

Mouse inclusivo de hardware e software aberto controlado por sopro e sucção.

Grangeiro, Pedro Netto Gandolfi¹; Cunha, Chaiane Karol Alegri²; Sell, Fabíola
Sucupira Ferreira³; Noveletto, Fabricio ^{*4}

1 – Departamento de Engenharia Elétrica, UDESC, pedronetto14012001@gmail.com

2 – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, UDESC,
chaianekarol.bio@gmail.com.br

3 – Departamento de Química, UDESC, fabiola.sell@udesc.br

4 – Departamento de Engenharia Elétrica, UDESC, fabricio.noveletto@udesc.br

* - Correspondência: Rua Paulo Malschitzki, 200, Zona Industrial Norte, Joinville - SC, Brasil, 89219-710.

Área reservada para DOI

RESUMO

No Brasil, a escassez e o alto custo de periféricos para acesso ao computador por pessoas com comprometimento motor severo favorecem a pesquisa e o desenvolvimento de dispositivos de hardware e software aberto. Nesse sentido, foi desenvolvido um mouse controlado por sopro e sucção, construído com componentes de baixo custo e fácil acesso. Os testes iniciais mostram que o dispositivo atende aos requisitos de funcionalidade similares a mouses comerciais. Tecnologias Assistivas baseadas em hardware e software abertos possibilitam a inovação colaborativa continuada, e são fundamentais para democratizar o acesso de pessoas com deficiência aos benefícios que essas tecnologias possibilitam.

Palavras-chave: *Tecnologia Assistiva, Mouse Inclusivo, Acessibilidade.*



E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



ABSTRACT

In Brazil, the shortage and high cost of peripherals for computer access by people with severe motor impairments favor the research and development of open hardware and software devices. In this sense, a breath and suction-controlled mouse has been developed, built with low-cost and easily accessible components. Initial tests show that the device meets functionality requirements similar to commercial mice. Assistive technologies based on open hardware and software enable continued collaborative innovation and are essential to democratize access for people with disabilities to the benefits that these technologies provide.

Keywords: Assistive Technology, Inclusive Mouse, Accessibility.

1. INTRODUÇÃO

Reconhecer a diversidade corporal humana e os diferentes modos de funcionar se faz necessário em nossa sociedade. Assim, como é importante ter ciência de que a deficiência é algo recorrente no ciclo da vida humana, que pode nos atravessar em qualquer fase da vida. Aqui consideramos a deficiência a partir do modelo social, que separa lesão de deficiência. Demarca-se a lesão (biológico) e deficiência (social), assim, um sujeito com lesão pode ou não experimentar a deficiência que passa a ser compreendida como relacional com os contextos que apresentam barreiras de acesso e participação (DINIZ, 2003).

A fim de garantir uma sociedade justa com equidade de direitos, é preciso investir em uma cultura que considera modos diversos de ser e estar no mundo, que luta pela eliminação de barreiras e ampliação do acesso. Nesse sentido, a utilização da Tecnologia Assistiva (TA) surge como uma importante alternativa para a remoção de barreiras que ampliam os modos de participação de pessoas com deficiência na sociedade (BASTOS et al., 2023).

O Decreto nº 10.645 (BRASIL, 2021), de março de 2021, define a Tecnologia Assistiva como uma área do conhecimento, que engloba “[...] os produtos, os equipamentos, os dispositivos, os recursos, as metodologias, as estratégias, as práticas e os serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade

E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



reduzida, com vistas à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.”

Em um estudo bibliométrico conduzido por Miguel & Cardoso (2022), os dados revelam o crescente avanço em pesquisas da tecnologia assistiva entre 2011-2020. A Tecnologia Assistiva possui amplas aplicações, buscando a promoção da independência, da qualidade de vida e da inclusão social das pessoas com deficiência. No contexto brasileiro, os dispositivos de TA considerados de alta tecnologia são escassos e, em sua maioria, importados por um alto custo. O acesso ao computador tem se mostrado uma barreira social importante para essas pessoas, o que tem impulsionado diversas pesquisas na área por meios alternativos de acesso ao computador, como controlado por movimento de cabeça, rastreamento ocular, voz e encefalografia (ABIYEV e ARSLAN, 2020; NASOR et al., 2018; ŠUMAK et al., 2019; RAMOS et al, 2022).

Com base nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de um protótipo de mouse inclusivo de baixo custo, com controle baseado em sopro e sucção, buscando proporcionar maior autonomia e independência para pessoas com comprometimento motor severo e controle de cabeça preservado.

2. DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento desse projeto, o baixo custo e o acesso aos materiais foram considerados os principais fatores. O hardware utilizado é composto por uma placa *Arduino Pro Micro*, um módulo sensor de pressão MPS20N0040D-S com conversor integrado e pelo módulo joystick KY-023. A placa *Arduino Pro Micro* utiliza um microcontrolador ATmega32U4 que possui comunicação USB integrada (nativa). Isso permite que o dispositivo seja identificado em um computador como um mouse genérico, sem a necessidade de um software específico (*driver*) para instalação. O módulo sensor de pressão converte o sopro, ou sucção, em sinais elétricos que variam de intensidade conforme a pressão aplicada. O software desenvolvido e embarcado no microcontrolador interpreta esses sinais, que em conjunto com o joystick possibilita o acesso às funções de mouse e ao movimento do cursor, respectivamente. A Figura 1 mostra um diagrama geral do projeto.

E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



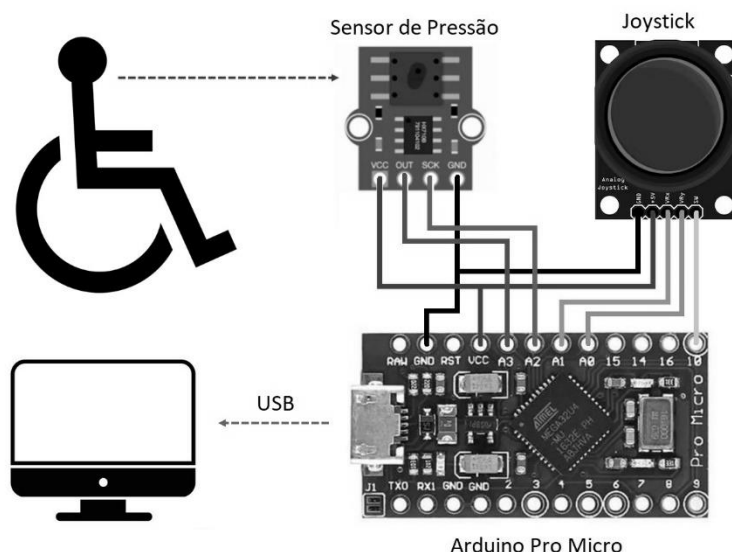


Figura 1
Diagrama geral do projeto

As funcionalidades foram desenvolvidas para uma operação intuitiva. Ao segurar o bocal oco com a boca, o usuário pode movimentar a cabeça para posicionar o cursor na tela do computador. Ao realizar uma sucção forte, o dispositivo interpreta como um clique do botão direito, enquanto um sopro forte é interpretado como um clique do botão esquerdo. Essas ações de clique possibilitam a interação com elementos na tela, como ícones, botões e menus, além da rolagem de páginas ou documentos. Para rolar, o usuário aplica uma pressão suave com a boca, por meio de sucção ou sopro, proporcionando uma experiência mais completa de navegação. Mouses controlados por sopro e sucção também são conhecidos por mouses *Sip-and-Puff*.

A construção do protótipo (Figura 2) foi feita em material PLA (poliácido láctico) por meio de impressão 3D, com destaque ao bocal oco, que atua como uma alavanca de movimentação para o módulo de joystick, permitindo múltiplas interações de pressão e deslocamento. A caixa (*case*) onde são acomodados os componentes eletrônicos foi adaptada de Maloney (2018). O suporte da *case* foi projetado com base em critérios de otimização de impressão e simplicidade de montagem do protótipo.





Figura 2
Mouse inclusivo *Sip-and-Puff*

3. RESULTADOS

A qualidade funcional de um mouse é determinada por fatores como velocidade do cursor, resolução, *polling rate* (atraso na comunicação entre mouse e computador) e precisão, que depende da variação de movimento em um tempo específico, sem ultrapassar a velocidade máxima suportada. Para avaliar essas características foi utilizado o software *Enotus Mouse Test*, versão 0.14, em um computador com sistema operacional Windows 11. Foram observados três aspectos: a resolução, a velocidade (juntamente com a frequência de comunicação) e a precisão nos movimentos. Como referência, para uma análise comparativa, os mesmos testes foram realizados com um mouse óptico Dell, modelo MS116T.

Em relação a resolução, que é especificada em DPI (*Dots per Inch*), vale

E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



destacar que essa unidade é atribuída apenas a mouses de deslocamento em superfície plana e não se aplica a mouses com deslocamento por joystick. Um DPI mais alto significa que o cursor se moverá mais rápido e cobrirá mais distância da tela com menos movimento físico em uma superfície plana.

Para determinar a velocidade máxima do mouse, realizou-se uma movimentação do cursor na máxima velocidade, possibilitando também a definição da frequência de comunicação (taxa de comunicação entre mouse e computador). A precisão foi avaliada por meio de movimentações do mouse, sem ultrapassar a velocidade máxima já medida, em qualquer direção, até que a distância total percorrida fosse superior a dois metros. Na tabela a seguir, são apresentados os resultados obtidos nos testes realizados com os mouses.

Mouse	Resolução (DPI)	Frequência (Hz)	Velocidade Máxima (m/s)	Precisão (%)
<i>Sip-and-Puff</i>	-	96	0,26	98,1
Dell MS116T	1000	220	0,51	98,2

Tabela 1

Comparação de parâmetros entre um mouse convencional e o mouse inclusivo *Sip-and-Puff*

Comparando os valores obtidos, pode se observar que a frequência e velocidade do mouse desenvolvido é inferior ao mouse comercial convencional. Esse resultado era esperado, considerando que o mouse comercial tem um hardware específico para essa função. No protótipo desenvolvido, os dados provenientes dos diferentes sensores (pressão e joystick) devem ser processados e adequados para transformar os dados aquisitados em comandos e posicionamento do mouse. Isso demanda tempo de aquisição e processamento do sinal, além do tempo de comunicação com o computador. O mouse inclusivo *Sip-and-Puff* apresenta um atraso de comunicação em torno de 10 ms, enquanto no mouse convencional esse atraso foi de 4 ms. No entanto, esse tempo de atraso não compromete o *feedback* esperado entre a ação do usuário no mouse e a resposta do computador (cliques e posição do cursor), considerando que o tempo de reação visual para uma pessoa em estado de concentração e sem comprometimento motor ou cognitivo é de 200 ms (KOSINSKI, 2008).

Por fim, vale destacar que ainda é possível ajustar a sensibilidade de um

E-mail: cbta@attpromo.com.br



REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



mouse por meio de configurações no sistema operacional do computador. A sensibilidade do mouse é a relação entre o movimento físico de um mouse e o movimento virtual que isso induz em um aplicativo de computador (BOUDAUD et al., 2023). Configurações de sensibilidade são fundamentais para ajustes específicos de acordo com o grau de limitação motora do usuário.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho visou atender pessoas com comprometimento motor severo que não tem possibilidade de acessar o computador por meio de dispositivos convencionais e/ou adaptados, como pessoas com tetraplegia, por exemplo. Os mouses de sopro e sucção são alternativas usuais para essa população, entretanto, não são de fácil acesso, principalmente pelo alto custo.

Não foram encontrados mouses de sopro e sucção de produção nacional, e os mouses importados variam significativamente de preço. Um mouse comercial com funcionalidades semelhante ao desenvolvido, o *Sip/Puff Breeze™*, da *Origin Instruments Corporation*, custa cerca de R\$ 2.000,00, em conversão direta, sem taxas de importação. O custo estimado para o mouse inclusivo desenvolvido nesse projeto é de cerca de R\$ 250,00. Aqui, cabe ressaltar, que o objetivo é apenas a comparação do custo de aquisição para o usuário, não considerando os custos para certificação do produto, bem como a cadeia de pesquisa, desenvolvimento e comercialização do produto.

Os testes iniciais e resultados de desempenho foram adequados a proposta e mostraram potencial de uso como um dispositivo alternativo para acesso ao computador. A biblioteca utilizada no *Arduino Pro Micro* para controle do mouse é compatível com sistemas operacionais Windows, Linux e Mac, além de funcionar em Tablets e Smartphones, o que amplia a possibilidade de utilização do dispositivo.

A próxima etapa será a avaliação da ergonomia e usabilidade do mouse inclusivo *Sip-and-Puff* com a população alvo, aspectos essenciais para garantir a satisfação e conforto do usuário durante sua utilização prolongada.

Vale destacar que esse trabalho foi desenvolvido no ambiente universitário com o objetivo de distribuir o projeto gratuitamente para tornar esse tipo de tecnologia mais acessível para a sociedade. Dispositivos tecnológicos acessíveis e de hardware e software aberto ajudam a democratizar o acesso à tecnologia



E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO



para pessoas com deficiência, além de incentivar a inovação colaborativa e o desenvolvimento continuado de projetos de impacto social.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro e institucional da Universidade do Estado de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIYEV, Rahib H.; ARSLAN, Murat. Head mouse control system for people with disabilities. **Expert Systems**, v. 37, n. 1, p. e12398, 2020.
- BASTOS, Paula Alessandra Lima Santos et al. Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 31, p. e3401, 2023.
- BOUDAOUD, Ben; SPJUT, Josef; KIM, Joohwan. Mouse sensitivity in first-person targeting tasks. **IEEE Transactions on games**, 2023.
- BRASIL. **Decreto Nº 10.645**, de 11 de março de 2021. Dispõe sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.645-de-11-de-marco-de-2021-307923632>. Acesso em: 28 jul. 2023.
- DINIZ, D. Modelo social da deficiência: a crítica feminista. Brasília: **Série Anis**, 2003.
- MALONEY, D. **An Open-Source Sip-and-Puff Mouse for Affordable Accessibility**, 2018. Disponível em: <https://hackaday.com/2018/04/27/an-open-source-sip-and-puff-mouse-for-affordable-accessibility/>. Acesso em: 28 jul. 2023.
- MIGUEL, M. C. CARDOSO, A. L. M. S. Tecnologia assistiva no âmbito da base de dados Scopus: um painel da literatura científica com indicadores bibliométricos. **REBECIN**, Brasil, v. 9, publicação contínua, p. 1-25, 2022. DOI: 10.24208/rebecin.v.9.291.
- NASOR, Mohamed et al. Eye-controlled mouse cursor for physically disabled individual. In: **2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)**. IEEE, 2018. p. 1-4.
- RAMOS, Pablo et al. Low-cost human-machine interface for computer control with facial landmark detection and voice commands. **Sensors**, v. 22, n. 23, p. 9279, 2022.
- ŠUMAK, Boštjan et al. An empirical evaluation of a hands-free computer interaction for users with motor disabilities. **Journal of biomedical informatics**, v. 96, p. 103249, 2019.
- KOSINSKI, Robert J. A literature review on reaction time. **Clemson University**, v. 10, n. 1, p. 337-344, 2008.



E-mail: cbta@attpromo.com.br

REALIZAÇÃO



PROMOÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

