Dos poucos trabalhos voltados para esta abordagem, observa-se uma disparidade no acesso a essas tecnologias digitais inovadoras, onde sua popularização pode escalar mais rapidamente que as preocupações com seu uso equitativo.

Ao avaliar as contribuições para a Web Social, é evidente que ainda há desafios substanciais a serem superados. Os principais desafios são: (1) a falta de diretrizes claras para garantir a acessibilidade, resultando em disparidades de acesso a essas tecnologias digitais inovadoras; (2) pouco enfoque em relação aos aspectos sociolinguísticos e culturais no treinamento de IAGs para promover uma inclusão mais ampla além do inglês; (3) existe uma predominância de vieses e preconceitos nas respostas de IAGs que reflete na baixa confiabilidade dos seus usuários e destaca uma necessidade urgente de tratativas éticas e de inclusão; (4) a escassez de estudos sobre acessibilidade e a falta de envolvimento de pessoas com deficiência especialistas no processo de desenvolvimento corrobora-

ram para a exclusão digital, (5) a falta de integração da acessibilidade das IAGs, desde as fases iniciais de treinamento e desenvolvimento, geram obstáculos e afetam a garantia de uma aplicação mais confiável e equitativa aos seus usuários.

Esses desafios demonstram a necessidade de um enfoque multidisciplinar que inclua diretrizes claras e padronizadas para acessibilidade, a fim de mitigar disparidades no acesso. Além disso, é essencial promover a inclusão de especialistas em deficiência durante o desenvolvimento deste tipo de ferramenta da Web Social, bem como assegurar que os aspectos éticos e de inclusão sejam prioritários. Apenas através de um compromisso contínuo com a acessibilidade e a equidade será possível maximizar o potencial da IA com plataformas verdadeiramente inclusiva e democrática.

5. Considerações Finais

Ao avaliar o uso de Inteligências Artificiais Generativas, ainda há diversos impasses relativos à acessibilidade a serem estudados e retificados. Nos estudos avaliados percebe-se uma preocupação em diversos contextos de inclusão, desde cenários relativos à variabilidade linguística à preocupação com a percepção de acessibilidade nestas tecnologias desenvolvidas por pessoas sem deficiência, bem como pessoas com deficiência também participando nestes contextos nas etapas de design e testes.

Contudo, à medida que celebramos pequenos avanços, surge uma ressalva significativa relacionada à acessibilidade no uso de IAGs para o ensino, onde foi possível identificar consistentes preocupações sobre como a acessibilidade é abordada no contexto educacional. Dado que, apesar de haver uma preocupação com sua adoção, quando o tópico “acessibilidade” é fomentado de maneira singular apenas aos grupos de pessoas sem deficiência, sua adoção pode não ser amplamente fixada posteriormente. Tornando necessário que se busque meios de empatizar este grupo também para que seus projetos sejam benéficos e inclusivos à todas as pessoas.

Embora surja a preocupação sobre o desenvolvimento e manejo dessas tecnologias digitais generativas, as limitações desse estudo ocorrem devido serem poucos os estudos com interesse em pesquisas para a acessibilidade, implicando em poucas discussões sobre como este “facilitador” pode ser difundido e a quem ele está atendendo. Futuramente, se considera produzir novos estudos de inspeção em IAGs para avaliar se suas saídas corroboram para a acessibilidade digital com especialistas de IHC, de modo que estes atuem, inicialmente, a gerar resultados para corroborar resultados de interações acessíveis ou não. Desse modo, por exemplo, as contribuições dos estudos devem fortalecer a acessibilidade para que atendam as características de interação dos usuários, desde a geração de código apoiada por IAGs.

Desta forma, torna-se necessário uma abordagem mais inclusiva no desenvolvimento e implementação de IAs, visando melhorar o critério de acessibilidade em todas as interações e aplicações dessas inovadoras tecnologias de processamento de linguagem natural. Haja vista que, pela carência evidenciada de estudos que envolvam aspectos de acessibilidade e inclusão, faz-se fundamental que todos envolvidos nas etapas de produção destas tecnologias digitais assegurem o desenvolvimento de recursos interativos acessíveis, corroborando também para um engajamento de pessoas com deficiência na construção de diversos sistemas interativos.

Referências

- A, R., V, N., Jebadurai, I. J., Vedamanickam, A. M., and Kumar, P. U. (2023). Design of generative multimodal ai agents to enable persons with learning disability. In *Companion Publication of the 25th International Conference on Multimodal Interaction, ICMI '23 Companion*, page 259–271, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Chowdhary, K. (2020). *Fundamentals of artificial intelligence*. Springer.
- Freire, A. P., Cardoso, P. C. F., and Salgado, A. d. L. (2023). May we consult chatgpt in our human-computer interaction written exam? an experience report after a professor answered yes. In *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–11.
- Gadiraju, V., Kane, S., Dev, S., Taylor, A., Wang, D., Denton, E., and Brewer, R. (2023). "i wouldn't say offensive but...": Disability-centered perspectives on large language models. In *Proceedings of the 2023 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, FAccT '23*, page 205–216, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Gumina, S., Dalton, T., and Gerdes, J. (2023). Teaching it software fundamentals: Strategies and techniques for inclusion of large language models: Strategies and techniques for inclusion of large language models. In *Proceedings of the 24th Annual Conference on Information Technology Education, SIGITE '23*, page 60–65, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Jandrey, A., Ruiz, D., and Silveira, M. (2023). Imagery contents descriptions for people with visual impairments. In *Anais do XXII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. 2.
- Lima, J., Jacaúna, R., Müller, M., and Menezes, C. (2023). Sistemas complexos com apoio do chatgpt na interpretação de gráficos para estudantes com deficiência visual. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1040–1049, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Morris, M. R. (2020). Ai and accessibility. *Commun. ACM*, 63(6):35–37.
- Othman, A., Dhoub, A., and Nasser Al Jabor, A. (2023). Fostering websites accessibility: A case study on the use of the large language models chatgpt for automatic remediation. In *Proceedings of the 16th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, PETRA '23*, page 707–713, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Perdigão, L., Monteiro, F., Peixotto, B., Bianco, V. L., and Fernandes, E. (2023). Inteligência artificial para audiodescrição de imagens: uma análise da pessoa com deficiência visual. In *Anais do VIII Congresso sobre Tecnologias na Educação*, pages 182–191, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Tseng, C.-E., Jung, S. H., Elglaly, Y. N., Liu, Y., and Ludi, S. (2022). Exploration on integrating accessibility into an ai course. In *Proceedings of the 53rd ACM Technical*

Symposium on Computer Science Education - Volume 1, SIGCSE 2022, page 864–870,
New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.