

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

FAUSTO JOSÉ DA COSTA LEMOS

PROTÓTIPO DE COMPARADOR E CLASSIFICADOR DE
CORES ODONTOLÓGICO

MANAUS

2022

FAUSTO JOSÉ DA COSTA LEMOS

PROTÓTIPO DE COMPARADOR E CLASSIFICADOR DE CORES
ODONTOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção de
título de Graduação em Engenharia da
Computação ao Departamento de Computação
da Universidade do Estado do Amazonas.
Orientado por: Prof. Dr. Manoel Santos
Azevedo

MANAUS

2022

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Escola Superior de Tecnologia - EST

Reitor:

Dr. André Zogahib

Vice-Reitora:

Dra. Kátia Couceiro

Diretora da Escola Superior de Tecnologia:

Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo

Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica:

Israel Gondres Torne

Banca Avaliadora composta por:

Data da defesa: 22/12/2021.

Prof. Manoel Santos Azevedo (Orientador)

Prof. Prof.

Prof.

CIP – Catalogação na Publicação

LEMOS, FAUSTO DA COSTA

Protótipo de comparador e classificador de cores
odontológico /Fausto da Costa Lemos;

; [orientado por] Manoel Santos Azevedo. – Manaus: 2021.

69 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Elétrica). Universidade do Estado do Amazonas, 2021.

1. Viabilidade de automação. 2. Processo de tijolos. 3. Produção
automatizada. 4. Modernidade de automatização. I. Azevedo,
Manoel

FAUSTO JOSÉ DA COSTA LEMOS

PROTÓTIPO DE COMPARADOR DE CORES ODONTOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso de apresentado como requisito para obtenção do título de Graduação em Engenharia de Computação ao Departamento de Computação da Universidade do Estado do Amazonas.

Nota obtida: . 9.6 (___ *Nove pontos e seis décimos* _____)

Aprovada em 22/12/2022.

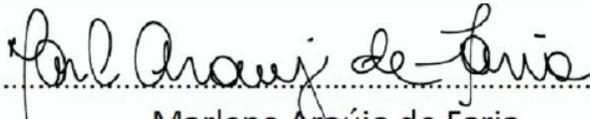
Área de concentração: Controle e eletricidade.

BANCA EXAMINADORA

Orientador:



Israel Mazaira Morales



Marlene Araújo de Faria

DEDICATÓRIA

**Aos pilares da minha vida: Deus e
minha família**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por tudo, pois sem ele nada eu faria. Por ter me conduzido até esta etapa tão importante de minha vida. Por ter me abençoado com saúde, força e glória, e a minha família pelo incentivo, dedicação e companheirismo de todas as horas. À minha esposa Luciana, que sempre me ajudou moral, espiritual e financeiramente em toda minha trajetória. E por ter acreditado em meu sonho, pela paciência e colaboração em todos os momentos.

Ao professor orientador Manoel Santos Azevedo pela atenção, apoio e motivação na realização de todas as etapas deste trabalho.

Aos amigos que vivenciaram e compartilharam todos os momentos dessa caminhada, pois juntos caminhamos uma longa etapa que marcou nossas vidas.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos meus Amados Pais Geraldo Paulino Lemos e Tereza da Costa Lemos, por terem me dado todo apoio, incentivo e acreditado sempre que com a ajuda de Deus eu iria alcançar meus objetivos.

Ao meu orientador. Prof. Dr. Manoel Santos Azevedo por sua paciência e orientação no decorrer deste TCC. A Escola Superior de Tecnologia EST/UEA e todo seu corpo docente, principalmente ao Prof. Cleto, Prof. Moisés, Prof. Mazaira, Prof. Heinel, Prof. Ricardo, Prof. Weverson Cirino, por me proporcionarem todo o aprendizado necessário à minha formação. Por sempre transmitir o máximo de seu conhecimento em suas aulas, e por estar sempre disponível a orientar seus alunos.

Ao Mestre Professor Charles Melo, por seu apoio, incentivo, ensinamentos e legado.

Agradeço também aos meus Amigos, principalmente ao Tiago Mendes Izumisauwa, Marcia de Souza Silva, Heloísa, Igor Soares, Vitor Gadelha, Nedem, Sergio Leônidas, por me acompanharem nesses anos de estudo, por todo apoio, sobretudo nos momentos que mais precisei.

RESUMO

O processo de produção de materiais possíveis de colaboração para a melhoria na aplicação científica de maneira sistemática para aperfeiçoar ou melhorar métodos, que de alguma forma necessitam de ajustes e/ou atualizações. Com o advento tecnológico e a sofisticação dos processos, é requerido sistemas mais precisos que venham convergir com o sucesso do tratamento esperado. No segmento odontológico, alguns procedimentos precisam ser aprimorados, uma vez que acabam, em certas ocasiões, ocasionando variações trazendo prejuízos tanto para o paciente, como para o profissional que, busca sempre excelência em seus serviços. Então, como prover condições para acionar melhorias em processos odontológicos que apresentam problemas no resultado? Para satisfazer questionamentos dessa característica, tem-se estudado diferentes perspectivas de solução. O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão de literatura sobre o estudo da cor, histofisiologia do sistema fotorreceptor e postular, com embasamento científico, perceber uma metodologia de escolha de cor que facilite o trabalho clínico do profissional de odontologia e propor o desenvolvimento de um protótipo de identificação de cores dentárias por meio de um dispositivo embarcado cibernético, destacando as etapas de procedimento de preparação. A metodologia aplicada refere-se a um estudo bibliográfico de característica exploratória, abordando um enfoque qualitativo e métodos bibliográficos, documental e prática. O resultado é que é possível detalhar um protótipo de aplicação, otimizando as possibilidades de obtenção de um sistema capaz de comparar e classificar cores no procedimento odontológico.

Palavras Chave: Protótipo, Comparador, Classificador, Odontológico, Fotorreceptor.

ABSTRACT

The process of producing possible materials to collaborate to improve scientific application in a systematic way to improve or improve methods, which somehow require adjustments and/or updates. With the technological advent and sophistication of the processes, more precise systems are required that will converge with the success of the expected treatment. In the dental segment, some procedures need to be improved, since they end up, on certain occasions, causing variations causing harm to both the patient and the professional who always seeks excellence in their services. So, how to provide conditions to trigger improvements in dental processes that present problems in the result? To satisfy questions of this characteristic, different perspectives of solution have been studied. The aim of this study is to present a literature review on the study of color, histophysiology of the PR system and postulate, with scientific basis, to perceive a methodology of color choice that facilitates and the clinical work of the dental professional and propose the development of a prototype of identification of dental colors through a cybernetic embedded device, highlighting the stages of the preparation procedure. The applied methodology refers to a bibliographic study of descriptive characteristic, addressing a qualitative approach and bibliographic, documentary and practical methods. The result is that it is possible to detail an application prototype, optimizing the possibilities of obtaining a capable of comparing and classifying colors in the dental procedure.

Keywords: Prototype, Comparator, Classifier, Dental, Photoreceptor.

Lista de Figuras

Figura 1- A luz visível tem comprimentos de onda entre 400 nm e 700 nm.....	19
Figura 2 – Sensor de Luz LDR.....	22
Figura 3 -A Transiluminação- uso de LEDs para tratamento dentário.....	23
Figura 4 – Guia de Cor em 3D.	26
Figura 5 – Prévia seleção de materiais para aplicações no protótipo.....	29
Figura 6 – Protótipo montado para aplicação.....	29
Figura 7 – O protótipo em testes para ajustes.	30
Figura 8 – Diagrama Sintético do Protótipo analisador.	31
Figura 9 – Sensor de cor TCS3200(230) e suas aplicações.....	33
Figura 10- Sistema de Análise com o software embarcado.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de Materiais para a construção do protótipo.....	28
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA	14
1.1 A Luz e a Odontologia	18
1.2 Restauração dentária e o fenômeno da luz	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
3.1 Sensor de Cor e suas especificidades	32
3.2 Sistema Embarcado de Baixo Custo atendendo as necessidades de hardware e software	33
3.3 Desenvolvimento do Software de Baixo Custo	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
RECOMENDAÇÕES	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, os métodos para escolha da cor, na odontologia, vêm sendo realizados de forma empírica, baseados em experiências clínicas particulares, sem nenhum embasamento científico. Como o aumento das restaurações estéticas, as mais usadas na última década, depende diretamente da importância deste fato.

A pesquisa aplicada permite, identificar a viabilidade de se construir um identificador e classificador automático de cores dentárias de baixo custo. Tendo como base a tecnologia de sensores de ondas eletromagnéticas na faixa de visão humana, e também os sistemas embarcados que possibilitam a análise comparativa das informações sensoriais; deverá ser investigada a eficácia ou não destes recursos para a identificação automática das cores dentárias, comparativamente com as escalas de cores comerciais disponíveis no mercado.

Segundo Barbosa (2019), as ondas eletromagnéticas, ou radiações eletromagnéticas (REM), captadas podem variar entre si em relação ao seu comprimento de onda.

A percepção da luz, no domínio da luz visível, está na faixa que varia, de aproximadamente 400 a 700 nm (10^{-9} metros) de comprimento. A visão humana consegue apenas reconhecer as REM que estão dentro do espectro visível.

Estudos como expressos em (Oliveira, 2018; Jornada de Odontologia, 2021; Mendonça, 2021; Moreno, 2022 e outros), apontam problemas da falta de tecnologias que auxiliem esses especialistas a realizarem seus trabalhos com seus pacientes de forma menos agressiva como comumente são realizados alguns tratamentos.

O problema é que durante a restauração dentária para que se obtenha uma boa estética faz-se necessário a aplicação de um material que tenha a cor mais próxima possível à dos dentes remanescentes, ou mesmo os vizinhos do dente a ser (ou serem) restaurados. Porém, isto não é uma tarefa fácil, prova disso são os inúmeros erros que os profissionais cometem ao selecionar a cor do material a ser empregado na restauração.

Devido a estes erros ocorrem muitas repetições de serviços, principalmente no que se diz com respeito a restaurações protéticas. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre o estudo da cor, histofisiologia do sistema fotorreceptor e postular, com embasamento científico, uma metodologia de escolha de

cor que possa facilitar o trabalho clínico do profissional de odontologia e propor o desenvolvimento de um protótipo de identificação de cores dentárias por meio de um dispositivo embarcado cibernético.

As etapas se propõem em desenvolver um hardware e software de baixo custo, capazes de identificar e classificar as cores dentárias a fim de facilitar restaurações, uma vez que atualmente essa mimetização esbarra em inúmeras limitações; pesquisar um sensor de cor que possa atender as especificações e identificar um sistema embarcado de baixo custo que atenda às necessidades de hardware e software e assim, desenvolver um software capaz de adquirir os dados do sensor e apresentá-los de forma amigável em um display.

Trata-se de um estudo bibliográfico de característica exploratória, com a relação de dados da literatura conciliando para a descrição da construção de um protótipo, tem enfoque qualitativo e associa métodos bibliográficos, documentais e aplicados na prática. O trabalho é organizado seções que traz breve levantamento de estudos realizados sobre o tema, apresenta-se a revisão da literatura e o estado da arte, a metodologia utilizada na pesquisa, os resultados obtidos, as conclusões e referências.

ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho é organizado em capítulos, em que o Capítulo 1 trata da motivação da pesquisa, trazendo um breve levantamento de estudos realizados sobre o tema; inclui também os objetivos da pesquisa, em que se define o objetivo geral e elenca os objetivos específicos; é apresentado também a contribuição da pesquisa para a odontologia especializada.

O capítulo 2 faz uma abordagem bibliográfica. Apresenta-se a revisão da literatura e o estado da arte.

No capítulo 3 é descrita a metodologia utilizada na pesquisa, fazendo uma rápida contextualização sobre o que bibliografia especializada apresenta até o momento. A aplicação do uso do aparelho desenvolvido.

No capítulo 4 são relatados os resultados obtidos, a definição dos critérios de análise, e a demonstração dos resultados obtidos de acordo com os testes. Finalmente no capítulo 5 são descritas as conclusões e recomendações para as futuras pesquisas.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA

Segundo UEKI; WAKAMATSU e HAGIWARA (2020), uma das tarefas mais importantes no trabalho dos técnicos de prótese dentária é reproduzir a cor das próteses dentárias. Técnicos dentais experientes podem estimar corretamente a verdadeira cor de uma fotografia dos dentes do paciente tirada pelo dentista, mas este é um processo muito difícil para técnicos dentais inexperientes.

Neste estudo, por meio de técnicas de aprendizado de máquina, objetivamos desenvolver um sistema de avaliação automática de cores que possua as mesmas habilidades de técnicos dentais experientes. Preparamos 62 imagens dos dentes do paciente que foram anotadas por técnicos dentais experientes e tentamos estimar a cor verdadeira usando uma rede neural. Confirmamos que é difícil avaliar completamente a verdadeira cor do dente, mas algumas cores candidatas podem ser obtidas corretamente.

Em JIA-YIN; LE-QUAN; QING-XIAN; XIAO *et al.* (2007), a detecção e quantificação da placa dentária é muito importante para os pacientes e seus médicos. No entanto, os índices de placa dentária tradicionais usados para medir a placa dentária são subjetivos, semiquantitativos porque as medições dependem principalmente da capacidade do médico de demarcar ou pontuar áreas de placa revelada usando exame visual. Para superar as deficiências dos índices tradicionais.

Este artigo apresentou uma abordagem para quantificar a placa dentária automaticamente usando o algoritmo de agrupamento fuzzy c-means (FCM) no espaço de cores HSI (matiz, saturação, intensidade). A abordagem foi aplicada a um banco de dados clínico composto por 195 objetos. Os resultados experimentais mostraram que esta abordagem proporcionou medidas mais objetivas e quantitativas da placa dentária em comparação com aquelas indexadas pelos índices tradicionais de placa dentária.

Segundo RAHHAL e ABU-HAMMAD (2018), a combinação da cor dos dentes é geralmente um fator importante para o sucesso dos implantes dentários. A prática usa o julgamento humano para combinar a cor do implante com os dentes adjacentes. Isso geralmente requer ajustes de cores e mais de uma visita para obter uma correspondência de cores satisfatória.

Neste artigo, implementamos um software baseado em um modelo matemático otimizado para combinar a cor do dente e recomendar uma mistura de cores de tonalidade padrão que minimiza o erro entre a cor correta do dente e a cor do implante.

Os resultados mostraram que, usando o algoritmo de correspondência de cores proposto, 92% dos pacientes obtêm a cor correta com um erro mínimo desde a primeira vez. Comparando este resultado com cerca de 84% para outros métodos, podemos afirmar que, o método proposto conseguiu potencializar a seleção da cor dos implantes.

Segundo SUDHEERA; SAJJA; KUMAR e RAO (2016), a detecção da placa dentária é importante para os médicos, as vítimas e também para os pesquisadores. A placa é um Biofilm Microbiano que se forma continuamente na superfície dos dentes, posteriormente reage com materiais alimentícios que contenham maior concentração de açúcares, amidos e depois libera ácidos. Finalmente, ele ataca o esmalte do dente causando gengivite e outras doenças se o tratamento adequado não for administrado. Embora houvesse índices de placa dentária existentes, eles não poderiam produzir melhores resultados.

A metodologia existente depende principalmente da Capacidade visual do dentista para isolar ou revelar as áreas de placa. Assim, para superar o problema, este artigo propôs uma solução para obter os resultados da placa dentária sem intervenção humana usando algoritmo de agrupamento não supervisionado K-Means aprimorado no modelo de cor HSI (matiz, saturação e intensidade). Posteriormente, o método da silhueta é aplicado no algoritmo K-Means aprimorado para avaliar a qualidade do agrupamento. Os resultados experimentais são melhores do que a abordagem tradicional.

Em WANG; WANG e WU (2011), recentemente, a estética dentária tornou-se um requisito importante quando as pessoas iam à clínica odontológica. Assim, para a maioria dos pacientes odontológicos se a prótese for colocada, uma prótese ideal é que a cor se feche para os dentes adjacentes, de forma que a combinação dos dentes se torne uma etapa crucial antes do implante.

Neste artigo, propusemos um sistema de correspondência de cores de dente desenvolvendo um procedimento padrão, que é usar uma câmera digital e luz anelar para tirar uma foto dentária e correção de cor para a consistência da imagem dentária, agrupar o espectro de cores do dente para combinar com as guias do guia de cores. Por fim realizamos o sistema pode ser sistema de apoio à decisão na combinação de cores, aumentando a exatidão da combinação de cores. Entrevistas qualitativas são realizadas; os resultados mostraram que a maioria dos dentistas satisfaz o procedimento padrão suave e a precisão de agrupamento do espectro de cores do dente.

Segundo YEESARAPAT; AUEPHANWIRIYAKUL; THEERA-UMPON e KONGPUN (2014), a fluorose dentária ocorre em muitas partes do mundo devido à alta exposição a altas concentrações de flúor no estágio de desenvolvimento dos dentes. Para auxiliar os formuladores de políticas de saúde no desenvolvimento de planos de prevenção e tratamento, é necessário um sistema de classificação manual ou automático de fluorose por imagem.

Neste artigo, desenvolvemos um sistema automático de classificação de fluorose dentária usando multiprotótipos derivados do algoritmo de agrupamento fuzzy C-means. Os valores dos canais de vermelho, verde, azul, matiz, saturação e intensidade são utilizados como recursos no algoritmo. Também definimos os critérios de classificação da fluorose dentária a partir da quantidade de pixels pertencentes a cada classe.

Descobrimos que a taxa de classificação correta do pixel é de cerca de 92% no conjunto de dados de treinamento e cerca de 90% no conjunto de dados de teste cego ao comparar os resultados com dois especialistas. Três de sete imagens no conjunto de dados de treinamento e oito de quinze imagens no conjunto de dados de teste às cegas são classificadas corretamente em classes de fluorose dentária.

Em HERRERA; PECHO; GHINEA; ROJAS *et al.* (2013), apresenta um procedimento Color Fuzzy Set Design, ou similarmente um procedimento de nomenclatura de cores, baseado no guia de cores dentário VITA Classical, para aplicações de combinação de cores compostas em restaurações diretas em odontologia estética. Para tanto, foi realizada uma experiência psicofísica baseada em um conjunto de avaliações visuais por um painel de observadores, com o objetivo de identificar as áreas do espaço de cores CIELAB que podem ser associadas a cada tonalidade do guia VITA.

Vários conjuntos de compostos de quatro empresas de manufatura diferentes foram usados no experimento. Essas informações foram processadas e um conjunto de Fuzzy Sets não paramétricos foi obtido para as cores VITA, com o auxílio de um limiar de aceitabilidade de cor dental retirado de estudos anteriores.

O *Fuzzy Set System* projetado foi aplicado para a identificação da cor VITA de diferentes amostras de resina composta de dentina e esmalte (técnica bilaminar) de duas empresas fabricantes diferentes, com a subsequente aplicabilidade clínica. Os resultados mostram um alto nível de precisão na identificação da cor VITA das amostras dentais operadas, quando comparadas com a avaliação visual realizada por especialistas.

Segundo (MELILLO; RICCIO; PERNA; BAJA *et al.*, 2017), a deficiência visual de cores (DCV) é uma deficiência visual extremamente frequente que compromete a capacidade de reconhecer cores. A fim de melhorar a visão de cores em um sujeito com CVD, projetamos e desenvolvemos um sistema de visão aprimorado vestível com base em um dispositivo de realidade aumentada.

O sistema foi validado em um estudo clínico piloto em 24 indivíduos com DCV (18 homens e 6 mulheres, com idade de $37,4 \pm 14,2$ anos). O resultado primário foi a melhora na pontuação do Ishihara Vision Test com a correção proposta por nosso sistema. A pontuação do teste de Ishihara melhorou significativamente ($p = 0,03$) de $5,8 \pm 3,0$ sem correção para $14,8 \pm 5,0$ com correção.

Quase todos os pacientes apresentaram uma melhora na visão de cores, conforme demonstrado pelo aumento nos resultados dos testes. Além disso, com nosso sistema, 12 indivíduos (50%) passaram no teste de visão de cores como indivíduos de visão normal. O desenvolvimento e a validação preliminar da plataforma proposta confirmam que um dispositivo de realidade aumentada usável pode ser uma ajuda eficaz para melhorar a visão de cores em indivíduos com DCV.

Segundo SCHIEBEL (2014), que, desenvolveu um projeto que permitiu analisar a viabilidade econômica e financeira da instalação de uma empresa do ramo de tecnologia, em que se pretendia produzir um analisador de coloração dentária, ou seja, um aparelho que detecta a coloração do dente e a mostra na tela de um computador.

A viabilidade foi avaliada, tanto do ponto vista do mercado quanto do ponto de vista econômico. Para ser viável do ponto de vista do mercado, deve haver uma demanda potencial a qual tenha interesse no produto e, do ponto de vista econômico, uma taxa interna de retorno (TIR) superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Em ZULAI (2007), foi realizado um estudo dos efeitos da temperatura em três marcas comerciais de compósitos dentários Voco® com o compósito Grandio, Kerr® com o compósito Herculite XRV Ultrae Colthène® com o compósito Synergy D6.

Foram analisadas as alterações sobre as suas propriedades ópticas (fluorescência), sobre as propriedades macroscópicas (coloração) e difração de raios-X (transformações de fase). Estas propriedades foram analisadas à temperatura ambiente e quando submetidos a elevadas temperaturas (200°C , 250°C , 300°C , 500°C e 1000°C) tanto para os materiais de restauração como para a peça dentária não restaurada, que serve assim de controlo e comparação.

Os levantamentos destacaram que muitos estudos buscam esclarecer um perfil de aplicação que evidencia melhorias para o sistema de aplicação dentária, como visto, os vários estudos revelam que existem avanços, e que ainda tem pendências que precisam ser sanadas. Essa abertura permite que novos estudos se potencializem e oportuniza a realização de pesquisas que colaboram com o desenvolvimento tecnológicos que associa melhorias no processo de tratamento dentário.

1.1 A LUZ E A ODONTOLOGIA

São muitas as formas de utilização da luz pela humanidade que amplia sua visão fazendo uso, de instrumentos ou não para fazer uso da luz. A humanidade aprendeu a lidar com a luz e a cada evolução da sociedade esse uso vai se aprimorando com exploração mais expressiva dos efeitos da luz.

Da Silva et al. (2021), diz que um dos maiores desafios da odontologia restauradora estética é confeccionar restaurações que estejam o mais próximo possível dos dentes naturais e sejam difíceis de serem detectadas pelas pessoas que o observem.

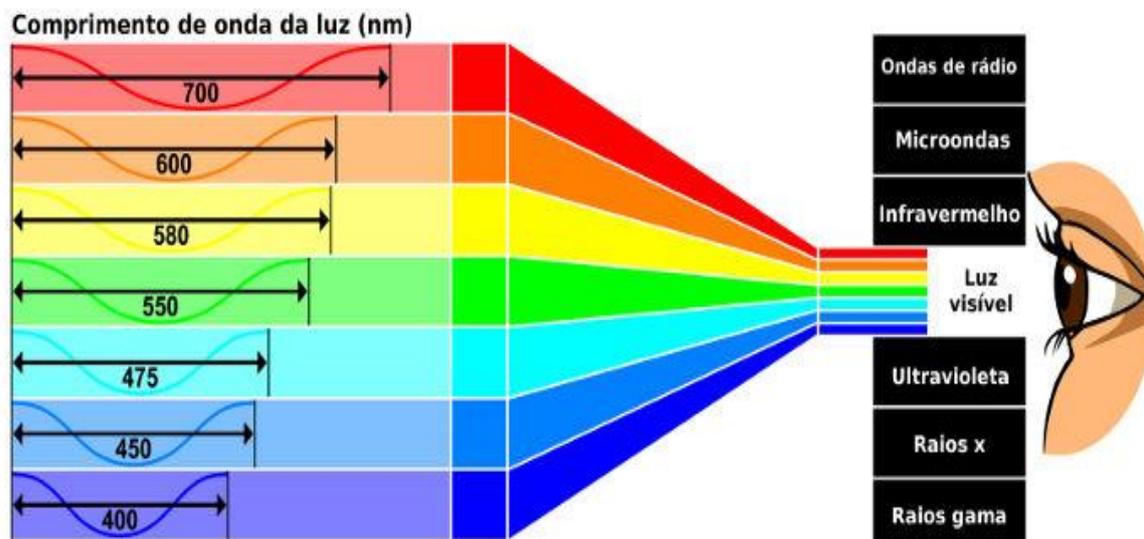
Com a evolução dos métodos, cada profissional tende a incorporar protocolos e condições de melhor atender a seus clientes. A luz por sua essência é uma forma de radiação eletromagnética cuja frequência é visível ao olho humano.

Ela propaga-se no vácuo com velocidade aproximada de 300 mil km/s. As frequências que podem ser vistas pelo olho humano são aquelas que contemplam o espectro da luz visível, a figura 1, destaca uma perspectiva da luz pela percepção do espectro com comprimento de onda entre 400 a 700 nanômetros.

Tosta (2020), cita que a luz visível possui maior disponibilidade de espectro (≈ 360 THz) que as ondas de rádio (≈ 300 GHz) e não causa ou sofre interferência dos sinais de radiocomunicação. Outro aspecto associado às frequências é a capacidade de propagação. Enquanto emissões de radiofrequência podem atravessar paredes, a luz fica confinada em espaços cercados por divisórias opacas.

A luz é um importante instrumento de aplicação tecnológica, embora existam limitações quanto a sua propagação muitas aplicações passam a explorar meios mais específicos. Com as descobertas no âmbito da nanotecnologia, muitas outras formas mais especializadas podem ser largamente exploradas.

Figura 1- A luz visível tem comprimentos de onda entre 400 nm e 700 nm



Fonte: Helerbrock (2022)

Complementar ao espectro da luz visível se tem as ondas eletromagnéticas que apresentam frequências menores que a da luz visível, o IR (infravermelho) e para maiores comprimentos de onda UV (ultravioleta).

A luz por sua natureza ondulatória propaga-se no espaço transportando energia consigo e pela característica geométrica pode ser representada por retas, denominadas raios de luz. Um feixe é um conjunto de raios e seu movimento pode ser explicado pela oscilação pelo campo elétrico e magnético a cada segundo, sendo que a luz se propaga em direção perpendicular ao campo eletromagnético que a origina.

Para o caso aplicação da luz nos processos odontológicos, Da Silva et al (2021) cita que, a forma, função e estética dos dentes são características bastante importantes em odontologia.

“A forma, função e estética dos dentes são características bastante importantes em odontologia estética. Os fenômenos ópticos possuem grande relevância nesse contexto, principalmente aqueles que se referem a propagação da luz e da cor. Ao longo do tempo, com a modernização dos materiais, os aspectos estéticos em odontologia restauradora e protética passaram a ser bastante relevantes. Isso acontece porque mesmo com o avanço da tecnologia na fabricação dos materiais dentários, ainda existem muitos desafios a serem superados quanto ao desenvolvimento de um material restaurador pouco sensível à técnica da seleção de cor do dente e estabilidade no que concerne a manutenção da cor. Sabe-se que o desgaste do esmalte, da deposição fisiológica de dentina e à pigmentação por corantes são fatores que levam a mudança de cor dos dentes. Portanto, é de suma importância que os profissionais conheçam esses aspectos ópticos que

influenciam na seleção de cores para que cheguem ao máximo de excelência possível.” (DA SILVA et al, 2021, p. 02).

Para a identificação das características visuais dos tecidos dentários, o que retrata a aparência geral dos dentes, existem vários métodos que podem analisar. Um processo denominado seleção de colar verifica a aparência da estrutura do dente, mas tem outros fatores que influenciam no conjunto, as propriedades óticas, como a textura, opacidade, translucidez, opalescência, fluorescência, brilho, cor propriamente dita, onde segundo Salgado (2019) é subdividida em três dimensões: valor, matiz e croma.

A identificação das cores refere-se a uma resposta cerebral em meio a estímulo luminosos, logo para existir a percepção da cor há uma dependência de um observador, da luz e do objeto.

Segundo Da Silva et al (2021), determinar a cor em restaurações, sejam elas diretas ou indiretas,

“pode ser bastante desafiador para o cirurgião-dentista tendo em vista que, a assimilação da cor representa uma resposta fisiológica a um estímulo físico, sendo, portanto, algo bastante subjetivo. Outros aspectos importantes na determinação da cor são as condições de iluminação e a fonte de luz, que devem ser adequadas para que se alcance o melhor resultado possível.” (DA SILVA et al, 2021, p. 2).

A luz é um importante insumo para aplicações em várias áreas do conhecimento e no universo da odontologia uma forte aliada para procedimentos estéticos e intervenções que podem ser de muita importância para realinhar tratamentos.

Como se tem a tecnologia trabalhando para conduzir a tratamentos sofisticados, com uso de material de alto padrão isso encarece, decisivamente o processo de tratamento dentário e a abertura de estudos que podem amenizar esses efeitos é bem vinda pela comunidade odontológica que acaba por selecionar métodos mais adequados para tratar de maneira consistente os pacientes com diversidade de demandas.

Segundo Anusavice (2013), a forma como a luz é transmitida, absorvida ou refletida influencia diretamente nas cores que são vistas por nossos olhos. A luz incidente é conhecida como “luz branca” é normalmente policromática e representa uma mistura de diversos comprimentos de onda. A luz que atravessa e o comprimento de onda absorvido é determinado pela espessura, superfície e densidade do material.

Assim por dado comportamento a luz pode ser aproveitada para diferentes fins e aplicabilidade satisfazendo a certas demandas que impacta na qualidade dos tratamentos, na questão econômica e outros.

1.2 RESTAURAÇÃO DENTÁRIA E O FENÔMENO DA LUZ

O termo restauração significa devolver a forma e a função da estrutura em questão. As restaurações dentárias podem ser divididas em vários tipos, dependendo da extensão a ser restaurada.

Segundo Amorim (2020), “a restauração do dente humano tem se movido do campo puramente funcional para o estético. Podemos definir estética como a arte do imperceptível, quando procuramos duplicar ou harmonizar com neutralidade um dente artificial, ou fazer a restauração de dentes perdidos”.

A restauração pode ser apenas de parte da coroa (porção dentária que fica externa a gengiva), estes tipos de restaurações se dividem em 5 classes:

- *Restauração classe 1:* é a restauração de sulcos e fissuras;
- *Restauração classe 2:* é a restauração que além de sulcos e fissuras acomete as regiões proximais (interdentais) dos dentes posteriores;
- *Restauração classe 3:* é a restauração de regiões proximais dos dentes anteriores;
- *Restauração classe 4:* é a restauração que atinge as regiões incisivo (região onde ocorre a incisão dos alimentos) angulares dos dentes anteriores;
- *Restauração classe 5:* é restauração situada na cervical (limite entre a coroa e a raiz).

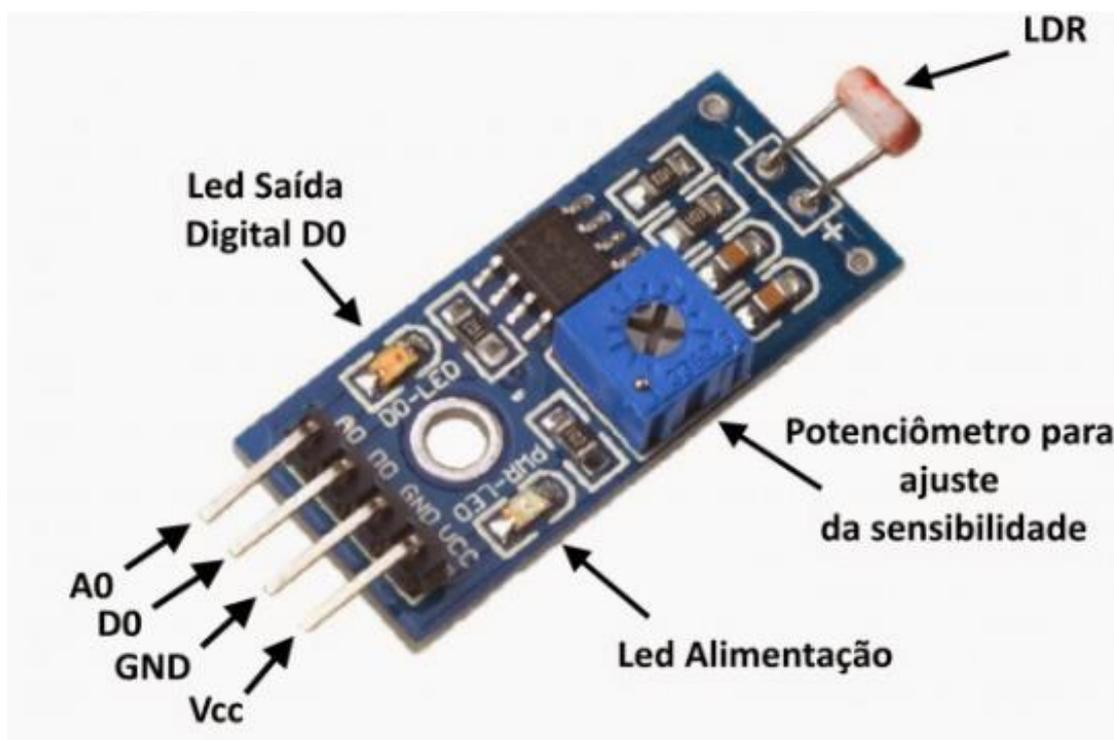
A restauração pode ser também envolver por inteiro um, ou mais elementos dentários, neste caso, se trata de uma prótese dentária. Em todos os casos se faz necessário que as porções a serem restauradas possua cor compatível com as estruturas remanescentes, para se atingir uma estética satisfatória.

Muitos dos procedimentos são executados com auxílio da Luz e por essa propriedade, aqui destaque para alguns insumos que podem ser utilizados nos procedimentos.

Sensor de luminosidade: este sensor é um Resistor Dependente de Luz (LDR = *Light Dependent Resistor*), neste tipo de sensor, sua resistência diminui em função da

intensidade de luz recebida por ele. A figura 2 especifica um modelo de sensor de Luz LDR.

Figura 2 - Sensor de Luz LDR



Fonte: Baú da eletrônica (2022)

Segundo Tavares (2020), o LDR é muito utilizado em sensores que devem detectar a luz do dia, como fotocélulas de iluminação pública, por operar principalmente na faixa de verde-amarela do espectro de luz visível.

O LDR é constituído de um semicondutor de alta resistência que ao receber uma grande quantidade de fótons proveniente da luz que incide, absorve elétrons que melhoram sua condutibilidade, reduzindo a resistência.

LED: é um Diodo Emissor de Luz, na junção PN deste tipo de diodo é colocado fosfeto de galio que é o responsável pela emissão de luz, além de outras impurezas responsáveis pela cor da luz a ser emitida.

Segundo Mattede (2022), palavra LED vem do inglês *Light Emitting Diode*, que significa Diodo Emissor de Luz. O LED é um componente eletrônico semicondutor, composto de cristal semicondutor de silício ou germânio. O LED possui a mesma tecnologia usada em chips de computadores, que possuem a capacidade de transformar energia em luz.

A figura 3, ilustra um sistema de aplicação de tratamento dentário que utiliza a transiluminação, técnica já reconhecida pela ciência médica, tem a característica de mostrar por meio da refração da luz pelo elemento dental, alterações em esmalte e dentina, favorecendo o processo de interpretação. Para tal, potência e comprimento de onda devem ser levados em consideração.

Figura 3- A Transiluminação - uso de LEDs para tratamento dentário



Fonte: Alves (2021)

Esse conjunto de figuras corresponde a uma sequência de aplicações. Na figura 3.1, a Luz Branca emitida por um LED de 5W, com comprimento de onda entre 420 e 600nm evitando o infravermelho e ultravioleta e potência de $1500\text{mw}/\text{cm}^2$ (*radii Plus/ diagnostic tip-SDI*) apresenta os melhores resultados em termos de contraste. (ALVES, 2021, p.2).

Com o contraste é possível perceber as incorreções a estrutura dos dentes, com isso é possível percorrer para outros métodos que vão auxiliando na construção de uma reformulação da estrutura.

Na figura 3. 2, segundo Alves (2021), a Luz azul emitida por um led de 5W, com comprimento de onda de 470 nm exclusivamente e potência de $1200\text{mw}/\text{cm}^2$ (*radii-cal-SDI*) utilizado para a fotopolimerização pode ser utilizado com algumas limitações, mas ainda com bons resultados.

Nesse caso, o sistema passa a operacionalizar ações corretivas, bem como é citado pelo autor, ainda que a técnica tenha suas limitações, seus resultados colaboram com o sucesso do tratamento.

E na figura 3.3, Alves (2021), diz que um dos fotopolimerizadores mais presentes no mercado com um led de 3W, comprimento de onda de 460nm e potência de 650mw/cm² (*LD Max-Gnatus*) apresenta resultado semelhante quando aplicado sobre um elemento. O motivo desta limitação é a potência do equipamento, o que não inviabiliza a utilização para a transiluminação.

Alves (2021) afirma que levando em consideração estes fatos,

“lesões mais extensas onde a profundidade deve ser avaliada para a eleição da técnica restauradora em comparação com microabrasão (Figuras 3.4a e 3.4b), podem ser feitas com potências mais baixas, ao contrário de lesões menos evidentes que necessitam de potência e contraste para serem descobertas. Em casos de clareamentos pós ortodontia (Figuras 3.5a e 3.5b), a transiluminação sempre deve ser feita para se determinar a técnica de clareamento desejada para que possíveis manchas brancas latentes possam ser evidenciadas com a utilização de altas concentrações de agentes clareadores”. (ALVES, 2021, p.02).

Isso destaca que a aplicação dos LEDs em procedimentos odontológicos é garantia de diagnósticos mais precisos e oportunidade de aplicações com certo grau de resultados percussivos.

Segundo Alves (2021), a evolução de técnicas, produtos e processos na Odontologia é uma das grandes conquistas da indústria e da ciência neste segmento.

“Em 1999 começaram a ser testados os primeiros aparelhos fotopolimerizadores que utilizavam o LED de como energia luminosa capaz de iniciar o processo de cura de resinas compostas. Os primeiros equipamentos eram compostos de 7 leds de 250 mw. Desde então muito se evoluiu em pesquisa baseado em resultados positivos e negativos que foram colhidos com o tempo. Hoje, muitas empresas removeram as fontes halógenas de suas linhas de produção, certificando o sucesso atual deste tipo de equipamento. Potência, comprimento de onda, técnica incremental de inserção para controle de fator C e nanotecnologia acompanharam o arsenal estético do Cirurgião Dentista na transformação para a excelência que hoje buscamos.” (ALVES, 2021, p.1).

A valorização de todas as conquistas que se tem imprimido no universo da odontologia e outras áreas da saúde que usufruem do led como instrumento potencializador, agiliza outros indícios, em buscar soluções com atenuação dos custos com instrumentos e valorização dos saberes integrados.

Sensor de cores: trata-se de sensor que é formado por sensores de luminosidade, possuem filtros de luz para as cores básicas (vermelha, verde e azul (RGB)), a mistura de cores permite a obtenção de outras cores. O sensor consegue executar o percurso inverso, ele decompõe uma cor qualquer refletida de um corpo em suas respectivas proporções de cores básicas.

Segundo Galleti (2018), a captura e tratamento de imagens podem ser feitas com fotossensores que são responsáveis por transformar a luz em cargas elétricas e depois convertê-las em dados digitais. Dentre os sensores que podem ser utilizados em captura de imagem o destaque é para tubo fotomultiplicador (PMT); dispositivo de carga acoplada (CCD) e semicondutor de óxido metálico complementar (CMOS).

A quantidade de cada cor básica contida em uma amostra é expressa pelo sensor na forma de resistência elétrica, ou corrente elétrica que o mesmo permite passar, em função do tipo de filtro de cor primária presente no LDR.

É importante destacar que normalmente um sensor de cores possui 64 fotodiodos, 16 com filtro para a cor vermelha, 16 com filtro para a cor verde, 16 com filtro para a cor azul, e 16 sem filtro algum.

Os 16 fotodiodos que não possuem filtro servem para medir a intensidade total de recebida pelos fotodiodos quando eles não se encontram limitados pelos respectivos filtros.

Sistemas Embarcados, ou embutidos: consiste em sistema microprocessado com o computador e completamente encapsulado ou dedicado ao sistema que o controla.

Quando se trata de luz, os dispositivos tem a finalidade em receber, processar e enviar dados, coletados de sensores de entrada, e enviar sinais de saída devidamente processados.

De Oliveira (2019) cita que são formados de circuitos integrados compostos de processador, memória, e interface de conexão com dispositivos periféricos como: display; linguagem C; lógica Fuzzy; escala de Cores Odontológica; escala de cores Vita.

Segundo Alves (2021), a reprodução da cor dos dentes é um grande desafio na área da estética dentária. Há diversos métodos para a determinação da cor na Odontologia, entretanto há aqueles mais usados na prática clínica.

A realização de uma análise comparativa entre uma escala de cores que são compostas por amostras representativas das médias das cores presentes na dentição humana.

De acordo com Alves (2021), a escala de cores *VITA Classic* é baseada no matiz e croma, em que o matiz possui

“as nuances de A, B, C e D, os quais são, respectivamente, castanhos, amarelo, cinza e vermelho; já o croma é dividido em 4 graus, variando de 1 a 4. Desta forma, o matiz A apresenta cinco intensidades cromáticas (A1, A2, A3, A3,5, A4), o matiz B e o C, apresentam-se com quatro (B1, B2, B3 e B4; C1, C2, C3 e C4), por último, o matiz D apresenta apenas três (D2, D3 e D4). Podem ser ordenadas pelo croma, seguindo a ordem A, B, C e D, ou organizadas em ordem decrescente de valor: B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3,5, B4, C3, A4 e C4 para facilitar a seleção de cores com base no valor” (ALVES, 2021, p. 05).

A escala segue ao seguinte, como pode ser constatado na figura 4;

- Divisão A: corresponde ao Castanho-avermelhado (A1; A2; A3; A3,5; A4);
- Divisão B: corresponde ao Vermelho-amarelado (B1; B2; B3; B4);
- Divisão C: corresponde ao Cinzento (C1; C2; C3; C4);
- Divisão D: corresponde ao Cinzento-avermelhado (D2; D3; D4).

A figura 4, ilustra um guia de cor em 3D.

Figura 4- Guia de cor em 3D



Fonte: dentaltix (2022)

Dentre as propriedades que são exploradas com uso de técnicas que tem a luz como fundamento estão a tonalidade que expõe os 16 tons, o brilho, a escolha do

compósito e de acordo com a utilização do método pode-se identificar o grupo de luminosidade a ser aplicado, identificar a cor, encontrar o nível de saturação e determinar o procedimento.

Os processos tem se aperfeiçoado e muitas inovações que utilizam a luz podem ser largamente utilizados em odontologia, o que passa pela estética dental. A definição de uma estética que promove harmonia deve conter um fluxo de combinações, dentre as quais a relação entre a estética e a autoestima.

Dessa relação pode-se ver que as tecnologias podem corrigir problemas, que podem ser de nascença, como dentes tortos, escurecidos, que apresentam manchas ou espaçamento desproporcional entre os dentes.

A associação de tratamentos e benefícios que a estética odontológica traz tende a promover a saúde bucal, melhorar a saúde de maneira geral, pois a autoestima é uma forma de manter a saúde do corpo em alta.

Pode-se descrever alguns procedimentos que favorecem a melhoria da estética dental, dessa forma os tratamentos se tornam cada vez mais acessíveis assim, tratamentos como clareamento dental são bastante requeridos, uma vez que a atividade humana propicia que os dentes escureçam e ocorra o desgaste do esmalte na escala do tempo, assim, o consumo de alimentos com corantes, predisposição genética, higiene oral deficiente, fumo, medicamentos como antibióticos e outros.

Não só existem clareamentos aplicados com técnicas sofisticadas com uso de tecnologia de ponta, assim como existem clareamentos caseiros, cujo cuidado deve ser constante para não trazer prejuízos a curto, médio e longo prazo.

As facetas dentárias segundo Sorridentes (2019), para aplicar a faceta na parte frontal do dente, o dentista realiza um pequeno desgaste no local. Essa lâmina pode ser de resina ou porcelana. Embora ambas sejam bastante resistentes, o material produzido com porcelana não sofre alterações de cor e pode ser reparado caso haja algum dano.

Se o paciente desistir do tratamento ele pode ter os dentes comprometidos devido à exposição dos dentes a perda de sua estrutura de proteção. Mas, se bem aplicado pode corrigir problemas de diversos níveis e aplicações. Outros como lente de contato dental, piercing dental, preenchimento facial e outros. A seção seguinte trata dos procedimentos de aplicação da pesquisa, com a descrição da metodologia do estudo.

2. Material e Métodos

A primeira etapa do processo deverá ser a seleção dos materiais que irão compor o hardware, visando ter o mínimo valor sem que comprometa o desempenho esperado; que por sua vez é a separação de cores ligeiramente distintas.

Na figura 5, ilustra a Imagem de materiais a serem utilizados

Figura 5: Materiais utilizados



Fonte: própria

1. TCS 230 \cong \$ 4,00
2. Arduino UNO \cong \$ 21,00
3. Jumpers \cong \$ 2,00
4. Cola \cong \$ 3,00
5. Caneta Bic \cong \$ 1,00
6. PVC \cong \$ 0,2
7. Display \cong \$ 6,00
8. Escala de cores denárias

Um computador (SEMP TOSHIBA STI) será usado para programar o sistema embarcado, e também um cabo que fará a conexão do computador com o sistema embarcado. A figura 6, ilustra o desenvolvimento do protótipo, com uso do arduino.

Figura 6: Computador e cabo de conexão do Arduino.



Fonte: O Autor.

Tendo os materiais básicos em mãos, será feita a montagem dos componentes do hardware observando detalhes críticos que possam vir a interferir no bom funcionamento do equipamento.

- Uma tampa de caneta bic deverá ser cortada e colada em torno da região interna do sensor de cores, onde situa os fotorreceptores, para que sirva de colimador da luz emitida pela estrutura em análise. Esta tampa de caneta deverá ser do tipo ventilada, por conter um orifício o qual será usado para a entrada da luz. O prolongamento da tampa deverá ser cortado. A figura 7, ilustra a tampa de caneta ventilada.

Figura 7: Tampa (ventilada) de caneta bic.



Fonte: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fimg.kalunga.com>

A figura 8, ilustra a tampa de caneta cortada para a realização do protótipo com uso de fotossensores.

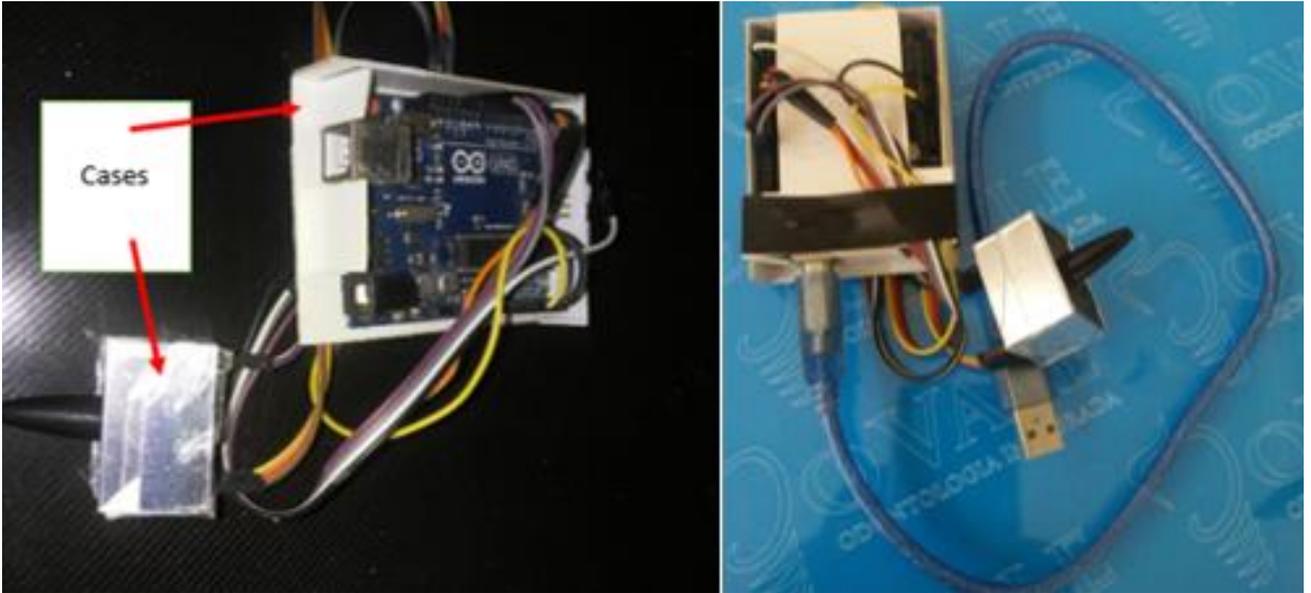
Figura 8: Tampa da caneta cortada e posteriormente colada sobre os fotossensores



Fonte: O Autor

- Um case deverá ser confeccionado para proteger o sistema embarcado, bem como o sensor de cores. A figura 9, ilustra o case de proteção.

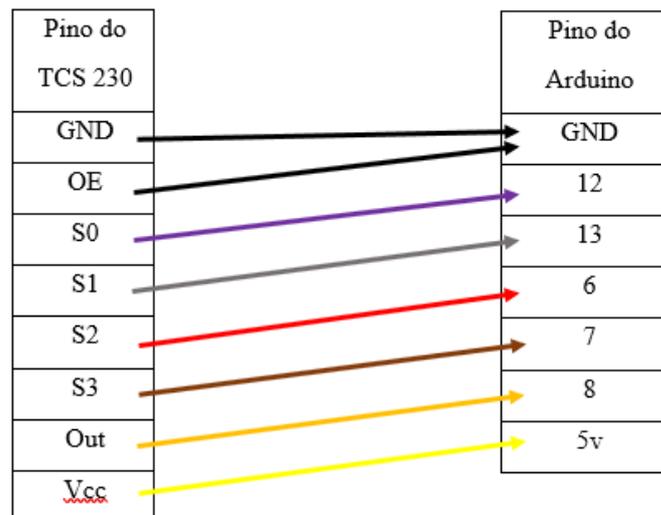
Figura 9: Cases de proteção



Fonte: O Autor

- As conexões contarão com jumpers, e seguirão o seguinte esquema, conforme ilustrada na figura 10.

Figura 10: Conexões entre o pino do TCS 230 e o pino do Arduino



Fonte: própria

Funções dos pinos do Arduino:

A função dos pinos GND e Vcc do sensor de cores são alimentar o sensor com corrente elétrica, e devem ser ligados no GND e 5v da placa do Arduino.

O pino OE (Output Enable) do sensor de cores, que tem por função proteger contra ruídos quando está em nível lógico baixo, deve ser ligado ao GND do Arduino.

Os pinos S0 e S1 do sensor controlam a frequência de saída, e também a intensidade dos leds, foram ligados nas portas lógicas números 12 e 13 do Arduino, às quais foram configuradas como portas de saída de sinais do sistema embarcado. O controle de frequência destes pinos se dá segundo o nível lógico aplicado nos mesmos conforme a seguir ilustrada na tabela 1.

Tabela 1 – Saída de frequência

S0	S1	Saída de frequência
L	L	Desabilitado
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

Fonte: própria

Os pinos S2 e S3 do sensor de cores, foram conectadas às portas lógicas números 6 e 7 do Arduino, às quais foram configuradas como portas de saída de sinais do sistema embarcado. Os pinos S2 e S3 são os responsáveis pela habilitação específica de um certo grupo de fotorreceptores, os quais podem ser selecionados de acordo com a tabela verdade conforme a tabela 2

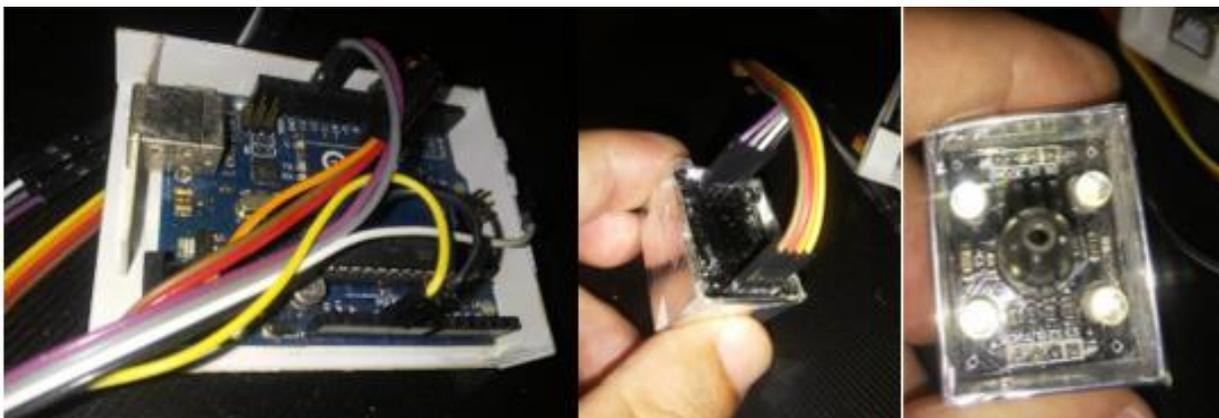
Tabela 2 mostra tabela-verdade dos pinos S2 e S3 e tipo de fotodiodo

S2	S3	Tipo de fotodiodo
L	L	Vermelho
L	H	Azul
H	L	Sem filtro
H	H	Verde

Fonte: própria

O pino OUT do sensor de cores é a saída serial de dados, e foi conectado à porta lógica número 8 do Arduino, à qual foi configurada como porta de entrada de sinais do sistema embarcado. A figura 10, ilustra as conexões entre sensores e o sistema embarcado.

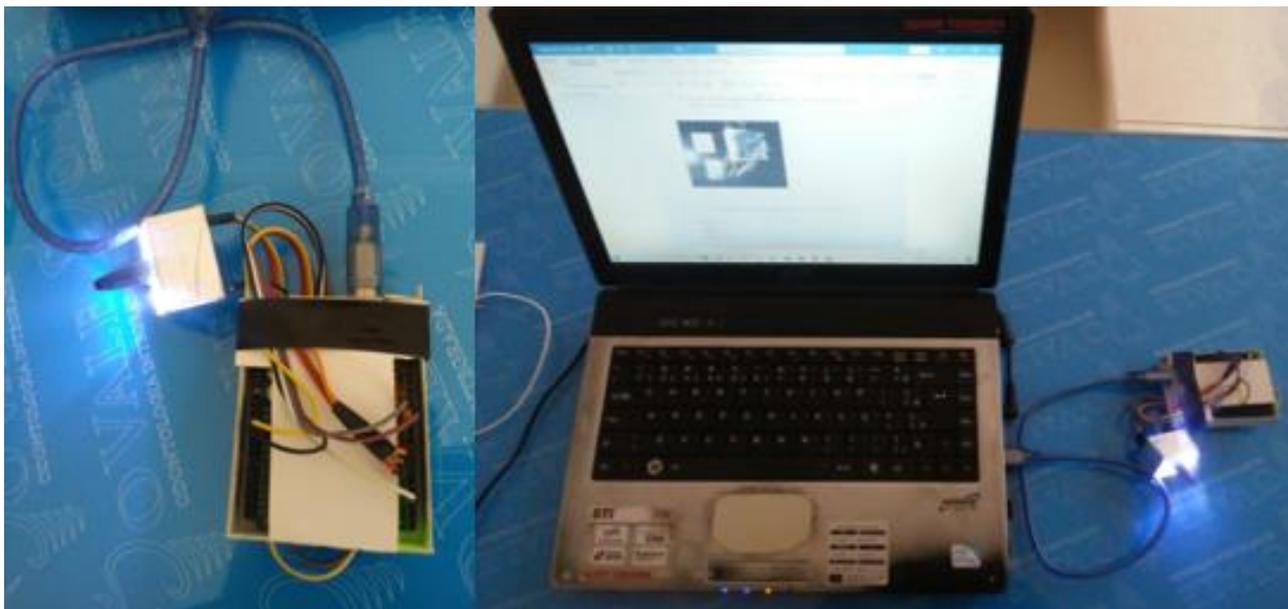
Figura 10: Conexões entre sensor e sistema embarcado. O jumper branco (OE) posteriormente foi conectado no GND do Arduino.



Fonte: O Autor

Após finalizada as conexões o hardware foi ligado para os primeiros testes, e posterior confecção do software, conforme ilustrado na figura 11.

Figura 11: Hardware finalizado pronto para testes



Fonte: O Autor

Uma vez feita as devidas conexões entre as partes fundamentais que permitam realizar testes de funcionamento de hardware, será dado início à etapa de confecção do firmware, à qual contará com a IDE (Integrated Development Environment ou seja Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino responsável pelo processamento de sinais entrada e saída de dados. Nesta etapa também são obtidos os primeiros dados de leitura do sensor RGB. A figura 12, ilustra a IDE do arduino.

Figura 12: IDE do Arduino.

```

Sensor_de_cores_dentarias | Arduino 1.8.16
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Sensor_de_cores_dentarias
/*****
 * TCC II Comparador de cores dentárias
 *****/
// Definição e chamada de portas//////////
#define S0 12
#define S1 13
#define S2 6
#define S3 7
#define OUT 8

//////////
// Funções a serem usadas //////////
void measureCol();
void imprime();
void ciclo();

//////////
void mediaSF(); //Media sem filtro
void mediaVrm();
void mediaVrd();
void mediaAzl();
.....
< >

O sketch usa 4040 bytes (12%) de espaço de armazenamento para prog
Variáveis globais usam 398 bytes (19%) de memória dinâmica, deixan
< >

135 Arduino Uno em COM3

```

Fonte: O Autor

Percorrida as etapas anteriores, agora é a vez de testes intermitentes e rigorosos, a fim de detectar possíveis erros de montagem, e programação, bem como aprimoramento de software.

Ressaltamos que display somente deverá ser ligado quando estiver completamente pronto a parte do software que trata da estrutura de decisão e seleção de cores. Enquanto isso os resultados provisórios deverão ser apresentados no monitor serial do Arduino.

O próximo passo será confeccionar tabelas para analisar os resultados das observações do equipamento, bem como possíveis perturbações observadas. Um detalhe é que:

- A região do elemento à qual deverá ser lida a cor será entre o terço médio e o terço cervical (região de corpo) do elemento, sem levar em conta a região incisal, a fim de evitar perturbações de leitura.
- Será lido para cada cor dentaria o valor da quantidade de luz que chega aos fotorreceptores sem filtro, este valor será abatido na quantidade de luz que chega em cada receptor com filtro. Ou seja, será feita uma comparação da quantidade de luz que chega em cada filtro em função da quantidade total de luz que chega nos receptores sem filtro, conforme ilustrado na tabela 3.

Tabela 3: filtros e seus valores

Valor sem filtro	Valor de R menos valor sem filtro (R-Sf)	Valor de G menos valor sem filtro (G-Sf)	Valor de B menos valor sem filtro (B-Sf)

Fonte: própria

Primeiramente serão lidas as cores extremas dos grupos A, B, C e D da escala de cores, ou seja, primeiro serão analisadas as cores A1 e A4; B1 e B4; C1 e C4; D2 e D4. O motivo da leitura de extremos é que espera que se tenha sobreposição de dados dos conjuntos RGB, o que certamente levará à aplicação de sistemas Fuzzy para a solução do problema. Portanto a tabela terá o seguinte formato, conforme ilustrado na figura 4

Tabela 4 - Sistema Fuzzy

n	SF	A1-SF	A4-SF	B1-SF	B4-SF	C1-SF	C4-SF	D1-SF	D4-SF

Fonte: própria

- As leituras de serão repetidas vinte (20) vezes para cada elemento e calculada sua média aritmética. Portanto a tabela aprimorada, conforme ilustrado na tabela 5

Tabela 5 - Média aritmética

n	Média SF	Média A1-SF	Média A4-SF	Média B1-SF	Média B4-SF	Média C1-SF	Média C4-SF	Média D1-SF	Média D4-SF

Fonte: Própria

- Serão feitas quatro leituras de cada elemento para a construção de um espaço amostral.
- Serão construídos quatro espaços amostrais com o desligamento do sensor entre eles, a fim de observar possíveis variações dos espaços amostrais entre o desligamento do sensor.

- Após a construção dos espaços amostrais serão feitas análises para a montagem de uma estrutura de decisão.
- Será construída uma tabela para examinar os resultados da estrutura de decisão.

Para a análise de cores dentárias será utilizada uma escala de cores dentárias da marca SHADE GUIDE. Esta por sua vez é semelhante à VITA, porém ela possui apenas duas prensagens, ou seja, os elementos dela possuem as cores do terço médio, e incisal da coroa dentária, e isto será útil, pois confundirá menos o sensor de cores, devido o elemento ter cores mais homogêneas. A figura 13, ilustra a escala de cores dentárias.

Figura 13: Escala de cores dentárias SHADE GUIDE.



Fonte: O Autor

Portanto a metodologia consistirá na concatenação de um sensor de cores RGB, que no caso será um TCS230 com um sistema embarcado, o qual será um Arduino UNO. O sensor de cores deverá conter um colimador para que a luz emitida pelo corpo em análise seja restringida e guiada. Isto se faz necessário para limitar que as cores das estruturas vizinhas não interfiram na região a ser analisada, uma vez que esta possui dimensões críticas. Outra função do colimador será de aumentar a distância funcional do sensor de cores, isto porquê o mesmo só consegue funcionar adequadamente a distancias inferiores a 2,5 centímetros. Esquemáticamente pode ser representado, conforme ilustrado na figura 14.

Figura 15: Esquema da metodologia utilizada

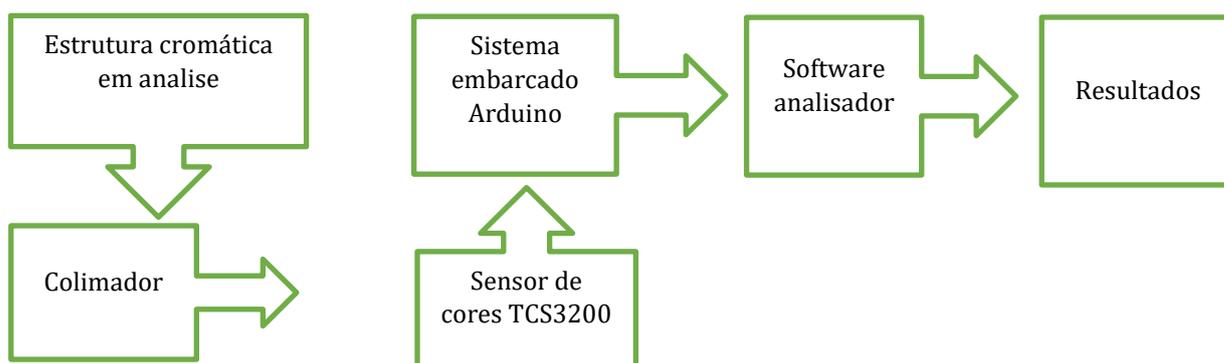


Tabela dos três espaços amostrais

	A1	A4	B1	B4	C1	C4	D2	D4	
1									
2	n mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	
3	1 407 799	1260 1209 432 822 1331 1278 408 800	1262 1206 436 833 1342 1293 432 826 1311 1254 439 839	1342 1293 432 833 1342 1293 432 833 1342 1293 432 833	1311 1254 439 839 1347 1287 432 814 1303 1246 448 864 1387 1332	1347 1287 432 814 1303 1246 448 864 1387 1332	1347 1287 432 814 1303 1246 448 864 1387 1332	1303 1246 448 864 1387 1332	
4	2 406 800	1261 1208 431 816 1332 1268 413 807	1270 1211 432 839 1349 1298 430 821 1307 1248 436 837	1349 1298 430 821 1307 1248 436 837 1342 1282 430 818 1312 1254 441 864 1383 1328	1307 1248 436 837 1342 1282 430 818 1312 1254 441 864 1383 1328	1342 1282 430 818 1312 1254 441 864 1383 1328	1342 1282 430 818 1312 1254 441 864 1383 1328	1254 441 864 1383 1328	
5	3 409 799	1265 1211 427 809 1310 1258 435 830	1313 1250 433 840 1348 1300 428 820 1308 1244 439 842	1348 1300 428 820 1308 1244 439 842 1349 1286 431 815 1307 1249 438 835 1343 1230	1308 1244 439 842 1349 1286 431 815 1307 1249 438 835 1343 1230	1349 1286 431 815 1307 1249 438 835 1343 1230	1349 1286 431 815 1307 1249 438 835 1343 1230	1249 438 835 1343 1230	
6	4 409 798	1262 1210 428 808 1311 1259 435 823	1305 1245 432 842 1350 1300 428 819 1301 1241 436 840 1343 1279 430 817 1312 1254 439 856 1373 1318	1350 1300 428 819 1301 1241 436 840 1343 1279 430 817 1312 1254 439 856 1373 1318	1343 1279 430 817 1312 1254 439 856 1373 1318	1343 1279 430 817 1312 1254 439 856 1373 1318	1343 1279 430 817 1312 1254 439 856 1373 1318	1254 439 856 1373 1318	
7									
8									
9									
10									
11	A1	A4	B1	B4	C1	C4	D2	D4	
12	n mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	mSF mR-mSFmG-mSfmB-mSF	
13	1 399 755	1194 1142 419 787 1295 1236 412 811 1269 1206 419 795 1286 1238 450 873 1386 1326 405 772 1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187	1269 1206 419 795 1286 1238 450 873 1386 1326 405 772 1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187	1238 450 873 1386 1326 405 772 1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187	1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187 1327 1262 405 775 1244 1187	1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187 1327 1262 405 775 1244 1187	1243 1182 435 830 1327 1262 405 775 1244 1187 1327 1262 405 775 1244 1187	1262 405 775 1244 1187	
14	2 397 760	1203 1150 420 784 1291 1236 418 818 1280 1215 422 800 1292 1242 456 874 1389 1326 406 779 1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186	1215 422 800 1292 1242 456 874 1389 1326 406 779 1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186	1242 456 874 1389 1326 406 779 1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186	1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186 1335 1269 404 772 1240 1186	1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186 1335 1269 404 772 1240 1186	1247 1185 439 837 1335 1269 404 772 1240 1186 1335 1269 404 772 1240 1186	1269 404 772 1240 1186	
15	3 398 758	1203 1149 421 784 1296 1238 413 821 1285 1222 424 798 1294 1238 440 862 1362 1301 407 782 1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200	1222 424 798 1294 1238 440 862 1362 1301 407 782 1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200	1238 440 862 1362 1301 407 782 1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200	1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200 1362 1301 407 782 1254 1200	1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200 1362 1301 407 782 1254 1200	1251 1187 448 878 1393 1324 404 784 1254 1200 1362 1301 407 782 1254 1200	1324 404 784 1254 1200	
16	4 403 767	1217 1162 416 781 1285 1229 428 820 1289 1224 418 794 1285 1234 499 862 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1224 418 794 1285 1234 499 862 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1234 499 862 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188 1365 1303 403 778 1239 1180 466 894 1424 1354 404 778 1249 1188	1354 404 778 1249 1188
17									
18									
19									

Fonte: Própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela com o primeiro espaço amostral dos grupos A, e B.

n	A1				A4				B1				B4				n
	mSF	mR-mSF	mG-mSF	mB-mSF													
1	407	799	1260	1209	432	822	1331	1278	408	803	1262	1206	436	833	1342		
2	406	800	1261	1208	431	816	1332	1268	413	807	1270	1211	432	839	1349		
3	409	799	1265	1211	427	809	1310	1258	435	830	1313	1250	433	840	1348		
4	409	798	1262	1210	428	808	1311	1259	435	823	1305	1245	432	842	1350		

Fonte: Própria.

Tabela com o segundo espaço amostral dos grupos A, e B.

n	A1				A4				B1				B4				n
	mSF	mR-mSF	mG-mSF	mB-mSF													
1	399	755	1194	1142	419	787	1295	1236	412	811	1269	1206	419	795	1286	1238	
2	397	760	1203	1150	420	784	1291	1236	418	818	1280	1215	422	800	1292	1242	
3	398	758	1203	1149	421	784	1296	1238	413	821	1285	1222	424	798	1294	1238	
4	403	767	1217	1162	416	781	1285	1229	428	820	1289	1224	418	794	1285	1234	

Fonte: Própria.

Tabela com o terceiro espaço amostral dos grupos A, e B.

n	A1				A4				B1				B4				n
	mSF	mR-mSF	mG-mSF	mB-mSF													
1	408	789	1248	1195	421	801	1295	1235	415	798	1251	1182	437	853	1371	1310	
2	408	783	1238	1184	419	796	1290	1228	414	819	1280	1208	436	849	1362	1306	
3	407	777	1233	1177	422	801	1299	1238	422	825	1288	1219	434	850	1364	1303	
4	409	785	1239	1182	419	801	1299	1236	417	821	1283	1213	436	851	1365	1305	

Fonte: Própria.

Analisaremos primeiro os espaços amostrais dos grupos A, e B, pois o mesmo fenômeno ocorre com os espaços amostrais C, e D. A princípio achou que seria necessário fazer mais espaços amostrais para se encontrar um padrão significativo, mas com apenas três foi possível chegar a conclusões importantes. A primeira é que se nota que o sensor de cores não possui boa repetibilidade, ou seja, de uma leitura para outra ocorre uma variação da leitura dos valores de RGB. Esta variação de valores de RGB se torna ainda maior quando se desliga o sensor, e o liga novamente. Podemos concluir que

é praticamente inútil armazenar dados de uma leitura para que eles sejam aproveitados quando o sensor de cores for ligado novamente, visto que as cores à serem analisadas possuem valores de RGB muito próximos, e estas flutuações irão sobrepor os valores de RGB de cores levemente distintas. Porém uma vez que o sensor de cores permaneça ligado possivelmente ele distinguirá cores bastante parecidas, pois a variação de valores de leitura de uma mesma cor varia muito pouco a cada leitura subsequente. Portanto a leitura de cores dentárias se mostrou algo mais complexo do que o imaginado. Mas ainda assim ele se mostra útil se for usado para comparações imediatas, ou seja, se medir o RGB do elemento desejado, e comparar com o da escala de cores dentárias, o sensor mostrará qual elemento da escala de cor possui o RGB mais próximo ao do elemento analisado.

Sugestão para trabalhos futuros: Para trabalhos futuros sugerimos aprimoramentos no colimador pois embora bastante simples ele conseguiu desempenhar um papel razoável, que foi o de possibilitar selecionar pequenas regiões para leitura de cores a uma distância superior à recomendada pelo fabricante.

Para a distinção de cores muito parecidas fará necessário a aplicação de sistemas Fuzzy. Outra coisa que seria importante é que se o sistema de leitura de cores contar com uma escala de cores dentária própria internamente ele poderá ler as cores dentárias e comparar com sua escala interna, possivelmente **solucionando** de forma definitiva o problema de repetibilidade ao desligar e ligar o sensor.

Ao chegar nessa seção que faz uma conciliação da literatura consultada e as aplicações previstas para a operacionalização de um sistema voltado a identificação e viabilização da construção de um identificador e classificador automático de cores dentárias com baixo custo de aplicação.

Segundo Pereira (2019), a seleção de cor em Odontologia é feita por métodos visuais, por meio de comparações subjetivas, utilizando diferentes escalas de cor, como a *Vita Classical* e *Vita System 3-D Master* (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), que são consideradas padrão ouro na Odontologia.

A procura por métodos mais simples é uma busca que tende a colaborar para a acessibilidade de mais pessoas a tratamentos bem específicos. Os avanços tecnológicos no ramo da odontologia têm sido proeminentes, fazendo dessa área de atuação uma

profissão muito requerida em vista do retorno econômico que é possível com a aplicação de métodos combinados e se esses sistemas promovem atividades que podem ser atenuados os valores de investimento.

Como destaca Pereira (2019), a ciência das cores, é considerada uma ferramenta importante para alcançar resultados vantajosos e obter os melhores resultados estéticos dos tratamentos.

A cor é considerada um assunto importante no campo odontológico, o conceito de cor é difícil em diferentes disciplinas, não apenas exigindo conhecimento, mas também considerado uma arte.

3.1 Sensor de Cor e suas especificidades

A tecnologia visa de maneira dinâmica pode trazer soluções simples para problemas complexos, a percepção de situações nesse sentido pode ser mais adequada quando a ciência caminha lado a lado com as necessidades da sociedade.

O sensor de cor utilizado no experimento foi o TCS3200 que opera conectado ao Arduino UNO, ele juntamente com um led RGB se torna um sistema de reconhecimento de cores com certo aprimoramento.

Segundo Thomsen (2016), o sensor de cor TCS3200 (*datasheet*), utiliza o chip TCS3200 para detectar o nível de cor RGB (*Red, Green e Blue*) do objeto que for colocado na trajetória da luz. O sensor TCS3200 pode ser visto na figura 9, juntamente com sua especificação de operação.

Figura 15 - O Sensor de cor TCS3200 e suas aplicações



Pino		Escala da frequência de saída	Pino		Fotodiodo
S0	S1		S2	S3	
Low	Low	Desligado	Low	Low	Vermelho / Red
Low	High	2%	Low	High	Azul / Blue
High	Low	20%	High	Low	Sem filtro
High	High	100%	High	High	Verde / Green

Fonte: THomsen (2016)

A especificação do Chip comporta 64 fotodiodos, sendo: 16 com filtros para o vermelho, 16 para o verde e 16 para o azul e 16 sem filtro. Os fotodiodos captam a intensidade da luz e filtrando-as geram um padrão de informação que correspondem no pino OUT, que envia os dados ao microcontrolador.

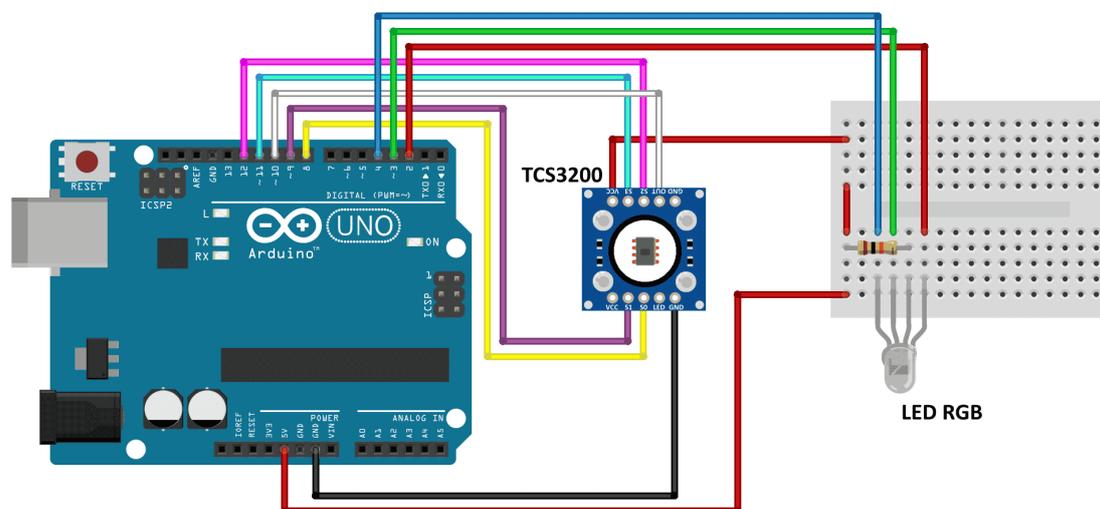
No estudo aqui apresentado foi montado um sistema, como destaque na figura 3 que consegue captar a luz e conduzi-la ao sistema de análise, logo, o cumprimento desse objetivo específico foi determinante na escolha do sensor de cor TCS3200 para as aplicações. Sendo um sensor programável e não utiliza uma biblioteca específica e aciona os pinos S0, S1, S2 e S3 pelos pinos digitais ele lê o valor de saída OUT por um pino digital.

3.2 Sistema Embarcado de Baixo Custo atendendo as necessidades de hardware e software

O sistema aplicado no protótipo obedece aos critérios previstos no objetivo específico que expressa ser de baixo custo, atendendo a critérios de software e hardware.

A a média de custo para a criação de um sistema de análise de cores utilizando um sistema como descrito na figura 16, que destaca o sistema com o software embarcado para captar e classificar os sinais de cores em determinado objeto.

Figura 16- Sistema de análise com o software embarcado



Fonte: Thomsen (2016)

Observa-se que todo o sistema pode ser sincronizado, a um custo mínimo, para a produção do diagnóstico que se precisa. Na figura 7, mostra o sistema em operação com o led sendo direcionado a uma tampa de caneta para a observação das cores nela destacada.

Por se tratar de um protótipo os testes de eficiência ficam para uma etapa posterior do projeto que visará a padronizar o sistema, criando parâmetros para a utilização profissional em consultórios odontológicos com certas especialidades.

3.3 Desenvolvimento do Software de Baixo Custo

Para desenvolver o software é necessário, em primeira instância fazer o estudo prévio de suas potencialidades, uma vez que devem ser vistas a capacidade de alcance da ferramenta, o nível de resultados que pode expressar, levando em consideração os parâmetros exigidos para que o dispositivo possa atender à demanda requerida.

Koscianski (2007), mostra que desenvolver um software com qualidade não é mais um fator de diferenciação no mercado, e sim uma condição essencial para empresas e profissionais serem bem sucedidos.

Essa condição requer que o profissional busque integrar todos os meios de modo que o dispositivo projetado possa atender aos anseios do usuário e um dos diferenciais está na capacidade de se manter um produto de qualidade a baixo custo de manutenção.

Ferreira (2019), cita que a autenticidade na aprendizagem baseada em projetos pode ser um aspecto de relevância que pode ser pontual no desenvolvimento de software, metodologias como o Scrum, por exemplo, que pode ser altamente útil na aplicação com base no ambiente colaborativo.

As novas exigências do mercado são para solucionar problemas que vão do simples ao avançado e a ciência, por meio de canais inteligentes busca sanar essa diversidade de interesses com ações pautadas, em pelo menos, dois aspectos de relevância, um sendo a qualidade do produto oferecido e outro o econômico que firma um enlace para satisfazer soluções.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No campo das aplicações o desenvolvimento de tecnologias para agilizar processos e dinamizar sistemas é uma tendência que gera uma busca frenética. A indústria está a cada dia se especializando e à medida que se especifica os processos novos insumos são requeridos, de modo que o sistema é crescente e diversificado.

Para áreas mais específicas como no caso da saúde, educação e infraestrutura, modernizar, não necessariamente, deve significar a implantação de sistemas onerosos e pouco efetivos, mas combinar o avanço tecnológico com a criatividade, com as soluções que a ciência pode proporcionar, aliando qualidade e baixo custo.

Neste estudo, a busca de soluções para apresentar um sistema que consiga comparar e classificar cores no espaço odontológico, passou por um estudo de levantamento bibliográfico, em vista dos relatos que a ciência destaca como padrões de adaptabilidade.

A bibliografia consultada demonstrou que no decorrer dos anos tem se especializado o sistema e conciliado técnicas de modo a levar ao usuário melhor diagnóstico e eficiência em tratamentos. O que em determinados momentos acontecem desvios e ocorrência de erros, principalmente quando se trata da questão da cor dos dentes.

Os estudos apontam para uma especialização de meios que, avança no âmbito tecnológico e que agregado a esse avanço vem o alto custo de manutenção, que obviamente é repassado ao consumidor final.

A simplificação dessa demanda é ir além às convenções e o limite atrelado a grandes corporações que fecham os processos e aplicam altos valores em produtos que podem ser minimizados com atitudes mais, ditas artesanais, como o caso de um sistema embarcado com sensores e softwares para apresentar soluções a baixo custo.

No estudo foi possível perceber a importância do estudo de base, da aplicação dos dispositivos qualificados para a expressão da informação a nível de instrumentos de alta tecnologia. Não é de interesse das grandes corporações esse tipo de aplicação, pois fragmenta o mercado, principalmente quando ele é dominado por um fornecedor que detém tecnologias e atua controlando a aquisição de insumos.

O estudo demonstrou relevância, pois com um sistema de baixo custo é possível comparar e classificar cores odontológicas e satisfazer a demanda do mercado que, por

suas especificidades oneroso e seletivo. A indicação é para profissionais do ramo e para estudantes de engenharia e das áreas da saúde.

RECOMENDAÇÕES

Trata-se de um estudo voltado a satisfazer a uma demanda útil em sistemas de aplicação odontológica, mostra que com recursos limitados podem ser feitas inovações que podem resolver problemas.

Este estudo é recomendado para profissionais da área de odontologia, estudantes de tecnologias e engenharia como forma de subsidiar condições de mudanças no processo de criação, melhorias e adaptações em dispositivos que facilitam a aplicação de processos em escala científica e a baixo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Layla Narrely Santos et al. Seleção de cor dentária: Uma análise clínica dos métodos, técnicas e desafios cromáticos na odontologia restauradora. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, p. e10010615685-e10010615685, 2021.

ALVES, M.R. LEDs em Odontologia: Muito além da fotopolimerização. MC Première Clínica Integrada, 2021. Disponível em: <https://mcpremiere.com.br/leds-em-odontologia-muito-alem-da-fotopolimerizacao/>. Acesso em 10.09.2022.

AMORIM, Ayodele Alves; FERREIRA, Adriana Cavalcanti. Propriedades Físicas Dos Materiais Dentários. Manual De Materiais Dentários. 2020.

ANUSAVICE, Kenneth J. Phillips materiais dentários. Elsevier Brasil, 2013.

BARBOSA, Claudio Clemente Faria; DE MORAES NOVO, Evlyn Marcia Leão; MARTINS, Vitor Souza (Ed.). Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019.

BAÚ DA ELÉTRICA, 2022. Sensor de Luminosidade. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/sensor-de-luz.html>. Acesso em 09.10.2022.

DA SILVA, E. T. C., DA SILVA, A. F., DA COSTA, S. R. R., BEZERRA, P. L., LOURENÇO, A. H. A., & PEREIRA, N. E. G. Propriedades ópticas a serem considerados na seleção de cores em Odontologia estética: uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, 10(1), e31610111831-e31610111831. 2021.

DE OLIVEIRA, José Raimundo; SHIN-TING, Wu. 3 Metodologia de Projeto de Sistema Embarcado. 2019.

DENTALTIX. Guia de cores VITA (2022). Disponível em: <https://www.dentaltix.com/pt/blog/como-utilizar-o-seu-guia-cores-vita-encontrar-o-melhor-composito-dentario>. Acesso em 11.10.2022.

FERREIRA, Vinícius; CANEDO, Edna. Autenticidade na aprendizagem baseada em projetos para desenvolvimento de software: Uma Revisão Sistemática de Literatura. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. 2019. p. 41.

GALLETI, Luiz Sérgio; SOARES, Rodrigo Venturini. Captura e tratamento de imagens. SESI SENAI Editora, 2018.

HELERBROCK, Rafael. "Luz"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/luz.htm>. Acesso em 09 de outubro de 2022.

HERRERA, L. J.; PECHO, O. E.; GHINEA, R.; ROJAS, I. et al., 2013, Color Fuzzy Set Design for dental applications. 277-282.

JIA-YIN, K.; LE-QUAN, M.; QING-XIAN, L.; XIAO, L. et al., 2007, dental plaque quantification using FCM-based classification in HSI color space. 78-81.

JORNADA DE ODONTOLOGIA, U. F. P. A. Anais da XXIII Jornada de Odontologia da UFPA: Ciência e Tecnologia: uma imersão na Odontologia do Futuro. Revista Digital APO, v. 5, n. 1, p. 1-89, 2021.

KOSCIANSKI, André; DOS SANTOS SOARES, Michel. Qualidade de Software-2ª Edição: Aprenda as metodologias e técnicas mais modernas para o desenvolvimento de software. Novatec Editora, 2007.

MELILLO, P.; RICCIO, D.; PERNA, L. D.; BAJA, G. S. D. et al. Wearable Improved Vision System for Color Vision Deficiency Correction. IEEE Journal of Translational Engineering in Health and medicine, 5, p. 1-7, 2017.

MENDONÇA, Ana Rúbia Teixeira; JÚNIOR, Wesley Carvalho Cunha; DA SILVA VERAS, Denílson. Atuação da Fisioterapia Oncológica nos cuidados paliativos em crianças com osteossarcoma: Uma revisão sistemática da literatura. In: VI ConCIFA Congresso Científico FAMETRO: Ciência em Foco-2021. p. 44.

MORENO, André L.; MELO, Wilson V. Casos Clínicos em Saúde Mental: Diagnóstico e Indicação de Tratamentos Baseados em Evidências. Artmed Editora, 2022.

OLIVEIRA, Poliana Silva de. Experimentações no apoio matricial em saúde mental para crianças e adolescentes na atenção básica: a busca pela aprendizagem coletiva. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, G. N. Métodos de seleção de cor. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia, 2019. 25 f.: il. Monografia (Especialização).

RAHHAL, J. S.; ABU-HAMMAD, O., 2018, Multi region tooth shade matching using standard tab colors. 1-4.

SALGADO, V. E., MARQUES, R. C., SOARES, T. R. C., CAVALCANTE, L. M., & SCHNEIDER, L. F. (2019). Autopercepção de cirurgiões-dentistas sobre a seleção da cor em odontologia. J Clin Dent Res. 16(2), 74 – 83

SCHIEBEL, D. S. Projeto de viabilidade do analisador de coloração dentária. 2014. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Curso de Ciências Econômicas

SORRIDENTS. (2019). Blog Saúde Bucal. Disponível em: <https://sorridents.com.br/blog/estetica-dental-5-tratamentos-incriveis-que-voce-deve-conhecer/>. Acesso em 10.10.2022.

SUDHEERA, P.; SAJJA, V. R.; KUMAR, S. D.; RAO, N. G., 2016, Detection of dental plaque using enhanced K-means and silhouette methods. 559-563.

TAVARES, Enio Nichollas Cordeiro. Rede de Rádio XBEE para supervisão, telecomando e controle da iluminação pública. 2020.

THOMSEN, A. Identifique cores com o sensor de cor TCS3200 e arduino. FilipeFlop. 2016. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/sensor-de-cor-tcs3200-rgb-arduino/>. Acesso em 09.10.2022.

TOSTA, Fernando César Baraviera et al. Análise e caracterização de luminária LED aplicada em comunicação por luz visível. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

UEKI, K.; WAKAMATSU, H.; HAGIWARA, Y., 2020, Evaluation of Dental Prosthesis Colors Using a Neural Network. 210-214.

WANG, S.; WANG, W.; WU, F., 2011, A computer-aided analysis on dental prosthesis shade matching. 1950-1954.

YEESARAPAT, U.; AUEPHANWIRIYAKUL, S.; THEERA-UMPON, N.; KONGPUN, C., 2014, dental fluorosis classification using multi-prototypes from fuzzy C-means clustering. 1-5.

ZULAI, L. G. T. Projeto de viabilidade financeira Wi-max: caso Curitiba e Região Metropolitana. 2007. Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Contábeis, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da UFPR.