

# Mundo Desconectado e Invisível: Desafios e Oportunidades para Mitigar a Desigualdade Digital

Alberto Schaeffer-Filho<sup>1</sup>, Antônio Abelém<sup>2</sup>, Gabriel Nazar<sup>1</sup>, Jéferson Nobre<sup>1</sup>,  
Juliano Wickboldt<sup>1</sup>, Lisandro Granville<sup>1</sup>, Luciano Gaspar<sup>1</sup>, Weverton Cordeiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Exatas e Naturais – Universidade Federal do Pará (UFPA)  
Belém – PA

**Resumo.** Apesar da popularização, um terço da população mundial continuou desconectada da Internet em 2023. Mesmo durante a pandemia, dois terços das crianças em idade escolar no mundo ficaram sem acesso à Internet para desenvolver suas atividades em seus lares. Embora superlativos e preocupantes, esses números infelizmente revelam muito pouco sobre a existência de um verdadeiro “mundo desconectado e invisível”. Disparidades socioeconômicas e educacionais, além de questões culturais, de gênero e de raça, entre outras, também afetam uma parcela significativa da população mundial que, embora tenha acesso a tecnologias digitais e à Internet, enfrenta grandes dificuldades no dia a dia digital. Por exemplo, a falta de acessibilidade em websites, apps, etc., muitas vezes priva pessoas com necessidades particulares do direito a participar plenamente no mundo digital. Mesmo pessoas que têm um smartphone às vezes são incapazes de acessar a Internet por falta de eletricidade ou cobertura de rede celular. Esses exemplos, que afetam o acesso a serviços básicos de saúde, educação, cultura e cidadania e comprometem o desenvolvimento econômico e social, impõem grandes desafios multidisciplinares em áreas como Interface Humano-Computador, Projeto de Sistemas Eletrônicos e Computacionais, Engenharia de Software, Redes de Computadores, entre outros. Neste documento, elencamos desafios e oportunidades de pesquisa em Computação que a comunidade científica possui à frente para mitigar a exclusão e desigualdade digital, e promover a inclusão digital em regiões com necessidades específicas.

**Abstract.** Despite the widespread popularity of the Internet, one-third of the world’s population remained disconnected in 2023. Even during the pandemic, two-thirds of school-age children worldwide did not have access to the Internet to carry out their activities at home. Although superlative and worrying, these numbers unfortunately reveal very little about the existence of a truly “disconnected and invisible world”. Socioeconomic and educational disparities, as well as cultural, gender and racial issues, among others, also affect a significant portion of the world’s population who, despite having access to digital technologies and the Internet, face great difficulties in their daily digital lives. For example, the lack of accessibility on websites, apps, etc., often deprives people with special needs of the right to fully participate in the digital world. Even people who have a smartphone are sometimes unable to access the Internet due to a lack of electricity or cellular network coverage. These examples, which affect

*access to basic health, education, culture and citizenship services and compromise economic and social development, pose major multidisciplinary challenges in areas such as Human-Computer Interface, Electronic and Computational Systems Design, Software Engineering, Computer Networks, among others. In this document, we list challenges and research opportunities in Computing that the scientific community has ahead to mitigate digital exclusion and inequality, and promote digital inclusion in regions with specific needs.*

## 1. Introdução

De acordo com o Censo IBGE 2022 [IBGE 2022], 28,2 milhões de brasileiros não têm acesso à Internet<sup>1</sup>, e quase um milhão de brasileiros não têm acesso à energia elétrica<sup>2</sup>. Esses números infelizmente refletem internamente um problema persistente no restante do mundo. Em plena era digital, cerca de 675 milhões de pessoas ainda vivem sem eletricidade [Chade 2023], 2,7 bilhões sem Internet [Andrade 2023] e dois terços das crianças em idade escolar não tem acesso à Internet em casa [UNICEF 2020].

Embora superlativos e preocupantes, esses números revelam muito pouco sobre a existência de um “mundo desconectado e invisível”. Disparidades socioeconômicas e educacionais, além de questões culturais, de gênero e de raça, entre outras, também afetam uma parcela significativa da população mundial que, embora tenha acesso a tecnologias digitais e à Internet, enfrenta grandes dificuldades no dia a dia digital e acaba sendo privada de uma *conectividade significativa* [NIC.Br 2024]. Esse conceito, que refere-se à capacidade do indivíduo em alcançar benefícios pessoais e oportunidades decorrentes do acesso à Internet, abrange aspectos como qualidade do acesso, dispositivos disponíveis para uso e habilidades digitais. Por exemplo, a falta de acessibilidade em websites, apps, etc., muitas vezes priva pessoas com necessidades especiais do direito a participar plenamente no mundo digital [Bentley et al. 2024]. Mesmo pessoas que têm um smartphone às vezes são incapazes de acessar a Internet por falta de eletricidade ou cobertura de rede celular, ou porque a interface não atende às necessidades particulares dessas pessoas.

Esses exemplos, que afetam o acesso a serviços básicos de saúde, educação, cultura e cidadania e comprometem o desenvolvimento econômico e social, impõem um grande desafio multidisciplinar para desenvolver soluções computacionais – a partir de avanços em áreas como Interface Humano-Computador, Engenharia de Software, Projeto de Sistemas Eletrônicos e Computacionais, Redes de Computadores, entre outros – para promover a conectividade significativa da população. Neste documento, começamos pela definição do conceito de “mundo desconectado e invisível”, passando pelas causas e consequências da existência desse mundo desconectado e invisível, e elencamos um conjunto de desafios e oportunidades de pesquisa em Computação que a comunidade científica possui à frente para mitigar a exclusão e desigualdade digital, e promover a inclusão digital efetiva para as populações necessitadas. A importância e relevância deste tema é inclusive destacada pela temática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação 2024 (*Deserto Digital: O Mundo Desconectado e Não Visto*) e a Palestra P3 proferida no SEMISH / CSBC 2024, também sobre o tema de mundo desconectado e invisível<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>InfoMoney: 28,2 milhões de brasileiros não têm acesso à Internet, diz IBGE - <https://www.infomoney.com.br/consumo/282-milhoes-de-brasileiros-nao-tem-acesso-a-internet-diz-ibge/>

<sup>2</sup>Jornal da USP: Falta de acesso à energia elétrica ainda é uma realidade no Brasil - <https://jornal.usp.br/radio-usp/falta-de-acesso-a-energia-eletrica-ainda-e-uma-realidade-no-brasil/>

<sup>3</sup>SEMISH / CSBC 2024: Palestra P3: Mundo Desconectado e Invisível: Desafios e Oportunidades de Pesquisa para Mitigar a Desigualdade Digital

## 2. Mundo Desconectado e Invisível: Conceitos e Definições

O fenômeno da exclusão digital, que leva à existência de um mundo desconectado e invisível, é referenciado e estudado pelo menos desde a década de 90, com os anos 2000 testemunhando o surgimento de uma pesquisa interdisciplinar focada nos aspectos tecnológicos, psicológicos, sociológicos, econômicos, e educacionais relacionados [Van Dijk 2017]. Em resumo, a exclusão digital descreve a lacuna existente entre pessoas que possuem níveis satisfatórios de acesso a tecnologias digitais (incluindo aqui as capacidades econômicas para adquiri-las) bem como as habilidades para usar essas tecnologias efetivamente, em contraste às pessoas que possuem acesso limitado e habilidades digitais reduzidas [Soomro et al. 2020, Lythreath et al. 2022]. Para compreender esse fenômeno a partir da dimensão tecnológica [Wilson-Menzfeld et al. 2024], algumas perguntas importantes devem ser respondidas:

**O que esse mundo engloba?** Para além de classificar as pessoas entre as que possuem e não possuem acesso a tecnologias digitais e à Internet, esse mundo compreende pessoas que, embora tenham acesso a tecnologias, são excluídas de uma vida plenamente digital por fatores diversos. Por exemplo, Sin *et al.* [Sin et al. 2021] recentemente definiram o conceito de “marginalização pelo projeto digital” (*digital design marginalization*), que se refere a decisões de projeto de interfaces de software (incluindo aqui apps de smartphones) que ativamente criam barreiras para certos grupos de usuários em usufruírem de serviços online. Um exemplo ilustrativo, e bastante debatido recentemente, é o de cardápios exclusivamente digitais em restaurantes<sup>4</sup>, que pode criar dificuldades no acesso ao serviço para alguns grupos de pessoas mais velhas ou pessoas com dificuldades visuais. Essas barreiras podem ter diversas consequências, como por exemplo perda de acesso de qualidade a serviços digitais, aumento de estigma social [Caldeira et al. 2022], menor auto-estima, entre outros [Robinson et al. 2015, Sin et al. 2021].

**Por que esse mundo existe (e persiste)?** De acordo com Myrdal [Myrdal 1968], as próprias desigualdades econômicas regionais podem representar obstáculos ao progresso econômico (a pobreza se torna sua própria causa). Da mesma forma, pode-se argumentar que o mundo desconectado e invisível se retroalimenta, impedindo que muitos indivíduos possam se integrar a uma sociedade digital devido ao contexto social, cultural, econômico, em um momento em que tanto serviços quanto oportunidades consistentemente migram para o mundo digital. Assim, aspectos como baixa renda familiar, lacunas educacionais, infraestrutura deficiente, limitações de acesso a dispositivos, esparsidade populacional e ausência de políticas públicas mais efetivas contribuem tanto para marginalizar digitalmente diversos grupos sociais, como também pode impedir indivíduos desses grupos possam alcançar individualmente a conectividade significativa.

**Qual o impacto desse mundo para a sociedade?** Há diversos estudos que mapeiam os efeitos prejudiciais da marginalização digital nas mais variadas dimensões. Em termos econômicos, um estudo do Google e da consultoria McKinsey revelou i) que o brasileiro domina apenas o básico na Internet, ii) que quanto maior a renda, melhor a qualidade de acesso e as oportunidades que a pessoa tem acesso e iii) que maior maturidade digital invariavelmente levaria a maior produtividade e menor desemprego<sup>5</sup>. Essa é a mesma

(Palestrante: Weverton Cordeiro) - <https://csbc.sbc.org.br/2024/semish/>

<sup>4</sup>Globo.com: Cardápio digital através de QR Code divide opiniões e gera debate até em casas legislativas do RJ e MG - <https://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2023/05/12/cardapio-digital-atraves-de-qr-code-divide-opinioes-e-gera-debate-ate-em-casas-legislativas-do-rj-e-mg.ghtml>

<sup>5</sup>O Globo: Inclusão digital pode engordar PIB em US\$ 70 bilhões - <https://oglobo.globo.com/economia/inclusao-digital-pode-engordar-pib-em-us-70-bilhoes-23550013>

conclusão de estudos independentes feitos pela PwC Brasil, e pelo Movimento Brasil Competitivo e a Fundação Getúlio Vargas. O primeiro estima em 7.7% o aumento potencial do PIB para a América Latina pelo aprimoramento de competências da força de trabalho até 2028<sup>6</sup>. O segundo, determina que acelerar a digitalização da economia brasileira pode gerar até 1,1 trilhão em ganhos para o PIB<sup>7</sup>. Além de prejudicar no acesso à informação e a serviços básicos, a falta de letramento digital da população representa uma amarra ao desenvolvimento econômico social, impedindo a geração coletiva de riqueza e de bem estar social.

### 3. Áreas Habilitadoras, Desafios e Oportunidades

A Computação tem muito a contribuir com soluções para mitigar, reduzir e mesmo prevenir a marginalização digital via esforço multidisciplinar, com desafios científicos e tecnológicos em áreas habilitadoras, discutidas de forma não exaustiva a seguir:

**Interação Humano-Computador (IHC).** *Desafios:* Sin *et al.* [Sin et al. 2021] argumentam que muitos serviços essenciais estão sendo migrados para o ambiente digital e que, como resultado, certas populações estão sendo excluídas. Esse processo de marginalização ocorre, entre outros, devido a decisões de projeto que não levam em consideração as situações socio-econômicas, culturais, físicas e mentais da diversidade da população alvo dos serviços. *Oportunidades:* O *design inclusivo* tem sido uma abordagem na indústria para o desenvolvimento de interfaces que levem em consideração a diversidade humana. A literatura de IHC é rica em estudos e pesquisas para guiar o projeto de interfaces para populações vulneráveis e menos favorecidas [Anuyah et al. 2023].

**Engenharia de Software.** *Desafios:* Assim como na área de IHC, uma ampla literatura tem reconhecido há tempos na disciplina de Engenharia de Software que o projeto de software deve abordar as diversas necessidades dos usuários [Paiva et al. 2021]. *Oportunidades:* Aqui, pode-se vislumbrar diversas preocupações, como i) desenvolvimento de sistemas energeticamente eficientes (para uso em comunidades com acesso dificultado à energia elétrica), ii) desenvolvimento de software que garanta a evolução dos serviços sem constantes atualizações de hardware (que acabe limitando o acesso de populações mais carentes com dispositivos mais antigos) e iii) processos de atualização de software que considerem o levantamento de requisitos e implementação cientes dos grupos populacionais alvos dos softwares.

**Redes de Computadores.** *Desafios:* Embora o acesso universal à Internet seja um direito humano fundamental [United Nations 2016], vários desafios nos mantêm longe de fornecer acesso facilitado, tanto para *populações isoladas tecnologicamente* como para regiões mais carentes. Várias iniciativas públicas e privadas visam mitigar esses desafios [Crowcroft et al. 2015, A4AI 2018, IETF GAIA 2024], apesar dos desafios ambientais, sociais e econômicos que implicam em altos custos de capital e custeio de infraestrutura de rede e, ao mesmo tempo, baixo retorno financeiro sobre investimento de soluções tradicionalmente usada em grandes centros urbanos. Nesse contexto, as redes comunitárias se destacam como uma solução viável para facilitar o acesso à internet em regiões afastadas dos grandes centros urbanos, ao promover modelos de compartilhamento de custos de aquisição, montagem, operação e manutenção da rede, permitindo que as comunidades

<sup>6</sup>PwC Brasil: O abismo digital no Brasil - *Como a desigualdade de acesso à Internet, a infraestrutura inadequada e a educação deficitária limitam nossas opções para o futuro* - [https://www.pwc.com.br/pt/estudos/preocupacoes-ceos/mais-temas/2022/O\\_Abismo\\_Digital.pdf](https://www.pwc.com.br/pt/estudos/preocupacoes-ceos/mais-temas/2022/O_Abismo_Digital.pdf)

<sup>7</sup>Valor Econômico: Hora de apressar o passo da digitalização - <https://valor.globo.com/brasil/coluna/hora-de-apressar-o-passo-da-digitalizacao.ghtml>

possam crescer de maneira sustentável e conectada. *Oportunidades:* A principal direção de pesquisa é como desenvolver soluções tecnológicas que possam permitir a conexão à Internet em locais mais distantes de centros urbanos, sem cobertura de rede celular e mesmo de energia elétrica, para um público sem condições de custear serviços via satélite (por ex. na região Amazônica, onde zerar a exclusão digital ainda é um desafio<sup>8</sup>). Dispositivos de baixa potência, baixo custo e longo alcance são soluções tecnológicas interessantes, ao mesmo tempo que pesquisa em transmissão de dados otimizada para links precários [Scheibe et al. 2021].

**Projetos de Sistemas Eletrônicos e Computacionais.** *Desafios:* A indústria de semicondutores tem focado principalmente em soluções *high-end*, por ex. placas gráficas avançadas que vão além de sua funcionalidade original e permitem realizar atividades em inteligência artificial, criptoconomia, etc. No entanto, as novas soluções em hardware baseiam-se essencialmente no aumento do custo e consumo energético para o aumento na vazão do processamento de dados [Carro and Nazar 2023]. *Oportunidades:* Com a perda de força da Lei de Moore em um momento em que também há grande preocupação com computação verde e energeticamente eficiente, vislumbra-se como oportunidade pesquisas em projetos de hardware que permitam reduzir o custo/consumo energético mantendo a vazão no processamento de dados. Soluções podem incluir, por ex., processamento de dados onde os mesmos são gerados, sem movimentos desnecessários entre processador e memória (que drenam energia), redução de precisão para atender requisitos não funcionais diversos (como uso de recursos, etc.).

**Inteligência Artificial.** *Desafios:* IA representa uma grande promessa de revolucionar o acesso à informação, aprendizado personalizado, criar oportunidades de trabalho, entre outras [Božić 2023]. Com a revolução em andamento da inteligência artificial e a emergência de plataformas como ChatGPT, no entanto, há uma grande preocupação sobre o surgimento de um “*AI-divide*” (exclusão digital promovida pela inteligência artificial) [Bentley et al. 2024]. O temor é que alguns grupos possam ter maior acesso às vantagens proporcionadas pela IA, enquanto outros grupos estarão mais vulneráveis ou terão acesso a menos oportunidades. Exemplos incluem demanda por trabalhadores com maior expertise tecnológico e extinção de profissões que possam ser vistas como automatizáveis por IA<sup>9</sup>. *Oportunidades:* Além da necessidade de uma maior investigação sobre o impacto de IA em populações menos favorecidas, vislumbra-se a necessidade de desenvolvimento de educação e treinamento em IA, desenvolvimento de um framework para Ética em IA, acesso com equidade a oportunidades, recursos e ferramentas em IA, promoção de diversidade e inclusão em IA, entre outros [Farahani and Ghasemi 2024].

**Cibersegurança.** *Desafios:* Com a maior adoção de serviços online, incluindo serviços financeiros, cria-se um ambiente propício para o lançamento de crimes cibernéticos contra populações mais vulneráveis, as quais acabam (in)voluntariamente se excluindo do ambiente digital por receio de furtos, roubos, golpes, etc. [Holgersson et al. 2021]. *Oportunidades:* Os desafios em cibersegurança vão desde o letramento e alfabetização digital, a compreensão das necessidades específicas dos grupos mais vulneráveis, desenvolvimento de ferramentas de segurança com interfaces simplificadas e análise de riscos específicos para grupos marginalizados. Soluções podem envolver, inclusive, o uso de Inteligência

<sup>8</sup>O Liberal Amazônia: Mais que dobra o número de locais rurais com cobertura total de internet no Pará - <https://www.oliberal.com/economia/mais-que-dobra-o-numero-de-locais-rurais-com-cobertura-total-de-internet-no-para-1.600970>

<sup>9</sup>Para a pesquisa que fundamentou a escrita desse trecho do documento, utilizou-se a ferramenta de IA Google Gemini, meramente para ilustrar o impacto da IA já vivenciado no cotidiano científico, onde ferramentas apoiam a escrita de artigos científicos - <https://gemini.google.com/app>

Artificial, permitindo automatizar a análise de riscos para grupos mais vulneráveis e permitir o acesso seguro a serviços digitais.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e Grant #88887.954253/2024-00. Este estudo foi financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPq) - Grants #444978/2024-0, #314506/2023-3, e #405940/2022-0. O trabalho também recebeu apoio da Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo (FAPESP) Grant #20/05183-0 (Skynet), #21/00199-8 (SMARTNESS), #23/00673-7 (IDRCIC), e #23/00816-2 (Low End Networks).

## Referências

- A4AI (2018). A4AI Affordability Report 2018 [Online]. Available: <https://a4ai.org/affordability-report/report/2018/>.
- Andrade, G. (2023). Crescimento da internet desacelera e mais de 2,7 bilhões estão sem acesso. <https://gizmodo.uol.com.br/crescimento-da-internet-desacelera-e-mais-de-27-bilhoes-estao-sem-acesso/>.
- Anuyah, O., Badillo-Urquiola, K., and Metoyer, R. (2023). Characterizing the technology needs of vulnerable populations for participation in research and design by adopting maslow’s hierarchy of needs. In *2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–20.
- Bentley, S. V., Naughtin, C. K., McGrath, M. J., Irons, J. L., and Cooper, P. S. (2024). The digital divide in action: how experiences of digital technology shape future relationships with artificial intelligence. *AI and Ethics*, pages 1–15.
- Božić, V. (2023). Artificial intelligence as the reason and the solution of digital divide. *Language Education and Technology*, 3(2).
- Caldeira, C., Nurain, N., and Connelly, K. (2022). “i hope i never need one”: Unpacking stigma in aging in place technology. In *2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–12.
- Carro, L. and Nazar, G. L. (2023). Desafios para a computação energeticamente eficiente. *Sociedade Brasileira de Computação*.
- Chade, J. (2023). Em plena era digital, 675 milhões de pessoas ainda vivem sem eletricidade. <https://noticias.uol.com.br/colunas/jamil-chade/2023/06/06/em-plena-era-digital-675-milhoes-de-pessoas-ainda-vivem-sem-eletricidade.htm>.
- Crowcroft, J., Wolisz, A., and Sathiaseelan, A. (2015). Towards an Affordable Internet Access for Everyone: The Quest for Enabling Universal Service Commitment (Dagstuhl Seminar 14471). *Dagstuhl Reports*, 4(11):78–137.
- Farahani, M. S. and Ghasemi, G. (2024). Artificial intelligence and inequality: challenges and opportunities. *Qeios*, 7:1–14.
- Holgersson, J., Kävrestad, J., and Nohlberg, M. (2021). Cybersecurity and digital exclusion of seniors: What do they fear? In *International Symposium on Human Aspects of Information Security and Assurance*, pages 12–21. Springer.

- IBGE (2022). Panorama do censo 2022. <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>.
- IETF GAIA (2024). IETF GAIA. Available: <https://datatracker.ietf.org/rg/gaia/about/>.
- Lythreathis, S., Singh, S. K., and El-Kassar, A.-N. (2022). The digital divide: A review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 175:121359.
- Myrdal, G. (1968). *Teoria econômica das regiões*. Saga. <https://institutomyrdal.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/teoria-econoc3b4mica-das-regic3b5es-subdesenvolvidas.pdf>.
- NIC.Br (2024). Conectividade significativa: Propostas para medição e o retrato da população no brasil. [https://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/20240415183307/estudos\\_setoriais-conectividade\\_significativa.pdf](https://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/20240415183307/estudos_setoriais-conectividade_significativa.pdf).
- Paiva, D. M. B., Freire, A. P., and de Mattos Fortes, R. P. (2021). Accessibility and software engineering processes: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 171:110819.
- Robinson, L., Cotten, S. R., Ono, H., Quan-Haase, A., Mesch, G., Chen, W., Schulz, J., Hale, T. M., and Stern, M. J. (2015). Digital inequalities and why they matter. *Information, communication & society*, 18(5):569–582.
- Scheibe, A., Reichert, W., Gaspary, L., and Cordeiro, W. (2021). Programmable low-end networks: Powering internet connectivity for the other three billion. In *2021 IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM)*, pages 187–195. IEEE.
- Sin, J., L. Franz, R., Munteanu, C., and Barbosa Neves, B. (2021). Digital design marginalization: New perspectives on designing inclusive interfaces. In *2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–11.
- Soomro, K. A., Kale, U., Curtis, R., Akcaoglu, M., and Bernstein, M. (2020). Digital divide among higher education faculty. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17:1–16.
- UNICEF (2020). Dois terços das crianças em idade escolar no mundo não têm acesso à internet em casa, diz novo relatório do unicef-itu. <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/dois-tercos-das-criancas-em-idade-escolar-no-mundo-nao-tem-acesso-a-internet>.
- United Nations (2016). The promotion, protection and enjoyment of human rights on the internet. *UN Digital Library*, A/HRC/32/L.20(32):1–4.
- Van Dijk, J. (2017). Digital divide: Impact of access. *The international encyclopedia of media effects*, 1:1–11.
- Wilson-Menzfeld, G., Erfani, G., Young-Murphy, L., Charlton, W., De Luca, H., Brittain, K., and Steven, A. (2024). Identifying and understanding digital exclusion: a mixed-methods study. *Behaviour & Information Technology*, pages 1–18.