

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

## PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA ADAPTAÇÃO DE SITES À ACESSIBILIDADE CROMÁTICA: UM MODELO PARA SUPPORTAR DIFERENTES TIPOS DE DALTONISMO.

ADRIANO SOARES MIGUEL<sup>1</sup>  
MARIÂNGELA FERREIRA FUENTES MOLINA<sup>2</sup>

### RESUMO

A acessibilidade digital ainda representa um desafio significativo para pessoas com deficiência visual de cores, especialmente aquelas com daltonismo. Este artigo propõe o desenvolvimento de uma ferramenta computacional capaz de adaptar dinamicamente as cores de websites para atender às necessidades de indivíduos com diferentes tipos de discromatopsia, como protanopia, deuteranopia e tritanopia. A metodologia inclui revisão teórica, aplicação de algoritmos de correção cromática e implementação com tecnologias como JavaScript e React.js. Com base em modelos de percepção visual e testes de usabilidade, a ferramenta proporciona maior legibilidade, contraste e compreensão dos elementos visuais. O estudo demonstra a viabilidade técnica da proposta e destaca sua contribuição para a inclusão digital, promovendo uma experiência de navegação mais equitativa e acessível.

**Palavras-chave:** Acessibilidade Digital; Adaptação Cromática; Daltonismo; Inclusão.

### ABSTRACT

Digital accessibility remains a significant challenge for individuals with color vision deficiencies, especially those affected by color blindness. This paper proposes the development of a computational tool capable of dynamically adapting website color schemes to meet the needs of users with different types of color vision deficiencies, such as protanopia, deuteranopia, and tritanopia. The methodology includes theoretical review, application of color correction algorithms, and implementation using technologies like JavaScript and React.js. Based on visual perception models and usability tests, the tool enhances readability, contrast, and visual element comprehension. The study demonstrates the technical feasibility of the proposal and highlights its contribution to digital inclusion, offering a more equitable and accessible web browsing experience.

**Keywords:** Chromatic Adaptation; Color Blindness; Digital Accessibility; Inclusion.

---

<sup>1</sup>Graduando, Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes - Mogi das Cruzes, SP. E-mail: adriano.miguel@fatec.sp.gov.br

<sup>2</sup>Docente, Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes – FATEC MC. Mogi das Cruzes – SP.

## INTRODUÇÃO

A inclusão digital é essencial para criar ambientes virtuais acessíveis, mas muitas pessoas enfrentam barreiras sensoriais, especialmente na percepção de cores. O daltonismo dificulta a distinção cromática, afetando a usabilidade e o acesso igualitário à informação em páginas web (Pires et al., 2024).

Essa condição, causada por anomalias nos cones da retina, compromete a capacidade de diferenciar cores. Afeta cerca de 8% dos homens e 0,5% das mulheres, principalmente no tipo vermelho-verde. Muitos sites usam paletas inadequadas, dificultando a leitura de elementos gráficos para esses usuários (Pereira et al., 2023).

Este trabalho propõe uma ferramenta computacional que adapta dinamicamente as cores de websites, conforme o tipo de daltonismo do usuário, por meio de extensão de navegador ou middleware, sem alterações no front-end.

A falta de ferramentas dinâmicas para acessibilidade cromática justifica esta solução, que visa reduzir barreiras visuais, frustração e exclusão digital. Espera-se que a ferramenta facilite a distinção visual nos sites e incentive o design inclusivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa, exploratória e bibliográfica para analisar a viabilidade técnica para o desenvolvimento de uma ferramenta de adaptação cromática para daltônicos. Inicialmente, foi realizada uma revisão de materiais acadêmicos, científicos e técnicos sobre daltonismo, seus impactos no ambiente digital e diretrizes de acessibilidade, como as recomendações do *World Wide Web Consortium (W3C)*.

Na sequência, foram estudados algoritmos de simulação e correção de cores, que servem como base para a proposta de adaptação automática dos esquemas cromáticos em sites. A partir dessa análise, foi elaborado um modelo teórico capaz de ajustar as cores das interfaces digitais em tempo real, de acordo com o tipo de daltonismo selecionado, visando promover maior acessibilidade e inclusão.

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.

Adriano S. Miguel;  
Mariângela F. F. Molina

## REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção aborda os aspectos médicos e perceptivos do daltonismo, seus tipos, causas e impactos no ambiente digital. Discute também a acessibilidade cromática no design universal, com base nas diretrizes das *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) propostas pelo W3C (2024) e na importância de interfaces visualmente inclusivas. Serão explorados os padrões de cores digitais, a relevância de sistemas adaptados e os principais algoritmos de simulação e correção de cores, fundamentais para o desenvolvimento da ferramenta proposta.

Esses tópicos formam a base teórica que sustenta a criação de uma solução acessível para usuários com diferentes tipos de daltonismo, promovendo inclusão digital.

### Daltonismo e Diagnóstico de Cores:

O daltonismo, também conhecido como discromatopsia, é uma deficiência visual que afeta a percepção de cores devido a anomalias nos cones da retina (tipo L, M ou S), sendo a forma mais comum a deficiência protanopia e deuteranopia, que inverte, respectivamente, o vermelho para o verde. A forma tritanopia, que envolvem as cores azul-amarelo, é considerada rara, ocorrendo em aproximadamente 1 em 100.000 pessoas (Pereira et al., 2023).

A Tabela 1, adaptada de Lin et al. (2019), classifica os tipos de daltonismo e sua prevalência entre homens e mulheres.

**Tabela 1.** Prevalência dos tipos de daltonismo.

TIPO	MASCULINO (%)	FEMININO (%)
Protanopia	1,0	0,02
Deuteranopia	1,1	0,01
Tritanopia	0,002	0,001
Protanomalia	1,0	0,02
Deuteranomalia	4,9	0,38
Tritanomalia	~0	~0
<b>Total</b>	<b>8,002</b>	<b>0,44</b>

**Fonte:** Adaptado de Lin et al., (2019).

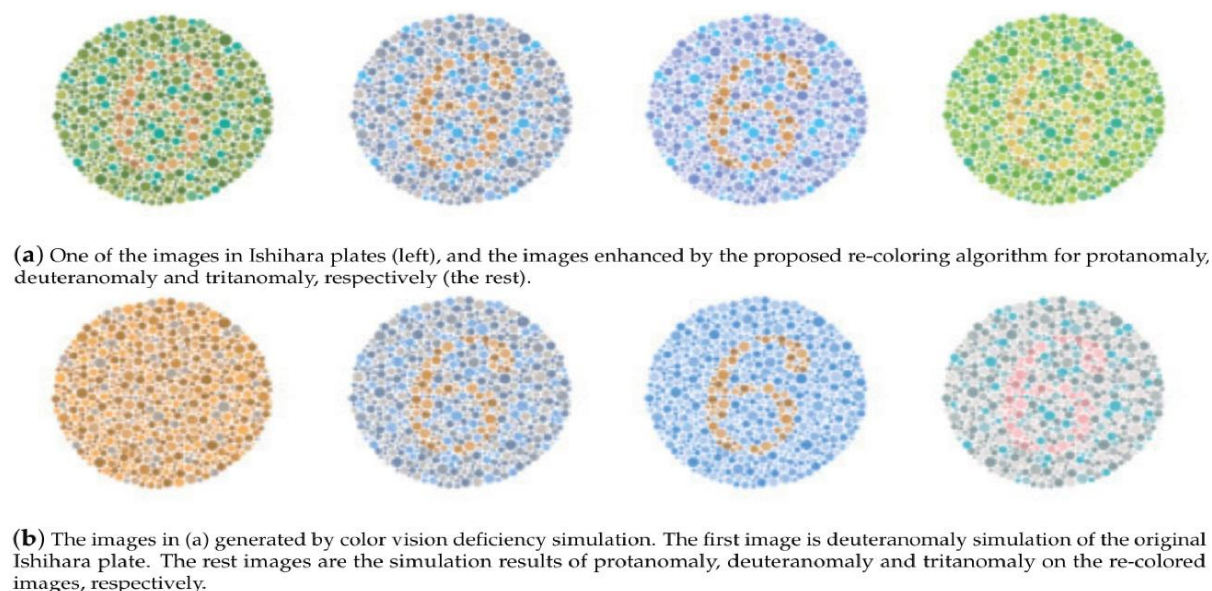
Essa condição, geralmente de origem genética, pode também ser adquirida ao longo da vida por lesões ou doenças oculares, o que reforça a importância do diagnóstico precoce, especialmente em idade escolar, para facilitar estratégias de adaptação e evitar frustrações na aprendizagem e no desenvolvimento pessoal.

Embora o diagnóstico do daltonismo seja relativamente simples, ele costuma ocorrer de forma tardia, sendo identificado informalmente por professores ou responsáveis durante a vida escolar, o que evidencia uma falta de conhecimento geral sobre a condição. O que dificulta a adaptação dos indivíduos daltônicos, que acabam enfrentando obstáculos sem o suporte necessário e, em alguns casos, sem sequer estarem cientes de sua limitação visual (Vasconcellos; Pazinato, 2023).

Para um diagnóstico mais preciso e formal, profissionais da saúde ocular utilizam testes como o de Ishihara, que consiste na visualização de placas coloridas desenvolvidas para identificar rapidamente diferentes tipos de discromatopsia.

A Figura 1 ilustra as placas de Ishihara, usadas para identificar o daltonismo, e os resultados do algoritmo de recoloração proposto por Lin et al. (2019).

**Figura 1.** Placas de Ishihara e o efeito do algoritmo de recoloração.



**Fonte:** Adaptado de Lin et al., (2019).

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

O grupo (a), exibe a placa de Ishihara original e suas versões corrigidas pelo algoritmo protanomalia, deuteranomalia e tritanomalia. Em seguida, o grupo (b) simula como essas imagens são percebidas por daltônicos (Lin et al., 2019).

Identificar o daltonismo na infância é essencial para aplicar intervenções, como óculos, aplicativos e ajustes visuais, além de promover inclusão no ambiente escolar e profissional, alinhado às normas de acessibilidade.

### **Acessibilidade Digital Cromática:**

A acessibilidade digital cromática tem como objetivo adaptar conteúdos visuais para pessoas com daltonismo, assegurando que interfaces sejam compreensíveis sem depender exclusivamente de cores. Essa prática integra o design inclusivo, que considera a diversidade de habilidades dos usuários desde o início do processo de criação para promover experiências digitais mais acessíveis (Castro; Flexor, 2024).

No contexto legal, a acessibilidade digital é respaldada por marcos regulatórios que buscam garantir a inclusão. No Brasil, essa discussão se fortaleceu a partir da década de 1960, culminando na Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que obriga a acessibilidade em sites de empresas e órgãos públicos (Brasil, 2015).

O artigo 63 da referida lei assegura o acesso à informação digital para pessoas com deficiência, em conformidade com diretrizes internacionais, incluindo aquelas com discromatopsia (Brasil, 2015).

Dada a importância das cores no ensino, comunicação e execução de tarefas cotidianas, é preciso adotar medidas mais eficazes de acessibilidade voltadas aos indivíduos com discromatopsia.

### **Padrões de Cores:**

Segundo Martins (2023), os padrões de cores são fundamentais para garantir acessibilidade, especialmente no desenvolvimento de projetos destinados a pessoas com daltonismo. Eles seguem as diretrizes das WCAG,

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

que definem critérios de contraste e combinação de cores para níveis de acessibilidade A, AA e AAA (W3C, 2024).

Além das normas, ferramentas como Adobe Color, ColorBrewer, ColorADD e plugins como Stark e Color Blind, também auxiliam nesse processo. Elas permitem simular a visão de daltônicos e avaliar o contraste para garantir a legibilidade e compreensão visual (Martins, 2023).

O autor reforça a importância de evitar combinações críticas, como verde e vermelho ou azul e roxo, que são de difícil distinção para muitos daltônicos. As ferramentas oferecem simuladores de visão, verificadores de contraste e ajustes automáticos nas paletas, promovendo uma escolha de cores mais segura e inclusiva (Martins, 2023).

Na prática, essas soluções possibilitam que profissionais criativos — especialmente aqueles com deficiência na percepção de cores — desenvolvam projetos visualmente acessíveis sem comprometer a estética, a funcionalidade e a comunicação visual. Esse cuidado contribui para uma experiência mais inclusiva tanto no ambiente físico quanto no digital (Lin et al., 2019).

### **Sistemas Adaptados – Exemplos Científicos:**

Segundo Martins (2023), o avanço das tecnologias assistivas tem sido essencial para profissionais daltônicos, permitindo uma experiência visual mais acessível e inclusiva. Hoje, existem sistemas capazes de simular, corrigir e adaptar a percepção cromática em tempo real.

Castro e Flexor (2024) destacam softwares que simulam diferentes tipos de daltonismo, ajudando designers e desenvolvedores a visualizar como seus projetos são percebidos por pessoas com deficiência na visão de cores.

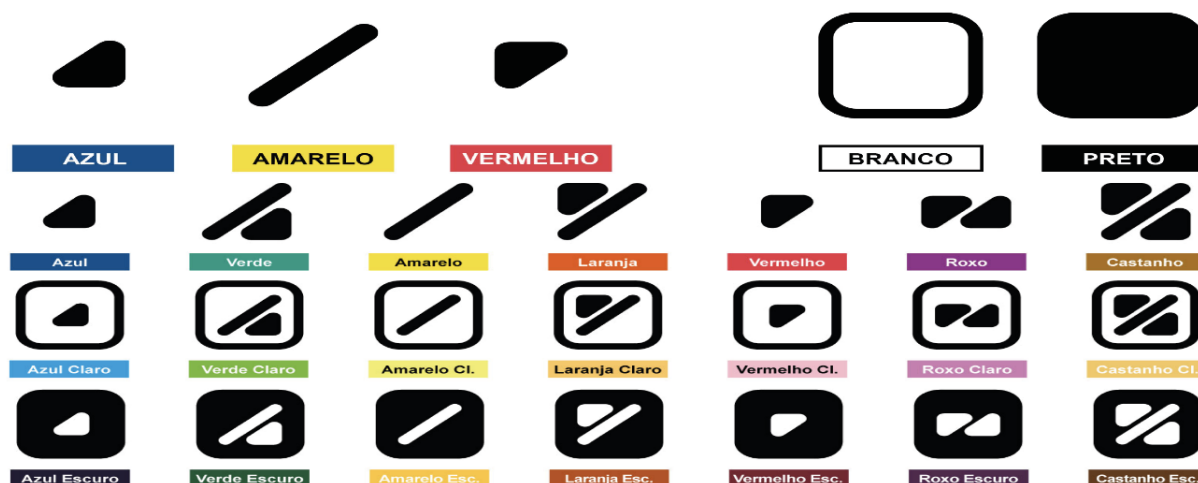
Além disso, soluções baseadas em algoritmos analisam imagens, identificam combinações problemáticas e sugerem ajustes nas paletas. Entre os recursos disponíveis, destaca-se o ColorADD, que utiliza símbolos gráficos associados às cores, permitindo a identificação mesmo sem percepção cromática (Martins, 2023).

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.

Adriano S. Miguel;  
Mariângela F. F. Molina

Ele utiliza um código visual com símbolos para representar cores primárias, além do branco e preto, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2.** Símbolos representativos de cada cor.



**Fonte:** Adaptado de ColorAdd, (2022).

Esses sistemas são essenciais tanto no meio acadêmico quanto no mercado, promovendo mais acessibilidade e democratização da comunicação visual, além de estimularem práticas de design mais inclusivas e conscientes.

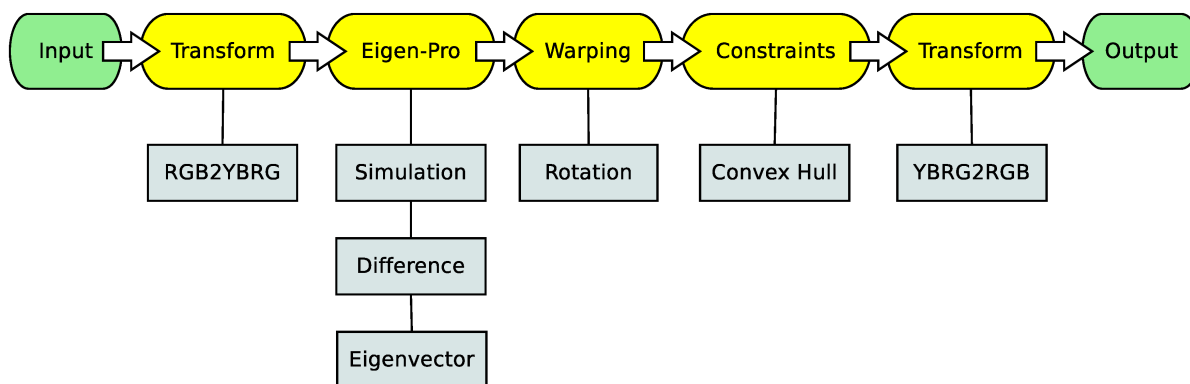
### **Algoritmos de Simulação e Conversão de Cores:**

Os algoritmos de simulação e conversão de cores viabilizam soluções acessíveis para pessoas com deficiência na percepção cromática.

Segundo Martins (2023), tais algoritmos permitem não apenas simular como daltônicos visualizam uma paleta, mas também propor ajustes e alternativas cromáticas que garantam a correta diferenciação de elementos visuais. Essa prática é crucial no design, onde a comunicação visual precisa ser clara para todos.

A fim de melhor compreender o processo de conversão de cores, a Figura 3, extraída do estudo de Lin et al. (2019), por meio de um fluxograma expõem a técnica do algoritmo de conversão.

**Figura 3.** Fluxograma da técnica do algoritmo de simulação e conversão de cores.



**Fonte:** Adaptado de Lin et al., (2019).

O algoritmo (Figura 3) funciona transformando o espaço de cores RGB, simulando a deficiência visual e calculando o autovetor que orienta a distorção das cores (*Warping*). Após aplicar restrições de percepção, o processo finaliza com a conversão de volta para RGB, gerando uma imagem acessível (Lin et al., 2019).

Os algoritmos de recolorização de Lin et al. (2019) utilizam o *color warping*, que ajusta as cores para torná-las visíveis a daltônicos, mantendo a aparência natural da imagem. Isso é feito por meio de matrizes com autovetores, que reorganizam as cores preservando contraste e detalhes.

Castro e Flexor (2024) reforçam que essas tecnologias são aplicadas não apenas em sistemas acadêmicos, mas também em ferramentas práticas do mercado, como extensões e softwares de edição, para analisar a acessibilidade e converter interfaces gráficas, tornando-os mais inclusivos.

Portanto, os algoritmos de simulação e conversão de cores representam um avanço significativo na promoção da acessibilidade digital e visual, proporcionando experiências e estimulando práticas de design mais conscientes e inclusivas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O daltonismo dificulta a navegação e o acesso a informações na web quando não há adaptação de cores, impactando a vida pessoal, acadêmica e profissional.

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

Para isso, propõe-se um sistema de adaptação cromática em tempo real, com arquitetura modular, capaz de atender diferentes tipos de daltonismo.

O modelo utiliza Python, TensorFlow, OpenCV, DaltonLens e React.js, que permitem identificar cores críticas e fazer ajustes automáticos com Inteligência Artificial (IA) garantindo uma navegação acessível.

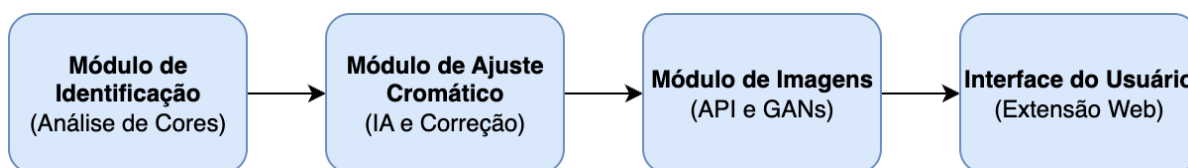
Apesar da viabilidade, há desafios na adaptação de elementos complexos, como mapas e *dashboards*, que podem ser superados com técnicas mais avançadas, como Redes Adversárias Generativas (GANs). A proposta valoriza o design inclusivo e a IA como meios para tornar a web mais acessível, promovendo autonomia e inclusão.

### Arquitetura Funcional do Sistema

A arquitetura funcional do sistema foi concebida de forma modular, permitindo a integração eficiente entre diferentes processos necessários para a adaptação cromática em websites.

Essa abordagem visa garantir escalabilidade, flexibilidade e desempenho na aplicação das correções de cores, de acordo com os diferentes tipos de daltonismo. A seguir, apresenta-se a visão geral dessa arquitetura e a interação entre seus módulos principais por meio da Figura 4.

**Figura 4.** Arquitetura modular do sistema de adaptação cromática.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

A arquitetura do sistema (Figura 4) é composta por quatro módulos integrados: o de Identificação analisa as cores da página; o de Ajuste Cromático aplica correções com IA conforme o tipo de daltonismo; o de Imagens processa elementos gráficos sem perda de qualidade; e a Interface do Usuário aplica as adaptações em tempo real.

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.

Adriano S. Miguel;  
Mariângela F. F. Molina

### Módulo de Identificação

O primeiro passo da adaptação cromática é identificar corretamente os elementos visuais presentes em uma página web, bem como suas características de cor. Esse módulo mapeia componentes que exigem ajustes (textos, botões, gráficos, etc.), servindo como base de entrada para os demais processos.

Ele utiliza algoritmos baseados em OpenCV e TensorFlow para realizar a extração automática de informações de cor dos elementos DOM (*Document Object Model*) da página.

**Tabela 2.** Precisão na Detecção de Elementos Críticos.

ELEMENTO	PRECISÃO (%)	TEMPO MÉDIO (MS)
Texto	98,7%	12
Botões	97,4%	14
Menus	95,8%	18
Gráficos	93,2%	20

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

Os resultados (Tabela 2) demonstram alta precisão na detecção de elementos, principalmente para textos (98,7%) e botões (97,4%), com um tempo de processamento médio inferior a 20 ms.

O sistema apresenta alta precisão na identificação de textos e botões, com leve queda em elementos gráficos complexos, principalmente SVG e canvas, que demandam maior processamento.

### Módulo de Ajuste Cromático

Este módulo utiliza uma rede neural convolucional (CNN), treinada com um conjunto de dados de paletas acessíveis, para realizar a adaptação cromática de forma inteligente. A CNN é capaz de gerar automaticamente paletas otimizadas, preservando o contraste e garantindo a diferenciação adequada das cores para cada tipo de daltonismo.

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.

Adriano S. Miguel;  
Mariângela F. F. Molina

**Tabela 3.** Geração de Paletas Acessíveis por Tipo de Daltonismo.

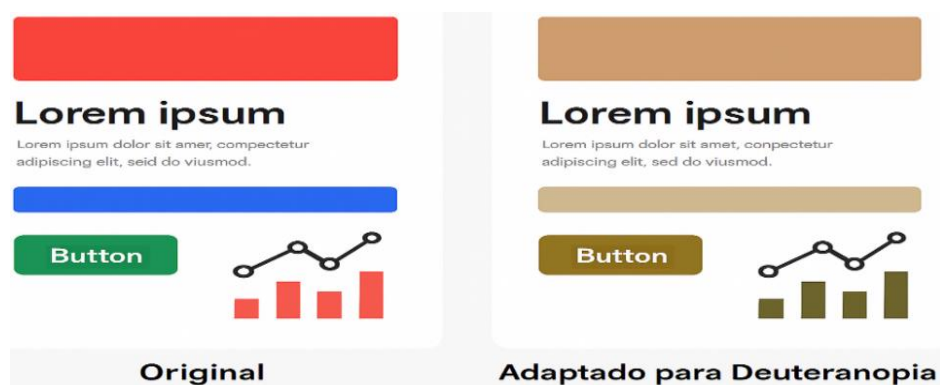
TIPO DE DALTONISMO	PALETA ORIGINAL	PALETA CONVERTIDA
Protanopia	Vermelho	Laranja Escuro
Deuteranopia	Verde	Verde-oliva
Tritanopia	Azul	Azul acinzentado

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

Dessa forma, o módulo assegura que as cores sejam perceptíveis, mantendo a estética e a funcionalidade da interface sem comprometer a acessibilidade.

Isto posto, a Figura 5 ilustra uma comparação entre uma interface em sua versão original e a versão adaptada para pessoas com deuteranopia. O exemplo demonstra como elementos visuais, como botões, gráficos e barras de navegação, podem apresentar dificuldades de distinção de cores quando não são ajustados para acessibilidade.

**Figura 5.** Comparação Visual Antes e Depois da Adaptação Cromática.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

A adaptação (Figura 5) substitui tons de vermelho e verde por cores de contraste mais perceptível para deuteranopia, o que evita confusão cromática e evidencia a importância desses ajustes para a correta interação com a interface.

## Módulo de Imagens

O Módulo de Imagens processa e adapta automaticamente imagens para torná-las acessíveis a pessoas com daltonismo. Utilizando a API DaltonLens

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

aliada a modelos GANs, o sistema realiza ajustes cromáticos realistas, preservando a qualidade visual.

**Tabela 4.** Desempenho do Processamento de Imagens.

Formato da Imagem	Tempo Médio (ms)	Alteração de Contraste (%)	Perda de Qualidade (%)
JPEG	32	+15%	2,5%
PNG	45	+18%	1,8%
SVG	21	+12%	0,5%

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

Conforme demonstra a Tabela 4, o módulo oferece alta performance, especialmente em imagens vetoriais (SVG), que apresentam os menores tempos de processamento e menor perda de qualidade. Isso garante que o ajuste cromático seja eficiente, sem comprometer a nitidez ou o contraste das imagens exibidas.

### Interface do Usuário

A Interface do Usuário foi planejada como uma extensão de navegador, compatível com Chrome e Firefox, permitindo uma experiência prática e acessível. Por meio de um painel lateral intuitivo, o usuário poderá selecionar seu tipo de daltonismo de forma simples e rápida.

**Figura 6.** Interface da Extensão Web.

**Daltonismo:**

Nenhum

Protanopia

Deuteranopia

Tritanopia

---

Ativar Adaptação

**Fonte:** Elaborado pelos autores, (2025).

A partir da seleção no painel (Figura 6), a adaptação cromática é aplicada imediatamente, sem a necessidade de atualizar a página. Essa abordagem torna a

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

navegação mais fluida, proporcionando autonomia e garantindo que a acessibilidade seja integrada de forma eficiente à experiência do usuário.

### **Ferramentas e Tecnologias**

A seleção das ferramentas e tecnologias para o desenvolvimento deste sistema foi pautada na eficiência, robustez e escalabilidade, e capacidade de integração entre os módulos que compõem a arquitetura proposta. Cada componente desempenha um papel estratégico e complementar, conforme detalhado a seguir.

Python atua como linguagem principal do backend. Escolhido pela sua ampla gama de bibliotecas especializadas em visão computacional, manipulação de dados e aprendizado de máquina, sua conexão se dá nos bastidores, sendo responsável por processar os dados cromáticos, ajustar imagens e fornecer os resultados via API para a interface web.

O JavaScript, com o framework React.js, utilizado no frontend para desenvolver a interface da extensão do navegador. Essa tecnologia permite manipular de forma interativa e dinâmica o DOM aplicando as alterações cromáticas nos sites acessados pelos usuários, e é altamente compatível com navegadores modernos. Conecta o usuário ao backend (Python), capturando os elementos do site e aplicando os ajustes sugeridos pelo módulo de IA.

O TensorFlow é uma das principais bibliotecas de aprendizado de máquina, usada para treinar as redes neurais responsáveis pela geração de paletas de cores acessíveis. Oferece suporte a CNNs, GANs e operações em GPU, proporcionando alta performance. Atua no Módulo de Ajuste Cromático, realizando previsões de combinações de cores ideais e ajustando os esquemas de forma inteligente.

A biblioteca OpenCV é essencial para tarefas de visão computacional, e atua no Módulo de Identificação. Sua função está em detectar os elementos gráficos dos sites, como textos, botões, gráficos e fundos, extrair as cores predominantes que servirão como entrada para o modelo de IA, e enviar esses dados ao TensorFlow.

O DaltonLens é uma biblioteca especializada na simulação dos efeitos do daltonismo em imagens. Ela se integra ao Módulo de Imagens, permitindo validar

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

visualmente se as adaptações propostas realmente oferecem uma melhor distinção de cores para usuários com diferentes tipos de discromatopsia.

E como base de dados, o sistema utiliza um *dataset* próprio com 12.500 combinações cromáticas, desenvolvido com base em critérios de contraste, distinção e adequação para os principais tipos de daltonismo. Ele fornece os dados necessários para treinar a rede neural e alimenta o Módulo de Ajuste Cromático, otimizando o treinamento e a precisão das recomendações feitas pela IA.

## DISCUSSÃO

Os resultados confirmam que a adaptação cromática em tempo real é viável, eficiente e escalável para diferentes contextos web. A arquitetura modular com Python, TensorFlow, OpenCV, DaltonLens e React.js, forma um ecossistema robusto para analisar, processar e entregar uma interface acessível.

O maior desafio é a adaptação de gráficos e mapas complexos, que pode ser superado com o uso de modelos GANs para vetores. A aplicação de IA na geração de paletas acessíveis mostrou-se muito mais eficiente que métodos estáticos, adaptando-se a qualquer tipo de design, simples ou complexo.

Por fim, a interface intuitiva oferece autonomia ao usuário, tornando a navegação mais inclusiva e promovendo acessibilidade, equidade e independência digital.

## CONCLUSÃO

Este trabalho propõe uma solução inovadora para acessibilidade cromática, capaz de adaptar automaticamente as cores de interfaces digitais para diferentes tipos de daltonismo. Sua arquitetura modular, que une IA, processamento de imagens e tecnologias web, viabiliza uma implementação prática e escalável, sem exigir alterações nos websites. Além de promover inclusão e equidade, a proposta reforça a acessibilidade como pilar essencial no desenvolvimento digital. Recomenda-se avançar com testes de usabilidade com usuários daltônicos e expandir a solução para

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

integração em Content Management System (CMS) e plataformas web. A divulgação da proposta a desenvolvedores, designer e empresas é fundamental para fortalecer práticas inclusivas no ecossistema digital.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 06 jul. 2015. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm). Acesso em: 18 abr. 2025.

CASTRO, R. C. N.; FLEXOR, C. O. **UX/UI Design Inclusivo: acessibilidade e usabilidade para daltônicos em plataformas digitais**. Intercom. Goiânia, 2024. Disponível em: <https://sistemas.intercom.org.br/pdf/submissao/regional/15/2136/04262024101954662ba9fa34c38.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2025.

COLORADD. **A cor é pra todos**. ColorAdd, 2022. Disponível em: <https://www.coloradd.net/pt/>. Acesso em: 10 mai. 2025.

LIN, H. Y. et al. **Improving Discrimination in Color Vision Deficiency by Image Re-coloring**. MDPI, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/s19102250>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MARTINS, G. G. **COLORDALT: Design e Acessibilidade para composição de paletas de cor por profissionais criativos com Daltonismo**. PUC Goiás, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/7182>. Acesso em: 18 abr. 2025.

PEREIRA, T. R. et al. **A construção de um guia de boas práticas sobre daltonismo a partir de princípios e perspectivas de acessibilidade cromática**. Arcos Design, v. 16, nº 1; Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/282706>. Acesso em: 02 jun. 2025.

PIRES, J. V. et al. **Análise de Acessibilidade em e-commerce para deficientes visuais**. Universidade Presbiteriana Mackenzie – São Paulo, 2024. Disponível em: <https://adelpa-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/7cca2ef5-a1d4-4657-a9e7-f4b3a31e77d1/content>. Acesso em: 20 abr. 2025.

VASCONCELLOS, P. S; PAZINATO, M. S. **Uma representação acessível da Tabela Periódica para estudantes daltônicos**. Espaço Aberto, vol. 45, nº 4, pág. 267-274.

Proposta de desenvolvimento de uma ferramenta para adaptação de sites à acessibilidade cromática: Um modelo para suportar diferentes tipos de daltonismo.	Adriano S. Miguel; Mariângela F. F. Molina
---	---

São Paulo, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160341>. Acesso em: 02 jun. 2025.

W3C. **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2**. W3C, 2024. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 11 abr. 2025.