

Tecnologia Assistiva de Baixo Custo para Inclusão Digital de Pessoas com Mobilidade Reduzida

Merino, Eugenio Andrés Díaz ^{*1}; Merino, Giselle Schmidt
Alves Díaz²; Giracca, César Nunes³; Buffon, Bruna Marinho⁴;
Alves, Sofia Willemann⁵; Viegas, Caio Monteiro⁶

1 – Departamento de Mídia, Gestão e Tecnologia, UFSC, eugenio.merino@ufsc.br

2 – Departamento de Design, UDESC e UFSC, gisellemerino@gmail.com

3 – Núcleo de Gestão e Laboratório de Design e Usabilidade, UFSC, enggiracca@gmail.com

4 – Núcleo de Gestão e Laboratório de Design e Usabilidade, UFSC, buffonbruna@hotmail.com

5 – Núcleo de Gestão e Laboratório de Design e Usabilidade, UFSC, sofia.w.alves@gmail.com

6 – Núcleo de Gestão e Laboratório de Design e Usabilidade, UFSC, caio.viegas@gmail.com

* -Correspondência: Campus Universitário Trindade - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900.

DOI 10.52050/9788579177156-01

RESUMO

A inclusão digital de pessoas com mobilidade reduzida é um desafio marcado por desigualdades e barreiras tecnológicas. Desenvolver um dispositivo assistivo, com sensores de movimento e comando bucal, que possibilite o uso de computadores e dispositivos móveis sem a necessidade de controle manual, foi o objetivo desta pesquisa. Utilizando como referência o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), até a fase de execução (etapa 4), obteve como resultado um protótipo funcional, um dispositivo para acessibilidade digital de pessoas com mobilidade reduzida, auxiliando essas pessoas, representando uma contribuição importante para o campo da Tecnologia Assistiva.

Palavras-chave: Tecnologia Assistiva, Inclusão Digital, Design Centrado no Humano, Mobilidade Reduzida.

ABSTRACT

The digital inclusion of people with reduced mobility is a challenge marked by inequalities and technological barriers. The objective of this article was to develop a low-cost assistive device with motion sensors and mouth control that enables the use of computers and mobile devices without the need for manual control. Using the Project Development Guidance Guide (GODP) as a reference, up to

the execution phase (stage 4), the result was a functional prototype, a device for digital accessibility for people with reduced mobility, assisting these people and representing an important contribution to the field of Assistive Technology.

Keywords: Assistive Technology, Digital Inclusion, Human-Centered Design, Reduced Mobility.

1. INTRODUÇÃO

A limitação ou ausência de movimento dos membros superiores e inferiores pode comprometer de forma significativa o acesso a dispositivos eletrônicos, restringindo o uso de computadores, smartphones e outros recursos digitais que atualmente são fundamentais para a comunicação, educação, trabalho e lazer (Souza, 2018). Essa limitação imposta pela deficiência pode levar a uma exclusão social ainda mais profunda, uma vez que a falta de acesso às tecnologias digitais impede o exercício pleno da cidadania, a participação em ambientes virtuais e a autonomia nas atividades diárias.

Nesse cenário, as tecnologias assistivas desempenham um papel essencial ao ampliar as possibilidades de interação dessas pessoas com o mundo digital, permitindo que superem barreiras impostas por sua condição física (Silveira, 2016). No entanto, muitas das soluções existentes são de alto custo ou dependem de infraestrutura complexa, dificultando sua disseminação entre populações com menor poder aquisitivo (Borges e Mendes, 2021). Assim, o desenvolvimento de tecnologias assistivas efetivas, acessíveis, se apresenta como uma oportunidade para tentar suprir a necessidade para garantir a inclusão digital de Pessoas com Deficiências e promover sua autonomia. Portanto, o objetivo dessa pesquisa foi desenvolver uma tecnologia assistiva para acessibilidade digital, para pessoas com mobilidade reduzida.

Segundo o Estatuto da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), Pessoa com Deficiência (PcD) é aquela que possui impedimentos de longo prazo, sejam eles de natureza física, mental, intelectual ou sensorial que, ao se depararem com barreiras no ambiente, podem limitar sua participação plena e efetiva na sociedade, em igualdade de condições com as demais pessoas.

No Brasil, cerca de 17,2 milhões de pessoas com dois anos ou mais de idade declararam ter alguma deficiência, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde de 2019. A distribuição dessa população é marcada por desigualdades estruturais em diversos campos, como educação, mercado de trabalho, saúde e acesso à tecnologia. A deficiência física, particularmente relacionada à mobilidade dos membros superiores e inferiores, afeta milhões de brasileiros e impõe barreiras expressivas à inclusão digital, principalmente para aqueles com quadros severos, como a tetraplegia.

A mobilidade reduzida refere-se à limitação parcial ou total da capacidade de se movimentar de forma independente, afetando atividades cotidianas como locomoção, manipulação de objetos e interação com o ambiente. Os sistemas de informação desempenham um papel essencial na mediação entre usuários com mobilidade reduzida e dispositivos digitais. Pessoas com limitações motoras, enfrentam barreiras para acessar ferramentas tecnológicas convencionais, comprometendo sua inclusão digital e autonomia. Nesse cenário, o sistema de informação atua não somente como suporte técnico, ao processar, interpretar e transmitir os dados dos sensores, mas também como facilitador da comunicação e do acesso a serviços digitais, promovendo uma interação significativa entre o usuário e o ambiente digital.

Diante desse cenário, a presente pesquisa apresenta o desenvolvimento de um dispositivo para acessibilidade digital de pessoas com mobilidade reduzida. O produto permite a interação com equipamentos eletrônicos – como computadores, tablets e smartphones – por meio do movimento da cabeça e da mandíbula, eliminando a necessidade de controle manual. A proposta busca integrar acessibilidade, autonomia e usabilidade por meio da aplicação de princípios do Design Centrado no Humano e do uso de tecnologias acessíveis, como sensores de movimento e microcontroladores. Assim, o dispositivo funciona como uma interface alternativa entre o usuário e os sistemas de informação, ampliando as possibilidades de comunicação e participação digital de Pessoas com Deficiência.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do projeto teve como referência o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos (GODP), proposto por Merino (2016) que organiza o processo de criação em oito etapas, agrupadas em três momentos: Inspiração, Ideação e Implementação. Para este projeto, foram executadas as etapas de identificação de oportunidade (etapa -1), até a fase de execução (etapa 4), por se tratar de um projeto em fase experimental. As etapas 5 (viabilização) e etapa 6 (verificação final, estão previstas como atividades futuras de curto prazo.

O momento de Inspiração iniciou-se com a identificação de oportunidades (etapa -1), onde foram analisadas lacunas na inclusão digital de pessoas com mobilidade reduzida, possibilitando identificar claramente a carência de dispositivos desta natureza, em especial, acessíveis financeiramente, sendo: um dispositivo de baixo custo que possibilite o uso de computadores e dispositivos móveis por pessoas com mobilidade reduzida

Na sequência, foi realizada a Prospecção (etapa 0), visando verificar a viabilidade do projeto, aferindo se a equipe técnica disponível possui

competências, habilidades e conhecimentos para desenvolvê-lo. Nesta etapa também é realizada a busca em base de patentes e uma análise diacrônica preliminar para entender o mercado. Nesta etapa são definidos inicialmente os Blocos de Referência (Produto, Usuário e Contexto), que servirão de guia ao longo de todo o projeto.

Na etapa 1, denominada de Levantamento de dados, realizou uma análise sincrônica e diacrônica, somadas a revisões bibliográficas, análises de referências em Tecnologia Assistiva dentre outras. Esses dados subsidiaram a etapa 2, Organização e análise, onde as informações coletadas foram sintetizadas para nortear o projeto, considerando, aspectos ergonômicos, funcionais e tecnológicos, possibilitando a geração dos requisitos do projeto e demais informações necessárias para a continuidade do projeto, encerrando o momento de inspiração.

Inicia-se o momento de Ideação, com a etapa 3 de Criação, que consistiu na geração de alternativas do dispositivo para acessibilidade digital de pessoas com mobilidade reduzida. Nessa fase, foram considerados os requisitos como facilidade de uso, acessibilidade, materiais disponíveis e viabilidade de prototipagem.

Na etapa 4, denominada de Execução, foi realizada a prototipagem inicial, com a seleção de componentes eletrônicos e testes funcionais. Foram realizados ajustes estruturais e funcionais para garantir a eficiência da leitura dos movimentos da cabeça e mandíbula, viabilizando o controle de dispositivos eletrônicos por pessoas com mobilidade reduzida.

3. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A seguir, são apresentados os principais resultados obtidos ao longo das fases desenvolvidas até o momento, com base nas diretrizes do GODP.

MOMENTO DE INSPIRAÇÃO

Etapa -1: Oportunidade

A acessibilidade digital tornou-se um dos pilares fundamentais para a inclusão social, cultural e econômica, destacando a importância de tecnologias assistivas eficazes e acessíveis. Apesar da existência de dispositivos adaptados, como mouses controlados por movimento ocular, sua aplicação é restrita devido ao elevado custo de aquisição e à complexidade operacional.

Diante disso, há a identificação de uma oportunidade voltada ao desenvolvimento de um dispositivo que substitua o uso do mouse convencional, que seja de baixo custo, funcional e adaptado às condições de mobilidade

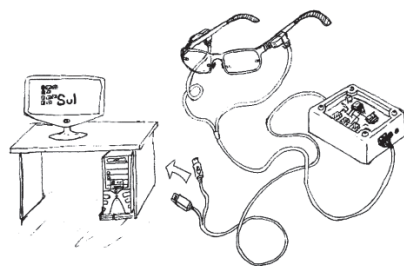
reduzida. O dispositivo em questão tem como proposta central a utilização de movimentos residuais do pescoço e força na boca, como vetores para operação de um sistema de apontamento e acionamento digital.

Etapas 0: Prospecção

A partir da oportunidade identificada, foi dado início a Etapa 0, de prospecção, onde foi realizada uma busca por patentes, do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a fim de identificar registros relacionados a dispositivos que utilizam o movimento da cabeça como interface de controle, e dado início a análise diacrônica que será apresentada na fase 1 de levantamento de dados.

Durante a pesquisa se encontrou uma patente (PI 1003821-3 A2) intitulada “Óculos-Mouse: mouse controlado pelos movimentos da cabeça do usuário” de 2010, que descreve um sistema capaz de controlar o computador exclusivamente por meio da inclinação da cabeça e do piscar dos olhos. A tecnologia proposta utiliza um par de sensores infravermelhos para captar o movimento ocular e chaves de mercúrio para detectar os movimentos da cabeça, permitindo ao usuário executar as funções básicas de um mouse sem o uso das mãos. Sua construção está representada pela figura 01.

Figura 01 - Circuito eletrônico



Fonte: Autores

Apesar de inovador em seu contexto, o modelo apresentou limitações quanto à adaptabilidade e à flexibilidade de uso, aspectos que reforçaram a necessidade de desenvolvimento de uma nova solução mais atualizada, compatível com dispositivos móveis e baseada em tecnologias mais acessíveis e seguras.

Com isso foi possível definir os Blocos de Referência, que são: Produto: dispositivo para acessibilidade digital, Usuário: Pessoas com mobilidade reduzida, e Contexto: Uso de dispositivos digitais, apresentados na figura 02 em sequência.

Figura 02 - Blocos de referência



Fonte: Autores

A definição da equipe do projeto considerou a complexidade da proposta e a necessidade de integração entre diferentes áreas. Por isso, optou-se por uma composição interdisciplinar, envolvendo áreas do Design e da Engenharia. Essa combinação permitiu articular os aspectos técnicos e funcionais do dispositivo, garantindo que as soluções fossem não somente viáveis mas também adequadas às necessidades, limitações e realidades dos usuários.

Etapa 1: Levantamento de dados

A etapa de levantamento de dados teve como objetivo reunir informações sobre o panorama das tecnologias assistivas voltadas à interação digital de pessoas com mobilidade reduzida. Dessa forma, foi possível compreender a evolução histórica dos dispositivos alternativos ao uso manual de computadores e smartphones, bem como para mapear as soluções contemporâneas disponíveis no mercado. Esta análise foi dividida em dois eixos: diacrônico, abordando a trajetória histórica das principais inovações, e sincrônico, explorando o estado atual das tecnologias com foco em dispositivos voltados às pessoas com mobilidade reduzida, disponíveis no mercado.

Na **análise diacrônica**, observou-se a trajetória das tecnologias assistivas voltadas ao controle de equipamentos eletrônicos consolidou-se de maneira mais estruturada a partir das décadas de 1980 e 1990, período em que emergiram os primeiros dispositivos adaptados, como ponteiros de cabeça, teclados especiais e interfaces de controle por pressão. Tais soluções foram desenvolvidas, majoritariamente, em contextos clínicos e educacionais, visando atender pessoas com deficiências motoras severas.

Um exemplo emblemático desse período é o do físico Stephen Hawking, que passou a utilizar um sintetizador de voz conectado a um computador. Inicialmente controlado por meio de movimentos dos dedos, o sistema evoluiu para a captação de contrações musculares da bochecha, por meio de sensores

infravermelhos (WOLTOSZ, 2014). Embora pioneiros, esses dispositivos apresentavam limitações quanto ao custo elevado, baixa portabilidade e reduzida adaptabilidade às necessidades individuais dos usuários.

Nos anos 2000, com o avanço da microeletrônica, do aprendizado de máquina e da inteligência artificial, começaram a surgir soluções baseadas em rastreamento ocular (*eye-tracking*) e *softwares* de reconhecimento de voz mais precisos. Produtos como o *Dragon NaturallySpeaking*, por exemplo, passaram a viabilizar a digitação de textos e o controle de computadores por meio de comandos verbais, ampliando significativamente a autonomia de pessoas com mobilidade reduzida.

A partir da década de 2010, a popularização de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, contribuiu para uma nova etapa de acessibilidade. Sistemas operacionais como iOS e Android passaram a incorporar, nativamente, funcionalidades assistivas como o VoiceOver e o TalkBack, os quais transformam toques, gestos e comandos de voz em formas acessíveis de navegação para usuários com limitações motoras.

Mais recentemente, observa-se um movimento crescente voltado ao desenvolvimento de soluções acessíveis e personalizáveis. Entre os exemplos relevantes, destaca-se o Mouse Button, dispositivo alternativo desenvolvido com a plataforma Arduino. Outro caso notável é o Colibri, mouse de cabeça sem fio desenvolvido pela startup brasileira AAT Holding, que converte movimentos sutis da cabeça e piscadas dos olhos em comandos digitais, promovendo maior autonomia (AAT HOLDING, 2023).

Por meio da **análise sincrônica**, foi possível compreender o panorama das tecnologias assistivas voltadas à substituição do mouse convencional ou da interação manual com dispositivos digitais é amplo e em constante evolução.

Entre as abordagens mais consolidadas, destacam-se os sistemas de controle por voz, como o software *Dragon NaturallySpeaking*, desenvolvido pela empresa Nuance Communications. Esta ferramenta permite a execução de tarefas complexas no computador por meio de comandos verbais, sendo amplamente utilizada por indivíduos com mobilidade severamente comprometida.

Outro recurso de destaque refere-se aos dispositivos de rastreamento ocular, como os produzidos pela empresa Tobii Dynavox. Esses sistemas captam os movimentos dos olhos e os traduzem em ações no ambiente digital com precisão. Segundo os fabricantes, esses dispositivos apresentam resultados especialmente satisfatórios para usuários com esclerose lateral amiotrófica (ELA) ou tetraplegia (TOBII DYNAVOX, 2023).

Dispositivos baseados em movimento da cabeça também vêm ganhando espaço, destacando-se o Colibri, que permite o controle do cursor por meio

de leves inclinações da cabeça. Compatível com computadores e smartphones, o produto possui sensibilidade ajustável e pode ser adquirido no modelo de locação mensal por R\$149,00, licença anual por R\$1.490,00, ou compra definitiva por R\$3.390,00 (AAT HOLDING, 2023).

No âmbito dos dispositivos intraorais, destaca-se o *MouthPad*, desenvolvido pela Augmental. Trata-se de um *touchpad* posicionado no palato, que interpreta os movimentos da língua como comandos digitais. Embora ainda em fase de testes, o dispositivo apresenta grande potencial como alternativa ergonômica, discreta e inovadora de controle de smartphones e tablets (AUGMENTAL, 2023).

Além das tecnologias avançadas, continuam sendo utilizadas adaptações mecânicas mais tradicionais, como *joysticks* proporcionais e *trackballs* adaptados, indicados para usuários com algum grau de mobilidade residual nos membros superiores. Empresas como AbleNet e Pretorian Technologies também oferecem mouses estacionários que podem ser operados por toques sutis ou com o queixo, ampliando o leque de possibilidades de inclusão digital.

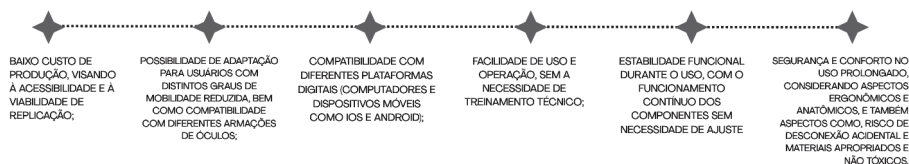
MOMENTO DE IDEAÇÃO

Etapas 2: Organização e análise de dados

A partir do levantamento de dados realizado na etapa anterior, foram organizadas e analisadas as informações visando a definição dos requisitos de projeto. A análise permitiu mapear as soluções tecnológicas existentes, suas respectivas abordagens (movimento ocular, comando de voz, interfaces intraorais, entre outras), bem como suas limitações, como o custo elevado.

Com base nessa sistematização, foram definidos os requisitos do projeto, alinhados aos princípios do Design Centrado no Humano e às demandas específicas do público-alvo. Dessa forma a figura 03 sintetiza os requisitos que orientam o projeto

Figura 03 - requisitos do projeto



A definição desses critérios serviu como base para as decisões de projeto adotadas nas etapas seguintes, garantindo coerência entre a necessidade identificada, o perfil do usuário e as soluções técnicas a serem desenvolvidas.

Etapa 3: Criação

Nesta etapa, foram desenvolvidas alternativas de projeto com base nesses requisitos e nos componentes disponíveis, como o sensor 9 DOF e o interruptor de pressão mecânico, foram elaboradas diversas propostas de configuração do dispositivo. Essas alternativas incluíram possibilidades de posicionamento dos sensores, mecanismos de acionamento do clique (botão de pressão, sensor piezoelétrico ou sensor capacitivo), tipos de suporte (armação de óculos, boné ou bandana) e modos de comunicação (USB ou *Bluetooth*).

Esboços preliminares foram desenvolvidos para avaliar ergonomia e viabilidade de montagem, considerando a interação do usuário com os componentes eletrônicos. Com o apoio desses esboços, foi possível comparar as alternativas e selecionar a proposta que melhor atenderia aos requisitos estabelecidos.

A alternativa escolhida para seguir para a próxima etapa de prototipagem materializou-se em um sensor fixado na lateral da armação de um óculos, utilizando o conjunto 9 DOF para captação dos movimentos da cabeça e um interruptor de pressão posicionado próximo à boca, acionado com leve toque. A comunicação com o computador ou dispositivo móvel se daria via conexão sem fio com receptor USB, e a alimentação seria feita por bateria recarregável via cabo micro-USB.

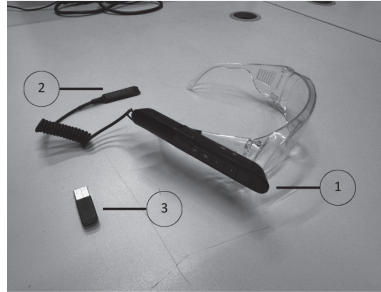
MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO

Etapa 4: Execução

O protótipo pode ser observado na figura xx, o qual conta com um óculos EPI, e com o sensor laser (1) acoplado ao lado do óculos, e o botão de clique (2) ligado ao sensor, por um cabo de comunicação soldado a placa do sensor. O sensor a laser possui um conector USB 2.0 (3) para a conexão com o computador com portas USB.

De maneira resumida, o conector USB do sensor é conectado ao computador, e ao ligar o sensor, a comunicação permite que o usuário consiga movimentar o cursor do mouse e usar o botão de clique com a boca para a movimentação em geral da interface do computador. A figura 04 demonstra os componentes utilizados para a construção do protótipo.

Figura 04 - Protótipo do dispositivo e seus componentes

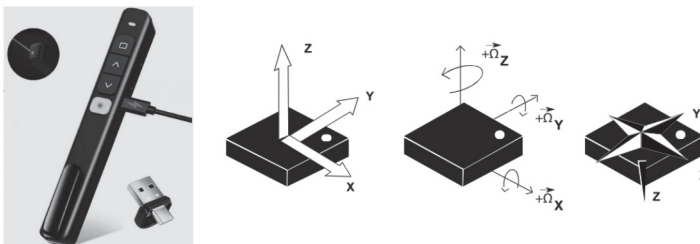


Fonte: Autores

Para replicar o movimento do cursor na tela, o dispositivo utiliza um conjunto de sensores conhecido como 9 DOF (*Degrees of Freedom* ou Graus de Liberdade), que integra um giroscópio de 3 eixos, um acelerômetro de 3 eixos e um magnetômetro de 3 eixos. Esses componentes trabalham em conjunto para detectar a inclinação e os deslocamentos da cabeça do usuário, convertendo-os em coordenadas X e Y, que são então traduzidas para o movimento suave do ponteiro do mouse na tela. Essa tecnologia garante um controle fluido, sem necessidade de calibração constante.

Com base na tecnologia de movimentação, foi utilizada um produto já existente no mercado, sendo ele a “Caneta Apontadora A Laser Sem Fio Recarregável Usb”, como pode ser observado na figura 05 que demonstra também os eixos do acelerômetro, giroscópio e magnetômetro, respectivamente, possuindo um comprimento de onda de 650nm (, e tendo suporte para os sistemas operacionais: Windows 2003/XP/Vista/7/8/10, Mac OS, Linux, Android. Dessa forma, a caneta atua como um sensor a laser, convertendo o conjunto de sensores 9 DOF, nas coordenadas X e Y, representadas pela movimentação do mouse.

Figura 05 - Caneta Apontadora A Laser Sem Fio e eixos do acelerômetro, giroscópio e magnetômetro



Para a função de clique, a execução ocorre por meio de um interruptor de pressão resistente. Esse botão é posicionado de forma estratégica, com a utilização de um fio de comunicação em mola soldado à placa-mãe do sensor laser, próximo à boca para o usuário conseguir alcançar com facilidade, e com a requisição de somente uma leve pressão para ativar o comando.

Além do clique padrão, o dispositivo pode ser programado via *software* para executar diferentes ações, como clique duplo, adaptando-se às necessidades específicas de cada pessoa. Para tal ação, é necessário utilizar o *software Xmouse*, para programar o clique do botão direto.

O produto inicial é alimentado por uma bateria recarregável de lítio, com recarga feita por meio de uma porta micro-USB, garantindo autonomia prolongada. A comunicação com o computador ou outro dispositivo é feita de forma sem fio, utilizando um pequeno receptor USB tipo A que opera na frequência de 2.4 MHz, padrão estável e amplamente utilizado em *mouses* sem fio.

O protótipo foi criado usando um velcro, colando o sensor laser à lateral do óculos de EPI, entretanto para garantir conforto e versatilidade, o dispositivo pode ser acoplado a diferentes acessórios, como bonés, armações de óculos ou bandanas, ajustando-se à cabeça do usuário sem causar desconforto.

A instalação e configuração inicial requerem auxílio de um cuidador ou terceiro, mas, uma vez ajustado, o produto oferece independência no uso diário de dispositivos eletrônicos.

4. CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver uma tecnologia assistiva que possibilitasse a inclusão digital de pessoas com mobilidade reduzida. Por meio da aplicação das etapas do GODP, foi possível criar um protótipo funcional do dispositivo para acessibilidade digital de pessoas com mobilidade reduzida alcançando os objetivos traçados, uma vez que o dispositivo demonstrou potencial de uso.

Durante a pesquisa, observou-se que dispositivos assistivos disponíveis no mercado apresentam barreiras relacionadas ao alto custo. Nesse contexto, o desenvolvimento de uma alternativa acessível, utilizando sensores de movimento e um sistema de clique bucal, revelou-se promissor para suprir uma lacuna importante na acessibilidade digital de pessoas com deficiência motora. As etapas metodológicas permitiram compreender o cenário histórico e atual das tecnologias assistivas, além de identificar requisitos de projeto, viabilidade econômica e compatibilidade tecnológica.

Além disso, a abordagem de Design Centrado no Humano esteve presente no desenvolvimento do projeto por meio da aplicação do GODP, que estrutura o processo do Design com base na necessidade do usuário e na consideração do contexto de uso. Essa abordagem guiou a definição dos blocos de referência, garantindo que o dispositivo fosse adaptado às condições do público, promovendo maior autonomia e inclusão.

Como principal contribuição para as áreas de Design, Engenharia, Saúde, Educação e Tecnologia Assistiva, a pesquisa apresenta uma solução que pode transformar o modo como pessoas com mobilidade reduzida interagem com dispositivos digitais. Para as próximas etapas desta pesquisa, pretende-se a realização de testes em campo com usuários finais, a implementação de melhorias estruturais (como o clip de fixação e a haste bucal) e a integração com novas funcionalidades, como feedback tátil e compatibilidade com assistentes virtuais. Esses avanços poderão ampliar ainda mais o impacto social do dispositivo e fomentar políticas públicas voltadas à inclusão digital.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ao Programa de Pós-Graduação em Design – PPGD (CAPES PROEX), ao Programa de Engenharia de Produção – PPGE (CAPES PROEX) e à financiadora de estudos e projetos, FINEP.

REFERÊNCIAS

ABLENET. *Por que o dispositivo QuickTalker Freestyle?* Disponível em: <https://quicktalkerfreestyle.com/>. Acesso em: 18 maio 2025.

AUGMENTAL. *O primeiro touchpad viva-voz do mundo*. Disponível em: <https://www.augmental.tech/>. Acesso em: 18 maio 2025.

BORGES, Wanessa Ferreira; MENDES, Eniceia Gonçalves. Recursos de Acessibilidade e o Uso dos Dispositivos Móveis como Tecnologia Assistiva por Pessoas com Baixa Visão. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 27, n. 3, p. 813-828, mar. 2021. FapUNIFESP (SciELO).

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pessoas com deficiência e as desigualdades sociais no Brasil*. Rio de Janeiro: Ibge, 2022.

BRASIL. (2015). Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Brasília.

DRAGON BUSINESS SOLUTIONS. Soluções de acessibilidade Dragon para empresas. Disponível em: www.nuance.com/dragon/business-solutions/accessibility-solutions-for-business.html. Acesso em: 11 maio 2025.

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense (Br/Rs). BR n. PI 1003821-3 A2. Depósito: 23 abr. 2010. Concessão: 14 fev. 2012.

HABLE ONE. *O que é o TalkBack e como usá-lo?* Disponível em: <https://www.iamhable.com/blogs/article/what-is-talkback-and-how-do-you-use-it-6>. Acesso em: 18 maio 2025.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. *GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário*. Florianópolis: Ngd/Ufsc, 2016.

PRETORIAN TECHNOLOGIES. *Dispositivos de Tecnologia Assistiva*. Disponível em: <https://www.pretorianuk.com/at-products/>. Acesso em: 18 maio 2025.

TOBII DYNAVOK. *Eye Tracking Technology*. 2023. Disponível em: <https://www.tobiidynavox.com>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVEIRA, D.P. *O que é tecnologia assistiva?*. Oficina da NET, 2016. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/17558-o-que-e-tecnologia-assistiva>. Acesso em: 16 de Mai.2025.

SOUSA, Náiron de Vasconcelos. *Automação Residencial por Comandos de Voz para Pessoas com Mobilidade Reduzida*. 2018. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

WOLTOSZ, Walter. How I created the computer system used by Stephen Hawking. *Words+ Blog*, 2014. Disponível em: <https://www.words-plus.com/hawking-story>. Acesso em: 16 maio 2025.

World Health Organization (WHO). (2011). Towards a common language for functioning, disability and health (ICF). World Health Organization LO, S. 9-Dof Sensor Card - Longan Docs. Disponível em: <<https://docs.longan-labs.cc/1011021/>>. Acesso em: 20 maio. 2025.

Caneta Apontadora A Laser Sem Fio Recarregável Usb. - R\$ 103,63. Disponível em: www.mercadolivre.com.br/caneta-apontadora-a-laser-sem-fio-recarregavel-usb/p/MLB2001457492?matt_tool=18956390&utm_source=google_shopping&utm_medium=organic&pdp_filters=item_id:MLB5275208290&from=gshop. Acesso em: 20 maio. 2025.