

## **(IN)ACESSIBILIDADE E ERGONOMIA COGNITIVA: perspectiva de integração em prol da inclusão digital**

*(IN)ACCESSIBILITY AND COGNITIVE ERGONOMICS: perspective of integration in favor of digital inclusion*

SOUZA, Marília Rodrigues de; Mestranda; Universidade de Brasília (UnB)

mariliarodriguesdesousa@gmail.com

SILVA, Tiago Barros Pontes e; Doutor; Universidade de Brasília (UnB)

tiagobarros@unb.br

### **Resumo**

O presente estudo aborda a problemática da (in)acessibilidade enfrentada por pessoas com deficiência (PcDs) na interação com conteúdos e soluções digitais, correlacionando as áreas de Acessibilidade e Ergonomia Cognitiva (EC). As pesquisas sobre Acessibilidade Digital englobam análises de acessibilidade, identificação de erros, recomendações de boas práticas e avaliações de sites governamentais e universitários, com foco na experiência do usuário. Foi realizado estudo bibliográfico para investigar a interseção entre acessibilidade digital e ergonomia cognitiva. Apesar da escassez de publicações centradas em acessibilidade digital na perspectiva da ergonomia cognitiva, evidencia-se uma forte relação entre essa disciplina e o design, principalmente na perspectiva da experiência do usuário final. Propõe-se direcionar a análise ergonômica cognitiva para profissionais de desenvolvimento de software, visando compreender e mitigar as barreiras na construção de soluções de TI acessíveis, contribuindo para a inclusão digital.

**Palavras-Chave:** inacessibilidade digital; ergonomia cognitiva; design inclusivo.

### **Abstract**

*This study addresses the issue of (in)accessibility faced by people with disabilities (PwDs) in interacting with digital content and solutions, correlating the fields of Accessibility and Cognitive Ergonomics (CE). Research on Digital Accessibility encompasses accessibility analyses, error identification, best practice recommendations, and evaluations of governmental and university websites, focusing on user experience. A bibliographic study was conducted to investigate the intersection between digital accessibility and cognitive ergonomics. Despite the scarcity of publications centered on digital accessibility from the perspective of cognitive ergonomics, there is a strong relationship between this discipline and design, especially from the standpoint of the end-user experience. It is proposed to direct cognitive ergonomic analysis towards software development professionals, aiming to understand and mitigate barriers in constructing accessible IT solutions, thus contributing to digital inclusion.*

**Keywords:** digital inaccessibility; cognitive ergonomics; inclusive design.

## 1 Introdução

Não é possível acessar o conteúdo desse artigo. Não é possível ler, consultar as referências, acompanhar os resultados ou tomar ciência da conclusão. Diante de tantas negativas, a chance de seguir insistindo nessa leitura é significativamente reduzida ou mesmo nula. Está (in)acessível. Esse é um exemplo real que pessoas com deficiência – PcDs enfrentam diariamente: a relação próxima com o prefixo *in*. Conteúdos (in)acessíveis, aplicativos e soluções digitais (in)acessíveis, espaços físicos, universidades, oportunidades de empregos e outras infinidades de possibilidades físicas e virtuais (in)acessíveis.

De acordo com o dicionário Priberam da Língua Portuguesa, o prefixo “in” indica negação ou ausência (ex.: inalcançável; incapacitado; inexistente). No caso do exemplo, a negação foi atribuída ao acesso. Mas trata-se apenas de um exemplo para introduzir o conteúdo desse artigo, que tem como objetivo, a partir da ausência de acessibilidade digital, correlacionar as áreas Acessibilidade e Ergonomia, assim como seus estudos recentes, com a intenção de apresentar a Ergonomia Cognitiva – EC como abordagem relevante para avanços e melhorias na área da acessibilidade na web.

Para isso, é preciso contextualizar a acessibilidade física e digital. A ISO/IEC 30071-1 (2019) define acessibilidade como “produtos, sistemas, serviços, ambientes e instalações que podem ser utilizadas por pessoas de uma população com a mais ampla gama de necessidades, características e capacidades para atingir objetivos identificados em contextos de utilização identificados”. A acessibilidade aborda aspectos discriminatórios em relação à experiência do usuário e a equivalência dessa experiência para pessoas com deficiência, de acordo com o *World Wide Web - W3C* (2005), responsável por desenvolver padrões e recomendações para a web. Já a acessibilidade na web significa que PcDs podem igualmente perceber, compreender, navegar e interagir com websites e ferramentas e contribuir igualmente sem barreiras, definição também do consórcio W3C (2005). Para Tim Berners-Lee (W3C, 2005), considerado o criador da rede mundial, “o poder da Web está em sua universalidade. O acesso de todos, independentemente da deficiência”.

Voltando para a (in)acessibilidade, ela se verifica a partir de pesquisas e relatórios que indicam que o universo digital oferece barreiras de acesso para as pessoas com características e necessidades diversas. Em 2022, o Movimento Web para Todos realizou pesquisa sobre a experiência de uso de páginas web por pessoas com algum tipo de deficiência no Brasil. Foram avaliados 21 milhões de endereços web ativos e identificado que apenas 0,46% dessas páginas tiveram sucesso em testes de acessibilidade. Outra avaliação mais recente, realizada pela organização sem fins lucrativos *Web Accessibility In Mind – WebAIM*, que verificou a acessibilidade em 1 milhão de páginas web, no relatório de 2024, encontrou 56.791.260 erros de acessibilidade distintos, com uma média de 56,8 erros por página.

Entende-se como erro, no contexto da acessibilidade digital, uma barreira que provoca impacto para o uso das pessoas. Ao longo da evolução da internet, vários estudos pesquisaram essas barreiras digitais, indicando os principais problemas de acessibilidade, como o uso de cores, contrastes, ausência de texto alternativo para imagens, visibilidade de *links*, elementos de lista, atributos de idioma e rótulos de formulários (Ismail; Kuppusamy, 2022). Outros estudos indicaram que a acessibilidade não acompanha a crescente complexidade das interações web e que apesar das ferramentas de verificação automática de acessibilidade serem conhecidas, isso não tem impactado no desenvolvimento de sites acessíveis (Leuthold; Bargas-Avila; Opinis, 2008).

Para contribuir com uma internet mais acessível, o consórcio W3C publicou diretrizes, padrões e técnicas para a acessibilidade na web, as *Web Content Accessibility Guidelines – WCAG*.

Os primeiros trabalhos (Primeira Onda) para a definição dessas diretrizes eram essencialmente técnicos e voltados para às tecnologias web, com a WCAG 1.0, publicada em 1999 (Power *et al.*, 2018 *apud* Vollenwyder, 2023). Em 2008 foi publicada a primeira revisão e reorganização das recomendações, que aconteceu em torno de quatro pilares: perceptível, operável, compreensível e robusto (Segunda Onda), WCAG 2.0, onde o foco estava no contexto de uso e na inclusão de critérios centrados nas tarefas dos usuários (Caldwell *et al.*, 2008; Power *et al.*, 2012; Harper & Yesilada, 2008 *apud* Vollenwyder, 2023).

As WCAG passaram então a ser objeto de estudos que investigaram as influências positivas e negativas, no que diz respeito a experiência dos usuários com e sem deficiência (Pascual *et al.*, 2014b; Schmutz *et al.*, 2017b *apud* Vollenwyder, 2023; Vollenwyder, 2019) e que sítios considerados acessíveis apresentavam mais qualidades e estavam relacionados a boas reações emocionais dos usuários PcDs ou não (Aizpurua; Harper; Vigo, 2016). Outro exemplo dessa abordagem está no artigo *Implementing recommendation from Web Accessibility Guidelines: would they also provide benefits to nondisabled users*, em que os autores apresentaram a conformidade com as diretrizes de acessibilidade como uma entrega de benefícios para os usuários sem deficiência, considerando aspectos como o de usabilidade, tempo de execução de tarefas e avaliação geral dos usuários (Schmutz; Sonderegger; Sauer, 2016).

Entretanto, é preciso considerar que, desde a publicação das WCAG, muitas críticas foram direcionadas às recomendações técnicas de acessibilidade, gerando certa aversão aos critérios. Alguns autores apontaram o nível de compreensão desses critérios, sua complexidade e rigor como um dificultador para a acessibilidade digital, fazendo com que apenas pessoas especialistas entendam e implementem essas recomendações (Hanson; Richards, 2013). Diante dessa problemática na implementação das recomendações de acessibilidade digital e considerando a realidade ainda (in)acessível apresentada pelas pesquisas e relatórios da área, o foco desse artigo está em investigar os estudos mais recentes de acessibilidade digital, assim como a evolução e aplicação da ergonomia cognitiva neste contexto, em busca de caminhos, direcionamentos e recomendações que contribuam para inclusão e democratização do universo digital.

Esse artigo explora o levantamento bibliográfico, analisando no primeiro bloco, tendências na área de Acessibilidade Digital. No bloco seguinte, a Ergonomia Cognitiva – EC é conceituada, assim como a ergonomia organizacional. O terceiro bloco foca na integração e relacionamento entre os temas, a partir das pesquisas recuperadas nas bases e referências bibliográficas, abordando também o Design, a Experiência do Usuário e a Indústria 5.0. Na seção seguinte é apresentado o resultado e considerações finais sobre o estudo.

## 2 Acessibilidade Digital

As pesquisas relacionadas ao tema Acessibilidade Digital, escopo desse estudo, apresentaram uma coerência cronológica de assuntos, que começa com artigos voltados para análise da acessibilidade digital e identificação dos principais erros encontrados; estudo dos critérios de acessibilidade para realização de recomendações e boas práticas; avaliações de sítios governamentais; pesquisas em portais universitários e foco no ensino e educação; e estudos voltados para a experiência do usuário, design participativo e foco no usuário PcD como centro das análises. Alguns exemplos desses estudos são listados no Quadro 1.

Quadro 1 – Lista de artigos de acessibilidade digital

<b>Autores (ano de publicação)</b>	<b>Título do artigo</b>
Parmanto; Zeng (2005)	Metric for Web accessibility evaluation
Hackett S.; Parmanto B. (2005)	A longitudinal evaluation of accessibility: higher education web sites
Brophy, P.; Craven, J. (2007)	Web accessibility
Shi, Y. (2007)	The accessibility of Chinese local government Web sites: An exploratory study
Kuzma, J. M. (2010)	Accessibility design issues with UK e-government sites
Harper; Chen (2012)	Web accessibility guidelines: A lesson from the evolving Web
Kamoun; Almourad (2014)	Accessibility as an integral factor in e-government web site evaluation: the case of Dubai e-government
Vollenwyder <i>et al.</i> (2019)	Salient beliefs influencing the intention to consider Web Accessibility
Alim, S. (2021)	Web Accessibility of the Top Research-Intensive Universities in the UK
Ismail; Kuppusamy (2022)	Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites
Vollenwyder <i>et al.</i> (2019)	How compliance with web accessibility standards shapes the experiences of users with and without disabilities

Fonte: pesquisas realizadas nas bases Web of Science, Scopus e Google Scholar.

Reduzindo o escopo da pesquisa à base Google Scholar, e avaliando as tendências de publicações realizadas utilizando a palavra-chave “*digital inaccessibility*”, observou-se a permanência de alguns temas citados no Quadro 1, como a experiência educacional e aprendizado virtual; acesso à serviços governamentais; barreiras tecnológicas; e tecnologias assistivas. Com a pandemia de COVID-19, esse também se tornou um tema recorrente, assim como aspectos de inclusão e exclusão digital e de experiência do usuário. Em um primeiro momento, a análise dos artigos foi exploratória, focada apenas na leitura dos títulos e resumos das publicações apresentadas como resultado da busca.

Ao realizar a mesma pesquisa, retirando o prefixo “in” da palavra-chave, “*digital accessibility*”, os resultados aumentaram consideravelmente em números de artigos recuperados. Na pesquisa com o prefixo “in” foram recuperados 107 resultados, em comparação com a pesquisa sem o prefixo, que apresentou 9.850 resultados. Aplicado o filtro de ano, 2024, as publicações recuperadas seguiram com temáticas educacionais; acessibilidade em bibliotecas; portais governamentais; COVID-19; barreiras de acessibilidade e experiência dos usuários. Entretanto, temas como inteligência artificial, metaverso, redes sociais, jogos e aplicações para dispositivos móveis se tornaram mais recorrentes. Alguns desses artigos foram selecionados para leitura aprofundada e análise dentro do contexto dessa pesquisa, relatados na sequência.

Em 2003, Sherman e Protas publicaram o artigo *Toward more accessible web sites*, em que falaram dos problemas da (in)acessibilidade, das legislações e de como a acessibilidade é transversal e depende de uma responsabilidade coletiva. No artigo os autores apresentaram técnicas para implementação de soluções acessíveis, passando por todos os perfis que atuam no desenvolvimento, com foco maior nos desenvolvedores. É relevante observar que os autores já se preocupavam com esse público em uma época em que as pesquisas focavam nas barreiras de acessibilidade. A WCAG vigente ainda era a 1.0, que foi publicada em 1999.

Em 2006, John Walsh trazia uma perspectiva positiva na aplicação da Lei *Americans with Disabilities Act* - ADA em bibliotecas. Apesar da pesquisa apontar que, na época, boa parte das páginas governamentais não estavam compatíveis com a ADA, o autor apresentou a eficácia das recomendações como forma de oferecer uma melhor experiência às pessoas com deficiência, abordando as Interações Humano-Computador como ponto de partida para definição das reais necessidades desses usuários. A positividade do autor contrasta com a realidade da acessibilidade verificada anos depois, como evidenciaram os relatórios citados no início desse artigo. É importante ressaltar a relevância do tema acessibilidade para bibliotecas, considerando que o ensino é uma área essencial para o processo de inclusão de pessoas com deficiências. Isso é reforçado pelo número de pesquisas recuperadas que abordam essa temática.

Outro estudo, *The perception of website accessibility: a survey of Turkish software professionals* (Durdu; Yerlikaya, 2020), aborda a percepção dos profissionais envolvidos na produção de softwares, mostrando que esses profissionais entendem a relação entre acessibilidade, usabilidade e experiência do usuário, além de apontarem a importância da legislação como ferramenta motivadora para a entrega de soluções de TI acessíveis. A agilidade também foi tópico de uma das publicações recuperadas na pesquisa. Em *Studying industry practices of accessibility requirements in Agile Development*, Miranda e Araujo (2022) investigaram como equipes ágeis atuam com acessibilidade. Os autores identificaram questões voltadas para a falta de capacitação dos profissionais e para a não priorização da acessibilidade. Apesar dos participantes relatarem o uso de requisitos de acessibilidade e o critério de definição de pronto (critérios de aceitação), os pesquisadores não identificaram métodos que auxiliaram nesse processo e nem como esses requisitos foram escritos e interpretados pelas equipes ágeis. O artigo finaliza oferecendo ferramentas para a atuação desses times, como *checklists* e o uso de tecnologias assistivas.

Em *Exploring the Need of Accessibility Education in the Software Industry: insights from a survey of software professionals in India* (Parthasarathy; Joshi, 2023) é realizada pesquisa diretamente com os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento de softwares. Como resultado, foi apresentada “a falta de competências de acessibilidade e uma falta geral de consciência” como um dos pontos principais para a (in)acessibilidade. Isso corrobora com a crescente produção de conhecimentos de acessibilidade focados no ensino e educação desses profissionais.

Outro ponto importante da pesquisa é que o percentual de profissionais que se declararam proficientes em acessibilidade é alto (43,8%), o que contrasta com o problema de (in)acessibilidade que perdura ao longo dos anos sem grades evoluções (Relatório WebAIM, 2024). Os autores creditaram esse valor a um possível viés de desejabilidade social, considerando também que esses profissionais não indicaram experiências anteriores com acessibilidade ao responderem a pesquisa. Outro dado relevante é o de que profissionais de nível júnior não estão possivelmente envolvidos em questões de acessibilidade. Esse é mais um reforço para o crescente volume de pesquisas preocupadas com o ensino da acessibilidade, ponto esse que os autores declararam como medidas

que levam um maior tempo para se materializarem, o que impacta em mais alguns anos enfrentando a (in)acessibilidade.

A pesquisa também fala do desafio e dificuldade no recrutamento de PcDs qualificadas e com conhecimento técnico para participarem do processo de desenvolvimento de softwares. Isso mostra que os conhecimentos e pesquisas desenvolvidos na área de design participativo e acessibilidade podem não estar reverberando como deveriam nas empresas e/ou também que os problemas de (in)acessibilidade impactam inclusive na formação de PcDs e no acesso à educação e qualificação técnica para que possam contribuir efetivamente com a construção de soluções de tecnologia acessíveis. A relevância dessa pesquisa também está no fato de que foram localizados poucos estudos focados em todos os profissionais responsáveis por desenvolvimento de soluções de TI: designers, desenvolvedores, gestores e analistas de qualidade.

Ainda seguindo a linha de artigos voltados ao ensino de acessibilidade para os profissionais que trabalham com desenvolvimento de softwares, Parthasarathy e Swaroop (2023) pesquisaram a aplicação de uma ferramenta da Gestão do Conhecimento, a Comunidade de Prática – CoP, em *Teaching Digital Accessibility to Industry Professionals using the Community of Practice Framework: An Experience Report*. Os autores encontraram na CoP uma possibilidade eficaz de aprendizado e desenvolvimento em acessibilidade desses profissionais e forneceram novas recomendações a partir das descobertas da pesquisa, assim como proposta de emenda de capacitação.

Mais uma referência que aborda a importância da educação em acessibilidade está no artigo *Workplace approaches to teaching digital accessibility: establishing a common foundation of awareness and understanding* (Lewthwaite; Horton; Coverdale, 2023). Nesse artigo, os autores realizaram investigação pedagógica com 55 educadores experientes em acessibilidade, tanto no ensino superior com em seus locais de trabalho, identificando abordagens de ensino e desafios desses profissionais. A pesquisa concluiu que a acessibilidade digital é considerada competência essencial e relevante para a inclusão no mundo digital e que essa compreensão e sensibilização se faz relevante tanto academicamente como em locais de trabalho. Coverdale, Lewthwaite e Horton (2024) também abordaram a Comunidade de Prática e os Centros de Excelência em outro estudo, *Digital accessibility education in context: expert perspectives on building capacity in academia and the workplace*, como formas de promover o aprendizado transversal da acessibilidade e o compartilhamento de conhecimentos. Os autores reforçaram que a academia e a indústria devem focar em maior aproximação desses espaços para avanço no tema e que mais investigações empíricas deveriam ser realizadas nesse campo.

### 3 Ergonomia Cognitiva

Para conceituar a ergonomia cognitiva é preciso abordar antes a ergonomia. A definição de ergonomia adotada pela International Ergonomics Association – IEA (2000) sugere disciplina científica “preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar e para otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema”. Em *Introdução à ergonomia: da prática à teoria* (Abrahão *et al.* 2009, p. 19), os autores descreveram que se trata de uma disciplina “que tem como objetivo transformar o trabalho, em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano”.

Ao definir os dois conceitos, Ergonomia e Ergonomia Cognitiva - EC, Hollnagel (1997)

considera que a ergonomia clássica “concentra-se nos aspectos físicos do trabalho e nas capacidades humanas, tais como força, postura e repetição”, enquanto a ergonomia cognitiva preocupa-se com a “qualidade do trabalho, centrando-se no resultado ou produto que resulta dos esforços do sistema de trabalho, bem como no trabalho em si”. Para o autor, a EC tem seu foco no pensar em vez do agir, de modo que as ações são determinadas pela capacidade de compreensão da situação, que pode ser modificada ou ajustada a partir das informações e *feedbacks* disponíveis. Hollnagel (1997) considera que a abordagem está na reciprocidade entre trabalho e mente e em como a cognição humana afeta e é afetada pelo trabalho.

Para Abrahão *et al.* (2009, p. 154), o objetivo da EC está em “desenvolver estudos que permitam conceber novos métodos de análise e modelos explicativos da atividade cognitiva em contexto de trabalho”. Trata-se de observar aquilo que pode afetar negativamente o trabalho e atuar na redução dessas ocorrências e seus impactos, identificando ou prevendo as situações em que o erro ou problema pode ocorrer, descrevendo as possíveis causas desses problemas e buscando meios de evitá-los (Hollnagel, 1997). É nessa perspectiva que o autor relaciona a ergonomia cognitiva com o design tanto no uso de ferramentas como nas situações de trabalho como um todo (Hollnagel, 1997). E por considerar as situações de trabalho, é importante definir também a ergonomia organizacional que, de acordo com a IEA (2000), consiste na área preocupada “com a otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas, políticas e processos organizacionais”.

Essa preocupação com as organizações é demonstrada também no artigo *Work organization and ergonomics* (Carayon; Smith, 2000), no qual os autores examinam o impacto das tendências sociais, tecnológicas e empresariais na organização do trabalho e na ergonomia. Questões como o contexto organizacional, as tarefas realizadas, a forma em que os trabalhadores são apresentados a novas tecnologias ou outras mudanças, assim como o apoio recebido para essas mudanças, são algumas das questões que impactam esses profissionais e seus desempenhos. A ergonomia então deve ser considerada como uma abordagem que possibilita o equilíbrio organizacional que, conforme os autores Carayon e Smith (2000), aborda como uma organização direciona seus esforços para “os objetivos empresariais e os resultados humanos, examina os aspectos positivos e negativos da concepção do sistema de trabalho/organizacional e minimiza os resultados negativos (humanos e organizacionais)”.

Em *Cognitive ergonomics: a European take on HCI*, os autores Dittmar *et al.* (2021) abordaram o futuro da ergonomia cognitiva, apresentando um contexto histórico e compreensão de que a EC inclui a análise e modelagem de tarefas cognitivas, processo decisório, apresentação e visualização de informações, carga de trabalho mental e estresse no trabalho. A proposta é de abordagem sistêmica geral, considerando as pessoas em seus ambientes de trabalho, e com foco no design, no bem-estar do profissional e no desempenho. Os autores declaram que a EC assume “papel mais ativo, envolvendo utilizadores e outras partes interessadas desde as primeiras fases do projeto, não só para evitar armadilhas, mas também para criar novas ideias para o objeto projetado”. A importância da ergonomia organizacional também é observada, considerando a interação entre esses grupos, individualmente e coletivamente, com a organização.

#### 4 Acessibilidade, Experiência do Usuário, Indústria 5.0 e Ergonomia

Na pesquisa bibliográfica realizada para esse estudo foram encontrados poucos exemplos de publicações que abordaram o uso da Ergonomia Cognitiva como área de contribuição para a

melhoria de desempenho e produtividade com foco em acessibilidade digital. Boa parte das pesquisas são voltadas para usabilidade, navegação de sítios, acessibilidade física, interação humano-computador e experiência do usuário e design centrado no usuário, o que faz com que a Ergonomia Cognitiva tenha forte relação com o Design, mas ainda sendo pouco explorada no universo da acessibilidade digital. Nesse tópico são apresentadas algumas das pesquisas recuperadas que integram essas temáticas, com o objetivo de compreender como as áreas do conhecimento são relacionadas em publicações recentes.

Os autores Sherman e Protas (2003), já citados acima com a publicação *Toward more accessible web sites*, apresentaram a seguinte frase de introdução em seu artigo: “sem informações, testes e avaliações iniciais sobre ergonomia, os esforços de desenvolvimento da web não conseguem atender às necessidades dos usuários com deficiência”. Apesar da publicação não apresentar análises específicas de ergonomia, os autores demonstraram uma preocupação, já em 2003, com as atividades voltadas para o desenvolvimento de softwares e para os problemas da (in)acessibilidade, apontando para a importância da ergonomia.

Em Ergonomia, cognição e trabalho informatizado (Abrahão; Silvino; Sarmet, 2005), os autores abordaram a problemática da navegação em aplicativos e portais da internet e reforçaram a importância da perspectiva do usuário final a partir do referencial teórico da ergonomia. Ponto interessante do artigo é a relação entre as duas perspectivas: a do especialista que atua na entrega desses aplicativos e sítios da internet; e a do usuário. Em 2007, o artigo *O tutor em Educação a Distância: análise ergonômica das interfaces mediadoras* (Sarmet; Abrahão, 2007), colocou um profissional intermediário do processo de educação a distância como foco de Análise Ergonômica do Trabalho para investigar o impacto do uso de ferramentas informatizadas em suas atividades. É importante observar que na pesquisa em questão, a análise ergonômica não foi realizada com o usuário final do processo de ensino a distância (o aluno). Apesar disso, a investigação dos autores apontou incertezas e variabilidades nas demandas dos alunos que interferiram na atuação dos tutores, além dos impactos das ferramentas utilizadas.

Outro exemplo de estudo, com foco no usuário final, que aborda a ergonomia e a persuasão como forma de melhorar a usabilidade, satisfação e acessibilidade na elaboração de softwares, está no artigo *How cognitive ergonomics can deal with the problem of persuasive interfaces: is a criteria-based approach possible*. Os autores Nemery, Brangier e Kopp (2009) apresentaram critérios para medir dimensões persuasivas em interfaces digitais. Já em *La conception: de la résolution de problèmes à la construction de représentations* (Visser, 2009), o autor apresentou a perspectiva do design cognitivo como uma construção de representações. O artigo abordou a visão de Simon do design como resolução de problemas e transformação social e a construção de artefatos a partir de três atividades: gerar, transformar e avaliar.

Mais um exemplo de aplicação da Ergonomia com foco na experiência do trabalhador, a publicação *How to analyse the workers experience in integrated product-process design* (Peruzzini; Grandi; Pellicciari, 2018) apresentou um protocolo de análise para apoiar a definição de requisitos de projetos envolvendo tecnologias digitais. Os autores definiram o modelo para um setor bem específico, a indústria de automóveis, mas deixaram clara a contribuição que a ergonomia exerce na investigação e avaliação humana em processos de design de produtos e serviços, melhorando as tarefas e qualidade do trabalho.

No campo da Acessibilidade, um dos artigos recuperados que relacionou o tema com ergonomia foi *Advances in Design for Inclusion* (Brischetto; Rinaldi, 2019). Nesse artigo os assuntos

Ergonomia, Design e Acessibilidade foram integrados com educação e aprendizagem. O Design Participativo é abordado em um projeto de plataforma inclusiva de ensino, reforçando a coletividade e diversidade na construção de aplicações acessíveis e centradas no usuário final. Outro artigo que abordou a ergonomia na avaliação de sistemas de informação, considerando quatro dimensões: Acessibilidade, Usabilidade, Persuasividade e Emocionalidade foi *AHP-based Approach for Evaluating Ergonomic Criteria*, em que os autores declararam o quanto a ergonomia cognitiva pode “promover uma cultura de trabalho que seja fisicamente segura, mentalmente estimulante e desprovida de tensão cognitiva, levando a menos erros e a uma melhor resolução de problemas” (Benmoussa *et al.*, 2019).

Publicações como *Usability, user experience and accessibility: towards an integrative model* também exploraram a integração entre as áreas da acessibilidade, usabilidade e experiência do usuário na perspectiva ergonômica, apresentando um modelo denominado de Experiência de Interação - IX, com benefícios para os profissionais da área do design, mas reforçando o foco na satisfação e eficácia do usuário final (Sauer; Sonderegger; Schmutz, 2020). Dittmar *et al.* (2021) também relacionaram usabilidade, design e ergonomia cognitiva, considerando que a EC “permite um foco mais amplo na interação com artefatos, desde a usabilidade até a experiência individualizada de uso” (Dittmar *et al.*, 2021).

Seguindo a cronologia, a pandemia de COVID-19 (2020-2021) passou a ser tema de vários estudos tanto na área de acessibilidade, como design e ergonomia. O impacto da pandemia também fez com que a Indústria buscasse um novo modo de operar, focado em resiliência, sustentabilidade e nas pessoas. Para adentrar nesse tema, é preciso conceituar a Indústria 4.0, que aborda a transformação impulsionada pela tecnologia. Xu *et al.* (2021) afirmaram, em *Industry 4.0 and Industry 5.0 - Inception, conception and perception*, que “a cooperação homem-máquina ou as tecnologias de assistência, a abordagem sociotécnica e o equilíbrio entre vida pessoal e profissional não devem ser ignorados”. Os autores conceituaram a Indústria 5.0 como algo que busca alcançar objetivos sociais para além do emprego e crescimento, “fazendo com que a produção respeite os limites do nosso planeta e colocando o bem-estar do trabalhador da indústria no centro do processo de produção” (Xu *et al.*, 2021).

A Indústria 5.0 engloba ambientes de trabalho seguros, inclusivos, orientados por valor e transformação tecnológica com propósito, sem excluir o conceito da Indústria 4.0, mas coexistindo, tecnologia e valor (Xu *et al.*, 2021). Com a proposta de ter objetivos sociais que vão além do crescimento, segundo a Comissão Europeia, a Indústria 5.0 busca fazer “com que a produção respeite os limites do nosso planeta, colocando o bem-estar do trabalhador da indústria no centro do processo de produção” (Renda; Schwaag Serger; Tataj *et al.*, 2021). Os autores, na publicação *Industry 5.0, a transformative vision for Europe – Governing systemic transformations towards a sustainable industry*, reforçam o valor da interdisciplinaridade desde o início, com a inclusão das ciências sociais na investigação tecnológica, apresentando a fusão de competências humanas e tecnológicas para benefício mútuo e complementar, permitindo “ambientes de trabalho mais seguros, mais satisfatórios e mais ergonômicos, nos quais os humanos podem usar a sua criatividade na resolução de problemas, adotar novos papéis e melhorar as suas competências” (Renda; Schwaag Serger; Tataj *et al.*, 2021).

Esse conceito de Indústria 5.0 está diretamente ligado ao conceito de Sociedade 5.0, que busca “equilibrar o desenvolvimento económico com a resolução de problemas sociais e ambientais. Não se restringe ao setor industrial, mas aborda desafios sociais maiores com base na integração de espaços físicos e virtuais” (Breque; De Nul; Petridis, 2021). Em *Industry 5.0 – Towards*

*a sustainable, human-centric and resilient European industry*, os autores (Breque; De Nul; Petridis, 2021) reforçaram a abordagem centrada no ser humano, suas necessidades e interesses fundamentais, indicando o uso da tecnologia como forma de adaptar o processo de produção às necessidades do trabalhador, tornando esse trabalhador mais capacitado e o ambiente de trabalho mais inclusivo.

Como dito anteriormente, a COVID-19 impactou não só a Indústria como também a experiência do usuário, a ergonomia e a inclusão. Alinhado a essa tendência, o artigo *Government al websites quality in Romanian cities: usability, accessibility and the influence of the COVID-19 pandemic* (Urs; Spoaller, 2022) segue relacionando ergonomia e acessibilidade em um contexto pós pandemia de Covid-19 e com foco na melhoria dos serviços governamentais. A condição específica de determinados trabalhadores também foi verificada em pesquisas como a do artigo *UX assessment strategy to identify potential stressful conditions for Workers* (Khamaisi et al., 2022) e da publicação *Online office ergonomics training programs: A scoping review examining design and user-related outcomes* (Zerguine et al., 2022), que realizaram análise ergonômica de páginas da internet, analisando o treinamento on-line em ergonomia de escritório. Outro exemplo de estudos que focam na Ergonomia Cognitiva como forma de melhoria do desenvolvimento dos trabalhadores está no artigo *Updating design guidelines for cognitive ergonomics in human-centred collaborative robotics applications: An expert survey* (Gualtieri et al., 2024). A pesquisa propõe diretrizes para auxiliar não especialistas a realizarem avaliações que abordem para além de riscos mecânicos, na área de robótica e engenharia. Os autores também fazem conexão com os objetivos da Indústria 5.0.

O valor da ergonomia cognitiva é reforçado nessas publicações, como apresenta o artigo *Overcoming COVID-19 pandemic: challenges of human factors and the role of cognitive ergonomics* (Kazemi; Smith, 2023). Os autores exploraram os desafios com a pandemia que levaram a um aumento de sistemas automatizados, mudanças na relação de trabalho e aumento da carga de trabalho mental e conseqüentemente, aumento das necessidades cognitivas, além do estresse, fadiga dos profissionais da saúde e isolamento social. A perspectiva dos fatores humanos e o papel da ergonomia cognitiva são relevantes para atuações positivas em relação a diminuição de erros, melhoria de processos e enfrentamento de crises.

## 5 Considerações Finais

Ao iniciar essa pesquisa, partindo da premissa de uma (in)acessibilidade frequente e contínua em ambientes digitais, esperava-se encontrar estudos e publicações que explorassem a Ergonomia Cognitiva com foco nos profissionais da Indústria de Softwares. A intenção era investigar o quanto a EC poderia contribuir na compreensão da realidade desses profissionais, e conseqüentemente, apresentar perspectivas positivas de ação para um mundo digital mais inclusivo. Entretanto, poucos estudos com essa abordagem foram encontrados.

Boa parte das análises ergonômicas recuperadas tratavam da importância que o especialista e/ou responsável pela implementação de soluções, sejam de TI ou não, deve oferecer ao usuário final, compreendendo suas necessidades por meio de propostas focadas em usabilidade, design participativo e inclusão. Mas considerando que, no que diz respeito a acessibilidade, esses usuários finais ainda enfrentam diversas barreiras, fica o questionamento sobre a real aplicação do design centrado no usuário.

Quando o tema é acessibilidade, é nítido o volume de estudos voltados para a evolução do ensino do tema para esses profissionais, seja no campo ainda da formação acadêmica ou já no mercado de trabalho. Entretanto, essa dificuldade ou gargalo de conhecimento apontada em pesquisas com profissionais de soluções digitais, não é, aparentemente, escopo de análise ergonômica cognitiva, o que auxiliaria na compreensão de como esse volume de informação sobre acessibilidade digital, que não foi abordado antes, impacta o estudo ou trabalho desses profissionais.

É interessante observar que a pandemia de COVID-19 fez com que movimentos como o da Indústria 5.0 reforçassem o quanto é importante não abandonar o olhar para as pessoas. A capacitação em acessibilidade digital também está alinhada com essa proposta, já que a Indústria 5.0 tem como uma de suas iniciativas a melhoria e requalificação dos trabalhadores e profissionais em competências digitais. O conceito de Indústria 5.0 também chega como um reforço ao valor da ergonomia, quando pretende colocar o profissional no centro da experiência de forma saudável e integrar as atividades às suas necessidades (e não o contrário), de forma equilibrada, sustentável e inclusiva.

Diante da perspectiva de valor que a Ergonomia Cognitiva pode entregar para a acessibilidade digital, se faz relevante uma proposta que passe a observar o trabalhador responsável por soluções de TI e não apenas o usuário final, compreendendo como esses profissionais atuam em entregas que estão (in)acessíveis e analisando como essa temática pode ser reformulada. Esses profissionais passariam a ser o foco da análise ergonômica, com o objetivo de investigar as barreiras no processo de construção das soluções de TI, minimizar erros e melhorar as condições de trabalho com relação ao tema acessibilidade digital. A proposta está em uma análise ergonômica focada em profissionais que trabalham com o desenvolvimento de softwares, para analisar como a experiência do usuário PcD e a falta de conhecimento técnico em acessibilidade digital estão relacionadas e impactam as atividades desses profissionais e a qualidade dessas entregas, abordando não só as ferramentas e conhecimentos disponíveis, como também o apoio disponibilizado pelas empresas e a capacidade cognitiva desses profissionais.

A importância dessa abordagem está no fato de que esse grupo de profissionais, designers, desenvolvedores e analistas de qualidade, são pouco explorados em estudos tanto de acessibilidade quanto de ergonomia, quando o assunto é (in)acessibilidade digital e com isso, os motivos reais para a continuidade dessas barreiras seguem sendo desconhecidos. Para aqueles que chegaram até aqui, mesmo após a negativa imposta nas primeiras frases desse artigo, fica a proposta de que a análise ergonômica cognitiva seja explorada como uma perspectiva para compreender as situações reais desses profissionais e examinar possíveis ações de melhorias que realmente impactem na entrega da acessibilidade.

## 6 Referências

ABRAHÃO, Júlia Issy; SILVINO, Alexandre Magno Dias; SARMET, Maurício Miranda. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. *Psicologia: teoria e pesquisa*, v. 21, p. 163-171, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/trQbt5kcM54n7PmJ8rYpHPq/>. Acesso em 18 maio 2024.

ABRAHÃO, J. I.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. e PINHO, D. **Introdução à ergonomia**: da prática à teoria. São Paulo: Editora Blücher, 2009.

ALIM, Sophia. Web accessibility of the top research-intensive universities in the UK. **Sage Open**, v.

- 11, n. 4, p. 21582440211056614, 2021. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/21582440211056614>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- AIZPURUA, Amaia; HARPER, Simon; VIGO, Markel. Exploring the relationship between web accessibility and user experience. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 91, p. 13-23, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581916000409?via%3Dihub#bib28>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- BENMOUSSA, Khaoula et al. AHP-based approach for evaluating ergonomic criteria. *Procedia Manufacturing*, v. 32, p. 856-863, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919303300>. Acesso em: 18 maio 2024.
- BRISCHETTO, Alessia; RINALDI, Alessandra. Designing of Inclusive Learning Experiences: Preliminary Outcomes of a Pilot Project Tailored to SLD. In: *Advances in Design for Inclusion: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Design for Inclusion and the AHFE 2019 International Conference on Human Factors for Apparel and Textile Engineering*, July 24-28, 2019, Washington DC, USA 10. Springer International Publishing, 2020. p. 22-34. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20444-0\\_3?sv1=affiliate&sv\\_campaign\\_id=685769&awc=26429\\_1717374143\\_ab04ca8548508b7defe7e4db711cbc94&utm\\_medium=affiliate&utm\\_source=awin&utm\\_campaign=CONR\\_BOOKS\\_ECOM\\_DE\\_PBOOK\\_ALWYS\\_DEEPLINK&utm\\_content=textlink&utm\\_term=685769](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-20444-0_3?sv1=affiliate&sv_campaign_id=685769&awc=26429_1717374143_ab04ca8548508b7defe7e4db711cbc94&utm_medium=affiliate&utm_source=awin&utm_campaign=CONR_BOOKS_ECOM_DE_PBOOK_ALWYS_DEEPLINK&utm_content=textlink&utm_term=685769). Acesso em: 25 maio 2024.
- BROPHY, Peter; CRAVEN, Jenny. Web accessibility. **Library trends**, v. 55, n. 4, p. 950-972, 2007. Disponível em: <https://muse.jhu.edu/pub/1/article/216646/summary>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- CARAYON, Pascale; SMITH, Michael J. Work organization and ergonomics. *Applied ergonomics*, v. 31, n. 6, p. 649-662, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687000000405>. Acesso em 01 jun. 2024.
- COVERDALE, Andy; LEWTHWAITE, Sarah; HORTON, Sarah. Digital accessibility education in context: expert perspectives on building capacity in academia and the workplace. **ACM Transactions on Accessible Computing**, 2024. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3649508>. Acesso em: 02 jun. 2024.
- DA LÍNGUA PORTUGUESA, Dicionário Priberam. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- DITTMAR, Anke et al. Cognitive ergonomics: A European take on HCI. **Interactions**, v. 28, n. 2, p. 88-92, 2021. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3447792>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- DURDU, Pinar Onay; YERLIKAYA, Zehra. The perception of website accessibility: A survey of Turkish software professionals. **AJIT-e: Academic Journal of Information Technology**, v. 11, n. 41, p. 42-71, 2020. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ajit-e/issue/56294/738410>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A., *Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*, Publications Office of the European Union, 2021. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>. Acesso em: 08 jun. 2024.
- European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Renda, A., Schwaag

Serger, S., Tataj, D. et al., *Industry 5.0, a transformative vision for Europe – Governing systemic transformations towards a sustainable industry*, Publications Office of the European Union, 2021. Disponível em: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/17322>. Acesso em: 08 jun. 2024.

GUALTIERI, Luca et al. Updating design guidelines for cognitive ergonomics in human-centred collaborative robotics applications: An expert survey. *Applied Ergonomics*, v. 117, p. 104246, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687024000231>. Acesso em 18 maio 2024.

HACKETT, Stephanie; PARMANTO, Bambang. A longitudinal evaluation of accessibility: higher education web sites. *Internet Research*, v. 15, n. 3, p. 281-294, 2005. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/10662240510602690/full/html>. Acesso em: 15 nov. 2023.

HANSON, Vicki L.; RICHARDS, John T. Progress on website accessibility? *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, v. 7, n. 1, p. 1-30, 2013. Disponível em: <https://dl-acm-org.ez54.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1145/2435215.2435217>. Acesso em: 15 nov. 2023.

HARPER, Simon; CHEN, Alex Q. Web accessibility guidelines: A lesson from the evolving Web. *World Wide Web*, v. 15, p. 61-88, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11280-011-0130-8>. Acesso em: 15 nov. 2023.

HOLLNAGEL, Erik. Cognitive ergonomics: it's all in the mind. *Ergonomics*, v. 40, n. 10, p. 1170-1182, 1997. Acesso em 18/05/23. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/001401397187685>. Acesso em: 25 maio 2024.

IEA, I. E. A. What is ergonomics. 2000. Disponível em: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ISMAIL, Abid; KUPPUSAMY, K. S. Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, v. 34, n. 3, p. 901-911, 2022. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157818312394?fr=RR-2&ref=pdf\\_download&rr=82b30334ee50628f](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157818312394?fr=RR-2&ref=pdf_download&rr=82b30334ee50628f). Acesso em: 24 nov. 2023.

ISO/IEC, 30071-1:2019. **Tecnologia da Informação – Desenvolvimento de Acessibilidade da Interface do Usuário - Parte 1: Código de Prática para a Criação de Produtos e Serviços de TIC Acessíveis**. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/-iso:std:iso-iec:30071:-1:ed-1:v1:en>. Acesso em: 24 maio 2024.

KAMOUN, Faouzi; BASEL ALMOURAD, Mohamed. Accessibility as an integral factor in e-government web site evaluation: The case of Dubai e-government. *Information Technology & People*, v. 27, n. 2, p. 208-228, 2014. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITP-07-2013-0130/full/html>. Acesso em: 15 nov. 2023.

KAZEMI, Reza; SMITH, Andrew. Overcoming COVID-19 pandemic: emerging challenges of human factors and the role of cognitive ergonomics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, v. 24, n. 4, p. 401-412, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1463922X.2022.2090027>. Acesso em: 25 maio 2024.

KHAMAISSI, Riccardo Karim et al. UX assessment strategy to identify potential stressful conditions for workers. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 78, p. 102403, 2022. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584522000904>. Acesso em 18 maio 2024.

KUZMA, Joanne M. Accessibility design issues with UK e-government sites. **Government information quarterly**, v. 27, n. 2, p. 141-146, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X0900135X>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LEUTHOLD, Stefan; BARGAS-AVILA, Javier A.; OPWIS, Klaus. Beyond web content accessibility guidelines: Design of enhanced text user interfaces for blind internet users. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 66, n. 4, p. 257-270, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581907001413>. Acesso em: 15 nov. 2023.

LEWTHWAITE, Sarah; HORTON, Sarah; COVERDALE, Andy. Workplace approaches to teaching digital accessibility: establishing a common foundation of awareness and understanding. **Frontiers in Computer Science**, v. 5, 2023. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcomp.2023.1155864/full>. Acesso em: 03 jun. 2024.

MIRANDA, Darliane; ARAUJO, João. Studying industry practices of accessibility requirements in agile development. In: **Proceedings of the 37th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing**. 2022. p. 1309-1317. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3477314.3507041>. Acesso em: 02 jun. 2024.

NEMERY, Alexandra; BRANGIER, Eric; KOPP, Steve. How cognitive ergonomics can deal with the problem of persuasive interfaces: Is a criteria-based approach possible. **L. Norros, H. Koskinen, L. Salo, & P. Savioja. Designing beyond the product: understanding activity an user experience in ubiquitous environments**, p. 61-64, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Hanna-Toiviainen/publication/279999838\\_Cultivating\\_and\\_enriching\\_a\\_tool\\_in\\_use-Case\\_'Development\\_Radar'/links/56338d1b08ae7588411216b3/Cultivating-and-enriching-a-tool-in-use-Case-Development-Radar.pdf#page=63](https://www.researchgate.net/profile/Hanna-Toiviainen/publication/279999838_Cultivating_and_enriching_a_tool_in_use-Case_'Development_Radar'/links/56338d1b08ae7588411216b3/Cultivating-and-enriching-a-tool-in-use-Case-Development-Radar.pdf#page=63). Acesso em: 02 jun. 2024.

PARA TODOS, Movimento Web. Número de sites brasileiros aprovados em todos os testes de acessibilidade mantém crescimento, mas ainda é menos de 1% do total. 2021. Disponível em: <https://mwpt.com.br/numero-de-sites-brasileiros-aprovados-em-todos-os-testes-de-acessibilidade-tem-queda-em-relacao-ao-ano-passado-e-e-ainda-menor-que-1/>. Acesso em: 08 jun. 2024.

PARMANTO, Bambang; ZENG, Xiaoming. Metric for web accessibility evaluation. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 56, n. 13, p. 1394-1404, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.20233>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PARTHASARATHY, P. D.; JOSHI, Swaroop. Teaching Digital Accessibility to Industry Professionals using the Community of Practice Framework: An Experience Report. arXiv preprint arXiv:2401.00449, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2401.00449>. Acesso em: 02 jun. 2024.

PARTHASARATHY, P. D.; JOSHI, Swaroop. Exploring the Need of Accessibility Education in the Software Industry: Insights from a Survey of Software Professionals in India. In: **Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training**. 2024. p. 212-220. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3639474.3640079>. Acesso em 01 jun. 2024.

- PERUZZINI, Margherita; GRANDI, Fabio; PELLICCIARI, Marcello. How to analyse the workers' experience in integrated product-process design. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 12, p. 31-46, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X17300651>. Acesso em: 03 jun. 2024.
- SARMET, Maurício Miranda; ABRAHAO, Júlia Issy. O tutor em Educação a Distância: análise ergonômica das interfaces mediadoras. **Educ. Rev.**, Belo Horizonte, n. 46, p. 109-141, dez. 2007. Disponível em: [http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-46982007000200004&lng=pt&nrm=iso](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982007000200004&lng=pt&nrm=iso). Acessos em: 18 maio 2024.
- SAUER, Juergen; SONDEREGGER, Andreas; SCHMUTZ, Sven. Usability, user experience and accessibility: towards an integrative model. **Ergonomics**, v. 63, n. 10, p. 1207-1220, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139.2020.1774080>. Acesso em: 18 maio 2024.
- SCHMUTZ, Sven; SONDEREGGER, Andreas; SAUER, Juergen. Implementing recommendations from web accessibility guidelines: would they also provide benefits to nondisabled users. **Human factors**, v. 58, n. 4, p. 611-629, 2016. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0018720816640962#bibr39-0018720816640962>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- SHI, Yuquan. The accessibility of Chinese local government Web sites: An exploratory study. **Government Information Quarterly**, v. 24, n. 2, p. 377-403, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X06000888>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- SHERMAN, Paul; PROTAS, Benjamin. Toward more accessible web sites. **Ergonomics In Design**, v. 11, n. 1, p. 17-22, 2003. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/106480460301100105>. Acesso em: 25 maio 2024.
- URS, Nicolae; SPOALLER, Dorin. Governmental Websites Quality in Romanian Cities: Usability, Accessibility, and the Influence of the COVID-19 Pandemic. URS, Nicolae, p. 113-130, 2022. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4235803](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4235803). Acesso em 28 maio 2024.
- VISSER, Willemien. La conception: de la résolution de problèmes à la construction de représentations. **Le travail humain**, v. 72, n. 1, p. 61-78, 2009. Disponível em: <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2009-1-page-61.htm>. Acesso em: 25 maio 2024.
- VOLLENWYDER, Beat *et al.* Salient beliefs influencing the intention to consider Web Accessibility. **Computers in Human Behavior**, v. 92, p. 352-360, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S074756321830551X?via%3Dihub>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- VOLLENWYDER, Beat *et al.* How compliance with web accessibility standards shapes the experiences of users with and without disabilities. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 170, p. 102956, 2023. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581922001756?ref=pdf\\_download&fr=R-R-2&rr=8289e338b82e6295#b3](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071581922001756?ref=pdf_download&fr=R-R-2&rr=8289e338b82e6295#b3). Acesso em: 15 nov. 2023.
- WALSH, John. Improving web accessibility for the visually impaired. **Library Hi Tech News**, v. 23, n. 8, p. 29-31, 2006. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/07419050610713709/full/html>. Acesso

em: 02 jun. 2024.

WebAIM. The WebAIM Million - The 2024 Report on the Accessibility of the Top 1,000,000. 2024. Disponível em: <https://webaim.org/projects/million/>. Acesso em: 08 jun. 2024.

W3C – WORLD WIDE WEB CONSORTIUM. Introduction to Web Accessibility. 2005. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro>. Acesso em: 24 maio 2024.

XU, Xun et al. Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. **Journal of manufacturing systems**, v. 61, p. 530-535, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612521002119>. Acesso em: 03 jun. 2024.

ZERGUINE, Haroun et al. Online office ergonomics training programs: A scoping review examining design and user-related outcomes. *Safety Science*, v. 158, p. 106000, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753522003393>. Acesso em: 18 maio 2024.