



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA BAHIA
CAMPUS VALENÇA**

**ALLANA SOPHIA DE SOUZA DO NASCIMENTO, VITÓRIA ALELUIA
DA COSTA MENDES LUÍSA MIRELLE DA SILVA SANTANA, ANALÚ
SOUZA MAGALHÃES**

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA DALTÔNICOS:
TRANSCRIÇÃO E CONVERSÃO DE CORES**

**VALENÇA-BA
2025**

**ALLANA SOPHIA DE SOUZA DO NASCIMENTO, VITÓRIA ALELUIA
DA COSTA MENDES LUÍSA MIRELLE DA SILVA SANTANA, ANALÚ
SOUZA MAGALHÃES**

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA
DALTÔNICOS: TRANSCRIÇÃO E CONVERSÃO DE CORES**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Integrado de Informática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientador: Prof. Me. Rodolfo Costa Cesar da Silva

VALENÇA-BA
2025

width=!,height=!,pages=1

**ALLANA SOPHIA DE SOUZA DO NASCIMENTO, VITÓRIA ALELUIA
DA COSTA MENDES LUÍSA MIRELLE DA SILVA SANTANA, ANALÚ
SOUZA MAGALHÃES**

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA DALTÔNICOS: TRANSCRIÇÃO E CONVERSÃO DE CORES

A banca examinadora, abaixo listada, **aprova** o Trabalho de Conclusão de Curso “Desenvolvimento de Tecnologia Assistiva para Daltônicos: Transcrição e Conversão de cores” elaborado por “Allana Sophia de Souza do Nascimento, Vitória Aleluia da Costa Mendes Luísa Mirelle da Silva Santana, Analú Souza Magalhães” como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Informática, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Resultado : _____ - Nota : _____

Valença-BA, 14/02/2025

Comissão Examinadora

**Prof. Me. Rodolfo Costa Cesar da
Silva**
**Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia da Bahia -**
Campus Valença
(Orientador)

Prof. XXXXX
IFBA - Campus Valença

Prof. YYYYY
IFBA - Campus Valença

Agradecimentos

0.1 Allana

Obrigado

0.2 Vitória

Desenvolvimento de Tecnologia Assistiva para Daltônicos: Transcrição e Conversão de cores

Resumo

resumo do trabalho

Palavras-chave: Libras. Reconhecimento de Gestos. Visão Computacional. Aprendizado de Máquina. Inclusão Educacional.

título do trabalho em inglês

Abstract

resumo em inglês

Keywords: palavras-chave

Sumário

0.1	Allana	v
0.2	Vitória	v
1 – Introdução		1
2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA		3
2.1	Daltonismo	3
2.1.1	Anatomia básica da retina	3
2.1.2	Tipos de Daltonismo	5
2.1.2.1	Monocromacia	5
2.1.2.2	Dicromacia	6
2.1.2.3	Tricromacia anômala	7
2.2	Trabalhos Relacionados	8
3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS		11
3.0.1	Python	11
3.0.2	Open CV	11
3.0.3	Numerical Python	11
3.0.4	Máscara de Inversão	12
3.0.5	Cores HSV	12
3.1	Métricas / Forma de Avaliação	14
3.2	Sistema Proposto	14
4 – PROTÓTIPO		16
5 – RESULTADOS		17
6 – CONCLUSÃO		18
6.1	Limitações e Trabalhos Futuros	18
Referências		19

1 Introdução

As cores fazem parte do cotidiano humano, influenciando diretamente na percepção do mundo, na comunicação visual e até nas emoções. Do ponto de vista da Física, a cor é o resultado da interação da luz com a matéria, sendo percebida a partir da reflexão de ondas eletromagnéticas captadas pela retina ocular, camada celular sensorial que reveste a superfície interna do olho e é responsável por transformar a luz em impulsos nervosos que serão interpretados pelo cérebro.

Contudo, embora as cores estejam presentes em praticamente todos os aspectos da vida cotidiana, nem todos compartilham da mesma percepção cromática ([COELHO et al., 2023](#)). A discromatopsia, popularmente conhecida como daltonismo, é uma condição genética que compromete a capacidade de distinguir determinadas tonalidades – sendo mais comum a dificuldade em diferenciar tons de vermelho e verde. Essa dificuldade ocorre devido uma alteração nos fotorreceptores chamados cones, os quais são localizados na retina, sendo responsáveis pela captação das cores. Existem três tipos principais de cones: um sensível à luz vermelha, outro à luz verde e outro à azul. Em indivíduos com daltonismo, um ou mais desses tipos de cones apresentam mau funcionamento ou estão ausentes, o que impede a correta distinção entre determinadas cores ([TIRLONI; MACHADO, 2018](#)). Mapas, gráficos, sinais de trânsito e até a compra de uma vestimenta podem se tornar confusos ou ineficazes para quem vive com essa limitação, pois a percepção e diferenciação de cores é essencial para realizar essas atividades". Segundo a Organização Mundial da Saúde, estima-se que o daltonismo atinge aproximadamente 350 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo mais de 8 milhões apenas no Brasil, trata-se, portanto, de uma parcela significativa da população que enfrenta desafios diários invisíveis à maioria.

Embora o daltonismo não seja considerado um empecilho para a convivência em sociedade, os portadores dessa condição podem ser excluídos de atividades que exijam o uso adequado da visão, tal qual na interação com jogos, sejam eles digitais ou de tabuleiros, com mapas, de shoppings ou estações de metrôs, até mesmo na condução de veículos. Por ser um assunto pouco debatido na atualidade, a instalação de tecnologias assistivas nas cidades brasileiras ainda é insuficiente. Isso comprova que, mesmo sendo considerados cidadãos, essas pessoas não são devidamente incluídas no corpo social, conforme estabelece a Lei nº 13.146/2015 - destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais para pessoas com necessidades específicas, visando a inclusão social dos indivíduos.

A partir disso, torna-se necessário o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem a aplicação de tal legislação.

Diante dos desafios enfrentados por pessoas com discromatopsia, especialmente aqueles com dificuldade na distinção de tons de vermelho – um dos tipos mais comuns da condição – este trabalho propõe o desenvolvimento de uma tecnologia assistiva voltada à transcrição e conversão de cores. A proposta consiste em criar uma ferramenta que auxilie daltônicos na identificação precisa das cores em atividades simples da vida rotineira do indivíduo. O foco principal e inicial será nas deficiências associadas a protanopia, que é uma deficiência que afeta a percepção do vermelho, considerando suas implicações práticas e a carência de soluções eficazes voltadas especificamente a esses casos. Ao unir conceitos de acessibilidade, tecnologia e neurociência visual, este trabalho busca contribuir com a inclusão social e a autonomia de pessoas com deficiência visual de natureza cromática.

O trabalho é organizado da seguinte forma: No Capítulo 2 é apresentado uma breve revisão da literatura. No Capítulo 3 são apresentados os métodos e metodologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho. No Capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos, seguidos por uma conclusão e apresentação de trabalhos futuros no Capítulo 6.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Daltonismo

O daltonismo, designado tecnicamente como discromatopsia, refere-se a um grupo de condições em que há deficiência na percepção de cores – especialmente nos casos envolvendo as cores vermelha e verde. Essa anomalia é originariamente genética, hereditária e geralmente ligada a mutações no cromossomo X, justificando sua maior prevalência entre os indivíduos do sexo masculino.

O termo “daltonismo” tem origem do nome do químico John Dalton, pioneiro na descrição científica de uma condição que ele mesmo apresentava: a dificuldade em distinguir cores, especialmente tonalidades de vermelho. Em 1794, Dalton foi o primeiro a relatar essa anomalia, posteriormente identificada como protanopia, um tipo de discromatopsia congênita ([MORIJO et al., 2017](#)).

O daltonismo é uma anomalia que tipicamente é identificada no ambiente escolar, quando crianças apresentam dificuldades ao aprender cores com lápis, pinturas ou sinais visuais. Porém, o diagnóstico precoce nem sempre ocorre, mesmo em presença de histórico familiar da condição. Estudos clínicos com crianças de 4 a 5 anos indicam taxas de alteração do teste de Ishihara – usado para identificar daltonismo – entre 4% e 5%, com predominância entre meninos ([CASTRO et al., 2023](#)).

2.1.1 Anatomia básica da retina

É o cérebro que realmente nos faz enxergar. Os olhos apenas captam a luz e a transforma em sinais que o cérebro interpreta. Esses sinais passam por um caminho até serem organizados e formarem a imagem que vemos. Em resumo, a mesma ocorre no momento que a luz bate nos objetos e penetra no olho humano. Essa luz passa por partes do olho que a focam, como a córnea e o cristalino. Por fim, ela chega na retina, onde existem células que transformam a luz em sinais elétricos para o cérebro entender a imagem formada que será visualizada naquele momento ([SOUZA, 1997](#)).

Neste trabalho, apenas a retina será abordada pois é nela que se encontram os fotorreceptores, responsáveis pela captação da luz, das cores e onde é detectado o daltonismo - condição genética que afeta a percepção cromática.

A retina do olho humano trata-se de uma membrana celular fotossensível localizada na parte posterior do globo ocular, como apresentado na Figura 1.

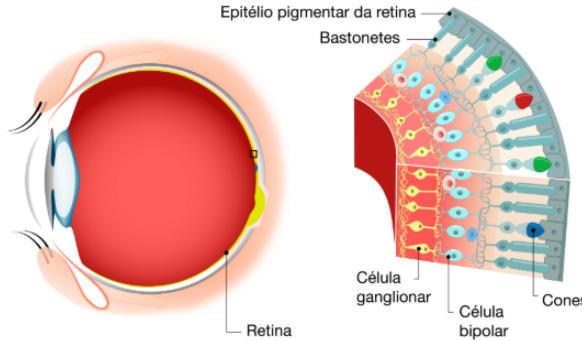


Figura 1 – Globo Ocular. Fonte : ([OPTIVISTA, 2025](#))

A retina atua como uma estrutura sensorial especializada, cuja principal função é captar a luz que incide sobre os olhos e convertê-la em sinais elétricos. Esses sinais, por sua vez, são conduzidos ao cérebro por meio do nervo óptico, onde serão processados e interpretados como imagens visuais ([RODRIGUES, 2016](#)).

Existem três tipos de cones:

- Cones S (*short*): sensíveis à luz azul violeta, com pico de energia cerca de 420 nm;
- Cones M (*medium*): sensíveis à luz verde, com pico de energia cerca de 530 nm;
- Cones L (*large*): sensíveis à luz vermelha, com pico de energia cerca 560 de nm. ([MACEVOY, 2015](#)).

A Figura 2 apresenta as curvas de sensibilidade espectral desses três tipos de cone, evidenciando os diferentes picos de energia para cada um deles.

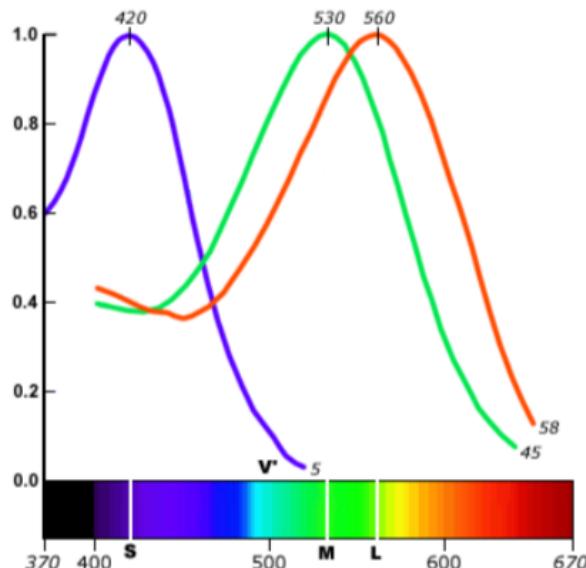


Figura 2 – Curva dos Picos. Fonte : ([MACEVOY, 2015](#))

Dentre suas estruturas fundamentais, a retina abriga dois tipos principais de fotorreceptores: os cones e os bastonetes. Essas estruturas são células que desempenham papéis distintos no processo visual. Os bastonetes são responsáveis pela percepção luminosa em ambientes com baixa luminosidade, tendo em vista que apresentam sensibilidade à luz. São fundamentais para a visão noturna e, devido a essa característica, os bastonetes permitem visão em tons de cinza, mas não contribuem para a percepção de cores. Os cones, por sua vez, atuam na detecção de cores e garantem a acuidade visual sob condições de ambiente com maior iluminação ([MACEVOY, 2015](#)).

É através da arquitetura dos cones, portanto, que torna-se possível enxergar com precisão, além de obter-se uma percepção cromática mais detalhada.

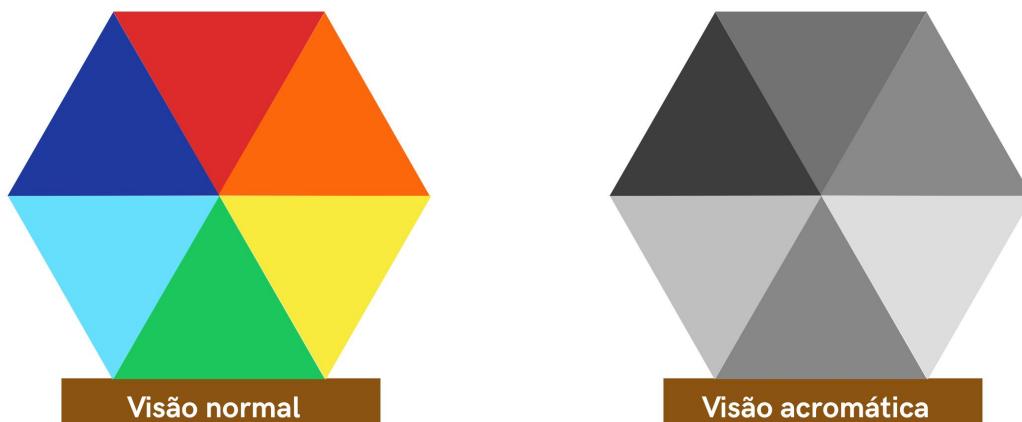
2.1.2 Tipos de Daltonismo

O daltonismo, ou discromatopsia, pode se manifestar de diferentes formas, a depender de quais cones estão ausentes ou funcionando de maneira anômala na retina. A percepção normal das cores ocorre por meio da ativação coordenada dos três tipos de cones: L (*large*), sensíveis ao vermelho; M (*medium*), sensíveis ao verde; e S (*short*), sensíveis ao azul. Alterações em qualquer um desses mecanismos resultam em diferentes tipos de daltonismo, classificados em três categorias principais: monocromacia, dicromacia e tricromacia anômala ([PAULA et al., 2023](#)).

2.1.2.1 Monocromacia

A monocromacia representa a forma mais rara e severa de daltonismo. Nesses casos, o indivíduo é incapaz de perceber quaisquer variação de cor, enxergando o mundo exclusivamente em tons de cinza. Chamada de visão acromática - em que há apenas percepção de luminosidade, sem distinção entre diferentes saturações, isso ocorre pela ausência total de cones funcionais ou pela presença de apenas um tipo ativo ([PAULA et al., 2023](#)).

A Figura 3 ilustra como um mesmo espectro de cores é percebido por uma pessoa com visão normal e por outra com visão acromática, destacando a completa ausência de cores na segunda, onde todos os tons são substituídos por diferentes intensidades de cinza.



(a) Visão de uma pessoa não-daltônica.

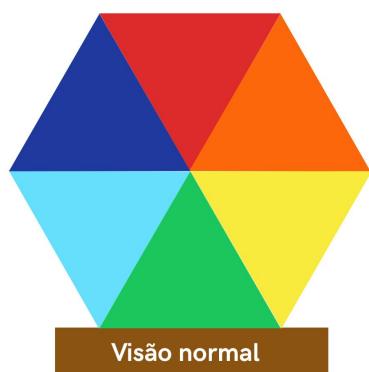
(b) Percepção de uma pessoa com visão acromática.

Figura 3 – Diferença entre a visão de uma pessoa sem daltonismo e a visão de uma pessoa com monocromacia.

2.1.2.2 Dicromacia

A dicromacia ocorre quando um dos três tipos de cones estão ausentes ou completamente inoperantes. Existem diferentes subtipos de dicromacia, como a protanopia. Os indivíduos com protanopia tendem a confundir tons de vermelho com verde-escuro, marrom ou cinza. Trata-se do tipo de daltonismo que será abordado com maior ênfase neste trabalho, dada sua relevância prática e sua frequência entre os casos registrados. Na deuteronopia, por sua vez, os afetados apresentam dificuldades semelhantes às da protanopia, ou seja, dificuldade em identificar tons avermelhados. A tritanopia também é um subtipo da dicromacia. Embora extremamente rara, essa condição causa confusão entre tons de azul e verde. Ao contrário dos tipos anteriores, a tritanopia não está associada ao cromossomo X, podendo afetar homens e mulheres em proporções semelhantes ([PAULA et al., 2023](#)).

A Figura 4 mostra como uma pessoa com visão normal e pessoas com esses três tipos de daltonismo veem as cores de formas diferentes.



(a) Visão de uma pessoa não-daltônica.



(b) Visão de uma pessoa com protanopia.



(c) Visão de uma pessoa com deuteratopia.



(d) Visão de uma pessoa com tritanopia.

Figura 4 – Diferença entre a visão de uma pessoa sem daltonismo e a visão de uma pessoa com dicromacia.

2.1.2.3 Tricromacia anômala

Na tricromacia anômala, os três tipos de cones estão presentes. A percepção de cores, embora presente, é imprecisa ou distorcida. Este grupo é o mais comum entre os indivíduos com daltonismo leve a moderado e, caracterizam-se a protanomalia, onde há dificuldade em perceber tonalidades de vermelho com clareza e intensidade normais. A deuteranomalia, afetando a distinção entre tons de verde. E, por fim, a tritanomalia, prejudicando a diferenciação entre tons de azul e amarelo (PAULA et al., 2023).

Neste trabalho, optou-se por focar na protanopia, um dos tipos mais comuns de daltonismo, devido à sua prevalência significativa entre indivíduos com dificuldade na percepção das cores. A escolha se justifica pela importância de desenvolver soluções que possam auxiliar essa parcela da população a identificar e distinguir cores de forma mais precisa em seu dia a dia. Para isso, a pesquisa concentra-se no desenvolvimento de um software de tecnologia assistiva voltado para a identificação e conversão de cores, que visa

facilitar a percepção cromática dos usuários com daltonismo, especialmente aqueles indivíduos portadores da protanopia. Dessa forma, espera-se promover maior acessibilidade, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das pessoas afetadas por essa condição.

2.2 Trabalhos Relacionados

O trabalho descrito em ([HRUBA, 2018](#)) tem como objetivo principal adaptar uma ferramenta de desenvolvimento de interfaces *Web* para torná-la acessível a usuários portadores de daltonismo. Para isso, os autores propõem a elaboração de heurísticas específicas de acessibilidade que visam garantir que elementos visuais, como cores e *feedbacks*, sejam comprehensíveis para indivíduos com diferentes tipos. A técnica utilizada envolveu a modificação do *framework* Materialize com a aplicação das heurísticas em seus componentes, além do uso da ferramenta *Sim Daltonism* para simular a percepção de cores pelos daltônicos durante o desenvolvimento. A avaliação foi feita por meio de análise heurística e testes com a ferramenta adaptada, resultando em uma solução aberta e responsiva capaz de se adaptar em tempo real às condições específicas (deuteranopia, protanopia, tritanopia e monocromacia), promovendo maior inclusão na internet.

Em ([TAKATA, 2015](#)) é apresentado um estudo que objetiva desenvolver uma tecnologia assistiva para daltônicos para dispositivos *Android*. A solução aplica filtros de imagem que transformam contrastes difíceis, como vermelho/verde, em combinações mais perceptíveis, vermelho/azul, adaptando-se ao tipo de daltonismo identificado pelo teste de Ishihara. Além disso, a aplicação utiliza a técnica de *offloading* para decidir se o processamento da imagem será realizado localmente ou em servidores externos, considerando recursos como memória e qualidade da rede, visando promover a inclusão digital.

O estudo apresentado em ([TSUDA, 2013](#)) tem como finalidade criar uma extensão para o navegador *Mozilla Firefox*, a fim de auxiliar pessoas com daltonismo durante a navegação na Web. A ferramenta, denominada ClaroVisão, permite a adaptação do conteúdo visual de páginas *Web* por meio da aplicação de filtros específicos conforme o tipo de daltonismo informado pelo usuário. A extensão oferece funcionalidades como alteração da cor do texto, cor de fundo, tamanho da fonte e aplicação de filtros em imagens para facilitar a distinção de cores. Também é possível obter informações textuais sobre cores ao passar o cursor sobre os elementos da página, demonstrando o nome da cor e seus valores em RGB e hexadecimal. Os testes foram realizados de modo interativo com o público alvo e por meio de simuladores de visão com daltonismo. Eles indicaram que os filtros implementados melhoraram a visualização de informações antes inacessíveis, demonstrando a eficácia da solução.

Em ([MARQUES, 2019](#)) é exposto um protótipo de tecnologia assistiva voltado a identificação de cores para pessoas com daltonismo. O sistema foi construído utilizando

a plataforma de *Hardware Arduino*, associada a um sensor óptico reflexivo TCRT 5000 e a um *display LCD* para exibir o nome da cor detectada. O funcionamento do dispositivo baseia-se na captação da luz refletida pelo objeto analisado, cuja composição em vermelho, verde e azul (RGB) é processada pelo *Arduino* e a cor dominante é então interpretada e informada ao usuário por meio do *display*. Para a avaliação foi utilizado um programa de teste via *sketch*, o qual utiliza um sensor óptico reflexivo TCRT 5000 para fazer a análise da cor do objeto ou do ambiente, caso não haja objeto, e responder de acordo com a intensidade distribuída entre as cores básicas – vermelho, verde e azul. Apesar de não utilizar testes convencionais e/ou quantitativos, após a montagem do protótipo e da realização dos testes, constatou-se que o objetivo foi atingido, isto é, o dispositivo funcionou de modo eficiente, obtendo resultados satisfatórios.

O trabalho divulgado em (MONTEIRO, 2022) tem como objetivo desenvolver um aplicativo móvel de tecnologia assistiva para daltônicos, voltado a identificação e tradução de cores. O *software* tem como proposta facilitar a percepção visual por meio da captura de imagens em tempo real, identificação das cores presentes e substituição automática das tonalidades que são difíceis de serem identificadas pelo usuário. Para isso, utilizou-se a linguagem de programação *Python* e as bibliotecas *NumPy*, a qual fornece um objeto de matriz multidimensional, *Imultis*, apresenta funções de processamento de imagem, e *OpenCV*, auxiliou na extração de características das imagens. Por meio dos testes interativos, o aplicativo demonstrou ser eficaz tanto na identificação quanto na substituição de cores, alcançando seu objetivo.

O trabalho descrito em (LEE; SANTOS, 2008) apresenta o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas computacionais de simulação, teste, adaptação de recursos visuais e de avaliação do grau de daltonismo, visando melhorar a acessibilidade e a qualidade visual de um portador da condição. Para isso, o usuário é submetido a uma customização do teste de Ishihara. No algoritmo de simulação é utilizado o modelo de cor LMS (*Longwave*, *Middlewave* e *Shortwave*), por meio da conversão linear das cores em RGB. Para avaliar a precisão das ferramentas, foram utilizadas dez imagens no formato *bitmap* de 32 bits. Os resultados foram bastante positivos, comprovando que a proposta de correção utilizada é capaz de extrair um número maior de informações de uma imagem. Além disso, todas as ferramentas mostraram-se intuitivas e fáceis de usar, o que proporciona uma melhor experiência do usuário e, consequentemente, seu uso habitual.

O trabalho realizado por (MERCULHÃO et al., 2019) visa a construção de um modelo computacional baseado em Redes neurais cuja função é auxiliar indivíduos daltônicos, no seu cotidiano, a identificar a coloração de objetos em seu cotidiano. Para isso, o autor propôs a elaboração de uma ferramenta disponível para dispositivos móvel. A ferramenta foi desenvolvida com a utilização do *framework* Ionic3 e com o auxílio da API da IBM *Recognition*, que com os resultados apresentados mostrou-se capaz de detectar e

informar ao usuário daltônico as cores corretamente.

Em (DIEGO; CARLOS, 2023) é apresentado o desenvolvimento de um software baseado em Redes Neurais Convolucionais (CNN) para identificação de cores, com o objetivo de auxiliar pessoas com daltonismo. A solução utiliza técnicas de classificação de imagens por aprendizado supervisionado, permitindo reconhecer a coloração com base em padrões visuais previamente treinados. O sistema foi desenvolvido simulando o funcionamento do córtex visual humano ao identificar elementos como linhas, curvas e formas, até alcançar a identificação de padrões. A classificação das imagens em categorias de cor foi realizada com precisão, cerca de 96,6% nos testes com as onze categorias definidas. Os resultados obtidos demonstram que o sistema é capaz de identificar cores de forma eficiente, com resposta em tempo inferior a 0,5 segundos por imagem.

Em (TIRLONI; MACHADO, 2018) propõe-se o desenvolvimento de um aplicativo móvel capaz de identificar e sugerir cores que possam combinar com a identificada, a fim de auxiliar indivíduos portadores de daltonismo na realização de determinadas tarefas. Para desenvolver esse projeto, foram usadas ferramentas como a linguagem de programação Java, a Vision API para detectar cores em RGB, a *API Package Android Speech* atuante na conversão de voz em texto e o *software SQLite* para implementar o banco de dados. Espera-se que o projeto proposto cumpra com os objetivos estabelecidos e consiga proporcionar aos usuários autonomia e inclusão social.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.0.1 Python

- Não é necessário. Vamos manter, e no final decidimos.

Concebido no ano de 1982, por Guido Van Rossum, a partir de outra linguagem de programação existente, chamada ABC, o *Python* foi criado a fim de solucionar as falhas de programação originadas pela linguagem C. Segundo o criador, os softwares desenvolvidos por esta ferramenta possuíam codificação extensa e complexa, por isso tornou-se crucial a criação de uma tecnologia fácil e intuitiva. O *Python*, nomeado assim devido à um programa de TV, consiste em um conjunto de instruções de orientação a objetos e possui diferentes aplicações, desde comerciais até científicas, por meio de suas variadas bibliotecas ([BORGES, 2014](#)).

3.0.2 Open CV

- Não é necessário. Vamos manter, e no final decidimos.

O *Open Source Computer Vision Library (OpenCV)* consiste em uma biblioteca de visão computacional, caracterizada, sobretudo, pela possibilidade de editar seu código. Desenvolvida no ano 2000, pela empresa de tecnologia Intel, essa ferramenta, com o objetivo de aprimorar a interação humano-computador, por meio de suas funções, permite a manipulação de dados de imagens, matrizes e vetores, análise estrutural e algébrica, bem como a detecção de objetos e movimentos. Atualmente, suas variadas funcionalidade e algoritmos, sua capacidade multiplataforma e seu suporte para outras linguagens de programação, além do *Python*, promovem uma infraestrutura básica para a execução e melhoria de interfaces gráficas ([BARELLI, 2018](#)).

A partir disso, esta tecnologia possuiu relevância crucial para a elaboração do software apresentado no presente trabalho acadêmico.

3.0.3 Numerical Python

- Não é necessário. Vamos manter, e no final decidimos.

Criada em 2005, com base nas bibliotecas *Numeric* e *Numarray*, a biblioteca *Numerical Python (NumPy)* é amplamente utilizada na linguagem de programação *Python* por oferecer recursos eficientes para manipulação de estruturas como vetores, arranjos e matrizes. Sua sintaxe é simples e intuitiva, o que favorece a produtividade durante o desenvolvimento. Como este trabalho envolve o uso de imagens digitais, o *NumPy* torna-se

uma ferramenta fundamental para realizar operações rápidas e precisas sobre esses dados. Além disso, sua integração com outras bibliotecas, como o *OpenCV*, contribui para o processamento eficiente de imagens em tempo real, como as capturadas pela *webcam* no sistema proposto (BARELLI, 2018).

3.0.4 Máscara de Inversão

O mascaramento de inversão consiste em uma técnica de detecção de um objeto. Isso acontece por meio da utilização das bibliotecas *OpenCV* e *Numpy*, as quais permitem a conversão de *pixels* - o *pixel* da imagem identificada é convertido para o número binário 0, tornando-se preto, enquanto aqueles que não fazem parte são transformados em branco (GEEKSFORGEEKS, 2023). No software desenvolvido esse processo teve papel crucial na percepção das cores a serem transcritas. Na Figura 5 isso é comprovado através da identificação da cor vermelha, a qual logo em seguida é isolada por meio da máscara e transcrita.

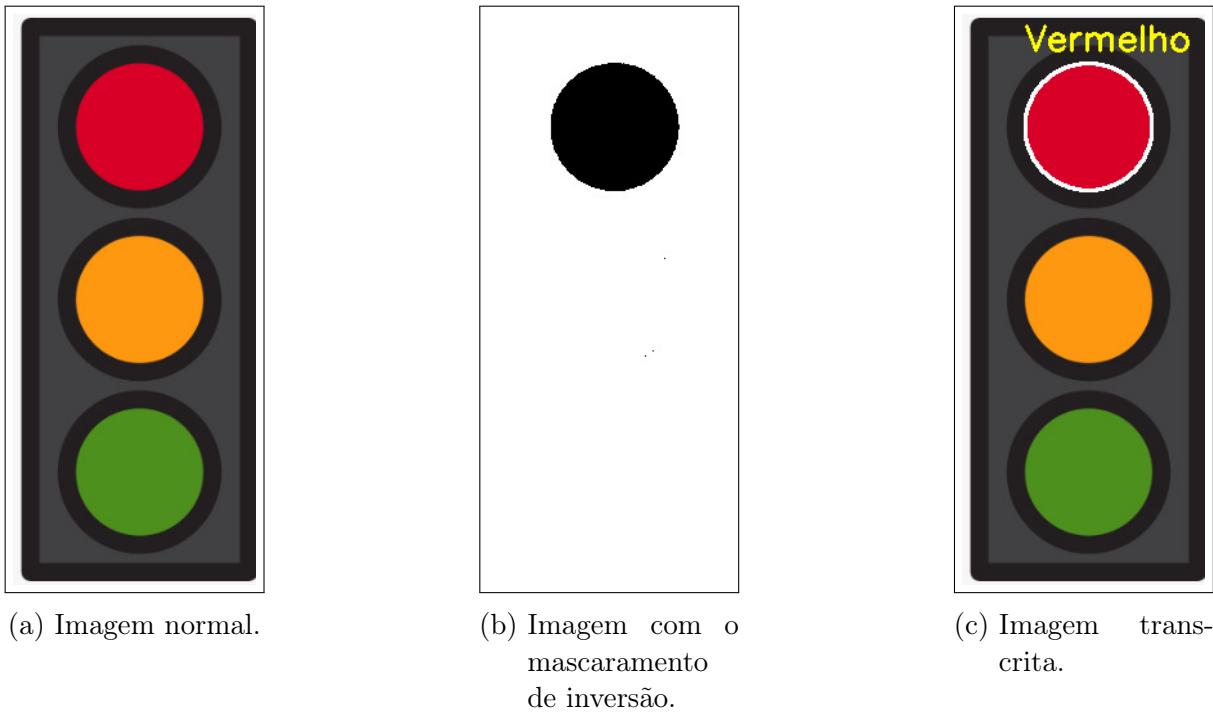


Figura 5 – Exemplificação do processamento de uma imagem no software, com enfoque na cor vermelha.

3.0.5 Cores HSV

O intervalo de cores HSV, também chamado de HSB, é um dos modelos de descrição de cores mais compatível com a visão humana, por sugerir maior compreensão e capacidade intuitiva, em detrimento do RGB - *Red, Green, Blue*. Em comparação com a

representação que concentra-se na mistura das três cores primárias – vermelho, verde e azul - como base de identificação de outros tipos de coloração, o HSV inova, baseando-se em três componentes criteriosos: Matiz (*Hue*), Saturação (*Saturation*) e Valor (*Value*) ou Brilho (*Brightness*) (SANTOS et al., 2013).

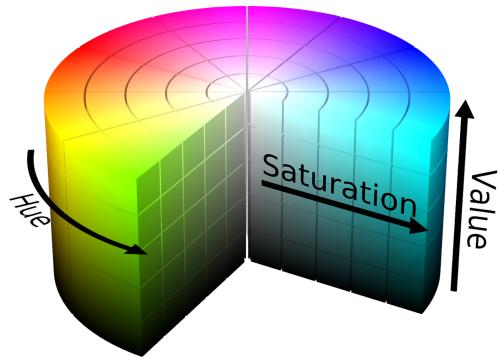


Figura 6 – Disco cromático HSV. Fonte: (HELAL, 2015)

A matiz determina o tipo de cor identificado. Conforme apresentado na Figura 6, ela é caracterizada por meio da base do cilindro - uma circunferência -, com isso as cores variam de 0° a 360°: vermelho em 0°, verde em 120° e azul em 240°. A saturação, por sua vez, define a intensidade ou pureza da cor, variando entre cinza (a região central do sólido) e sua cor total (borda externa). Por fim, o valor mede o brilho identificado, quanto mais próxima da extremidade inferior do sólido, mais escura torna-se a cor. (DOMINIC, 2024)

Cor	Lower 1 (H, S, V)	Upper 1 (H, S, V)	Lower 2 (H, S, V)	Upper 2 (H, S, V)
Amarelo	20, 100, 150	25, 255, 255	26, 100, 150	32, 255, 255
Azul	90, 50, 150	106, 255, 255	105, 50, 50	120, 255, 255
Laranja	5, 50, 50	15, 255, 255	16, 50, 50	20, 255, 255
Rosa	155, 80, 120	170, 255, 255	150, 120, 100	170, 255, 255
Roxo	125, 60, 60	140, 255, 255	141, 60, 60	155, 255, 255
Verde	17, 100, 40	44, 100, 73	31, 100, 50	85, 255, 255
Vermelho	0, 100, 50	3, 255, 255	170, 100, 67	180, 255, 255

Tabela 1 – Tabela de intervalo de cores.

Assim, por apresentar fácil utilização, o intervalo de cores HSV foi a ferramenta crucial para a seleção das cores ideais para a construção do software aqui apresentado. No entanto, ainda com o auxílio desse modelo, constatou-se inviável adicionar todo o espectro

colorimétrico, uma vez que não garantiria tanta eficiência e praticidade. Diante disso, a fim de atingir o objetivo proposto - identificação e transcrição de cores - e evitar tal emblema, foram definidos seis intervalos de cores no modelo HSV: amarelo, azul, laranja, rosa, roxo, verde e vermelho, os quais foram separados e classificados de acordo com as pesquisas realizadas. Com isso, foram criadas variáveis, as quais separavam cada intervalo a partir da intensidade e do brilho de cada cor, tal qual exemplificado na Tabela 1.

Podemos inserir os espectros de cores aqui

3.1 Métricas / Forma de Avaliação

Como vamos avaliar o sistema?

- Uma ideia é pegar uma imagem controle, e submeter ela ao sistema, e ver como ele classifica as cores. Seria uma avaliação subjetiva
- podemos pensar em acurácia (Quantas vezes a cor detectada coincide com a cor esperada). Exemplo : utilizamos uma imagem que tem 5 espaços azuis. Se nosso software detectar apenas 4, quer dizer que ele tem uma acurácia de $4/5 = 0.8 = 80\%$

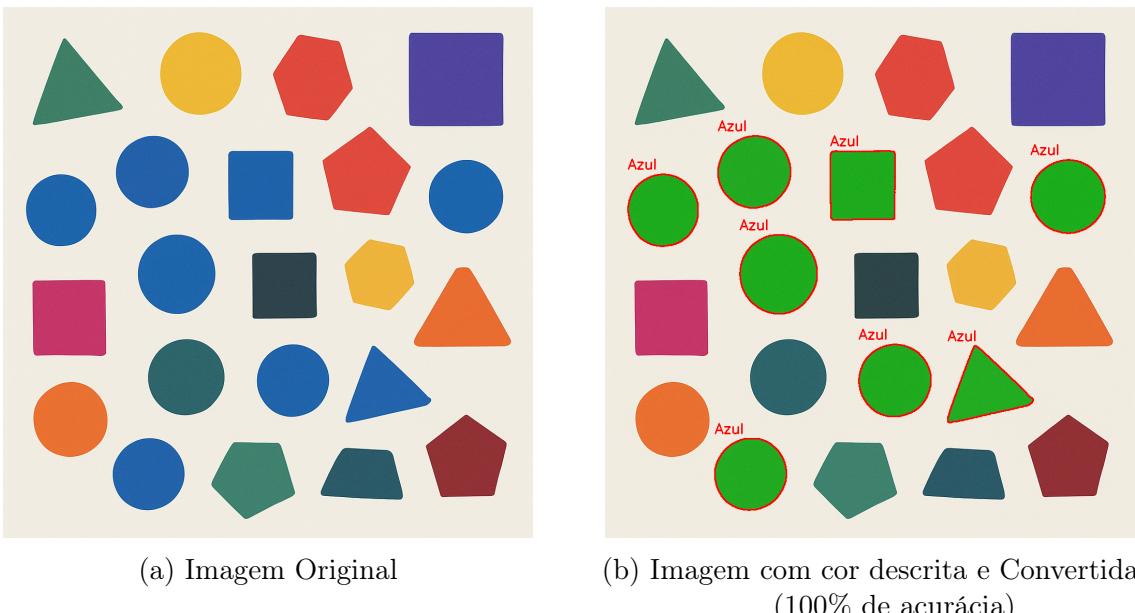


Figura 7 – Ideias de avaliação e demonstração de resultado para os resultados

3.2 Sistema Proposto

O sistema apresentado neste projeto tem como objetivo principal auxiliar os indivíduos portadores de daltonismo do tipo (**adicinar o tipo**) a identificar cores (**adicinar**

as cores) . A partir disso, para o desenvolvimento de seu código, foram utilizados instrumentos tecnológicos como a linguagem de programação *Python*, as bibliotecas *OpenCV* e *Numpy* e o modelo de cor HSV. Ademais, também foram implementados dispositivos hardware para a execução e teste das instruções: o *notebook Dell Inspiron 15* e a *Webcam Multilaser Full HD 1080p*.

Podemos elaborar mais sobre como funciona o software de forma mais superficial. Podemos inserir imagens de uma máscara, imagem original e imagem convertida. (Ou podemos exibir isso apenas na apresentação).

Inserir pipeline de funcionamento

4 PROTÓTIPO

5 RESULTADOS

Aqui vamos falar sobre os resultados obtidos. Podemos iniciar falando brevemente como serão exibidos os resultados. Podemos falar sobre as nossas percepções sobre o sistema. O que a gente percebe que o sistema tem facilidade ou dificuldade em executar. Todas as dificuldades são melhorias em trabalhos futuros

- Métricas quantitativas e qualitativas
- Usar imagens padrão com cores conhecidas e submeter ao software
- criação de imagens artificiais com cores puras
- podemos pensar em acurácia (Quantas vezes a cor detectada coincide com a cor esperada). Exemplo : utilizamos uma imagem que tem 5 espaços azuis. Se nosso software detectar apenas 4, quer dizer que ele tem uma acurácia de $4/5 = 0.8 = 80\%$
- testar com diferentes iluminações/ângulos/distâncias
- Pesquisar biblioteca colormath e função delta_e_cie2000
- percepção visual de todos os participantes.
- Como queremos detectar as cores em tempo real, existe alguma diferença quando se mexe muito rapidamente? Existe *flickering* (a imagem fica "piscando"?)

6 CONCLUSÃO

Escrever a conclusão [INSERIR REFERENCIA]

6.1 Limitações e Trabalhos Futuros

Podemos falar sobre todas as dificuldades que tivemos, e falar sobre embarcar o sistema em um pequeno dispositivo móvel

Acho que podemos sugerir o desenvolvimento de um aplicativo como trabalho futuro

Referências

- BARELLI, F. **Introdução à visão computacional: Uma abordagem prática com Python e OpenCV.** [S.l.]: Editora Casa do Código, 2018.
- BORGES, L. E. **Python para desenvolvedores: aborda Python 3.3.** [S.l.]: Novatec Editora, 2014.
- CASTRO, B. C.; SANTOS, L. R. de O. F.; LOURENÇO, M. V.; MATTA, N. J. D.; MUNHOZ, T. S.; CAMPOS, M. E. J. de. Deficiências visuais: incidência e sua relação regional e escolar em um município no noroeste paulista. **Cuid Enferm**, v. 17, n. 2, p. 269–274, jul.-dez. 2023.
- COELHO, K. L. et al. Percepção cromática no contexto audiovisual: como daltônicos e acromatas percebem os filmes publicitários da heinz e da heineken. Universidade Federal do Pampa, 2023.
- DIEGO, Á.; CARLOS, T. Diseño de un software para la identificación de color a través de clasificación de imágenes para ayudar a personas con daltonismo. **Revista Avenir**, v. 7, n. 1, p. 49–54, 2023.
- DOMINIC, D. **A Beginner's Guide to Understand the Color Models RGB and HSV.** Medium, 2024. Acesso em: 20 de setembro de 2025. Disponível em: <<https://medium.com/@dijdomv01/a-beginners-guide-to-understand-the-color-models-rgb-and-hsv-244226e4b3e3>>.
- GEEKSFORGEEKS. **OpenCV - Invert Mask.** 2023. Last updated: 03 Jan, 2023. Disponível em: <<https://www.geeksforgeeks.org/python/opencv-invert-mask/>>.
- HELAL, L. **Disco Cromático HSV.** Medium, 2015. Acesso em: 20 de setembro de 2025. Disponível em: <<https://lucasghelal.medium.com/disco-crom%C3%A1tico-hsvdb3cd81c9a80>>.
- HRUBA, F. F. **Desenvolvimento de interfaces web adaptado para portadores de daltonismo.** Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- LEE, J.; SANTOS, W. Uma ferramenta adaptativa para facilitar a visualização de imagens para pessoas portadoras de daltonismo. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, Salvador.** [S.l.: s.n.], 2008.
- MACEVOY, B. **Color vision – Handprint: light and the eye.** 2015. Website com texto sobre receptores visuais e percepção de cor. Disponível em: <<https://www.handprint.com/HP/WCL/color1.html>>.
- MARQUES, H. J. F. **Proposta de um produto de tecnologia assistiva: desenvolvimento de um protótipo de identificação de cores para daltônicos.** [S.l.]: Universidade Federal da Paraíba, 2019.

- MERGULHÃO, E.; ANDRADE, S.; NASCIMENTO, J. do. Um modelo computacional baseado em redes neurais artificiais para auxiliar o reconhecimento de cores por portadores de daltonismo. **Blucher Physics Proceedings**, v. 6, n. 1, p. 61–66, 2019.
- MONTEIRO, I. E. T. **Tecnologia assistiva para daltônicos para tradução de cores por meio de dispositivos móveis**. 2022.
- MORIJO, D. K. S.; MARCELINO, V. de O.; MANSANO, N. da S. Daltonismo e as diferentes percepções de cores. In: **REGRAD, UNIVEM**. Marília-SP: [s.n.], 2017. v. 10, n. 1, p. 433–439.
- OPTIVISTA. **Olho humano**. 2025. Disponível em: <<https://www.optivista.com.br/olho-humano/olho-humano>>.
- PAULA, V. C. de; SILVA, A. T. da; ALMEIDA, F. M. F. de. Inclusão de daltônicos no ambiente escolar por meio do design gráfico: estudo de caso com alunos do ensino fundamental. In: **Anais do 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (PD Design)**. Florianópolis, SC: [s.n.], 2023. p. 1–11.
- RODRIGUES, A. F. S. **Imagen de fundo ocular: Análise comparativa de técnicas e de novas tecnologias no diagnóstico oftalmológico da retina—Aplicação Clínica**. Dissertação (Mestrado) — Universidade de Coimbra (Portugal), 2016.
- SANTOS, L. d. S. et al. Análise colorimétrica de faces humanas: uma abordagem para auxílio ao reconhecimento de imagens. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2013.
- SOUSA, S. J. d. Faria e. Fisiologia e desenvolvimento da visão. **Medicina (Ribeirão Preto)**, p. 16–9, 1997.
- TAKATA, A. Ferramenta de acessibilidade adaptável aos daltônicos e às redes móveis. **São Paulo**, 2015.
- TIRLONI, M.; MACHADO, C. Uma proposta para auxiliar pessoas com deficiência visual e daltonismo a identificar cores e suas possíveis combinações. **Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**, p. 9, 2018.
- TSUDA, H. K. **ClaroVisão: uma extensão de navegador web para pessoas com daltonismo**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.