

# Mouse Háptico: uma Tecnologia Assistiva Voltada a Deficientes Visuais

André Luiz Delai (CTI) [aldelai@cti.gov.br](mailto:aldelai@cti.gov.br)

## Resumo

Este artigo apresenta uma proposta de um novo periférico assistivo de computador, um mouse com resposta motora utilizando conceitos da tecnologia háptica e que está em desenvolvimento Divisão de Metodologias da Computação (DIMEC) do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). Aqui são apresentados o conceito da tecnologia, seus componentes e particularidades, bem como seu estado atual de desenvolvimento, além das próximas etapas do projeto.

*Palavras-chave: háptico, assistivo, mouse, deficiência visual, interface homem-computador.*

## 1. Introdução

A deficiência visual é uma notória limitante no acesso de indivíduos a recursos de aprendizado comumente usados por pessoas sem essa deficiência, como é o caso dos computadores e os softwares aplicados e eles.

De acordo com dados do último censo realizado no Brasil pelo IBGE (2010), o país possuía 506,337 indivíduos com deficiência visual severa (cegos) e mais 6.056.533 pessoas com grande dificuldade em enxergar. Os números demonstram que aproximadamente 3,3 % da população brasileira em 2010 possuía altos níveis de deficiência visual. Com o crescimento esperado e envelhecimento da população, é razoável prever-se números ainda maiores para 2020.

A tecnologia háptica, conhecida também por toque tridimensional ou comunicação cinestésica, relaciona-se com as tecnologias capazes de simular a experiência do toque por meio de aplicação de forças, movimentos ou vibrações no usuário (ROBLES-DE-LA-TORRE, 2010). Os exemplos mais comuns para essa categoria de dispositivos são a tecnologia “*force feedback*” empregada em periféricos de jogos e em interfaces homem-máquina na indústria ou medicina. Além desses há também os atuadores por vibração, empregados em celulares e *joysticks* diversos.

A tecnologia assistiva promove a criação de dispositivos de assistência, adaptação ou reabilitação para pessoas com algum tipo de deficiência (PARANT, 2017). No caso específico da deficiência visual pode-se exemplificar como tecnologias assistivas o código Braille, bengalas, leitores de tela, pisos táteis, além de outros.

A proposta deste trabalho é unir as áreas de tecnologias assistivas e hápticas para produzir um periférico de computador que promova uma maior interatividade de um usuário cego com um computador convencional. O projeto do dispositivo, nomeado como mouse háptico ou *haptic*, assemelha-se aos mouses convencionais, mas possui atuadores que promovem respostas táteis aos usuários. Espera-se contribuir um novo design de dispositivo, inexistente na literatura, que propicie maior acessibilidade e melhor experiência aos usuários de sistemas computacionais com deficiência visual severa, visando maior acesso a informação e aos recursos de aprendizado.

O restante deste artigo está estruturado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta os principais conceitos relacionados ao mouse háptico, a seção 3 detalha a proposta de design incluindo os principais dispositivos, tecnologias e software e, por fim, a seção 4 apresenta as considerações finais e os próximos passos da pesquisa.

## 2. O Conceito do Mouse Háptico

A ideia por trás do dispositivo mouse háptico consiste em produzir uma interface com elementos vibradores que possam enviar informação ao usuário, dando a ele a capacidade de orientação espacial bidimensional e sinalização de objetos em um ambiente de interface de computador. Em outros termos o dispositivo fornece ao usuário informações táteis que podem ser representadas como posição de um cursor ou elementos em uma interface de computador.

Um conjunto de 5 unidades de vibração são dispostas na forma de cruzeta. A estrutura é construída em polímero ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), insumo usado na impressão 3D das partes mecânicas do protótipo. Os motores de vibração possuem uma escala de vibração que atinge a frequência teórica de 240 Hz na tensão de trabalho estabelecida em 3,3 volts. Os motores devem vibrar isoladamente para que sejam percebidos de forma individual pelo usuário. Para evitar que a vibração se propague pela estrutura cada unidade de vibração é isolada por 3 amortecedores de vibração em espuma sintética que mitigam a propagação das ondas mecânicas pelo artefato. O modelo do atuador é exibido na Figura 1.

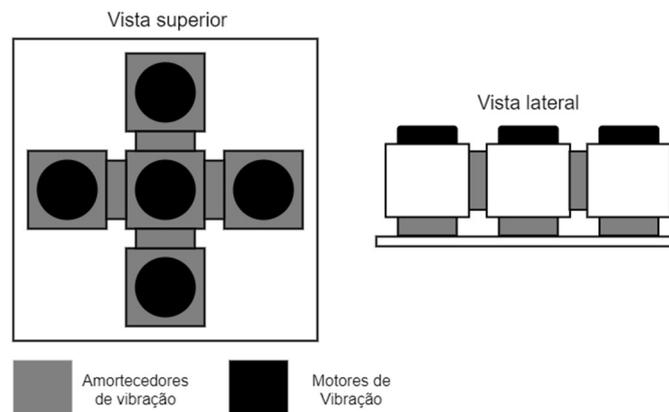


Figura 1 - Conjunto de atuadores de vibração

A inspiração para criação do atuador de palma veio dos direcionais de videogames conhecidos como dpads (Figura 2). Dpads são sensores direcionais digitais que começaram a ser usados no início da década de 1980 em substituição aos joysticks e potenciômetros empregados nos controles de consoles de videogame da época.



Figura 2 - Dpad: direcional digital de controles de console de videogames

Invertendo-se a funcionalidade de sensor para atuador vibratório e aplicando-o em uma área superior a superfície do dedo polegar, como é o caso da palma da mão onde conjectura-se ser possível a percepção ou reconhecimento de um maior número de símbolos.

Outros 3 atuadores de vibração são construídos sob a forma de botões que podem ser acionados pelos dedos do usuário, ou seja, realizam papel duplo de atuador e sensor.

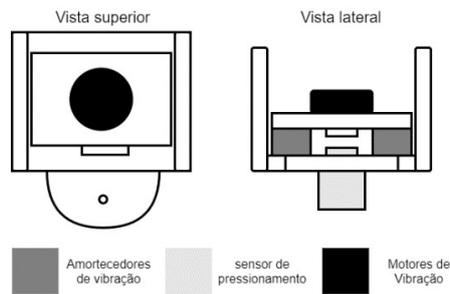


Figura 3 - Atuador e sensor dos dedos

Quando o dispositivo está em uso a mão do usuário repousa sobre o mouse háptico. O conjunto de cinco dispositivos de vibração dispostos na forma cruzada são acomodados sobre a superfície da palma da mão do usuário (P1 a P6 da Figura 4) e outros 3 deles na ponta dos dedos indicador, médio e anelar (F1, F2, F3 respectivamente).

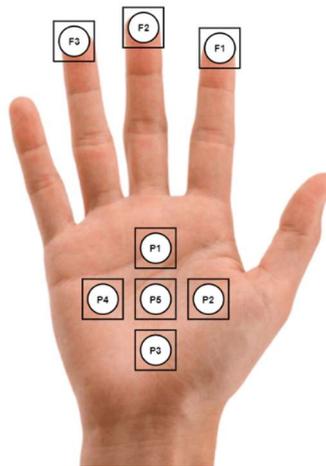


Figura 4 - Atuadores vibratórios posicionados na mão do usuário

Um total de 8 atuadores são utilizados sendo cinco na palma da mão e três nos dedos do usuário; É adotado um conjunto de símbolos codificados num sistema binário, onde a não vibração de um elemento representaria 0 e a vibração a 240 Hz representaria 1 e, assim, tem-se uma possibilidade teórica de se representar 256 símbolos diferentes ( $2^8 = 256$  combinações possíveis). Já em termos práticos o conjunto de símbolos deve ser substancialmente reduzido, para que seja viável o treinamento do usuário e a utilização do artefato, tendo em vista que o reconhecimento de 256 símbolos não é uma tarefa esperada para a maioria dos usuários.

### 3. O Projeto do Protótipo

A pesquisa da tecnologia do mouse háptico contempla o projeto de um protótipo para testes em voluntários. A etapa de criação do protótipo dividiu-se em análise de engenharia reversa dos mouses convencionais, levantamento do estado da arte de componentes atuadores de micro vibração, quais componentes eletrônicos seriam utilizados, qual seria a fonte de alimentação elétrica. Por fim, a geometria e localização dos atuadores na estrutura mecânica do mouse com base na anatomia da mão humana.

A eletrônica foi projetada para trabalhar com alimentação de 5 vcc, sendo limitada a 3,3 vcc para os motores de vibração via modulação PWM (Pulse Width Modulation). O circuito é controlado por um microcontrolador Microchip ATmega 328 integrado na placa Arduino Nano (ARDUINO, 2020) e alimentada via USB (Universal Serial Bus). A placa do protótipo incorpora um atuador *buzzer* polifônico com ajuste de amplitude via potenciômetro acoplado na placa. A tarefa do microcontrolador é a de se comunicar com o computador mestre responsável por enviar os comandos aos atuadores e realizar leitura dos sensores. Esse computador executa os softwares de treinamento e calibração, além dos demais aplicativos necessários aos testes com os usuários. Para a parte háptica, a comunicação entre os dois dispositivos se dá através do protocolo AMASP (DELAÍ, 2019).

Além de toda a parte dedicada à tecnologia *haptic* o mouse também é composto pela tecnologia tradicional de sensor óptico para sua funcionalidade de periférico dessa classe. A placa com os componentes do sensor foi adaptada de um mouse vendido comercialmente com o objetivo de reduzir os custos de tempo de desenvolvimento do protótipo. A diagramação exibindo uma visão geral do sistema pode ser observada pela Figura 5.

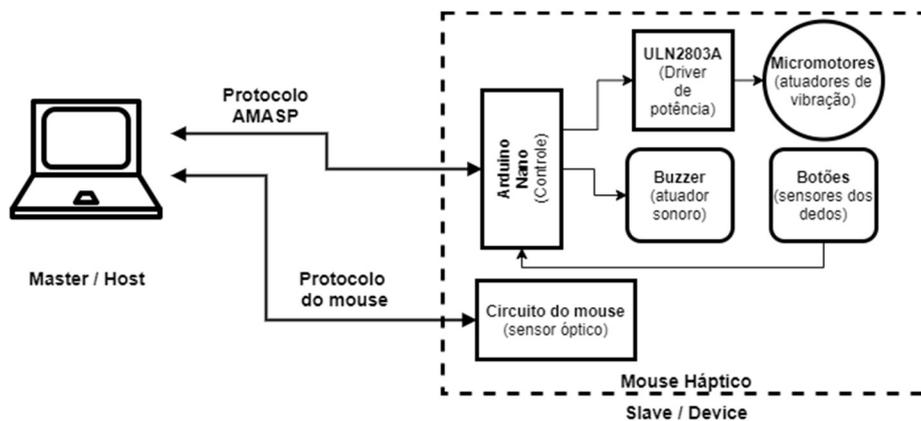


Figura 5 - Diagrama geral do mouse háptico

A confecção da placa de circuito impresso foi realizada no laboratório de eletrônica do CTI Renato Archer. Os componentes foram montados e testados, assim como o atuador vibratório de palma. A placa da unidade de controle e o atuador de palma são exibidos na Figura 6.

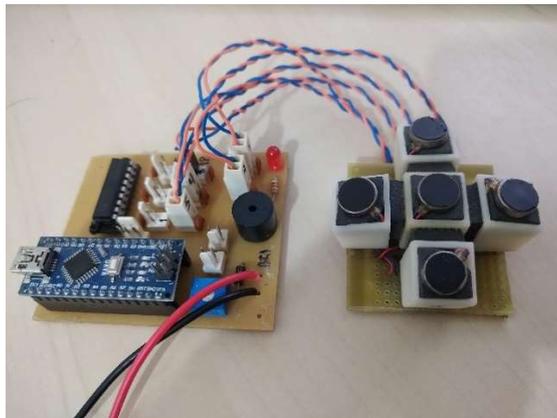


Figura 6 - Eletrônica do mouse háptico com atuador de palma.

O circuito apresentado permite a possibilidade de acionamento individual de cada um dos atuadores de vibração da palma ou dos dedos do usuário. O hardware também permite a emissão

de sinais sonoros em várias frequências diferentes do espectro audível (20 a 20.000 Hz). A placa possui entradas adicionais de informação que podem ser usadas por sensores no mouse.

Para os testes dos componentes e calibração dos motores utiliza-se um software de alto nível desenvolvido em linguagem C# (Figura 7). Apesar das curvas de trabalho dos micro motores apresentadas pelo fabricante, esses atuadores possuem variações de funcionamento que presumem-se serem decorrentes do modo de fabricação (como valores diferentes de impedância nos terminais para cada motor). Essas diferenças, aliadas ao acoplamento da mecânica do atuador de palma e dos dedos gera a necessidade de uma calibração dos motores via software, para tentar mitigar as variações na resposta dos motores.

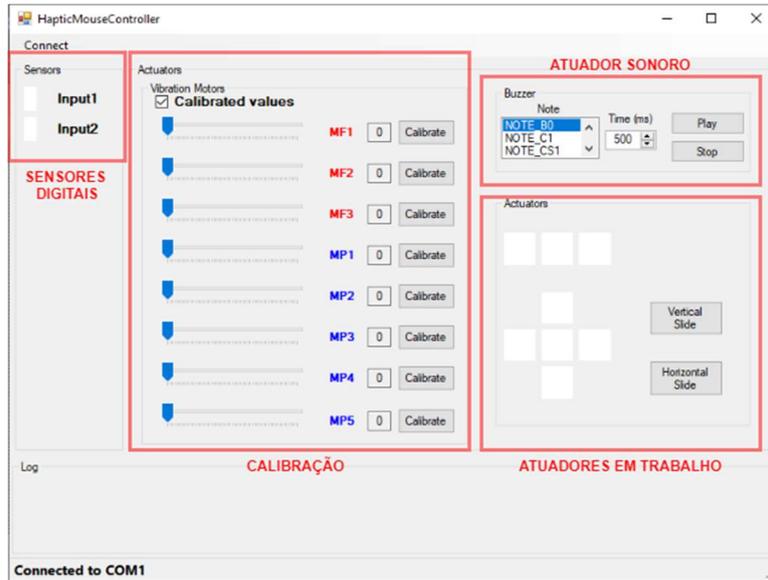


Figura 7 - Interface do software de testes e calibração do mouse háptico.

O software possibilita os testes e calibração individuais dos atuadores de vibração, o envio de notas musicais ao atuador sonoro (*buzzer*), além de visualizar os sinais das entradas de sensores digitais.

As partes mecânicas da estrutura do mouse encontram-se em produção no momento da redação deste artigo, desta maneira a visualização geral do protótipo é possível apenas por meio do modelo tridimensional exibido na Figura 8.

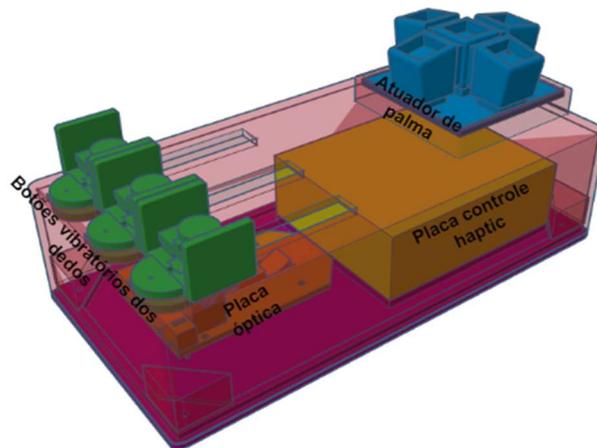


Figura 8 - Modelo tridimensional do mouse háptico

#### 4. Considerações Finais

O design inicial de um periférico háptico/assistivo para deficientes visuais foi concluído e o projeto está no estágio de fabricação de itens mecânicos necessários para montagem do protótipo. Atrasos decorrentes das medidas tomadas para atenuar os efeitos da pandemia de COVID-19, além das restrições de contato social, impossibilitaram a finalização do protótipo assim como os testes em voluntários previstos para o ano de 2020. Estuda-se atualmente a quantidade de símbolos e as formas de representá-los utilizando os atuadores do mouse. Esta etapa é dependente da construção integral do protótipo, bem como de avaliações com usuários. Também seguem em desenvolvimento os softwares e interfaces a serem integradas com a tecnologia háptica.

Os próximos passos da pesquisa são a montagem do protótipo e o início de testes em ambiente controlado. A posteriori, intenciona-se a utilização do protótipo em testes com usuários de visão plena e com deficiência visual severa. As datas para tais testes ainda dependerão das condições sanitárias e das medidas de controle adotadas no cenário de pandemia atual. Com os resultados espera-se criar uma nova versão aprimorada do dispositivo, bem como a publicação dos resultados em revista internacional indexada.

#### Referências

**PARANT, A. & SCHIANO-LOMORIELLO, S. & MARCHAN, F.** *How would I live with a disability? Expectations of bio-psychosocial consequences and assistive technology use.* Taylor & Francis Vol. 12, p. 681-685, 2017.

**ROBLES-DE-LA-TORRE, G.** *Haptic Technology, an animated explanation.* International Society for Haptics Isfh.org, jun. 2010.

**ARDUINO, N.** Arduino Nano. Arduino, <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>, acessado em 12 de outubro de 2020.

**DELAI, A.L. & MIYADAIRA, A.N. & LIMA, T.C.** *AMASP (ASCII Master Slave Protocol): a Lightweight MODBUS Based Customizable Communication Protocol for General Applications.* Journal of Communication and Information Systems Vol. 34, n.1, p.1-11, 2019.