

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

LUÍS FERNANDO DE OLIVEIRA

**UMA APLICAÇÃO PARA AUXÍLIO ODONTOLÓGICO
EM MAPEAMENTO DE CORES E SELEÇÃO DE
RESINA UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE
IMAGENS**

**BAURU
2009**

LUÍS FERNANDO DE OLIVEIRA

**UMA APLICAÇÃO PARA AUXÍLIO ODONTOLÓGICO
EM MAPEAMENTO DE CORES E SELEÇÃO DE
RESINA UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE
IMAGENS**

Trabalho de Conclusão do curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Sagrado Coração, sob orientação do Prof. Ms. Ronaldo Martins da Costa.

**BAURU
2009**

O482u

Oliveira, Luis Fernando de

Uma aplicação para auxílio odontológico em mapeamento de cores e seleção de resina utilizando processamento de imagens / Luis Fernando de Oliveira -- 2009.

42f.

Orientador: Prof^ª. Ms. Ronaldo Martins da Costa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Sagrado Coração - Bauru - SP.

1. Processamento de imagens. 2.Open CV. 3. Resinas restauradoras. 4. Cores. 5.Dentistas. I. Costa, Ronaldo Martins da. III.Título.

LUÍS FERNANDO DE OLIVEIRA

**UMA APLICAÇÃO PARA AUXÍLIO ODONTOLÓGICO
EM MAPEAMENTO DE CORES E SELEÇÃO DE
RESINA UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE
IMAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, sob orientação do Prof. Ms. Ronaldo Martins da Costa.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Ronaldo Martins da Costa
Orientador

Prof. Esp. Henrique Pachioni Martins
Examinador

Prof. Ms. Elvio Gilberto da Silva
Examinador

DATA: 16/12/2009

Dedico este trabalho aos meus pais Luiz de Oliveira e Arlete Aparecida Bissoli de Oliveira, a quem agradeço o amor e a vida que a mim dedicaram e a educação que me deram o que me permitiu tornar-se uma pessoa digna, e também o apoio financeiro que me possibilitou alcançar esta conquista tão importante na minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado o dom da vida e sabedoria para fazer minhas escolhas.

Agradeço meus Pais pela vida e pela oportunidade de poder cursar esta faculdade, e também por sempre estarem ao meu lado principalmente nos momentos de fraqueza.

Agradeço a dedicação e orientação recebida do Prof. Ms. Ronaldo Martins da Costa, que desde as primeiras idéias do trabalho até a defesa de minha dissertação esteve disposto a me ajudar no que fosse preciso.

Aos meus familiares que sempre estiveram ao meu lado nunca deixando que desistisse, pois sempre confiaram em mim, e sabiam que conseguiria chegar até aqui.

Aos meus amigos tanto de turma como os outros que conheci durante a faculdade, agradeço pelos momentos de descontração, os quais sem eles essa batalha teria sido mais difícil.

Agradeço a minha namorada pela compreensão nas noites que deixei de sair com ela para me dedicar a este trabalho, e também pelo seu apoio moral.

“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

Dalai Lama

RESUMO

Pensando na dificuldade encontrada pelos dentistas na quantização de cores em resinas restauradoras este trabalho se faz para ajudar esses profissionais a obterem um nível significativamente maior do que os métodos empíricos tradicionalmente utilizados até hoje a partir da comparação a olho nu de um dente com uma escala de modelos de resinas. Focado no processamento de imagens em linguagem C utilizando-se da biblioteca OpenCv da Intel, em Grayscale (tons de cinza), o software quantifica as tonalidades e as dispõe em um histograma, para que então seja feita as comparações a partir dos modelos de resinas que já submetidos aos mesmos processos e com as informações armazenadas. A partir desse cruzamento de informações será obtido o par de dados que estiverem com uma maior porcentagem de igualdades entre eles, e então, estará identificada a tonalidade de resina correspondente a o determinado dente em seleção.

Palavras Chave: Processamento de imagens, OpenCv, resinas restauradoras, cores, dentistas.

ABSTRACT

Thinking of the difficulty encountered by dentists in color quantization restorative resins in this work is being done to help these professionals to obtain a level significantly higher than the empirical methods traditionally used so far by comparing the eye of a tooth with a range of resin models. Focused on image processing in C language using the Intel OpenCV library in grayscale, the software quantifies the tone and provides a histogram for which is then made comparisons using the models resin already undergone the same processes and the information stored. From this intersection of information will be obtained from the pair of dice that are a higher percentage of similarities among them, and then you identified the key of resin corresponding to the particular tooth in check.

Key Words: image processing, OpenCv, restorative resins, colors, dentists.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de utilização de múltiplos limiares.....	18
Figura 2 - Influência da iluminação no processo de limiarização.	20
Figura 3 - Escala de cores de resinas compostas.....	23
Figura 4 - Método atual de comparação.....	24
Figura 5 - Cores primárias e secundárias	26
Figura 6 - Tela do Software Bloodshed DevC++	27
Figura 7 - Identificação dos dentes incisivos centrais por segmentação.....	30
Figura 8 - Imagem após limiarização e o histograma de níveis de cinza	32
Figura 9 - Amostra de resina A1 em níveis de cinza com seu histograma.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - linha de código de aplicação da limiarização entre 190 e 255	31
Quadro 2 - Linha de código de aplicação da segmentação dos dentes na cor vermelha e seu restante em branco	31

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1 - Limiarização (Thresholding).....	17
Fórmula 2 - Função normalizada de Iluminação	19

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 – Processamento de Imagens	15
1.1 Introdução ao Processamento de Imagem.....	15
1.2 OpenCv	16
1.3 Segmentação	16
1.4 Limiarização (<i>Thresholding</i>)	17
1.5 Influência da iluminação	18
CAPÍTULO 2 – Odontologia Estética	20
2.1 Resinas Compostas	20
2.2 Cor na odontologia	22
CAPÍTULO 3 – Cor	26
3.1 Cores primárias e compostas.....	26
4. METODOLOGIA	27
4.1 MATERIAL	27
4.2 MÉTODOS	28
5. RESULTADOS	30
5.1 Identificação do Dentes Incisivos Centrais	30
5.2 Aplicação da Limiarização.....	30
5.3 Quantificações dos níveis de cinza	31
5.4 Armazenamento das informações.....	32
5.5 Comparação.....	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Em virtude da tecnologia principalmente a informática se fazer indispensável em qualquer área de atuação profissional, isso não só apenas para que o profissional não fique obsoleto e perca mercado, mas principalmente para que se tenha um melhor gerenciamento e informações que possam tornar seu trabalho mais ágil e com um nível maior de qualidade isso tornando esse profissional mais competitivo com o mercado de trabalho.

Observando este potencial todo, este trabalho trás para a odontologia um pouco desta tecnologia, ajudando os profissionais da área, precisamente na escolha da melhor cor de resina para reconstrução parcial ou total de dentes disponibilizando uma ferramenta capaz de quantizar tonalidades de cores dos dentes e compará-las com as cores de resinas disponíveis, fazendo com que permita um diagnóstico com maior exatidão e promovendo maior conforto e menores níveis de stress tanto para o paciente quanto para o profissional envolvidos.

Já que a reprodução de características dos dentes naturais, mais especificamente de cor e forma, sempre foi uma das intenções das técnicas e materiais restauradores, e com o auxílio da tecnologia, isso se torna possível e abre portas para que outros ramos da saúde se utilizem da tecnologia para se beneficiar e também beneficiar os pacientes.

Por se tratar de processamento de imagens que é certamente uma área em crescimento. Diversos temas científicos são abordados e em alguns casos de caráter interdisciplinar. Entre eles podemos citar: a compreensão de imagens, a análise em multi-resolução e em multi-frequência, a análise estatística, a codificação e a transmissão de imagens, etc.

A análise quantitativa e a interpretação de imagens representam atualmente um ponto de apoio importante em diversas disciplinas científicas. Tal é o caso, por exemplo, na ciência dos materiais, na biofísica, na medicina, na física da matéria condensada, etc. Na realidade a diversidade de aplicações do processamento de imagens, está associada diretamente a análise da informação de cada imagem. Pois em todas estas disciplinas estamos na realidade em busca de informações quantitativas que representem um fenômeno estudado. Quando observamos do ponto de vista da ótica, uma imagem é um conjunto de pontos que convergem para

formar um todo, mas podemos dizer de uma maneira mais ampla que uma imagem é o suporte para efetuarmos troca de informações. O termo imagem estava inicialmente associado ao domínio da luz visível, porém atualmente é muito freqüente ouvirmos falar de imagens quando uma grande quantidade de dados estão representados sob a forma bidimensional (por exemplo: as imagens acústicas, sísmicas, de satélites, infravermelhas, magnéticas etc.). Os métodos recentes de exploração automática dessas informações permitiram o desenvolvimento de técnicas complexas, que podem ser globalmente classificadas em duas grandes linhas. A primeira está associada a uma análise da informação e a segunda representa as técnicas que permitam obter uma *melhoria* (do termo em inglês “*enhancement*”) significativa da imagem.

Para que um sistema de processamento de imagens possa ser criado é necessário alguns quesitos altamente relevantes que são:

Hardware de Aquisição: dispositivo responsável pela digitalização do sinal proveniente do sensor e por realizar algum pré-processamento sobre estes dados antes de enviá-los ao computador.

Computador: é o elemento principal do sistema, que coordena todas as atividades desempenhadas, desde o acionamento do *hardware* de aquisição da imagem, as tarefas do *software* de processamento de imagem, o armazenamento dos dados, cópia *backup* em mídias, até a visualização dos resultados em um *display*. De acordo com o tipo de aplicação, o computador pode ser um PC comum, ou um super computador, ou até mesmo uma unidade de processamento dedicada ao controle das tarefas do sistema, podendo estar embutido totalmente junto ao sensor e ao *hardware* de aquisição das imagens (câmeras inteligentes).

Software de Processamento: consiste de uma cadeia de algoritmos de processamento de imagem ordenada de forma a solucionar o problema em questão, retornando dados importantes para o computador, o qual deve tomar as decisões em relação aos resultados apresentados.

Armazenamento: espaço de memória dedicada ao armazenamento das imagens e dados adquiridos pelo sistema para possibilitar seu processamento de forma rápida e otimizada. Compreende o espaço de memória RAM no computador, memória no próprio *hardware* de aquisição ou até mesmo as demais mídias de acesso mais lento do computador.

Displays: dispositivos responsáveis por apresentar um resultado gráfico do estado de evolução do sistema ao usuário. Pode ser um monitor, LCDs, telas de plasma, dentre outros.

Meios de cópia: dispositivos que fazem a cópia física segura da informação adquirida e processada pelo sistema. Podem ser impressoras, mídias ópticas, cartões de memória, dentre outros.

Rede: a rede é um componente essencial do sistema principalmente quando os resultados do sistema têm de ser enviados a uma estação remota distante do local de operação do sistema. Já para a organização modular de um sistema de visão completo.

Fonte de Radiação: iluminação adequada para o realce das características do objeto em estudo é necessária, tendo em vista que a maioria dos objetos não emite luz própria, sendo esta importante para sensibilizar o sensor de aquisição da imagem.

Câmera: direciona e coleta a radiação proveniente do objeto em estudo para o sensor de aquisição.

Sensor: converte o sinal de radiação recebido em outro compreensível à unidade de processamento.

Unidade de Processamento: coleta, organiza e processa os sinais recebidos do sensor, extraíndo características e tomando decisões a partir destas informações.

Atores: reagem ao resultado das observações realizadas pela unidade de processamento. Segue a descrição dos componentes desta estrutura:

- **Sistema Óptico:** responsável pelo correto direcionamento e dimensionamento das informações (feixes luminosos) que provêm do objeto para o sensor óptico.
- **Sistema de Iluminação:** responsável pela projeção de iluminação sobre o objeto em estudo, pois em geral estes não emitem luz própria, necessária para a sensibilização do sensor óptico.
- **Sistema de Aquisição:** contém o sensor óptico, responsável pela tradução do sinal luminoso do objeto em estudo para um sinal elétrico compreensível pelo sistema de processamento.

CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 1 – PROCESSAMENTO DE IMAGENS

1.1 INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGEM

A área de processamento de imagens vem sendo objetivo de crescente interesse por permitir viabilizar um grande número de aplicações, e uma das categorias abordadas é a análise automática por computador de informações extraídas de uma cena (FILHO; NETO, 1999).

Vários processos se dão para que seja possível se processar uma imagem digitalmente, os principais são a aquisição, o armazenamento, o processamento, a transmissão e a exibição das imagens (FILHO; NETO, 1999).

A aquisição tem como função converter uma imagem em uma representação numérica adequada para o processamento digital subsequente. Este bloco compreende dois elementos principais. O primeiro é um dispositivo físico sensível a uma faixa de energia no espectro eletromagnético, que produz na saída um sinal elétrico proporcional ao nível de energia detectado. O segundo – o digitalizador propriamente dito – converte o sinal elétrico analógico em informações digital, isto é que pode ser representada através de bits 0s e 1s (FILHO; NETO, 1999).

O armazenamento de imagens digitais é um grande desafio em projetos de processamento de imagens, em razão da grande quantidade de bytes necessários para tanto. O armazenamento é necessário para futuras recuperações dessas imagens ou até mesmo para recuperações durante o próprio processamento (FILHO; NETO, 1999).

O processamento das imagens é feito sobre forma algorítmica, por isso a maioria das funções de processamento pode ser implementada via software, o uso de hardware específico para processamento somente é necessário quando há grandes limitações intoleráveis no computador principal (FILHO; NETO, 1999).

A transmissão das imagens digitalizadas pode ser feita à distância utilizando redes de computadores e protocolos de comunicação já existente (FILHO; NETO, 1999).

A exibição das imagens digitalizadas se dá geralmente por monitores, em alguns casos nos antigos mais ainda utilizados CRT, ou nos atuais LCD, plasma, etc. O que importa realmente é que sua resolução seja no mínimo 640x480 pixels e com 256 cores distintas (FILHO; NETO, 1999).

1.2 OPENCV

Originalmente, desenvolvida pela Intel, em 2000, é uma biblioteca multiplataforma, totalmente livre ao uso acadêmico e comercial, para o desenvolvimento de aplicativos na área de Visão Computacional, bastando seguir o modelo de licença da BSD Intel. O OpenCV possui módulos de Processamento de Imagens e Vídeo I/O, Estrutura de dados, Álgebra Linear, GUI (Interface Gráfica do Usuário) Básica com sistema de janelas independentes, Controle de mouse e teclado, além de mais de 350 algoritmos de Visão Computacional como: Filtros de imagem, calibração de câmera, reconhecimento de objetos, análise estrutural e outros. O seu processamento é em tempo real de imagens.

Esta biblioteca foi desenvolvida nas linguagens de programação C/C++. Também, dá suporte a programadores que utilizem Python e Visual Basic e desejam incorporar a biblioteca a seus aplicativos. A versão 1.0 foi lançada no final de 2006 e a 2.0 foi lançada em setembro de 2009. (BRADSKY; PISAREVSKY, 2006)

1.3 SEGMENTAÇÃO

O objetivo das técnicas de segmentação é dividir a imagem em suas diversas partes constituinte ou segmentos (objetos e regiões). O nível ou quantidade de divisões aplicadas na imagem varia conforme a aplicação, e em geral é realizada até atingir um nível de separação suficiente entre os objetos de interesse na cena analisada. As técnicas de segmentação dão um passo à frente das técnicas de morfologia matemática quanto à classificação, enquadrando-se dentre as técnicas de médio e alto nível de processamento de imagens. Os algoritmos de segmentação baseiam-se principalmente em duas propriedades do nível de intensidade luminosa

das imagens: a descontinuidade e a similaridade. Quanto à descontinuidade, a idéia está em dividir a imagem em regiões de acordo com as mudanças abruptas do nível de intensidade luminosa em seus pontos, por exemplo, cantos e arestas de objetos na imagem. Já por similaridade, a imagem é dividida em regiões de acordo com algum padrão de similaridade entre estas regiões, como por exemplo, o nível de intensidade luminosa, a cor e a textura. Dentre as técnicas de segmentação mais conhecidas destacam-se a detecção de descontinuidades, a detecção de limiares (*thresholding*), a segmentação baseada em regiões e segmentação por divisores de água (*watersheds*). (GONZALES; WOODS, 2000)

1.4 LIMIARIZAÇÃO (*THRESHOLDING*)

O princípio da limiarização consiste em separar as regiões de uma imagem quando esta apresenta duas classes (o fundo e o objeto). Devido ao fato da limiarização produzir uma imagem binária à saída, o processo também é denominado, muitas vezes, binarização. A forma mais simples de limiarização consiste na bipartição do histograma, convertendo os pixels cujo tom de cinza é maior ou igual a certo valor de limiar (T) em brancos e os demais em pretos, como ilustra a figura 20. No caso de níveis de cinza divididos basicamente em duas classes, onde o histograma apresenta dois picos e um vale, a limiarização é trivial.

Matematicamente, a operação de limiarização pode ser descrita como uma técnica de processamento de imagens na qual uma imagem de entrada $f(x,y)$ de N níveis de cinza produz à saída uma imagem $g(x,y)$, chamada de imagem limiarizada, cujo número de níveis de cinza é menor que N . Normalmente, $g(x,y)$ apresenta 2 níveis de cinza, sendo:

$$\begin{aligned} g(x,y) &= 1 \text{ se } f(x,y) \geq T \\ &= 0 \text{ se } f(x,y) < T \end{aligned}$$

Fórmula 1 - Limiarização (Thresholding)

Onde os pixels rotulados com 1 correspondem aos objetos e os pixels etiquetados com 0 correspondem ao fundo e T é um valor de tom de cinza pré-definido, ao qual

denominamos limiar. A figura 1(a) mostra um exemplo de histograma particionado utilizando dois valores de limiar:

$T_1 = 37$ e $T_2 = 233$. As figuras 1 (b) e 1 (c) mostram a imagem original e a imagem após a limiarização.

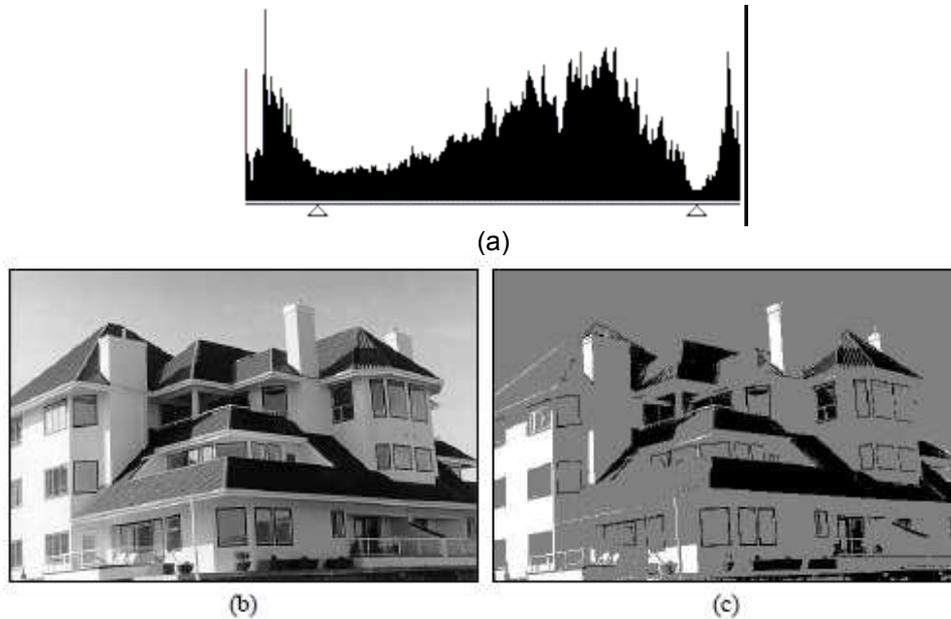


Figura 1 - Exemplo de utilização de múltiplos limiares

1.5 INFLUÊNCIA DA ILUMINAÇÃO

A iluminação desempenha um papel significativo no processo de limiarização, uma vez que provoca alterações no histograma original da imagem, eventualmente eliminando uma região de vale entre dois picos, naturalmente propícia para a definição de um limiar global.

Pode-se provar que, sendo $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$ e sendo $z(x,y) = \ln f(x,y) = \ln i(x,y) + \ln r(x,y) = i'(x,y) + r'(x,y)$, onde $i'(x,y)$ e $r'(x,y)$ são variáveis aleatórias independentes, o histograma de $z(x,y)$ é dado pela convolução do histograma de $i'(x,y)$ com o de $r'(x,y)$.

Uma técnica comum utilizada para compensar a não uniformidade da iluminação consiste em projetar o padrão de iluminação em uma superfície refletora branca. Isto nos dá uma imagem $g(x,y) = K \cdot i(x,y)$, onde K depende da superfície utilizada. Deste modo, para qualquer imagem $f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y)$ obtida com a

mesma função iluminação, simplesmente divide-se $f(x,y)$ por $g(x,y)$, obtendo-se uma função normalizada:

$$h(x, y) = \frac{f(x, y)}{g(x, y)} = \frac{r(x, y)}{K}$$

Fórmula 2 - Função normalizada de Iluminação

Logo, se $r(x,y)$ pode ser limiarizada utilizando o limiar T , então $h(x,y)$ poderá ser segmentada usando um limiar T/K .

A figura 2 ilustra as alterações causadas por modificações no padrão de iluminação na imagem binarizada resultante. Na parte (a) é apresentada a imagem original, cujo histograma é exibido na figura 2(e). O resultado da limiarização desta imagem com limiar $T = 128$ é mostrado na figura 2(c). Na coluna da direita são mostradas a imagem com padrão de iluminação alterado (b), seu histograma (f) e o resultado da limiarização com o mesmo limiar utilizado anteriormente (d). (FILHO; NETO, 1999).

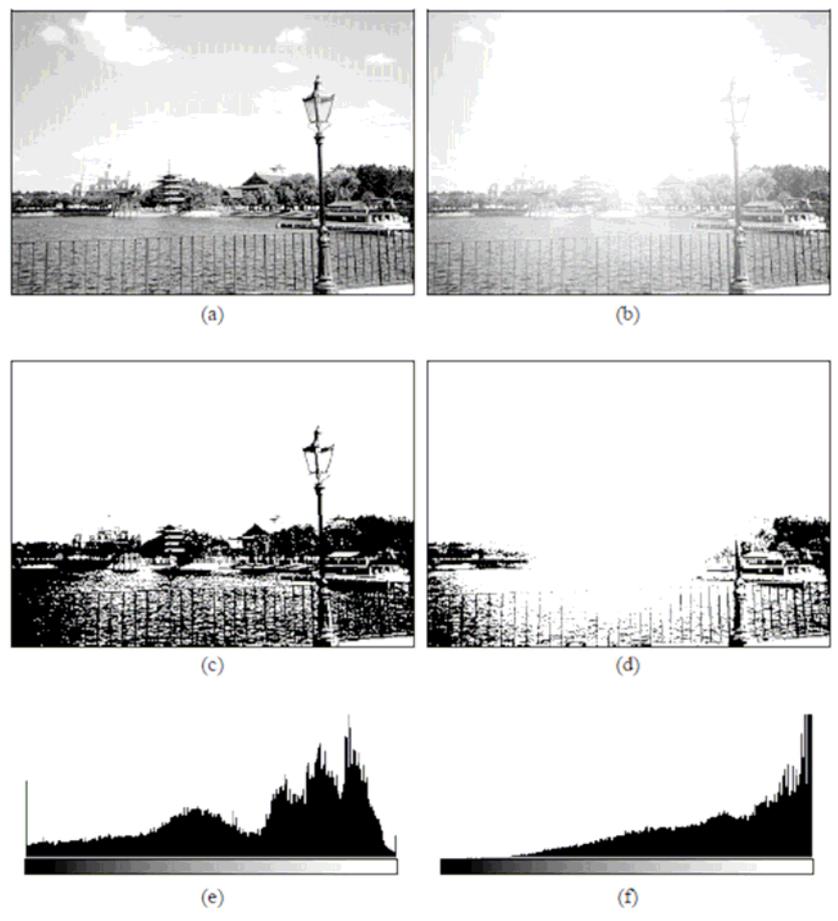


Figura 2 - Influência da iluminação no processo de limiarização.

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2 – ODONTOLOGIA ESTÉTICA

2.1 RESINAS COMPOSTAS

Mecanicamente as resinas poderiam, de forma simplificada, ser divididas em micro partículas e híbridas. As resinas de micro partículas, com partículas de carga de aproximadamente 0,04 micrômetros de diâmetro (sílica coloidal) e cerca de 50% de concentração por peso, se caracterizam por serem extremamente políveis, vítreas e estéticas mas, com a impropriedade quanto a sua fragilidade e pequena resistência a fratura e desgaste em processo de fadiga. As marcas comerciais mais comuns seriam *Durafill VS* (Kulzer), *Silux Plus* (3M), *A 110* (3M) e *Renamel Microfill* (Cosmedent). As resinas híbridas se caracterizam por possuírem uma maior quantidade de carga, sendo pelo menos uma delas a sílica coloidal, chegando a uma concentração de 70 a 90% (híbridas do tipo *flow* podem chegar a concentrações menores), por peso. Comportam-se mecanicamente com mais eficiência, sendo indicadas para situações de stress oclusal, mas pecam no quesito manutenção do polimento superficial. Sabemos porém, que resinas de micro partículas e híbridas podem se comportar com características de opacidade e translucidez. Deve-se agora dividir as resinas com relação ao comportamento óptico.

Resinas de micro partículas possuem cargas extremamente pequenas e em baixa quantidade (VALENTINE, 1987), o que resulta em comportamento de translucidez, pois os feixes de luz atravessam o corpo da resina entre as partículas de carga pela matriz orgânica (Figura 1). Exemplos comerciais de micro partículas convencionais são o *Durafill VS* (Kulzer), *Silux Plus* (3M). Resinas de micro partículas podem também se comportar como corpos opacos, desde que se incorporem pigmentos brancos como o dióxido de titânio, oferecendo assim uma barreira para os feixes de luz (Figura 2). Exemplos comerciais destas resinas são os opacos do *Silux Plus* (3M).

As híbridas podem se comportar como corpos parcialmente translúcidos como o *Charisma* (Kulzer), *Z-100* (3M), *Z-250* (3M) e *Tetric-ceram* (Vivadent), entre outros, sendo explicado pela forma extremamente regular das partículas e tamanho reduzido. A maioria das resinas híbridas existentes no mercado representam esta classe de compósitos.

Algumas resinas híbridas, no entanto, demonstram características de opacidade relativa, justificada pela forma irregular de suas partículas mais volumosas, e pelo próprio tamanho médio destas partículas, ligeiramente maiores que a das híbridas translúcidas. Exemplos comerciais destas resinas seriam o *Herculite XRV* dentina (Kerr), *TPH Spectrum* (Dentsply) e *Renamel Hybrid* (Cosmedent). Sabe-se que, em essência, a dentina apresenta um aspecto de opacidade, permitindo somente cerca de 30% de passagem de luz pelo corpo em comparação ao esmalte que possibilita até 70% desta refração.

Como regra geral, segundo FAHL JR (1999) e BARATIERI (1995), resinas translúcidas serviriam como um esmalte artificial e as resinas opacas como uma dentina artificial; partindo-se deste princípio, deveríamos determinar a área de aplicação de cada tipo de resina composta seguindo características de comportamento mecânico e óptico, bem como a espessura destas camadas a fim de potencializar o resultado estético e colocando em uso todas as possibilidades oferecidas atualmente pelos compósitos (DIETSCHI, 1997; VANINI, 1996).

Há mais de 20 anos, os compósitos vêm se popularizando no meio odontológico. Inicialmente, eram quimicamente ativados, passando então a serem ativados por luz ultravioleta na década de 70 e ativados por luz visível ou halógena no início da década de 80. Este sistema de ativação, utilizando fontes de luz dentro de um espectro de luz visível, trouxe vantagens sobre o sistema de ativação anterior, como: menor porosidade, adequado tempo de trabalho, rápida polimerização com ótimas propriedades físicas, melhor adaptação marginal, menor contração de polimerização, favorecendo desse modo a estética final.

Os compósitos podem ser classificados quanto ao tamanho e forma de suas partículas de carga. A morfologia e tamanho das partículas têm grande influência nas diversas propriedades do material, como lisura superficial, viscosidade, resistência à fratura, desgaste, contração e profundidade de polimerização.

Os principais fatores responsáveis pelo sucesso das restaurações estéticas realizadas com resina composta fotopolimerizáveis são: emissão de suficiente intensidade de luz, correto comprimento de onda e tempo de exposição adequado. Quanto à intensidade de luz, os primeiros aparelhos fotopolimerizadores produziam

um baixo fluxo luminoso, pois perdiam luz ao longo do trajeto, devido ao tipo ou à forma como a fibra óptica transmitia a luminosidade das lâmpadas posicionadas nos aparelhos até a restauração, que geralmente apresentavam constantes fraturas das microfibras e deterioração do espelho dicróico, fatores estes que levavam a uma perda de transmissão luminosa por volta de 50%. Por isso, surgiram os aparelhos tipos pistola ou revólver, onde a lâmpada é posicionada próximo à ponta de saída da luz, fazendo com que a perda da intensidade luminosa causada pela reflexão seja mínima. Entretanto, nos sistemas fotoativados, a polimerização não ocorre por toda a massa, como nas resinas quimicamente ativadas, mas somente onde a luz consegue atingir, com uma intensidade mínima, dentro do espectro de absorção da canforoquinona.

Uma intensidade de luz insuficiente pode induzir a propriedades inferiores, tais como menor dureza e resistência, sendo que uma intensidade de luz alta pode aumentar o estresse de contração. Por isso, uma intensidade de luz gradativa é indicada, para que haja uma correta fotopolimerização.

Em relação à cor da resina, sabe-se que esta pode influenciar a dureza superficial, juntamente com o tipo de aparelho, tempo de pós-polimerização e profundidade da resina composta.

Atualmente, a resina composta tornou-se um material mais versátil com aplicação mais ampla, restabelecendo a forma e a função dos dentes com maior harmonia estética, envolvendo uma rede de fatores interdependentes como: intensidade de luz e cor. Assim, objetivamos estudar a influência desses fatores no grau de dureza Knoop de um compósito odontológico (MARTINS; et al.).

2.2 COR NA ODONTOLOGIA

A reprodução de características dos dentes naturais, mais especificamente de cor e forma, sempre foi uma das intenções das técnicas e materiais restauradores. A partir do uso de micro-retenções mecânicas em estruturas dentais preparadas com tratamento ácido, (BUONOCORE, 1955) e o surgimento de resinas ditas compostas

com vasta opções de tonalidades, as resinas se apresentam disponíveis em uma escala (Figura 3), uma evolução crescente foi presenciada nas possibilidades clínicas destes materiais. Estas melhorias se apresentavam não só no campo das características mecânicas como também nas ópticas (DIETSCHI; DIETSCHI, 1996).

Um dos pioneiros em trabalhar com cor na ciência odontológica foi Clarck em 1931, ele definiu que cor é um nome genérico para todas as sensações oriundas da atividade da retina e de seus mecanismos nervosos, sendo que esta atividade é, em um indivíduo normal, uma resposta específica à energia radiante de certos comprimentos de onda e intensidades (LOLATO, 2008).

Erros na seleção da cor dos materiais restauradores estéticos são bastante comuns em odontologia e causam prejuízo monetário e psicológico aos pacientes, que podem ter que: conviver com resultados aquém de suas expectativas, submeter-se ao stress de novas sessões clínicas, ou escolher outro profissional, e arcar com os custos financeiros deste novo tratamento (HIRATA; AMPESSAN, 2001).

Não é fácil reproduzir as cores dos dentes devido à diferença na formação da estrutura do esmalte e sua transparência. Associada a isso se adiciona à luminosidade do local de escolha da cor, a hora do dia, à distância do guia de cores do dente. A combinação das cores consiste em observar e analisar as diferenças entre elas, e o procedimento de seleção de cores em odontologia é bastante empírico, e baseia-se na comparação visual de referências de uma escala de cores (figura 3) pré-definida com a cor da estrutura dental observada (figura 4).

Na sociedade atual, dentes claros, bem contornados e alinhados são partes importantes no conceito de beleza e saúde da criança e do adulto. No entanto, muitas vezes, dentes decíduos vitais e não vitais apresentam cor e/ou forma alteradas, comprometendo substancialmente a estética (LOLATO, 2008).



Figura 3 - Escala de cores de resinas compostas



Figura 4 - Método atual de comparação

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3 – COR

3.1 CORES PRIMÁRIAS E COMPOSTAS

Para entendermos todos os aspectos envolvidos na argumentação de Newton, é importante compreendermos sua distinção teórica entre cor simples (ou primária) e cor composta. Para desenvolver sua teoria, Newton criou um novo conceito de cor, distinguindo entre nossa sensação e as propriedades da luz em si. Ele estabeleceu cuidadosamente que raios diferentes de luz têm diferentes “disposições para exibir esta ou aquela cor particular”. O mesmo tipo de luz sempre produz a mesma sensação, mas a mesma sensação pode ser produzida por diferentes tipos de luz. Nossos olhos não podem distinguir entre os dois tipos de luz. No entanto, elas podem ser distinguidas através de experimentos: a luz composta pode ser decomposta em duas ou mais componentes por um prisma, enquanto que a luz primária não. Segue-se desta definição que a luz branca não é simples – ela é composta, pois pode ser decomposta em várias cores diferentes por um prisma (Figura 5).

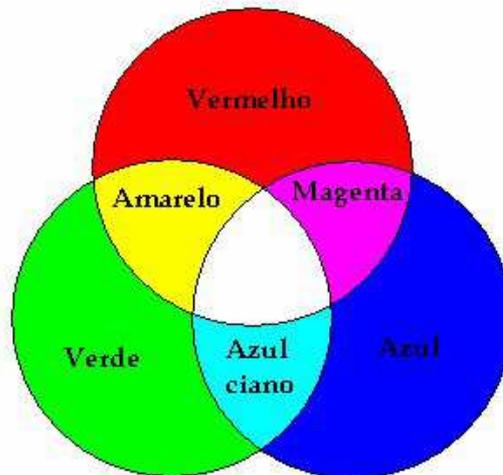


Figura 5 - Cores primárias e secundárias

METODOLOGIA

4. METODOLOGIA

4.1 MATERIAL

Os Materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho, tais que foram gentilmente cedidos pela Dr. Mariana Gigliotti, que foram as imagens para serem analisadas e então comparadas com as amostras do modelo Vitapan® Classical, com todas as unidades: A1, A2, A3, A35, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 e D4. Como as comparações foram feitas através de imagens foi necessária a captura da imagem das amostras da escala de cores de resinas, o que foi feita através de uma câmera digital Sony Cybershot 6.0 Mega-pixels, já as imagens das bocas com os dentes que foram analisados devem ter sido capturadas através de alguma câmera digital de qualidade compatível ou até melhor do que a utilizada com as amostras.

Para o desenvolvimento da aplicação foi utilizado o Software de distribuição livre Bloodshed Dev C++ (Figura 6), compilador da linguagem C.

E também para o processamento de Imagens foi utilizada a biblioteca OpenCv da Intel, a qual permite fazer toda a manipulação das imagens.

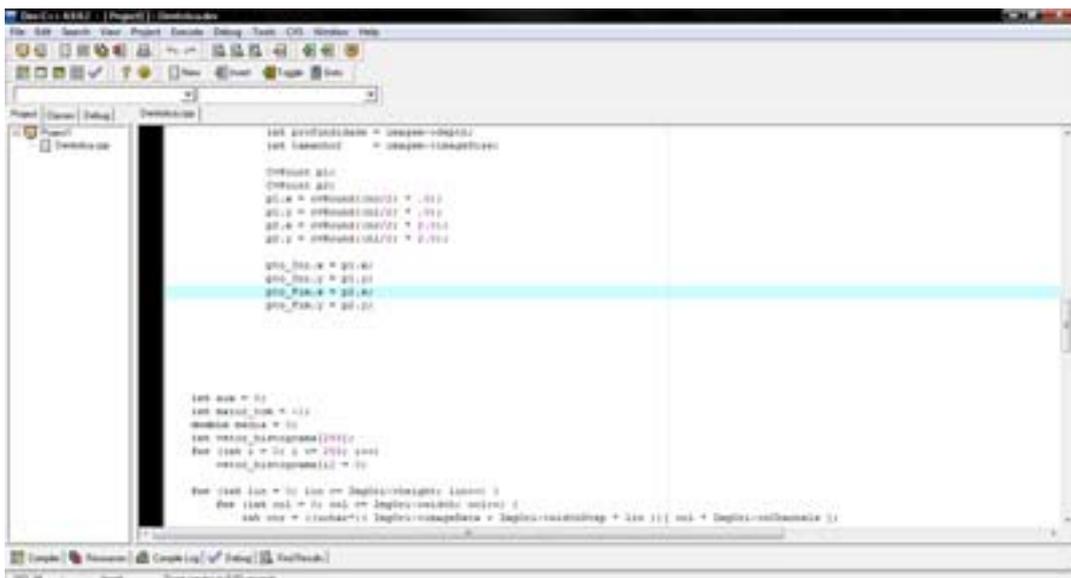


Figura 6 - Tela do Software Bloodshed DevC++

4.2 MÉTODOS

Para dar início ao desenvolvimento desta aplicação, primeiramente foi necessário um aprofundamento da odontologia, mais precisamente na dentística, que nada mais é do que a odontologia estética, e também a área que aborda toda a parte de materiais restauradores, alguns dos temas abordados a fundo foram, métodos de comparação e composição das resinas.

Na parte prática do software, a aplicação se baseou em receber a imagem já capturada e armazenada em disco, analisá-la, e então aplicar as funções de segmentação, a qual foi utilizada para identificar os dentes incisivos centrais, de limiarização ou Tresholding, essa utilizada para separar o que foi identificado como dente pela função de segmentação do resto da imagem, e então pintar todo o restante de preto.

A imagem tanto dos dentes quanto das amostras passa pelo processo de transformação em tons de cinza, e então é criado o histograma para essa imagem, o qual trás a quantidade de níveis de cinza, a proporção, e a média entre esses níveis.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO DENTES INCISIVOS CENTRAIS

A identificação dos dentes incisivos centrais se deu possível através da segmentação da imagem, onde foram localizados apenas os dentes anteriores em questão, dentes os tiveram mais destaque durante o trabalho, por serem os dentes que possuem maior visibilidade em uma boca, e os quais necessitam de um maior nível de perfeição em reparos odontológicos, o processo de segmentação ocorreu como mostra a figura 7 logo abaixo.

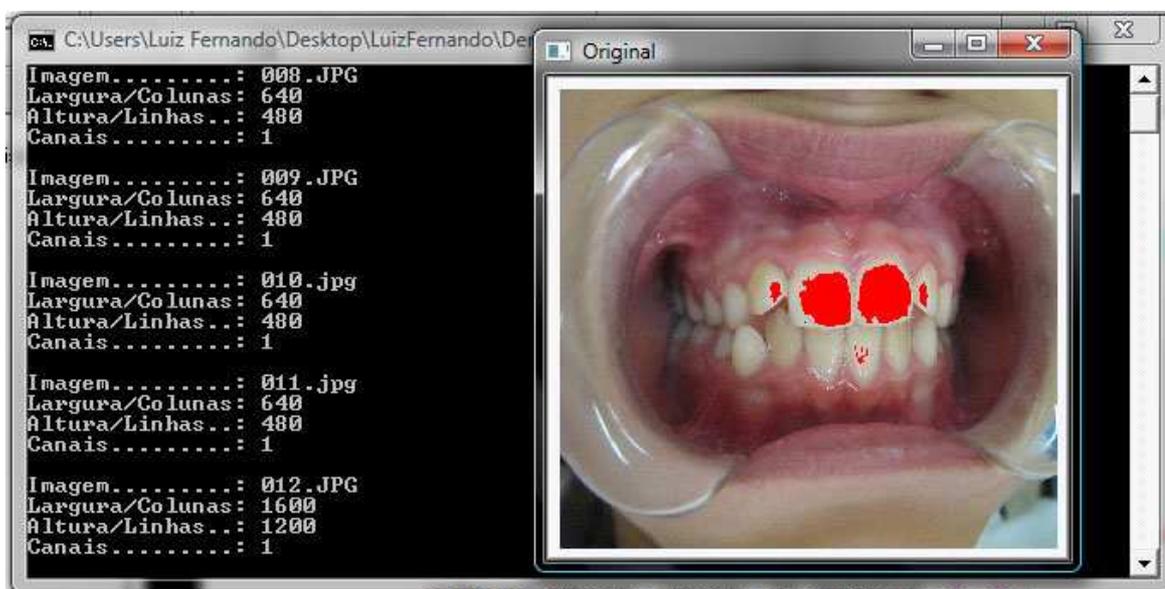


Figura 7 - Identificação dos dentes incisivos centrais por segmentação.

5.2 APLICAÇÃO DA LIMIAÇÃO

A figura 5 no tópico acima que foi segmentada, agora passa pelo processo de limiarização e transformada em tons de cinza entre os níveis 190 e 255 como mostra o quadro1, ou seja, o que estiver pintado em vermelho ficara com as características normais da imagem, o restante ficara preto, dando destaque apenas nos dentes incisivos centrais que é o alvo a ser analisado, para ajudar no processo de quantificação dos níveis de cinza, a figura 6 mostra a aplicação do *trashold*

limiarizando a imagem segmentada em vermelho com o fundo preto, com o seu código fonte descrito no quadro 2, o código que segmentou a área em vermelho foi comentado para então a imagem ficar apenas com o fundo preto e os dentes na forma original da imagem, apenas com aplicação de tonalidades de cinza na imagem, como mostra a figura 8 .

```
cvSmooth(imagem, imagem, CV_GAUSSIAN, 5, 5);
cvThreshold(imagem, imagem, 190, 255, CV_THRESH_BINARY);
cvErode( imagem, imagem, NULL, 5);
segmentar(imagem, ImgOri);
cvShowImage("Original", ImgOri);
```

Quadro 1 - linha de código de aplicação da limiarização entre 190 e 255

```
void segmentar(IplImage* imgbinaria, IplImage* imgoriginal) {
    for (int y = pto_Ini.y; y < pto_Fim.y; y++) {
        for (int x = pto_Ini.x; x < pto_Fim.x; x++) {
            int cor = ((uchar*) ( imgbinaria->imageData + imgbinaria->widthStep * y ))[ x * imgbinaria->nChannels ];
            if (cor == 255) {
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) ] = 0;
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) + 1 ] = 0;
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) + 2 ] = 255;
            }
            else {
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) ] = 255;
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) + 1 ] = 255;
                ((uchar*) ( imgoriginal->imageData + imgoriginal->widthStep * y ))[ (x * imgoriginal->nChannels) + 2 ] = 255;
            }
        }
    }
}
```

Quadro 2 - Linha de código de aplicação da segmentação dos dentes na cor vermelha e seu restante em branco

5.3 QUANTIFICAÇÕES DOS NÍVEIS DE CINZA

A partir da imagem apenas dos dentes incisivos centrais começa a transformada em tons de cinza e quantificação desses níveis de cinzas, esses que servirão também para a formação do histograma (figura 8) e também será a chave principal na comparação entre o dente e toda a escala ou paleta de cores também transformadas em níveis de cinza.

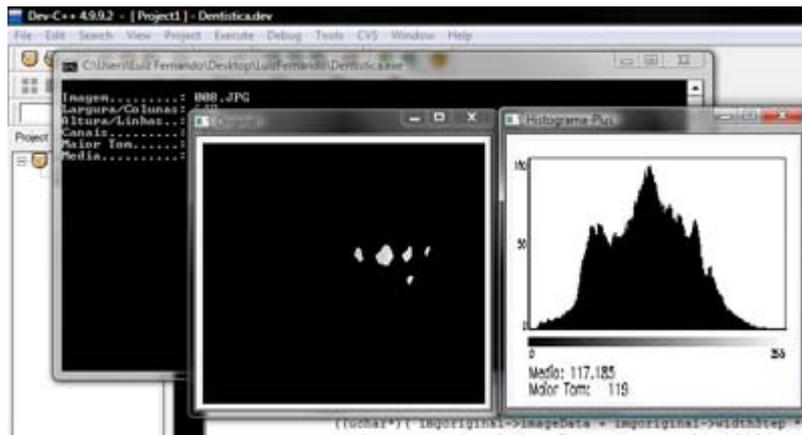


Figura 8 - Imagem após limiarização e o histograma de níveis de cinza

Todas as informações das cores, tanto dos dentes, quanto as da guia de cores ficaram armazenadas em um banco de dados MySQL, isso possibilita posteriores consultas as informações e também para que não se perca as informações da guia de cores e que seja possível armazenar uma nova cor no futuro e possibilitar uma maior possibilidade de comparações e aumentar o nível de aceitação da aplicação.

5.4 ARMAZENAMENTO DAS INFORMAÇÕES

As primeiras informações a serem armazenadas serão as das amostras de cores, e para que elas pudessem ser armazenadas passaram pelo mesmo processo das imagens dos dentes, onde foram transformadas em escala de cinza, e geradas seu histograma para calcular a intensidade dos níveis (figura 9). Para que as comparações entre as informações obtidas referente às imagens do dente possam ser comparadas com as informações das imagens da escala de cores de resinas, é necessário o armazenamento destas, que no caso foi feito através do banco de dados MySQL, e para o contribuir no trabalho com o banco de dados foi utilizado o MySQL Front, um programa que auxilia de forma visual a utilização do banco de dados MySQL.

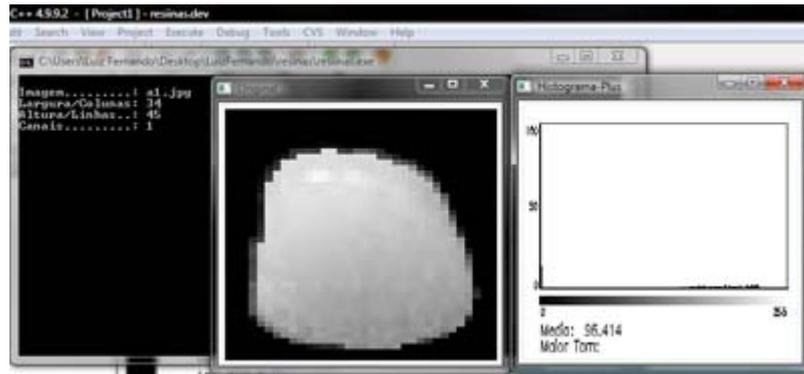


Figura 9 - Amostra de resina A1 em níveis de cinza com seu histograma

5.5 COMPARAÇÃO

Com as informações das imagens de cada item da escala de tonalidades de resina devidamente armazenadas, e também com as informações obtidas através das imagens dos dentes, se dá o processo de comparação entre elas, o qual é feito pela análise dos níveis de cinza presente em cada uma das imagens tanto da escala quanto do dente.

É considerada compatível com a imagem do dente, a imagem da escala que possui uma média de tons de cinza mais condizente com a média dos tons de cinza da imagem do dente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão deste trabalho foi muito gratificante tanto por poder contribuir com o crescimento tecnológico de uma área de atuação diferente da computação, no caso a odontologia, quanto para o meu crescimento profissional, pois pude trabalhar um pouco mais a fundo como funciona o processo de informatização de uma atividade diferente das quais se está acostumado a lidar no dia-a-dia.

Nem todos os objetivos foram alcançados durante o trabalho, um deles foi o de possibilitar que o usuário do sistema selecionasse a área que fosse ser analisada e assim tornar a aplicação mais dinâmica, mas isso não interferiu na qualidade do software que por sua vez se fez a identificação dos dentes incisivos centrais de forma automática, idéia essa que fora a inicial.

Outra coisa que não saiu como se esperava foi que em algumas das imagens a função de segmentação não foi capaz de identificar os dentes incisivos centrais, o que provavelmente deve ter sido por influência de iluminação.

Com esses resultados obtidos espera-se que outros alunos dêem continuidade a este trabalho, tornando-o uma ferramenta de qualidade e que possa ser usada tanto nos laboratórios de odontologia da faculdade como também nos consultórios odontológicos particulares, facilitando o processo de seleção de materiais restauradores, e permitindo que os dentistas cheguem a 100% de acerto na decisão de qual resina escolher na restauração de um dente, e assim permitir que todos possam ter um sorriso saudável livre de diferenças de tonalidades.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

BARATIERI, L.N. **Estética: restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados**. São Paulo: Santos, 1995.

BRADSKY, G. R.; PISAREVSKY, V.; BOUGUET, J. **Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library**. Springer, 2006.

BUONOCORE, M.A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. **J Dent Research**, v.34, n.6, p.849-53, 1955.

DIETSCHI, D. Free-hand Bonding in the Esthetic Treatment of Anterior Teeth: Creating the Illusion. **J Esthetic Dent**, v.9, n.4, p.156-64, 1997.

DIETSCHI, D. & DIETSCHI, J. Current Developments in Composite Materials and Techniques, **Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry**. v.8, n.7, p.603-14, 1996.

MARTINS, F; et al. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena. **Pesquisa Odontológica Brasileira**. v.16 n.3 São Paulo Jul/Set. 2002.

FAHL JR, N. Ultimate aesthetics with composites: When Art and Science Merge. **Dentistry Today**, p.56-61, Sep. 1999.

FILHO, O.M.; NETO, H.V. **Processamento Digital de imagens**, Brasport; Rio de Janeiro;1999.

HIRATA, R.; AMPESSAN, R.L.; LIU, J. Reconstrução de Dentes Anteriores com Resinas Compostas: Uma Seqüência de Escolha e Aplicação de Resinas. **Jornal Brasileiro de Clinica & Estética em Odontologia**, Curitiba, v.5, n. 25, jan/fev, 2001.

LOLATO, M.T.M.O. **Seleção da cor em odontopediatria**: avaliação da cor de dentes decíduos em crianças de 3 a 5 anos. 2005. 60f. Dissertação (Mestre em Clinica Odontológica)- Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Marília, Marília, 2005.

GONZALES, C.R.; WOODS, E.R., **Processamento de imagens digitais**; Edgard Blucher Ltda; São Paulo; 2000.

VALENTINE, C.W. Composite resin restoration in esthetic dentistry. **J Am Dent Ass**, (Special Issue), p.55E-61E, Dec.1987.

VANINI, L. Light and **Color in anterior composite restorations**. Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry, v.8, n.7, p.673-82, 1996.

VIANNA, I.O.A. **Metodologia do trabalho científico**: um enfoque didático da produção científica, E.P.U; São Paulo; 2001.

Orientação:

Orientador: Prof. Ronaldo Martins da Costa

Bauru, 16 de dezembro de 2009.

Luís Fernando de Oliveira

Ronaldo Martins da Costa