

Mouse Button: Uma Tecnologia Assistiva para Inclusão Digital de Pessoas com Deficiência Motora ou Mobilidade Reduzida

Romário Elias da S. Santos¹, Rildo de Cássio E. da Silva¹,
Carlos A. Batista¹, Ellen Polliana R. Souza¹

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada -PE
(UFRPE-UAST) Caixa Postal 063 – 56.900-000 – Serra Talhada – PE – Brasil

{romario.santos, rildo.estacio, carlos.batista, ellen.ramos}@ufrpe.br

Abstract. Assistive technologies available on the market are often expensive, making their acquisition unfeasible and distancing People with Disability or with reduced mobility from essential computational resources necessary for their autonomy, representing a significant barrier to the digital inclusion of this population. In this context, this paper presents the development of the Mouse Button, a low-cost adapted mouse intended for individuals with motor disabilities or reduced mobility. Evaluation with the target audience indicate that the device has great potential to assist People with Disability in computer accessibility, as well as being an economically accessible option.

Resumo. As tecnologias assistivas disponíveis no mercado possuem um alto custo, o que inviabiliza sua aquisição, afastando Pessoas com Deficiência ou com mobilidade reduzida do acesso a recursos computacionais essenciais para sua autonomia, representando uma barreira significativa para a inclusão digital desse público. Neste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento do Mouse Button, um mouse adaptado de baixo custo destinado a PcD motora ou com mobilidade reduzida. Avaliação com público-alvo indica que o dispositivo possui um grande potencial para auxiliar as Pessoas com Deficiência na acessibilidade ao computador, além de ser uma opção economicamente acessível.

1. Introdução

De acordo com a Lei Brasileira de Inclusão (LBI), é considerada uma Pessoa com Deficiência (PcD) aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, a qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas [BRASIL, 2015].

Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE, 2022], mostram que o número de PcD acima de 2 anos chega a 18,6 milhões, representando um percentual de quase 8,9% da população brasileira nessa faixa etária. Há vários tipos de deficiências ou limitações, em diferentes combinações e níveis. Com relação a deficiência física, especificamente, cerca de 3,8% apresenta limitações nos membros inferiores e 2,7% nos membros superiores.

Dentre as instituições que trabalham pela inclusão das PcD Intelectual e múltipla (PcDI), está a Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais de (APAIE), sendo a maior rede de assistência às PcDI da América Latina¹. Dentre as mais de 2000 APAES no Brasil, está a APAE de Serra Talhada (APAEST) e nesta acontece o Projeto de Extensão Inclusão Digital,

¹Sobre o trabalho das APAES: <https://apaebrazil.org.br/conteudo/quem-somos>

que existe na associação desde 2017, com o objetivo de, dentre outros, promover a inclusão digital dos assistidos da mesma através de oficinas de informática, de robótica e de pensamento computacional. Esse projeto acontece em parceria com o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST).

Tecnologias Assistivas (TA) proporcionam o acesso e a participação de PcD em atividades do dia a dia, desde as mais simples, como vestir uma roupa, até as mais complexas. As TAs são recursos e serviços que contribuem para ampliar as habilidades funcionais da PcD e, conseqüentemente, promover autonomia e inclusão Bersch [2008]. O uso de TA traz consigo a oportunidade de melhorias, possibilitando que a PcD tenha acesso, por meio de determinado recurso, ao uso do computador, à Internet, entre outras possibilidades que, por sua vez, surgem como recursos potencializadores do processo de ensino, além de promover inclusão educacional e sociodigital [de Melo, 2019].

No entanto, o acesso às TAs ainda é limitado [Varela and Oliver, 2013]. O difícil acesso a esses recursos pode estar relacionado ao alto custo dos recursos, podendo envolver importação de mercadorias de outros países, além da insuficiente produção nacional. Tendo em vista essa problemática, este trabalho tem como objetivo apresentar o protótipo e a avaliação de um mouse adaptado de baixo custo, o *Mouse Button*. O protótipo foi testado e validado junto à uma assistida da APAEST.

O restante do trabalho está dividido da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; na Seção 3 são apresentados os materiais e método utilizados no desenvolvimento do protótipo; a Seção 4 apresenta o resultado da avaliação com público-alvo; e, por fim, a Seção 5 lista as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

O trabalho de Prado Júnior et al. [2017] demonstra que é possível realizar a criação de equipamentos adaptados de maneira simples e de baixo custo, deixando-os mais acessíveis, financeiramente, ao público em geral. Foram desenvolvidos um mouse adaptado e um software para auxiliar na escrita de textos. O protótipo foi feito com uma placa de mouse convencional, uma bola de sinuca, três raios de bicicleta, três *push buttons*, dois recipientes de armazenar alimentos, três tampas de garrafa PET e três rolamentos. O seu custo total ficou em torno de R\$ 40,00. A solução proposta pelo autores, apesar de estar em fase de testes, apresentou uma redução significativa comparada aos preços dos recursos disponíveis no mercado.

O trabalho de Prado Júnior [2020] desenvolveu três TAs para PcD motora em membros superiores. Uma dessas ferramentas foi um *mouse* adaptado de baixo custo, o *MouseAdapt*, confeccionado a partir de uma impressora 3D. O mouse é composto por três acionadores *push buttons*, uma placa *wireless* de *mouse* óptico convencional e uma bola de sinuca. Já as peças que compõem a parte externa do projeto foram projetadas utilizando o *Blender*, software de modelagem 3D, e impressas. Após testes de precisão e velocidade, o mouse apresentou resultados não muito diferentes dos demais, entretanto, ficou constatado que o conforto e a facilidade de utilização do “Trackball” foram aprimorados com relação aos mouses comuns. O valor do mouse se mostrou acessível, em torno de R\$ 120,00.

A pesquisa realizada por de Melo [2019] mapeou os avanços no uso dos recursos e serviços de TA para a inclusão de PcD no âmbito educacional, através de um mapeamento sistemático da literatura. No total, 104 estudos foram selecionados e analisados. Além disso, foi disponibilizado um catálogo com os recursos digitais identificados, levantando valores, quanti-

dade de tecnologias assistidas por tipo de deficiência, quais deficiências tiveram mais recursos desenvolvidos entre 2009 e 2018, entre outros. Os resultados destacaram que apenas 16.4% das publicações/tecnologias desenvolvidas no período de tempo estudado atendem às PcD motoras.

Analisando os trabalhos percebeu-se que apesar de haver dispositivos do tipo no mercado, existe uma lacuna de estudos de Melo, 2019 e uma muitas soluções possuem valores de aquisição elevados, o que pode dificultar o acesso desses recursos a uma grande parcela da população. Há soluções com valores acessíveis que utilizam dispositivos como *TrackBalls* (Prado Júnior et al. [2017] e Prado Júnior [2020]) que embora sejam soluções úteis, não atendem a todos, principalmente àquelas PcD que apresentam movimentos involuntários, como espasmos de braços ou mãos. Com base nesse cenário, surgiu a motivação para o desenvolvimento do *Mouse Button*.

3. Método

Nesta seção, são detalhados os materiais e métodos empregados no desenvolvimento e na validação do *Mouse Button*. O passo a passo utilizado para o desenvolvimento e validação do *Mouse Button* está disposto na Figura 1.



Figura 1. Etapas do Método

Fonte: Autor

3.1. Desenvolvimento do Mouse Button

Primeiramente, foi realizado um levantamento dos principais recursos de TA para acessibilidade ao computador disponíveis no mercado, valores de aquisição e suas principais funcionalidades e limitações. A partir disso pensou-se no design de utilização, verificando que muitas soluções do mercado não atendem a todos, então se faz necessário pensar em algo que possam abranger as diversidades existentes. Para a definição do projeto eletrônico, foi utilizado o Arduino Leonardo [Arduino, 2023], pois o mesmo é equipado com uma biblioteca que permite a emulação de um mouse USB, tornando-o uma escolha altamente funcional para o projeto, além do custo de aquisição ser acessível. Foram adquiridos os materiais necessários para construção do protótipo, e o custo total foi de R\$ 276,00, a divisão dos valores está especificada na Tabela 1.

Material	Valor (R\$)
Arduino Leonardo	126,00
Botões	60,00
Caixa de MDF	50,00
Fios, resistores e solda	40,00
Total	276,00

Tabela 1. Relação de materiais e valores

O protótipo físico foi construído com dimensões de 40 cm de comprimento, 17 cm de profundidade e 5 cm de altura. Os botões direcionais seguem o padrão de um teclado de

computador convencional, sendo o botão “ParaBaixo” ocupando um lugar mais central dentre os botões direcionais e usado como ponto de referência para os restantes, o botão “ParaCima” localizado 10 cm acima do botão “ParaBaixo”, o botão “ParaEsquerda” com 9 cm à esquerda e o “ParaDireita” com 9 cm à direita. Estas medidas foram assumidas para evitar ao máximo que qualquer espasmo ou movimento involuntário faça com que alguma tecla seja pressionada de forma acidental. O Mouse Button (Figura 2) prioriza eliminar a dependência de movimentos físicos para controlar o cursor do computador através do movimento contínuo de um objeto. Caso ocorra um espasmo, a única consequência será a interrupção do movimento do cursor devido à ausência de pressionamento dos botões.



Figura 2. (A) Mouse Button visto por Cima - (B) Mouse Button Lateral

3.2. Planejamento do Estudo

Para a avaliação, foi selecionada uma adolescente de 17 anos com deficiência intelectual e motora que já apresentava dificuldade para utilizar o computador com as tecnologias assistivas disponíveis na APAEST, tais como o mouse *BigTrack Ball* e o mouse/teclado *TiX*. Para algumas atividades, a adolescente preferia, inclusive, utilizar o mouse convencional, e acabava não conseguindo realizar algumas atividades devido a sua condição. Vale ressaltar que a responsável pela adolescente autorizou sua participação neste estudo e para isso foi assinado por ela um termo de consentimento.

Foi utilizado o software *MousePath* para traçar uma linha por onde o mouse percorrer e um círculo onde o mouse permanecer parado (quanto mais tempo parado, maior o círculo), isso ajudou a identificar, de forma visual, a trajetória na utilização de cada mouse. Foi utilizado o software *OBS Studio* para gravação da tela, com o intuito de verificar o tempo de utilização do mouse na realização da tarefa. Durante a avaliação, foram realizadas diferentes tarefas usando o *Mouse Button*, o *BigTrack Ball* e um mouse óptico convencional. O objetivo desta avaliação foi observar a interação da participante com o *Mouse Button* e colher dados para melhorar a experiência dela. A abordagem foi baseada em diretrizes de acessibilidade e boas práticas de design inclusivo, adaptadas para atender às necessidades específicas da participante (Nielsen et al. [1990] e Lazar et al. [2010]).

Foram definidas três atividades para aferir a eficiência dos mouses testados.

- Atividade 1 - Exploração de Cursor:

A exploração do cursor consiste em uma atividade para movimentá-lo pela tela do computador, controlando os movimentos através dos botões. Na tela, eram mostradas seis imagens de diferentes animais (Figura 3.2 A). Foi entregue à participante um cartão com a imagem de um desses animais, a qual precisaria identificar qual era o animal do cartão e levar o cursor até a imagem correspondente e, em seguida, remover a mão do mouse sem movimentar o cursor.

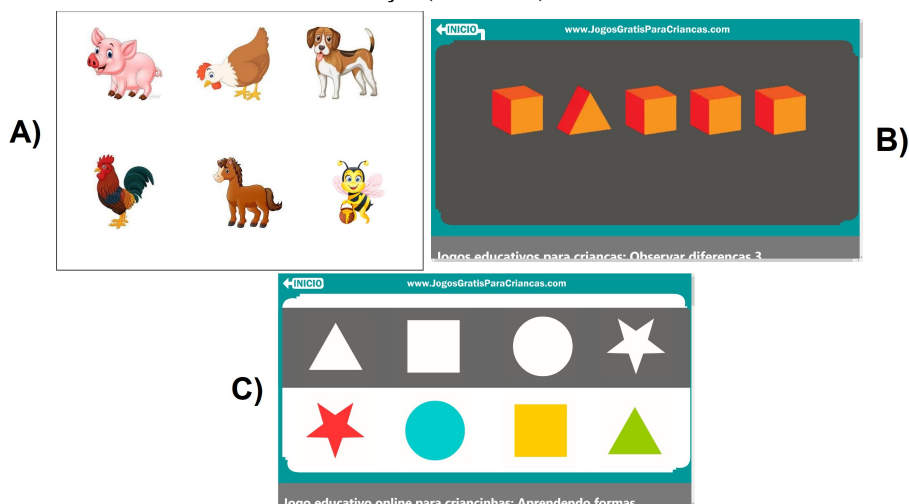


Figura 3. (A) Imagens Atividade 1 - (B) Imagens Atividade 2 - (C) Imagens Atividade 3

- Atividade 2 - Clicar em Objetos: Para a realização desta atividade, foi utilizado um jogo educacional que consiste em observar, com atenção, os desenhos na tela, descobrir qual se diferencia dos outros e clicar nele para passar para a outra tela com desenhos (Figura 3.2 B).
- Atividade 3 - Arrastar e Soltar Simples: A atividade 3 consistiu em arrastar um objeto, ou seja, clicar em um objeto, segurar o clique e arrastar o objeto ao destino desejado, utilizando um jogo que contém quatro objetos e suas respectivas formas geométricas na parte superior (Figura 3.2 C).

4. Resultados e Discussão

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados de cada atividade que a assistida realizou utilizando o Mouse óptico, o *Big Track Ball* e o *Mouse Button*.

4.1. Resultado das Atividades

A validação do recurso utilizando as atividades planejadas foi realizada em dois dias. Contudo, para o desenvolvimento e ajuste da tecnologia, foram realizados diversos encontros com a participante, inclusive com a presença de uma psicopedagoga e uma fisioterapeuta para auxiliar nas atividades (Figura 4). Os resultados das três atividades realizadas com a participante estão dispostos na Figura 5, e serão detalhados em seguida.

Na atividade 1, utilizando o mouse óptico convencional, ela conseguiu concluir um dos exercícios. Notou-se que segurar esse mouse é uma tarefa desgastante para ela, sendo que 19 cliques acidentais aconteceram devido aos espasmos musculares. Por este motivo, foi decidido não continuar o teste com o mouse óptico para que ela não se cansasse. Como pode ser observado na Figura 6A, em 2 minutos de uso do mouse, ela não conseguiu manter uma trajetória limpa devido a mobilidade reduzida e aos espasmos.

Utilizando o *Big Track Ball*, notamos que ela fez muito esforço para controlar o mouse. Diversos cliques acidentais ocorreram durante a avaliação (36 no total). Existiu uma melhora significativa na sua utilização em comparação ao mouse anterior ((Figura 6B), pois ela conseguiu finalizar a atividade, porém ainda é notável a instabilidade que o mouse proporciona.

Na utilização do *Mouse Button*, mesmo sendo o último teste e apresentando um certo cansaço, observamos que foi o mouse que ela teve mais facilidade de utilizar. Três cliques



Figura 4. Participante utilizando o *Mouse Button*

Resultado dos testes da Atividade 1				
Ordem	Teste	Duração	Imagens Concluídas	Cliques acidentais
1º	Mouse óptico	2min20s	1	19
2º	Big Track Ball	3min43s	6	36
3º	Mouse Button	4min25s	6	6
Resultado dos testes da Atividade 2				
Ordem	Teste	Duração	Imagens Concluídas	Cliques acidentais
1º	Mouse óptico	1min50s	0	19
2º	Big Track Ball	3min20	6	29
3º	Mouse Button	7min47s	6	3
Resultado dos testes da Atividade 3				
Ordem	Teste	Duração	Imagens Concluídas	Cliques acidentais
1º	Mouse Button	4min00s	1	1
2º	Big Track Ball	2min10s	0	35
3º	Mouse óptico	-	-	-

Figura 5. Resultados dos Testes das Atividades

Fonte: Autor

acidentais ocorreram, e todos quando o botão “Cima” era clicado, já que ela precisa se apoiar para clicar nele e acabou por vezes pressionando o botão “Baixo”. Com relação a trajetória do cursor na tela, pode-se perceber que o *Mouse Button* diminui a quantidade de erros ocorridos em relação ao cursor se mover de maneira involuntária (Figura 7).

Vale ressaltar que os cliques acidentais, muitas vezes, implicavam em reinício da atividade, causando frustração e evoluindo para o aborrecimento. O *Mouse Button* foi o que mais levou tempo de testes, mas pelo fato do cursor ser lento.

Na atividade 2, conforme apresentado na Figura 5, a participante não conseguiu atingir o objetivo utilizando o mouse óptico, após várias tentativas e muitos cliques acidentais (19 no total), ela não conseguiu movimentar o mouse até o local desejado e clicar.

Apesar de ter conseguido realizar a tarefa com o *Mouse Big Track Ball*, foi notório o esforço excessivo que ela manteve para conseguir realizar a tarefa, além de apresentar muitos espasmos musculares, tendo muita dificuldade para manter o controle sobre o cursor (Figura

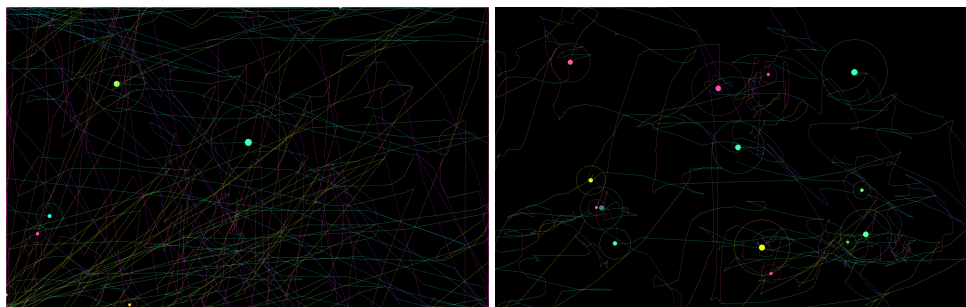


Figura 6. Atividade 1 - (A) Trilha do Mouse Óptico - (B) Trilha do *Big Track Ball*

Fonte: Autor

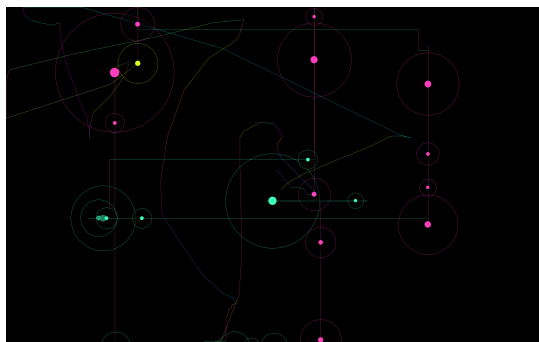


Figura 7. Atividade 1 - Trilha do *Mouse Button*

Fonte: Autor

8A). Além disso, também ocorreram muitos cliques acidentais durante o teste (29 ao todo).

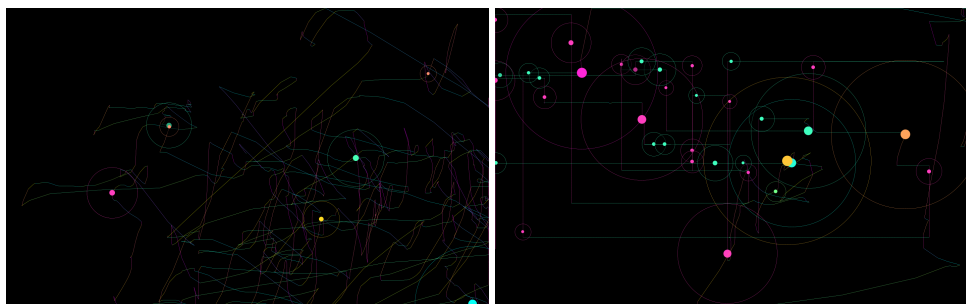


Figura 8. Atividade 2 - (A) Trilha do *Big Track Ball* - (B) Trilha do *Mouse Button*

Fonte: Autor

Com o uso do *Mouse Button*, notou-se uma redução significativa na quantidade de erros, o que é um progresso. Os testes foram realizados sequencialmente e a participante já estava visivelmente exausta devido a espasmos musculares. É perceptível o tempo que ela ficou parada ao observar os círculos grandes na Figura 8B, e mesmo com essas pausas, ela conseguiu concluir o restante do teste sem maiores dificuldades.

Na atividade 3, a ordem dos mouses foi mudada, ela iniciou com o *Mouse Button*, depois usou o *Big Track Ball*, e finalizou com o mouse óptico. É importante observar que o *Mouse Button* foi o único mouse que ela conseguiu realizar a atividade. Ela apresentou muito cansaço (Figura 9A) e, quando conseguiu realizar a atividade, pediu para finalizar a avaliação e ir embora.

Utilizando o mouse *Big Track Ball*, ela não conseguiu realizar a atividade, e demonstrou dificuldade na execução da mesma (Figura 9B). Após isso, demonstrou cansaço e não quis mais

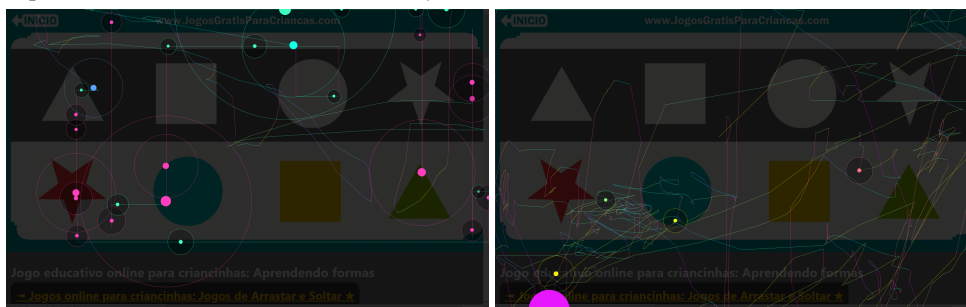


Figura 9. (A) - Atividade 3 - Trilha do *Mouse Button* - (B) Trilha do *Big Track Ball*

Fonte: Autor

prosseguir com o restante da avaliação devido a frustração de não conseguir realizar a atividade, bem como também não quis mais realizar a avaliação com o *Mouse Óptico* para a atividade 3.

4.2. Discussão

Apesar de apenas uma pessoa ter realizado a avaliação, os resultados com o *Mouse Button* se mostraram promissores. O dispositivo demonstrou ter um potencial para ser uma ferramenta útil para PcD motora ou mobilidade reduzida, visto que a participante conseguiu realizar todas as atividades com uma redução significativa na quantidade de erros e pela facilidade de uso, em relação aos outros dispositivos, observada durante a avaliação. Além disso, é importante destacar a comparação de valores com outros mouses disponíveis no mercado, com o *Mouse Button* se destacando pelo baixo custo para ser desenvolvido e pela praticidade de uso.

No entanto, foram identificadas possíveis melhorias. A primeira está relacionada a instabilidade do mouse na mesa e a altura do dispositivo. Para resolver essa questão, pode ser considerada a adição de um material emborrachado na parte inferior do dispositivo ou a fixação do mouse à mesa. Outras melhorias na parte mecânica do mouse que talvez facilitem a usabilidade do mouse seria adicionar uma entrada para configurar velocidade, como dois botões na parte de trás do mouse apenas para esse fim, ou até mesmo um potenciômetro para que a variação fosse mais gradual. Além disso, também seria interessante adicionar uma função ao mouse para que, com apenas um clique, o usuário consiga manter o botão esquerdo pressionado para que as atividades sejam feitas com maior praticidade, trazendo assim mais uma facilidade na utilização do dispositivo.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o projeto, desenvolvimento e avaliação do *Mouse Button*, uma Tecnologia Assistiva de baixo custo. Esse dispositivo foi desenvolvido com o objetivo de ser acessível financeiramente e de fácil utilização para PcD motora ou mobilidade reduzida. Os resultados deste trabalho são bem promissores e demonstraram que o dispositivo atendeu às necessidades para as quais foi desenvolvido. As melhorias identificadas para o *Mouse Button* durante a avaliação, como a estabilidade do dispositivos na mesa e altura do mouse, abrem várias possibilidades para trabalhos futuros e podem ser abordadas em mudanças futuras do projeto. Além disso, pretende-se selecionar mais participantes para avaliar o *Mouse Button* e assim conseguir realizar uma avaliação quantitativa e levantar possíveis pontos de melhoria de usabilidade. Pretende-se também ampliar o método de avaliação, planejando mais atividades para testes e otimizando as atividades já existentes.

Referências

BRASIL. Constituição federal, lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. 2015.

- IBGE. Pesquisa nacional por amostra de domicílios (pnad) contínua - 2022, 2022. URL https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_media/ibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf.
- Rita Bersch. Introdução à tecnologia assistiva. *Porto Alegre: CEDI*, 21, 2008.
- Ana Carolina Cândido de Melo. Universidade federal rural de pernambuco como a tecnologia assistiva tem auxiliado na inclusão educacional de pessoas com deficiência um mapeamento sistemático da literatura, 2019.
- Renata Cristina Bertolozzi Varela and Fátima Corrêa Oliver. A utilização de tecnologia assistiva na vida cotidiana de crianças com deficiência. *Ciência Saúde Coletiva*, 18(6):1773–1784, Jun 2013. ISSN 1413-8123. doi: 10.1590/S1413-81232013000600028. URL <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000600028>.
- Francisco José Prado Júnior, Edilson Rocha Porfírio Filho, Tales Carneiro Galucio, and Valcídes Carneiro Moraes. Inclusão digital: tornando acessível as tecnologias assistivas. 2017.
- Francisco José Prado Júnior. Engenharia de computação e tecnologias assistivas: Recursos de acessibilidade ao computador para pessoas com deficiência motora, 2020.
- Arduíno. Arduíno leonardo, 2023. URL <https://docs.arduino.cc/hardware/leonardo/>. Acesso em: 11 set. 2024.
- Nielsen, Jakob, Molich, and Rolf. *Heuristic evaluation of user interfaces*. 1990.
- Lazar, Jonathan, Jinjuan Heidi Feng, Hochheiser, and Harry. *Research methods in human-computer interaction*. John Wiley & Sons, 2010.