

Modelo participativo baseado em evidências para levantamento de requisitos de usuários de tecnologias assistivas

Barreto, Octavio¹; Garcia, Emanuel²; Lourenço, Jordam³;
Canciglieri Junior, Osiris⁴; Schaefer, Jones^{5*}

1 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, barreto.octavio@pucpr.edu.br

2 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, emanuel.garcia@pucpr.edu.br

3 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, jordam.wilson@pucpr.edu.br

4 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, osiris.canciglieri@pucpr.br

5 – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCPR, jones.schaefer@pucpr.br

* - Correspondência: jones.schaefer@pucpr.br

DOI 10.52050/9788579177163-28

RESUMO

As Tecnologias Assistivas (TAs) desempenham papel essencial na promoção da autonomia e da inclusão social das pessoas com deficiência. Este estudo tem como objetivo apresentar uma metodologia participativa avançada para identificar, analisar e sistematizar as necessidades e expectativas dos usuários dessas tecnologias. Para tanto, foi realizada uma revisão integrativa da literatura, abrangendo 19 artigos científicos selecionados criteriosamente, analisados por meio de abordagem qualitativa e codificação temática. O modelo proposto estrutura-se em quatro fases interligadas: diagnóstico contextual, engajamento participativo, mapeamento técnico e validação adaptativa. Os resultados evidenciaram que abordagens iterativas e centradas nas necessidades reais dos usuários contribuem significativamente para o aumento da eficácia e aceitação das soluções desenvolvidas. A proposta metodológica apresenta relevância e aplicabilidade prática em áreas como Engenharia, Design, Saúde e Educação, bem como no desenvolvimento e aprimoramento contínuo das Tecnologias Assistivas.

Palavras-chave: Acessibilidade Digital, Design centrado no Usuário, Prototipagem Iterativa, Avaliação Funcional, Interface Adaptativa.

ABSTRACT

Assistive Technologies (AT) play a crucial role in promoting autonomy and social inclusion for individuals with disabilities. This study presents an advanced participatory methodology for identifying, analyzing, and systematizing user needs and expectations within the AT domain. An integrative literature review was conducted, encompassing 19 peer-reviewed scientific articles analyzed through qualitative methods and thematic coding. The proposed model is structured into four interconnected phases: contextual diagnosis, participatory engagement, technical mapping, and adaptive validation. Findings indicate that iterative, user-centered approaches significantly enhance the effectiveness and acceptance of AT solutions. The methodological framework demonstrates strong applicability across the fields of Engineering, Design, Health, Education, and the development of Assistive Technologies.

Keywords: Digital Accessibility, User-Centered Design, Iterative Prototyping, Functional Evaluation, Adaptive Interface.

1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias Assistivas (TAs) constituem um conjunto de recursos, serviços, estratégias e metodologias cujo propósito central é promover a funcionalidade, a autonomia e a inclusão social de pessoas com deficiência. Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas do Brasil, esses recursos têm como finalidade ampliar habilidades funcionais e proporcionar maior independência, favorecendo a participação ativa em atividades cotidianas, como trabalho, educação, lazer e comunicação. As TAs abrangem desde soluções simples, como bengalas e utensílios adaptados, até tecnologias altamente sofisticadas, como softwares de comunicação alternativa, próteses robóticas e interfaces cérebro-computador.

Nas últimas décadas, os avanços nas áreas da engenharia biomédica, robótica e computação aplicada resultaram em soluções cada vez mais complexas e eficazes. Tecnologias como exoesqueletos híbridos voltados à reabilitação motora (Taffoni, 2021), órteses robóticas articuladas com estimulação funcional (IEEE RAS, 2021) e sistemas de rastreamento ocular baseados em algoritmos de deep learning (Fotteler, 2021) exemplificam o estado da arte do setor. Tais inovações têm potencial para restaurar movimentos, ampliar capacidades cognitivas e favorecer a comunicação de pessoas com diferentes tipos e graus de deficiência.

Apesar desses avanços, persistem entraves significativos que limitam a eficácia e a adoção dessas tecnologias. Um dos principais desafios apontados na literatura científica refere-se à desconexão entre os dispositivos desenvolvidos e as reais necessidades dos usuários (An Analysis of Stakeholder Involvement...,

2021). A ausência de metodologias sistemáticas, participativas e iterativas para a identificação dessas necessidades compromete a adequação das TAs aos contextos de uso, acarretando baixa adesão, abandono precoce das soluções e desperdício de recursos públicos e privados.

Essa problemática torna-se ainda mais crítica quando se consideram perfis diversos de usuários, como pessoas idosas com declínio cognitivo (McLaren, 2021), crianças com deficiências múltiplas (Designing Assistive Technologies..., 2021), e indivíduos com comprometimentos relacionados ao planejamento e à tomada de decisão (Missiroli, 2024). Nesses casos, aspectos como usabilidade, personalização, apoio de cuidadores e aceitação social tornam-se determinantes, exigindo abordagens sensíveis, interdisciplinares e adaptadas à complexidade de cada realidade.

Frente a esse cenário, autores como Hodgins (2024) e Zhang (2019) enfatizam a importância de abordagens centradas no usuário, especialmente por meio de metodologias como o Design Centrado no Usuário (DCU), a cocriação e o codesign. Tais estratégias permitem integrar experiências reais dos usuários ao processo de concepção, aumentando a precisão na identificação de necessidades e promovendo soluções mais alinhadas às expectativas e condições de vida dos indivíduos assistidos.

Diante disso, este estudo propõe um modelo participativo estruturado para a sistematização das necessidades e expectativas de usuários de Tecnologias Assistivas. A proposta está fundamentada em uma revisão integrativa de 19 artigos científicos internacionais, que abordam diferentes contextos de aplicação, públicos-alvo e estratégias metodológicas. O modelo visa preencher a lacuna existente entre o desenvolvimento tecnológico e o uso efetivo das TAs, por meio de uma abordagem replicável, embasada cientificamente e orientada à inclusão real e significativa das pessoas com deficiência. A partir da proposta de sistematizar a coleta de requisitos, será possível facilitar a utilização de tecnologias emergentes aliadas a Inteligência Artificial, de modo a ampliar as possibilidades de auxílio às pessoas com necessidades.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

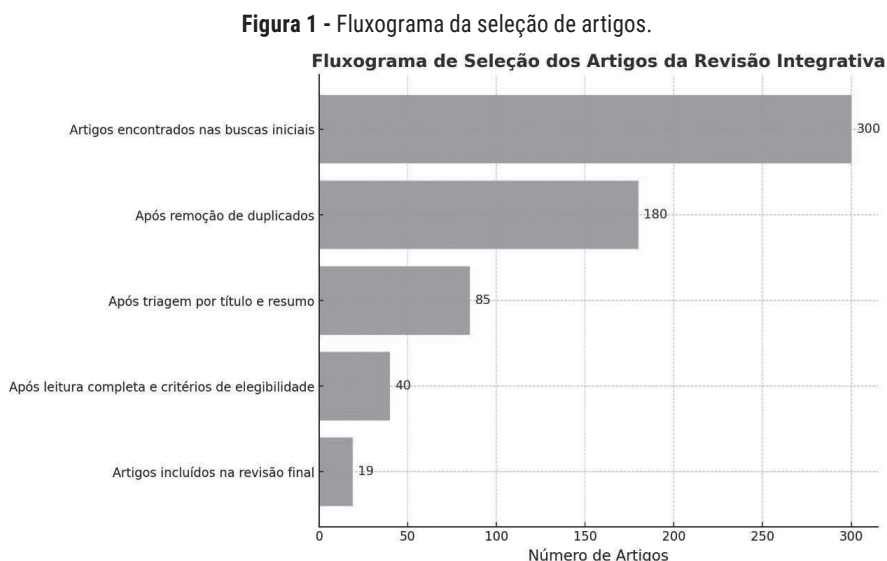
As Tecnologias Assistivas (TAs) desempenham papel crucial na promoção da autonomia, inclusão social e qualidade de vida de pessoas com deficiência. Contudo, frequentemente enfrentam desafios devido à ausência de métodos padronizados e participativos para levantamento das necessidades reais dos usuários. Este estudo propõe um modelo participativo avançado, estruturado e replicável para a coleta e sistematização de requisitos dos usuários de

TAs, visando assegurar maior eficácia, usabilidade e aceitação das soluções tecnológicas.

Realizou-se uma revisão integrativa detalhada com análise qualitativa e codificação temática de 19 artigos científicos contemporâneos sobre o tema, aplicando métodos como triangulação por múltiplos avaliadores independentes para robustez dos resultados. O modelo resultante compreende quatro fases sequenciais: diagnóstico contextual, engajamento participativo, mapeamento técnico e validação adaptativa. O diagnóstico contextual envolve análise ambiental e das funções comprometidas; o engajamento participativo inclui entrevistas, grupos focais e prototipagem iterativa; o mapeamento técnico foca na documentação detalhada dos requisitos e na integração multidisciplinar; e a validação adaptativa é marcada por testes contínuos e ajustes com base no feedback dos usuários. Os resultados evidenciam que abordagens iterativas e centradas no usuário aumentam significativamente a eficácia, adequação e aceitação das TAs.

A aplicação prática deste modelo pode impactar positivamente as áreas de Engenharia, Design, Saúde, Educação e desenvolvimento de Tecnologias Assistivas, resultando em soluções mais eficazes, inclusivas e sustentáveis, e beneficiando diretamente a qualidade de vida dos usuários finais. A elaboração do modelo ocorreu com base na síntese temática resultante da revisão integrativa, que destacou elementos essenciais como perfil do público-alvo, tipos específicos de tecnologias assistivas e métodos participativos eficazes.

A Figura 1 demonstra o fluxograma da seleção de artigos.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A construção do modelo participativo foi fundamentada na síntese temática derivada da revisão integrativa, na qual as categorias identificadas forneceram subsídios para a definição clara e estruturada das etapas metodológicas. Os achados obtidos foram organizados em quatro fases sequenciais – diagnóstico contextual, engajamento participativo, mapeamento técnico e validação adaptativa – garantindo alinhamento entre a base teórica e a aplicação prática do modelo proposto.

3. RESULTADOS

Fase 1 – Diagnóstico Contextual

Esta etapa envolve a análise do ambiente de uso, perfil funcional e cognitivo dos usuários, além de barreiras técnicas e sociais. Estudos apontam que o mapeamento dessas barreiras é essencial para orientar o design centrado na pessoa (MENG, 2023; ZHANG, 2019). Exemplo real: em um projeto de desenvolvimento de uma cadeira de banho adaptada, foi realizada uma análise ergonômica participativa com 12 usuários, que identificaram limitações estruturais e propuseram adequações para residências com idosos e pessoas com deficiência (SILVA et al., 2023).

Fase 2 – Engajamento Participativo

Busca garantir a participação ativa de usuários, cuidadores e profissionais por meio de entrevistas, oficinas e validações iterativas. Ferramentas como personas e mapas de jornada são aplicadas. Evidências mostram que o envolvimento dos stakeholders aumenta a precisão dos requisitos (HODGINS, 2024; DESIGNING..., 2021). Exemplo real: no projeto EMOTE, foi criado um robô de apoio emocional com participação ativa de idosos em oficinas de cocriação, garantindo que suas preferências cognitivas e afetivas fossem incorporadas ao design final (BOUAKAZ et al., 2022).

Fase 3 – Mapeamento Técnico

Os dados são transformados em requisitos funcionais, operacionais e técnicos. São utilizados critérios como impacto na autonomia, viabilidade técnica e custo. A sistematização se baseia em ferramentas como QFD (Desdobramento da Função Qualidade), conforme recomendam HODGINS (2024) e STAKEHOLDER INVOLVEMENT (2021). Exemplo real: no desenvolvimento de um sistema de navegação para pessoas cegas, os dados coletados de usuários foram priorizados

e convertidos em requisitos técnicos por meio de design participativo (COSTA et al., 2014).

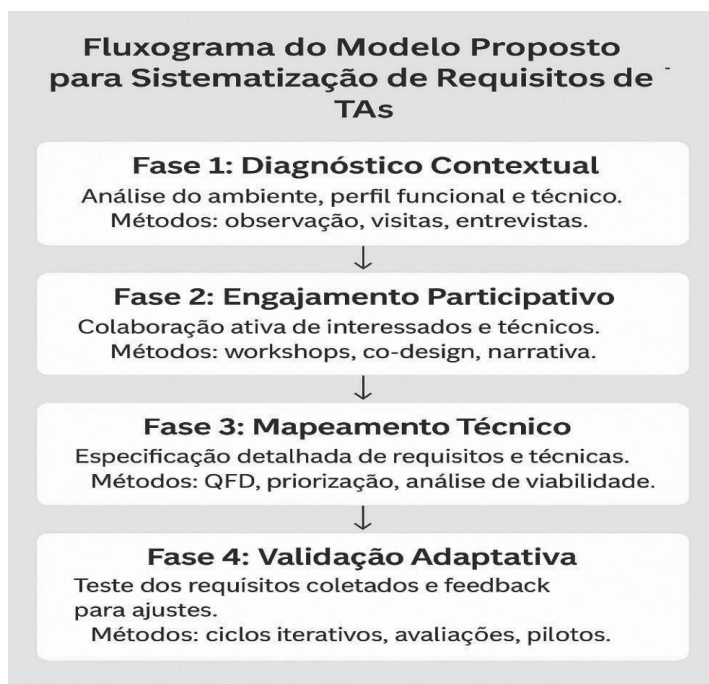
Fase 4 – Validação Adaptativa

Envolve a testagem de protótipos e a coleta de feedback para ajustes contínuos. Tecnologias como interfaces sensíveis ao toque e robôs sociais são exemplos dessa etapa (IEEE RAS, 2021; ROBOTICS AND SMART ENVIRONMENTS, 2021). Exemplo real: em um

estudo de design participativo híbrido, 67 pessoas cegas testaram um aplicativo de mapeamento e navegação de ambientes internos, validando funcionalidades que dispensavam sensores adicionais (KASHYAP et al., 2024).

Essas quatro fases, demonstradas na Figura 2, articuladas formam um ciclo contínuo de coleta e refinamento de requisitos que fortalece a integração entre usuários, tecnologia e contexto de uso. Além disso, reforçam a importância da personalização e da testagem iterativa para maximizar a funcionalidade e aceitação das Tecnologias Assistivas.

Figura 2 - Fluxograma do modelo proposto.



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

4. DISCUSSÃO

As evidências reunidas nesta revisão indicam que abordagens genéricas e tecnocêntricas, centradas exclusivamente no desenvolvedor, têm se mostrado ineficazes por negligenciarem a complexidade dos contextos de uso e a experiência concreta dos usuários. Estudos como o de Taffoni (2021), ao propor órteses híbridas com foco na funcionalidade corporal, e o de Hodgins (2024), ao destacar a importância do design centrado no usuário para pessoas com deficiências cognitivas, demonstram que a efetividade das Tecnologias Assistivas (TAs) é amplificada quando as decisões de projeto são fundamentadas nas necessidades reais dos usuários.

A crítica de Frauenberger (2011) à automatização não mediada por processos participativos reforça esse argumento: tecnologias mal projetadas tendem à rejeição, especialmente quando não há consideração ética nem adaptação à rotina dos usuários. Essa limitação também é evidenciada por McLaren (2021), que destaca a baixa adesão de idosos a sistemas que desconsideram aspectos emocionais e domésticos.

Zhang (2019) enfatiza a necessidade de interfaces intuitivas e adaptativas, observando que soluções tecnológicas que não se alinham às capacidades perceptivas e cognitivas dos usuários acabam por reforçar barreiras, em vez de superá-las. De forma complementar, o estudo de Missiroli (2024) revela que sistemas que antecipam e orientam decisões, quando fundamentados em ciclos de feedback iterativos, podem compensar déficits cognitivos de forma eficaz — princípio também abordado por Yeung (2018), ao tratar da promoção da autonomia em contextos de vida independente.

Duarte (2011), ao analisar tecnologias de comunicação aumentativa, reforça que usabilidade e personalização são fatores-chave para a aceitação da tecnologia, superando inclusive critérios de desempenho técnico. Essa conclusão é alinhada à de Qian (2004), que integra estimulação funcional e robótica em órteses, demonstrando que a eficiência biomecânica deve estar acompanhada de uma experiência de uso acessível e adaptável.

A importância do envolvimento direto de usuários e cuidadores é evidenciada em estudos como *Designing Assistive Technologies for Children* (2021), que demonstra como a inclusão de crianças e responsáveis no processo de criação resulta em dispositivos mais significativos, funcionais e adequados às realidades motoras e simbólicas do público-alvo. Essa abordagem é igualmente valorizada em *An Analysis of Stakeholder Involvement* (2021), que sistematiza os impactos positivos da participação ativa de atores sociais em todas as etapas do desenvolvimento tecnológico.

O relatório da IEEE RAS Seasonal School (2021) e o artigo *Robotics and Smart Environments* (2021) ampliam a discussão ao abordar a integração entre sensores ambientais, robótica leve e tecnologias vestíveis, destacando que a eficácia das TAs depende da responsividade e da capacidade de adaptação em tempo real ao contexto de uso.

Por fim, Fotteler (2021) apresenta avanços em sistemas de rastreamento ocular não intrusivos e ressalta que a eficácia desses sistemas depende de características como naturalidade da interface e minimização da fadiga visual ou cognitiva.

Esses estudos revelam, de forma convergente, que a centralidade do usuário, a escuta ativa e a testagem iterativa não apenas aprimoram a funcionalidade dos sistemas, mas são indispensáveis à sua efetiva adoção. Ao reunir essas diversas contribuições, o presente estudo propõe um modelo participativo estruturado que responde diretamente às fragilidades observadas nas abordagens convencionais.

Ressalta-se, contudo, que o modelo aqui apresentado é fundamentado exclusivamente em evidências teóricas, carecendo ainda de validação empírica em contextos reais de aplicação.

5. CONCLUSÕES

As Tecnologias Assistivas (TAs) exercem papel central na promoção da autonomia, inclusão social e qualidade de vida de pessoas com deficiência. Considerando esse cenário, este estudo teve como objetivo propor um modelo participativo para a coleta e sistematização das necessidades e expectativas de usuários de TAs. Para tanto, foi conduzida uma revisão integrativa da literatura, com seleção criteriosa de 19 artigos científicos, análise temática e triangulação entre avaliadores independentes.

Como resultado, foi elaborado um modelo estruturado em quatro fases principais: diagnóstico contextual, engajamento participativo, mapeamento técnico e validação adaptativa. Essas etapas articuladas permitem que o desenvolvimento de soluções assistivas ocorra de forma mais alinhada às reais condições e demandas dos usuários, promovendo ganhos em termos de eficácia, usabilidade e aceitação tecnológica.

O modelo proposto configura-se como uma ferramenta metodológica de aplicação prática para profissionais das áreas de Engenharia, Design, Saúde, Educação e formulação de políticas públicas, contribuindo para o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas mais eficazes, acessíveis, responsivas e personalizadas. Sua aplicação pode favorecer a criação de soluções mais inclusivas e adaptadas à diversidade funcional das populações atendidas.

Entretanto, destaca-se como limitação o fato de que o modelo ainda não foi testado em contextos reais de desenvolvimento ou aplicação prática. Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras se dediquem à validação empírica do modelo, explorando sua efetividade, escalabilidade e adaptabilidade em diferentes perfis de usuários, ambientes institucionais e contextos sociotécnicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Este trabalho foi apoiado pela PUCPR, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação Araucária Convênio APC FA NAPI - Tecnologia Assistiva 054/2023.

REFERÊNCIAS

BOUAKAZ, S. et al. EMOTE: A participatory approach to the design of a robot for older adults to support mood and cognitive engagement. *ACM Transactions on Accessible Computing*, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 1–36, 2022.

COSTA, R. M. et al. Gathering the users' needs in the development of assistive technology: a blind navigation system use case. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNIVERSAL ACCESS IN HUMAN-COMPUTER INTERACTION*, 10., 2014, Heraklion. Proceedings [...]. Cham: Springer, 2014.

DESIGNING assistive technologies for children with disabilities: a stakeholder-centered approach. *International Journal of Child-Computer Interaction*, [S.l.], v. 27, p. 100233, 2021.

DUARTE, F. Evaluation of assistive technologies in augmentative and alternative communication. *Augmentative and Alternative Communication*, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 1–13, 2011. FOTTELER, M. Non-intrusive real time eye tracking using face-centered deep learning. *Assistive Technology*, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 23–30, 2021.

FRAUENBERGER, C. A critique of robotics in health care. *Health Informatics Journal*, London, v. 17, n. 3, p. 198–206, 2011.

HODGINS, M. The role of user-centered design in developing assistive technologies for cognitive disabilities. *Technology and Disability*, [S.l.], v. 33, n. 2, p. 123–132, 2024.

IEEE RAS. 2021 IEEE RAS Seasonal School on Rehabilitation and Assistive Robotics Based on Soft Robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, [S.l.], 2021.

KASHYAP, A. et al. Navigation by blind people on their own terms: a longitudinal hybrid participatory design study. *arXiv preprint*, arXiv:2410.00192, 2024.

MCLAREN, P. Challenges in developing assistive technologies for elderly care. *Gerontechnology*, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 191–199, 2021.

MENG, W. Post-stroke rehabilitation of the ankle joint using assistive technology. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, [S.l.], v. 20, n. 1, p. 65, 2023.

MISSIROLI, P. Poor insight and future thinking in early dementia using assistive technologies. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 1–10, 2024.

QIAN, X. A hybrid orthosis combining functional electrical stimulation and robotics for gait assistance in incomplete spinal cord injury. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Piscataway, v. 12, n. 2, p. 155–164, 2004.

ROBOTICS and smart environments: enhancing independence for older adults with disabilities. *Smart Health*, [S.l.], v. 19, p. 100185, 2021.

SILVA, J. L. da et al. Ergonomic participatory analysis applied to the development of a bath chair for the elderly and disabled. *Research on Biomedical Engineering*, [S.l.], v. 39, n. 2, p. 189–198, 2023.

STAKEHOLDER involvement in assistive technology development: an analysis. *Technology and Disability*, [S.l.], v. 33, n. 3, p. 157–165, 2021.

TAFFONI, F. Rigid, soft, passive, and active: a hybrid occupational therapy approach. *Assistive Technology*, [S.l.], v. 33, n. 4, p. 245–254, 2021.

YEUNG, K. Assessment of assistive devices in promoting independent living among individuals with disabilities. *Rehabilitation Engineering*, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 89–97, 2018.

ZHANG, Y. Innovative interfaces for accessible computing: a review of current technologies. *ACM Computing Surveys*, New York, v. 52, n. 6, p. 1–35, 2019.