

# Tecnologias de Visão Computacional para Inclusão Digital: Uma Plataforma de Acessibilidade para Pessoas com Deficiência Motora

**Yago Gabriel Oliveira<sup>1</sup>, Vinícius Alves Silva<sup>1</sup>, Hiran Nonato M. Ferreira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais  
(IFSULDEMINAS) - Passos/MG, Brasil

yago.oliveira@alunos.ifsuldeminas.edu.br  
{vinicius.silva, hiran.ferreira}@ifsuldeminas.edu.br

**Abstract. Introduction:** Digital assistive tools support inclusion for people with motor disabilities. **Objective:** To present a browser extension controlled by head movement. **Methodology:** Functional prototype using MediaPipe and initial tests. **Expected Results:** Lightweight, accessible solution with stable tracking. User testing is planned.

**Keywords** facial tracking, accessibility, digital inclusion

**Resumo. Introdução:** Tecnologias assistivas digitais favorecem a inclusão de pessoas com deficiência motora. **Objetivo:** Apresentar uma extensão de navegador controlada por movimentos da cabeça. **Metodologia:** Protótipo funcional baseado em MediaPipe e testes preliminares. **Resultados Esperados:** Solução leve e acessível, com rastreamento estável. Planejam-se testes com usuários.

**Palavras-Chave** rastreamento facial, acessibilidade, inclusão digital

## 1. Introdução

Cerca de 14,4 milhões de brasileiros, ou 7,3% da população com dois anos ou mais, possuem algum tipo de deficiência, segundo o Censo Demográfico 2022 do IBGE. Diante disso, é essencial garantir o acesso igualitário à informação e aos recursos digitais. A legislação brasileira, como a Lei nº 13.146/2015 (Estatuto da Pessoa com Deficiência), reforça esse direito ao estabelecer diretrizes de acessibilidade, inclusive no meio digital [Brasil 2015]. Com a transformação digital, o acesso à internet tornou-se parte fundamental da cidadania. No entanto, apesar das diretrizes da WCAG, menos de 1% dos sites brasileiros são totalmente acessíveis [Movimento Web para Todos 2022]. Isso revela uma lacuna entre o avanço tecnológico e a inclusão efetiva, especialmente de pessoas com deficiência motora, para quem dispositivos como teclado e mouse representam barreiras significativas [Macedo 2021].

A interação humano-computador tem evoluído com o uso de visão computacional, reconhecimento facial e técnicas de machine learning, possibilitando soluções adaptadas a diferentes limitações funcionais. Tecnologias assistivas, como as propostas por [Oliveira 2022] e [Cupertino 2022], demonstram que é possível substituir periféricos tradicionais por comandos baseados em movimentos faciais ou oculares.

Neste contexto, propomos o desenvolvimento de uma extensão de navegador baseada em rastreamento facial, utilizando ferramentas de desenvolvimento modernas.

A solução busca viabilizar a navegação por meio de movimentos faciais, promovendo autonomia, inclusão digital e facilidade de uso para pessoas com deficiência motora.

## 2. Trabalhos Relacionados

Soluções assistivas baseadas em visão computacional têm sido amplamente exploradas na área de Interação Humano-Computador (IHC), com o objetivo de permitir a substituição de dispositivos convencionais, como mouse e teclado, por interfaces que utilizam gestos faciais ou rastreamento ocular. [Nunes et al. 2024] realizaram uma análise histórica da acessibilidade digital no IHC Brasil, destacando um aumento de estudos sobre visão computacional e interação assistiva aplicada a web e dispositivos móveis. Esses trabalhos evidenciam o potencial de tecnologias visuais aplicadas à acessibilidade.

O uso combinado de bibliotecas como OpenCV, Dlib, MediaPipe e Pynput foi investigado por [Oliveira 2022], resultando em uma aplicação em Python capaz de acionar comandos do mouse com base em gestos da face e dos olhos. De forma semelhante, [Yamamoto et al. 2024] apresentaram um sistema que controla o cursor por meio da posição da íris e realiza cliques ao detectar o fechamento dos olhos, utilizando o modelo FaceMesh. O sistema Muve, proposto por [Cupertino 2022], é uma ferramenta assistiva modular voltada à navegação web e validada com usuários reais. Seu diferencial está na adaptabilidade e foco em inclusão digital de pessoas com deficiência motora.

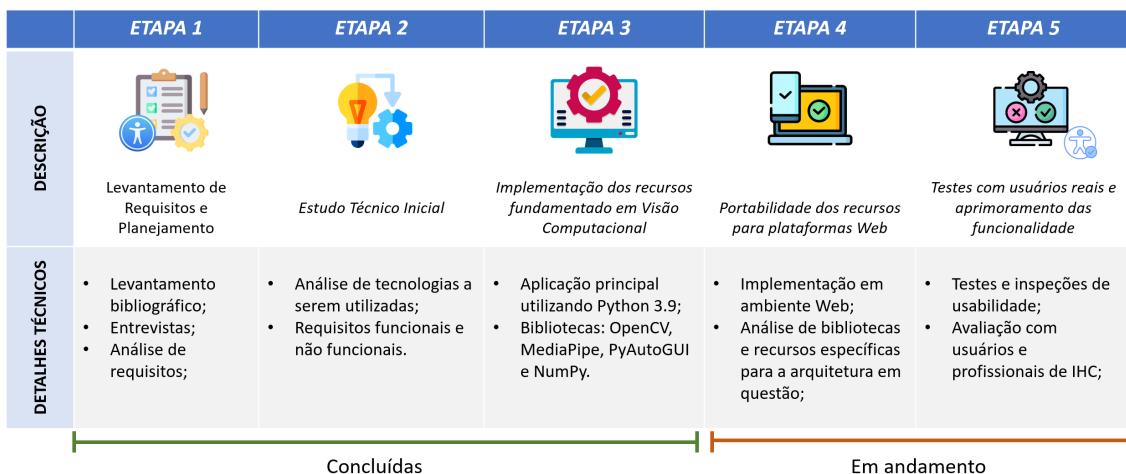
Tais estudos evidenciam o potencial de tecnologias visuais aplicadas à acessibilidade. No entanto, muitas soluções exigem configurações locais complexas. Este trabalho propõe uma alternativa leve e multiplataforma, integrando rastreamento facial diretamente ao navegador web, com foco em acessibilidade prática, imediata e escalável.

## 3. Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho seguiu uma abordagem exploratória [Wazlawick 2014], na qual protótipos funcionais foram implementados com o intuito de validar as funcionalidades propostas. Esta metodologia tem sido largamente empregada em trabalhos da área [Wang et al. 2023, Merlin et al. 2024, Mello e Evangelista 2024]. A abordagem proposta neste trabalho seguiu uma estrutura composta por cinco etapas, como podem ser vistas a partir da Figura 1.

A *Etapa 1* consistiu, inicialmente, em um levantamento da literatura e uma pesquisa bibliográfica, com o propósito de compreender os desafios enfrentados por pessoas com deficiência motora em ambientes digitais. Essa fase teve como foco a identificação de barreiras de acessibilidade em *websites* e sistemas computacionais, o que possibilitou o fornecimento de subsídios teóricos e um conjunto de funcionalidades para o desenvolvimento da ferramenta proposta. Na *Etapa 2* foram realizados testes de viabilidade técnica buscando avaliar o quanto possível seria a implementação da proposta.

A *Etapa 3* iniciou-se logo após os testes de viabilidade técnica. Tendo já levantado um arcabouço suficiente de tecnologias para a implementação, procedeu-se com a construção de um protótipo funcional, fundamentado em recursos para atendimento de usuários com as necessidades específicas já discutidas no trabalho. Para isso, foi implementada uma arquitetura em *Python* 3.9 utilizando bibliotecas específicas: *OpenCV* (v. 4.11.0.86) para captura e processamento de vídeo; *MediaPipe*



**Figura 1. Etapas para desenvolvimento da proposta.**

(v. 0.10.21) para detecção e rastreamento facial; *PyAutoGUI* (v. 0.9.54) para controle programático do cursor do mouse; e *NumPy* (v. 1.26.4) para operações de interpolação de coordenadas. Destaca-se, conforme indicado na Figura 1, que as Etapas 1, 2 e 3 já foram implementadas. Por se tratar de um trabalho em andamento, ainda restam duas etapas para a sua conclusão.

Como o objetivo principal do trabalho versa sobre a implementação de uma solução computacional voltada para o ambiente WEB, faz-se necessária a portabilidade da proposta para um ambiente que permita a integração nesses ambientes. A *Etapa 4* tem como objetivo principal essa adaptação. Nesta etapa serão criados mecanismos que permitirão que o protótipo funcione a partir de um navegador web (*browser*) por meio de uma extensão ou recursos adicionais do sistema operacional.

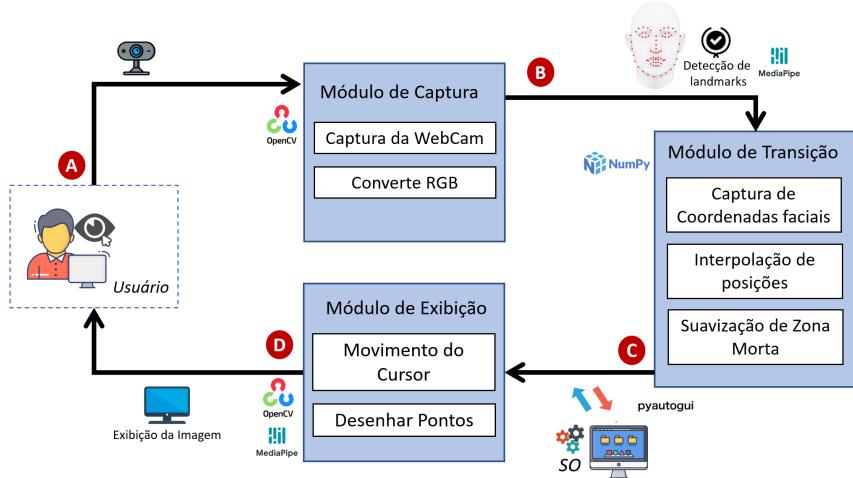
Por fim, a *Etapa 5* é voltada para realização de testes com usuários reais a fim de verificar a validade da proposta e levantar recursos para aprimoramento das funcionalidades. Espera-se realizar testes e inspeções de usabilidade com profissionais da área de IHC e com usuários finais.

#### 4. Resultados Parciais

A arquitetura proposta foi construída a partir de módulos de software fracamente acoplados, utilizando bibliotecas *open source* amplamente difundidas e utilizadas pela comunidade. Uma visão em alto nível da arquitetura pode ser vista na Figura 2.

A interação com o sistema inicia-se por meio da captura contínua de imagens a partir de um dispositivo de gravação (Figura 2-A). Nesse processo, toda a imagem é transmitida para o *Módulo de Captura*, responsável pela aquisição propriamente dita, bem como pelo espelhamento e conversão das imagens para o formato RGB (OpenCV). Após esse processamento (Figura 2-B), as interações são transformadas em sinais de *landmarks* faciais, tratados com a biblioteca MediaPipe, e encaminhadas ao *Módulo de Transição*. Este módulo é responsável por capturar as coordenadas faciais, realizar a interpolação das posições de acordo com o tamanho da tela e aplicar diferentes filtros de suavização. Após essa etapa (Figura 2-C), todas as informações são encaminhadas ao sistema operacional por meio da biblioteca PyAutoGUI, responsável pelo movimento do cursor e pelo desenho

dos pontos e malhas faciais, que, por fim, são encaminhadas ao *Módulo de Exibição* para apresentação na tela (Figura 2-D).



**Figura 2. Arquitetura da Proposta.**

Até o momento, foi realizado um teste preliminar que demonstrou a viabilidade da proposta. O módulo Face Mesh do MediaPipe apresentou rastreamento robusto dos marcos faciais, mesmo com pequenas movimentações da cabeça, rastreando pontos do nariz e dos olhos. As coordenadas foram interpoladas para diferentes resoluções de tela, com expansão de limites para monitores maiores. Implementou-se suavização de movimento com média móvel ponderada ( $\alpha = 0,2$ ) e zona morta de 5 pixels, reduzindo tremores e melhorando a precisão dos cliques. A latência foi mínima, garantindo sensação de controle direto.

No entanto, a ausência de calibração automática e ajustes dinâmicos ainda demanda configuração manual. O desempenho foi estável sob boa iluminação, mas sensível a sombras ou obstruções. Os testes envolveram apenas o desenvolvedor. Para etapas futuras, planeja-se incluir rolagem de página, ajuste de sensibilidade e novos gestos, ampliando a acessibilidade da solução.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho apresenta uma proposta, em andamento, de construção de uma plataforma baseada em rastreamento facial para auxiliar pessoas com deficiência motora na utilização de sistemas computacionais. A solução destaca-se por seu caráter leve, acessível e multiplataforma, dispensando dispositivos especializados. Testes iniciais demonstraram rastreamento estável e controle fluido do cursor. Como próximos passos, serão implementados ajustes automáticos, implementação de extensões voltadas para plataformas web e testes com usuários reais.

## Aspectos Éticos

Os testes com usuários previstos neste trabalho seguirão princípios éticos aplicáveis à pesquisa com seres humanos. O projeto será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

## Referências

- Brasil (2015). Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015: Estatuto da pessoa com deficiência.
- Cupertino, S. S. A. (2022). Desenvolvimento de uma ferramenta assistiva modular e adaptativa para inclusão digital de pessoas com deficiência motora.
- Macedo, A. L. d. F. (2021). Técnicas de visão computacional aplicadas na detecção e rastreamento ocular para a inclusão digital de pessoas com deficiência motora.
- Mello, J. e Evangelista, G. (2024). Ferramentas de dados para análise e mensuração de user experience (ux): funcionalidades, barreiras e oportunidades. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 110–114, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Merlin, J., Coleti, T., Milani, M., Santos, M., Generoso, L., Lira, M., e Almeida, G. (2024). Ninoedu: Uma plataforma para aplicação do método abacada. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 100–104, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Movimento Web para Todos (2022). Sites brasileiros aprovados em testes de acessibilidade é menor que 1%. <https://abrir.link/gJLCA>. Acesso em: 9 maio 2025.
- Nunes, E. D. C., Silva, P. V., Souza, R. G., e Monteiro, I. (2024). Investigating accessibility at the brazilian symposium on human factors in computing systems (ihc): A systematic review on users engagement and ethical considerations for persons with disabilities. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, pages 685–702, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Oliveira, F. V. (2022). Avaliação de alternativas ao mouse utilizando técnicas da visão computacional.
- Wang, J., Ivrissimtzis, I., Li, Z., Zhou, Y., e Shi, L. (2023). Developing and evaluating a novel gamified virtual learning environment for asl. In Abdnour Nocera, J., Kristín Lárusdóttir, M., Petrie, H., Piccinno, A., e Winckler, M., editors, *Human-Computer Interaction – INTERACT 2023*, pages 459–468, Cham. Springer Nature Switzerland.
- Wazlawick, R. S. (2014). *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação*. Elsevier, second edition.
- Yamamoto, L. A., Santos, J. R., e Garcia, W. L. C. (2024). Software de acessibilidade por reconhecimento visual para pessoas com deficiência. Trabalho de Conclusão de Curso, Fundação Educacional de Fernandópolis.