

BR 06 45 482

INIS-BR--4062



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESTUDO "IN VITRO" DA AÇÃO DO LED E LASER DE DIODO
NO CLAREAMENTO DENTAL**

MÁRCIA CRISTINA DA SILVA BARROSO

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre Profissional na área de
Lasers em Odontologia.

Orientador:

Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter

Co-orientador:

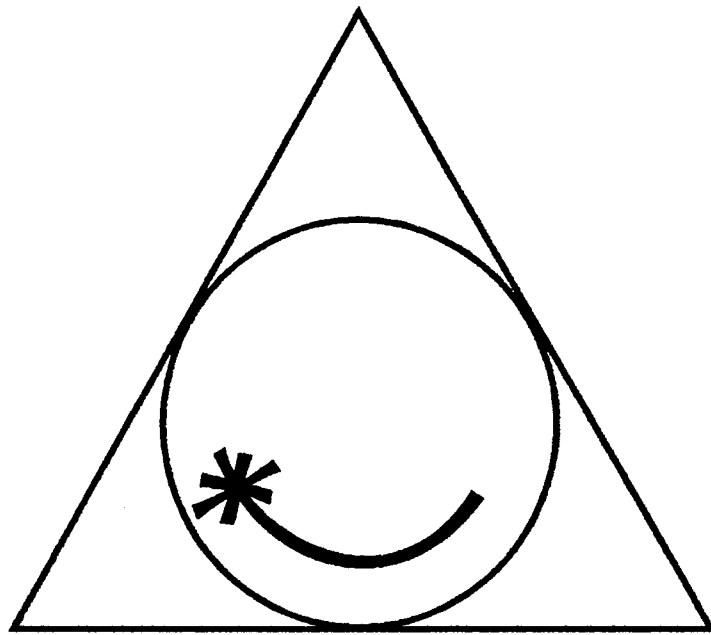
Prof. Dr. José Eduardo Pelizon Pelino

**São Paulo
2003**



14-008.4:

e



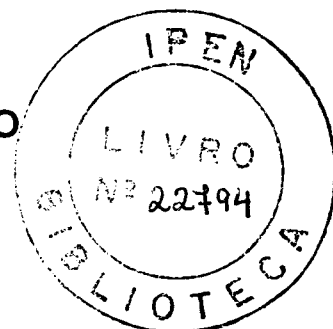
**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM
ODONTOLOGIA**



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

ESTUDO "IN VITRO" DA AÇÃO DO LED E LASER DE DIODO NO CLAREAMENTO DENTAL

MÁRCIA CRISTINA DA SILVA BARROSO



Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do grau
de Mestre Profissional em Lasers em
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Niklaus Ursus
Wetter

Co-orientador: Prof. Dr. José Eduardo
Pelizon Pelino

SÃO PAULO

2003

Faculdade de Odontologia

Universidade de São Paulo





AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

**ESTUDO "IN VITRO" DA AÇÃO DO LED E LASER DE DIODO NO
CLAREAMENTO DENTAL**

MÁRCIA CRISTINA DA SILVA BARROSO

Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do grau
de Mestre Profissional em Lasers em
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Niklaus Ursus
Wetter

Co-orientador: Prof. Dr. José Eduardo
Pelizon Pelino

SÃO PAULO

2003

Faculdade de Odontologia

Universidade de São Paulo



DEDICATÓRIA

Dedico ao meu pai, o qual sempre vou seguir como exemplo, que com amor, cumplicidade e paciência, me incentivou à realização deste aprendizado, acreditando no meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

À MINHA MÃE MILIZA BARROSO, pelo apoio, amor e dedicação aos meus filhos durante minha ausência no transcorrer do curso.

AOS MEUS FILHOS FELIPE, LETÍCIA E LORENA, pela compreensão e paciência, pois apesar de não terem maturidade suficiente, um dia entenderão a importância deste aprendizado.

AO MARCELO BARBALHO, pela ajuda e companheirismo desempenhados de forma tão especial.

AO MEU PAI PAULO MOURA BARROSO, que sempre me incentivou, estimulou e participou do meu trabalho com muita seriedade e persistência. Pelo amor e carinho, minha eterna gratidão.

À MINHA QUERIDA AMIGA ELLEN DE CAMPOS, pela recepção, ótima convivência e, principalmente, à amizade.

Agradeço, acima de tudo, hoje e sempre, A DEUS, que me possibilitou usufruir deste aprendizado.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

AO PROFº Dr. NIKLAUS URSUS WETTER, meu orientador, pelo exemplo de profissional, dedicação e ajuda que me prestou. Minha sincera admiração e respeito.

AO PROFº Dr. JOSÉ EDUARDO PELINO, meu co-orientador, pelo apoio e orientação, sem o qual não seria possível realizar este trabalho. Minha sincera gratidão.

À FÍSICA JANE CLEIDE GOVEIA, do Instituto de Pesquisa Tecnológica da USP, pela atenção e ajuda que me foi muito proveitosa na fase experimental deste trabalho.

À PROFª ELIANE ALVES, pela ajuda na parte experimental do trabalho.

AO PAULO ALMEIDA, pela ajuda e troca de idéias na execução do trabalho escrito.

AO PROFº GANDHY ARANHA, por engrandecer meus conhecimentos na área de física.

À DANIELA TEIXEIRA, que me ajudou na editoração desta dissertação.

AO DEPARTAMENTO DE DENTÍSTICA DA USP, por todo apoio e facilidade na execução da fase experimental desta pesquisa.

AO LELO, em especial CIDA e LILIANE, pela amizade e apoio.

A TODOS OS PROFESSORES DO CURSO, pelos ensinamentos adquiridos.

A TODOS OS COLEGAS DO CURSO, em especial REGINA, FRANCISCO, CYNTHIA, ANA CRISTINA e GRAÇA, pela amizade, confiança, convívio agradável e troca de conhecimentos durante as tarefas do curso.

ESTUDO "IN VITRO" DA AÇÃO DO LED E LASER DE DIODO NO CLAREAMENTO DENTAL

Márcia Cristina da Silva Barroso

RESUMO

Este estudo *in vitro* avaliou a influência das irradiações LED e *laser* de diodo no clareamento dental, utilizando dois agentes clareadores (Opalescence X-tra e Whiteness HP). O *laser* de diodo e o LED foram operados em regime contínuo, com comprimento de onda de 808 nm e 470 nm, respectivamente. As influências das irradiações foram avaliadas no sistema CIELAB, por intermédio dos valores $L^*a^*b^*$ para os 60 incisivos bovinos escurecidos e para os dentes submetidos, posteriormente, ao tratamento clareador. Este experimento utilizou pela primeira vez as fontes luminosas *laser* e LED, comparando-as no que diz respeito ao clareamento dental quando aplicado a diferentes agentes clareadores. Diferenças significantes foram obtidas no valor do croma, tanto para os dois agentes clareadores, como também para as diferentes fontes luminosas. Em relação à luminância, a combinação do *laser*/ Whiteness HP mostrou os melhores resultados em relação ao mesmo agente usado isoladamente ou com a fonte de luz LED. Sendo a combinação do *laser* com o agente clareador Whiteness HP o melhor resultado no âmbito geral.

**"IN VITRO" STUDY OF THE EFFICACY OF DIODE LASER AND LED
IRRADIATION DURING DENTAL BLEACHING**

Márcia Cristina da Silva Barroso

ABSTRACT

This *in vitro* study evaluated the efficacy of LED and laser diode irradiation during the dental bleaching procedure, using two bleaching agents (Opalescence X-tra and HP Whiteness). The diode laser and the LED were operated in the continuous mode, with wavelength of 808 nm and 470 nm, respectively. The results of the irradiations were characterized with the CIELAB system calculating the L*a*b* values for the darkened and the bleached teeth (60 bovine incisors). This is to our knowledge the first time that light sources laser and LED are compared with respect to their whitening capability when applied to different agents. Significant differences in the chroma value are obtained for the two whitening agents and for the different light sources, too. Also, in terms of luminance, the combination of laser/ Whiteness HP showed significantly better results than when the same agent was used alone or in combination com LED. Best overall results are obtained with the combination of Whiteness HP and laser.

LISTA DE ABREVIATURAS

a^*	saturação verde ($-a^*$) e saturação vermelha ($+a^*$)
ATM	Articulação Têmporo Mandibular
b^*	saturação azul ($-b^*$) e saturação amarela ($+b^*$)
$^{\circ}\text{C}$	graus Celsius
cd	candela
CIE	Commission Internationale de L'Eclairage
cm	centímetro
cm^2	centímetro ao quadrado
CO_2	dióxido de carbono
Δa^*	variação das saturações verde e vermelha
Δb^*	variação das saturações azul e amarela
H_2O_2	peróxido de hidrogênio
J	joule
J/cm^2	joule por centímetro quadrado
L^*	luminosidade ou luminância
λ	comprimento de onda
MEV	microscopia eletrônica de varredura
μm	micrometro
ml	mililitro
mm	milímetro
min	minuto
nm	nanometro
O_2	oxigênio
O_2^-	radical peróxido
O.	oxigênio reativo
OH	hidroxila
P	potência
s	segundo

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Grupos Agente/ Irradiador	30
Tabela 2: Média e desvio padrão para L*	39
Tabela 3: Média e desvio padrão para ΔL^*	41
Tabela 4: Média e desvio padrão para C*	43
Tabela 5: Média e desvio padrão para ΔC^*	44
Tabela 6: Análise de variância para ΔL^*	47
Tabela 7: Comparações múltiplas pelo método LSD para ΔL^*	47
Tabela 8: Análise de variância para ΔC^*	49
Tabela 9: Comparações múltiplas pelo método LSD para ΔC^*	49

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mecanismo de penetração do peróxido de hidrogênio	13
Figura 2: Dimensões perceptuais de cor: croma, matiz e valor	15
Figura 3: Diagrama de cromaticidade	16
Figura 4: Diagrama das bandas de cor e comprimentos de onda	16
Figura 5: Sistema de cor de Munsell	18
Figura 6: Diagrama do sistema CIE L*a*b* de cores	19
Figura 7: <i>Whiteness HP</i>	24
Figura 8: <i>Opalescence X-tra</i>	25
Figura 9: LED	26
Figura 10: Laser de diodo e aparelho medidor de potência	26
Figura 11: Espectrofotômetro	27
Figura 12: Amostras na fase inicial do experimento	28
Figura 13: Solução, em suspensão, para escurecimento	28
Figura 14: Dentes numerados e escurecidos	29
Figura 15: Leitura dos dentes escurecidos	30
Figura 16: Amostras do grupo V: (a) escurecido; (b) final	32
Figura 17: Gráfico das médias para os valores de L*	40
Figura 18: Gráfico das médias para os valores de ΔL^*	42
Figura 19: Gráfico das médias ± 1 /desvio padrão para ΔL^*	42
Figura 20: Gráfico das médias para os valores de C*	43
Figura 21: Gráfico das médias para os valores de ΔC^*	45
Figura 22: Gráfico das médias ± 1 /desvio padrão para ΔC^*	45

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Diferenças Funcionais entre Laser e LED.....	3
1.2. Aspectos Gerais do Clareamento Dental.....	4
1.3. Clareamento Dental Convencional.....	5
1.4. Clareamento Dental à Laser.....	8
1.5. Avaliação do Clareamento Dental Por Meio de Sistemas Colorimétricos....	10
1.6. Etiologia do Escurecimento Dental.....	11
1.7. Mecanismo de Ação do Peróxido de Hidrogênio.....	13
1.8. Correlação da Cor ao Estímulo Visual.....	14
2. OBJETIVO.....	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1. Agentes Clareadores.....	24
3.2. Fontes de Luz.....	25
3.2.1. LED (Light Emission Diode).....	25
3.2.2. Laser de Diodo.....	26
3.3. Equipamento para Leitura de Cor.....	27
3.4. Amostras.....	28
3.5. Solução Escurecedora.....	28
3.6. Demais Materiais.....	29
3.7. Preparação das Amostras.....	29
3.8. Tratamentos Clareadores.....	31
4. RESULTADOS.....	33
4.1. Leitura Inicial.....	33
4.2. Leitura Após Escurecimento.....	35
4.3. Leitura Final (Após Clareamento).....	37
5. ANÁLISE DESCRITIVA.....	39
5.1. Valores de L* (Luminosidade).....	39
5.2. Valores de ΔL^* (Variação de Luminosidade).....	41

3.3	Valores de C^* (Croma).....	43
3.4	Valores de ΔC^* (Variação de Croma).....	44
4	ANALISE INFERENCIAL	46
4.1	Variação de Luminosidade (ΔL^*).....	46
4.2	Variação de Croma (ΔC^*).....	48
7	DISCUSSÃO	50
8	CONCLUSÃO	53
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

"Ter dentes mais brancos" é uma aspiração freqüente de nossos pacientes. Atualmente, a chamada odontologia estética tem voltado sua atenção para este apelo, por meio do desenvolvimento e conhecimento de materiais e técnicas de clareamento dental.

O clareamento intracoronário de dentes escuros, tratados endodonticamente, já é conhecido e realizado há mais tempo. Porém, o clareamento de dentes vitais, com alteração de cor, sempre foi um desafio, já que se faz necessária uma abordagem não invasiva, preservando a estrutura do esmalte, a integridade do complexo dentino-pulpar e dos tecidos periodontais.

O clareamento de dentes com peróxido de carbamida é uma opção recente de tratamento para dentes escurecidos por manchas intrínsecas e extrínsecas. Entretanto, a primeira descrição de clareamento profissional de dentes manchados foi realizada por Chapple, em 1877, apesar de não ter sido muito divulgada.

Antes de qualquer procedimento clareador deve-se diagnosticar a presença, ou não, de vitalidade pulpar. Se o dente for vital, a etiologia do escurecimento é fundamental, pois só então pode-se selecionar o clareamento como opção de tratamento estético.

Em 1937, AMES¹ introduziu uma técnica para clareamento de dentes vitais, conhecida hoje por convencional, que utiliza um agente oxidante (peróxido de hidrogênio a 35%), potencializado por uma fonte de calor, geralmente uma fonte luminosa ou um instrumento aquecido. Esta técnica pode promover bons resultados, apesar das desvantagens que apresenta, como dano ao tecido mole e à polpa, devido ao mau procedimento realizado pelo operador.

ROTSTEINM *et al.*² acreditam que a associação de H₂O₂ a 35% ao perborato de sódio diminui o poder agressivo do H₂O₂ utilizado para o clareamento e preconizam o uso isolado do perborato de sódio como agente clareador.

WERGER *et al.*³ também preconizam a utilização do perborato de sódio sozinho, uma vez que em contato com a unidade, esta substância se decompõe em H₂O₂ menos concentrado que, em uma segunda etapa, pode liberar oxigênio ativo e iniciar o processo clareador.

Uma outra técnica, utilizando uma moldeira individual para levar o agente clareador em contato íntimo com a superfície dental, diariamente usada em casa pelo paciente, foi descrita por KLUSMIER⁴ no final dos anos 60, mas na época não teve muita aceitação. Em 1991, HAYWOOD e HEYMANN⁵, apresentaram esta mesma técnica com agente clareador similar e a denominaram de *nightguard vital bleaching* (clareamento de dentes vitais noturnos). O agente clareador era o peróxido de carbamida a 10%, que vinha sendo usado como anti-septico bucal para o tratamento periodontal e como cicatrizante em irritações produzidas por próteses ou aftas. A partir de então, o clareamento de dentes vitais começou a ser difundido e empregado como uma das opções em odontologia estética.

Em 1992, HANOSH e HANOSH⁶ descreveram o uso de peróxido de hidrogênio a 35% para clareamento de dentes vitais e não vitais em consultório, como opção em pacientes com problemas de ATM ou com dificuldade de manter a moldeira na boca ou de seguir instruções. Pode ser usado em conjunto com a técnica caseira, em casos severos, ou quando se deseja um resultado em menor tempo.

FALLEIROS Jr. e AUN⁷ comentam que o superoxol é um líquido cáustico e irritante aos tecidos vivos. Exige-se atenção no seu manuseio e aconselha-se uma proteção da gengiva marginal do dente.

Atualmente, alguns autores preconizam o uso de peróxido de carbamida a 30% para uso em consultório e sob isolamento absoluto.

A utilização de uma fonte de energia a *laser*, na área odontológica, tem evoluído muito, apresentando bons resultados quando aplicada tanto em tecidos moles, quanto em tecidos duros. Os *lasers* semicondutores mais conhecidos são de GaAs ou GaAlAs. A potência do aparelho é medida em watt (W). O processo de colimação da luz é conseguido por lentes e espelhos. O diâmetro do feixe na distância focal da lente é proporcional ao comprimento de onda da radiação. A relação entre potência e área do feixe é denominada densidade de potência ou intensidade, cuja unidade é dada em W/cm^2 .

O *laser* de diodo é um *laser* semicondutor que funciona como um diodo elétrico e na maioria dos semicondutores a energia é liberada em forma de calor e em forma de fótons, como no gálio, no alumínio e no arsênio.

Os diodos apresentam emissão no comprimento de onda vermelho até infravermelho (620 a 1200 nm), determinado pelo tipo de material semicondutor.

A emissão do *laser* de diodo para o clareamento dental é radiação não ionizante e concentrada, que ao ser absorvida pelo tecido com a qual interage, resulta em efeitos fotoquímicos e fototérmicos, tendo como alvo moléculas escurecidas. Esses mecanismos geram um aumento mínimo de temperatura sem dano ao tecido pulpar, pois aquecem o produto e não a estrutura dental.

PELINO *et al.*⁸ estudaram a temperatura produzida pelos *lasers* na superfície dental, com o objetivo de analisar o aumento de temperatura do *laser* de diodo (830 nm) quando utilizado para realizar o clareamento dental. Dois sistemas de *lasers*, com marcas comerciais distintas, ADT e Opus Dent, foram avaliados. Os autores utilizaram potências de 0,5 a 3 W, com e sem o produto clareador, com acoplamento de termopares tipo T (cobre e estanho) no interior da câmara pulpar dos dentes, os quais permaneceram imersos numa cuba térmica à temperatura de 37°C. As temperaturas obtidas não ultrapassaram 5°C dentro dos parâmetros utilizados, sendo que as maiores elevações de temperatura foram obtidas para potências maiores. Nos grupos onde o produto clareador não foi aplicado, o aumento de temperatura foi maior do que nos grupos onde o produto clareador foi aplicado. Foi observado, também, que a queda de temperatura demora mais no grupo onde o produto clareador foi aplicado. Este estudo se mostra de extrema importância para se realizar o procedimento de clareamento dental com segurança e efetividade.

1.1. Diferenças Funcionais entre *Laser* e LED

Existem vários tipos básicos de fontes ópticas que podem ser utilizados no clareamento, entre eles podemos enumerar os *lasers* e os LED's (*Light Emitting Diodes*). A diferença básica entre eles é que nos LED's predomina o mecanismo de emissão espontânea de radiação e nos *lasers*, predomina a emissão estimulada de luz. Dessa diferença básica decorrem as diferenças estruturais entre os dois dispositivos, que nem sempre são acentuadas, decorrendo diferenças funcionais que dão aos *lasers* um desempenho, geralmente, superior, porém de custo elevado.

Entre os dispositivos utilizados como fonte de luz para o clareamento dental, os LED's são os mais simples e econômicos. A luz LED não é gerada por filamento (como na lâmpada) e sim por dois materiais semicondutores (transistores) que em sua junção, por diferenças de carga, ocorre a emissão de luz sem produção de calor⁹. Os LED's e *lasers* de diodo não alteram a emissão de luz com o tempo e em alguns casos a sua vida útil é de 100.000 horas. Eles não precisam de filtros que poderiam ser degradados¹⁰.

O efeito do clareamento com o uso dos LED's é também conseguido através de um processo químico de oxidação. Uma vez que a energia luminosa é aplicada, os iniciadores fotossensíveis do produto clareador a absorvem e ativam o peróxido de hidrogênio, que se quebra em água e radical de oxigênio livre e se combina e atua na molécula da mancha escura do dente.

O ideal é obter um pico de emissão de energia dos *lasers* ou LED's muito próximo ao pico do espectro de absorção do agente iniciador (fotossensível), alcançando, deste modo, um efeito preciso e específico para o clareamento dental¹¹.

1.2. Aspectos Gerais do Clareamento Dental

A indicação do clareamento dental deve ser precedida de cuidadoso exame clínico, tanto nos dentes a serem clareados, como na gengiva. Raios X e testes de vitalidade pulpar constituem exames de rotina empregados, bem como fotografias com uso de escala de cor para comparação pós-clareamento. A determinação da provável causa do manchamento também é importante no estabelecimento da terapia a ser empregada.

Aconselha-se um prazo, no mínimo, de duas semanas para iniciar-se tratamento restaurador com sistema adesivo, visando não só o desprendimento do oxigênio residual que dificulta a adesão, como também a estabilização da cor após o clareamento.

AYALA *et al.*¹² estudaram a resistência de união ao esmalte após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%, associado ao *laser*. O objetivo do estudo foi avaliar se o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% associado ao *laser* influencia na resistência de união ao esmalte. Foram seccionadas 50 coroas de incisivos centrais superiores permanentes, divididos em cinco grupos.

Grupo I: controle, realizado apenas o procedimento restaurador; grupos II, III, IV e V submetidos ao clareamento com o agente clareador e o laser de diodo de alta intensidade (960 nm). No Grupo II foi realizado tratamento restaurador adesivo logo após o clareamento. No grupo III realizou-se o mesmo procedimento após 7 dias, nos grupos IV e V após 15 e 28 dias, respectivamente. Todas as amostras foram submetidas a um teste de tração com velocidade de 1 mm/min, onde concluiu-se que o agente clareador influenciou significativamente na diminuição da resistência de união do sistema adesivo ao esmalte nos grupos II e III. Os grupos IV e V não diferiram estatisticamente do grupo I.

Os efeitos colaterais mais comuns do clareamento são a sensibilidade pós-operatória e a irritação gengival. A toxicidade e o grau mutagênico do peróxido de hidrogênio têm sido extensivamente investigados.

LI¹³ relatou a toxicidade dos peróxidos, incluindo do peróxido de hidrogênio, considerando a característica mais importante deste componente a sua capacidade de formar radicais livres de oxigênio. As reações de oxidação são conseguidas por intermédio dos radicais livres de oxigênio, contudo, as informações com relação à genotoxicidade e o efeito carcinogênico do H₂O₂ não são conclusivas e muitas vezes contraditórias. Os efeitos adversos ou tóxicos dos peróxidos podem ocorrer, mas segundo o autor, estão relacionadas com aplicações abusivas ou com uso impróprio do produto.

Deve-se recomendar alguns cuidados após o clareamento concluído, como por exemplo: evitar dieta ácida ou alimentos com corantes, evitar fumar, realizar bochechos com substâncias fluoretadas e, se necessário, utilizar analgésicos nas primeiras vinte e quatro horas.

1.3. Clareamento Dental Convencional

PLEIN *et al.*¹⁴ compararam os sistemas de clareamento usando peróxido de carbamida e peróxido de hidrogênio e analisaram a influência desses clareadores na rugosidade superficial do esmalte. O estudo *in vitro* utilizou 25 dentes bovinos, divididos em cinco grupos: três grupos foram tratados com *Nightwhite Excel 2* a 11% e 16% à base de peróxido de carbamida; um grupo foi tratado com *White Smile* a 10% de peróxido de carbamida, durante nove dias, por cinco horas; e o quinto e último grupo foi tratado com o *Day White 2*, com

peróxido de hidrogênio a 7,5%, durante nove dias, por trinta minutos. Tal estudo possibilitou concluir que a rugosidade superficial do esmalte foi igual em todos os grupos e alcançando, independente da concentração do peróxido de carbamida e do peróxido de hidrogênio, uma coloração equivalente no clareamento dental.

SWIFT *et al.*¹⁵ realizaram estudo placebo controlado de clareamento em dentes. Utilizaram peróxido de hidrogênio a 6% (30 min, 2 vezes ao dia por 6 semanas) simulando o clareamento caseiro convencional, com o intuito de comparar com um novo tratamento de peróxido de hidrogênio a 6% em uma faixa de polietileno CWS (*Crest White Strip*). A proposta do estudo foi comparar a segurança e eficácia do novo sistema em relação ao placebo controlado. Os resultados indicaram que o CWS promoveu significância estatística ao clareamento de dentes, conforme medida em imagens digitais durante duas, quatro e seis semanas.

DEMARCO *et al.*¹⁶ estudaram os efeitos do peróxido de carbamida *in vitro* e *in situ*. A proposta do estudo foi avaliar a microdureza, a dosagem de cálcio e a morfologia da superfície do esmalte humano quando submetido ao clareamento com peróxido de carbamida a 10%. Foram considerados 24 cortes de esmalte ($\pm 4 \text{ mm}^2$), obtidos de pré-molares recém extraídos. As amostras foram polidas com disco de lixa sob água resfriada. Após as leituras iniciais de microdureza, dois grupos foram criados e as amostras cobertas com peróxido de carbamida a 10%, por oito horas, durante a noite. Após a remoção do gel clareador, as amostras *in vitro* foram estocadas em água destilada e as amostras *in situ*, incluindo um dispositivo intra-oral, foram colocadas na cavidade oral de quatro voluntários. Estas seqüências cíclicas duraram quatorze dias. Após a conclusão do clareamento, novas leituras de microdureza foram realizadas em todas as amostras. A dosagem do cálcio foi avaliada após a retirada do gel clareador nos dias 1, 2, 7 e 8 a 14, usando um espectrofotômetro atômico de absorção. A morfologia da superfície foi observada a partir de duas amostras não tratadas e duas amostras de cada grupo experimental, clareadas. Análises estatísticas evidenciaram que as amostras clareadas *in situ*, mostraram microdureza similar às amostras não clareadas e dureza estatisticamente mais elevada que as amostras *in vitro*. A perda de cálcio na situação *in vitro* foi 40,32% maior que a situação *in situ*, mostrando maior alteração de superfície. De onde se conclui que os efeitos adversos do peróxido de carbamida no esmalte foram mais

evidentes nas amostras clareadas *in vitro*, e que as menores reações de agressividade na situação *in situ* pode ser atribuída ao efeito de remineralização da saliva.

NISHIURA *et al.*¹⁷ estudaram o efeito do clareamento encontrado em restaurações de base de resina, descoloridas *in vitro*. O efeito de clareamento, utilizando um sistema de ativação dupla, foi avaliado em nove restaurações estéticas de base de resina, as quais foram escurecidas com longa imersão em solução de pigmentação. Foram preparadas amostras em forma de disco de dois compostos de resina (*Z100/3M*, *Herculite XRV/Kerr*), dois compômeros (*Dyract AP/Dentsplay*, *F2000/3M*), dois ionômeros de vidro de resina modificada (*Fuji II LC/GC*, *Vitremer/3M*) e três cerâmicas poliméricas (*Estenia/Kuraray*, *Gradia/GC*, *Artglass/Heracus Kulzer*). Todas as amostras foram imersas em soluções de pigmentação (café) por quatro meses. Depois foram lavadas em água corrente e colocadas em banho ultra-sônico por trinta segundos, com secagem antes da medição de cor. O escurecimento de cada restauração foi avaliado com base no sistema de cor do laboratório CIE. Todas as restaurações (nº 9) apresentaram escurecimento após a imersão e todas as amostras escurecidas foram então clareadas com um sistema de dupla ativação de clareamento (*Hilite*, *Shofu-Japan*). Após o clareamento, as amostras foram lavadas em água corrente, secas e então medidas as cores novamente, tendo sido notada a maior diferença de cor em ionômero de vidro modificado com resina, seguido dos compômeros. Concluíram que o efeito do clareamento foi encontrado em todos os testes, sendo significativo para ionômero de vidro modificado com resina, compômeros e cerâmicos poliméricos, exceto para estenia e compósitos de resina.

KANEKO *et al.*¹⁸ fizeram um estudo para avaliar o efeito do percarbonato de sódio na descoloração de dentes despulpados. Utilizaram vinte dentes humanos extraídos, os quais foram imersos em sangue misturado com sulfeto de ferro. Os dentes foram divididos em três grupos testes e um grupo controle. Os agentes clareadores utilizados foram os seguintes: perborato de sódio ($\text{NaBO}_3\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) misturado com 30% de H_2O_2 ; percarbonato de sódio ($2\text{Na}_2\text{OO}_3\cdot \text{H}_2\text{O}_2$) misturado com água destilada e 30% de H_2O_2 . As substâncias foram trocadas com 5, 10 e 15 dias. Utilizou-se um colorímetro no terço médio da superfície vestibular antes, depois do manchamento e nos períodos de 5, 10, 15 e 20 dias. O perborato de sódio misturado com 30% de H_2O_2 mostrou o melhor

resultado. O percarbonato de sódio misturado com água e 30% de H₂O₂ foi significativamente melhor quando comparado com o grupo controle. Os resultados mostraram que o percarbonato de sódio pode ser usado como agente clareador sem a utilização do H₂O₂, podendo ser indicado como agente efetivo para o clareamento intracoronário.

1.4. Clareamento Dental à Laser

WHITE *et al.*¹⁹ compararam as temperaturas superficial e pulpar no clareamento de dentes utilizando *lasers*, luz halógena convencional e lâmpada de arco de plasma. Nove dentes molares e hígidos de boi foram esterilizados com raios gama, seccionados através do esmalte e da dentina em uma espessura de \pm 2 mm e escaneadas de 200 nm a 2500 nm com um espectrofotômetro. Foram medidas a transmitância (T) e a refletância (R). A absorbância (A) foi calculada para os comprimentos de onda dos *lasers* Alexandrita (377 nm), Argônio (488 nm), Nd:YAG (1064 nm) e Ho:YAG (2100 nm). Posteriormente, as faces vestibulares dos dentes foram cobertas com três agentes clareadores: o Opalescence X-tra, Shofu Hilite e Quasar Brite, de acordo com as instruções do fabricante e o espectro (ultravioleta/ visível/ infravermelho) pós-tratamento foi obtido com os mesmos métodos usados para o espectro pré-tratamento. O estudo *in vitro* concluiu que a ação química dos agentes clareadores aplicados na superfície do dente é acelerado pelo aumento de temperatura. Os dentes hígidos extraídos foram expostos à luz do arco de plasma e ao *laser* de diodo, de 10 a 60 segundos, utilizando-se potências de 2, 4 e 6 W, sendo os parâmetros seguros a potência 2 W e o tempo 30 s. Para luz de cura de baixa intensidade, a exposição ocorreu de 1 a 4 min. O *laser* de diodo demonstrou resultado de clareamento equivalente à luz de arco de plasma e ambos alcançaram isto em tempo significativamente menor que o tratamento com fotopolimerizador convencional. Concluiu-se que o procedimento mais seguro e efetivo deve ser alcançado com a combinação de alta temperatura em curto tempo ou baixa temperatura em tempo maior. O estudo dos efeitos de clareamento com *laser*, comparado ao uso de lâmpada de alta intensidade, não encontrou diferenças significativas no que diz respeito à cor.

PATYK *et al.*²⁰ estudaram a influência do clareamento nas propriedades mecânicas da dentina. O escurecimento foi realizado artificialmente com sangue e sulfato de cobre, onde foram utilizados cinquenta dentes bovinos, recém extraídos, divididos em dois grupos. O primeiro grupo foi tratado com uma pasta de clareamento à base de perborato de sódio e 30% de peróxido de hidrogênio e o outro não foi tratado (grupo controle). Os dois grupos foram submetidos à força necessária para causar a fratura do dente, o que serviu como critério para obtenção das propriedades mecânicas. Numa avaliação dos resultados, os testes mostraram que o ativado pelo LED provocou embricamento da dentina, reduzindo em 51% a força necessária para a fratura do dente. O escurecimento causado pelo sangue foi completamente eliminado e apenas uma leve mudança de cor foi observada no clareamento em dentes escurecidos por sulfato de cobre. Concluiu-se que: quando se trata de clareamento intrínseco do dente, deve-se levar em consideração o aumento do risco da fratura, bem como o tipo de mancha existente; o uso de materiais contendo cobre para limpeza do canal radicular pode conduzir ao escurecimento irreversível, portanto esses materiais não devem ser usados de forma prolongada.

LIZARELLI *et al.*²¹ estudaram a técnica de clareamento com *laser* e LED em dente não vitalizado em paciente do sexo masculino, cujo incisivo central superior foi manchado por tratamento endodôntico. O trabalho consistiu em usar o *laser* Er:YAG (2940 nm) com parâmetros de 500 mJ e 10 Hz para remoção da guta-percha e sujeira tampão intracoronária, por 70 segundos, acidificando a cavidade com a combinação de selante e resina fotopolimerizável, para prevenir o lançamento de oxigênio através dos túbulos dentinários. Posteriormente, o dente foi isolado com dique de borracha, recebendo uma camada de ± 2 mm de agente clareador (Opalescence X-tra), onde foi ativado pelo sistema LED azul (LEC 470-1, MM Optics, Brasil) por 60 segundos na superfície vestibular e lingual, respectivamente, permanecendo o agente clareador por mais 15 s no dente. No término da sessão, a cor do dente era A2 (escala Vita), em harmonia com os outros, concluindo que o uso do *laser* Er:YAG na preparação intracoronária resulta em dentina limpa e permeável, pronta para ser clareada e a técnica realizada com sistema LED azul, não gera calor ao interagir com o agente clareador, provendo segurança ao paciente e ao dentista, reduzindo o tempo de trabalho e oferecendo estética satisfatória.

1.5. Avaliação do Clareamento Dental Por Meio de Sistemas Colorimétricos

YAMAGUCHI e KATON²² fizeram um estudo fotocolorimétrico do clareamento vital. Neste estudo, a análise fotocolorimétrica foi conduzida para investigar, clinicamente, os efeitos do tempo e tipo de dente no clareamento vital. Pacientes que necessitavam de tratamento estético receberam clareamento vital em consultório. Os dentes foram examinados e suas cores medidas com um colorímetro MINOLTA, em um exame inicial, imediatamente após a aplicação do *Shofu Hilite*, estimando um valor de referência (linha de base) e depois de 1, 3 e 10 meses. As mudanças de cor foram calculadas em dados obtidos com a escala do laboratório CIE e, posteriormente, analisadas. Cento e vinte e três dentes de 22 pacientes foram examinados, cada paciente recebeu o clareamento de 1 a 5 vezes, com frequência de três aplicações. A variação da cor (ΔL) encontrou um valor máximo de 7,33 em relação à linha de base e então decresceu gradualmente para valores de 6,79; 6,18 e 5,47 após 1, 3 e 10 meses, respectivamente. Isto significou um decréscimo de 7,16 e 25% em relação aos valores iniciais. Estatisticamente, observou-se um incremento de cor dos dentes em relação ao valor referencial, mas o efeito diminuiu gradualmente com o tempo e a maior alteração foi observada nos caninos, em relação aos demais dentes.

GERLACH *et al.*²³ estudaram o clareamento de dentes superiores e inferiores com peróxido de hidrogênio, realizado no período de quatro semanas, duas vezes ao dia, em população diversa de jovens e adultos. Imagens digitais foram obtidas no início e durante o período de estudo para medir a mudança de cor $L^*a^*b^*$, por meio de análises longitudinais, em que 101 pessoas estudadas exibiram uma diversidade considerável no que diz respeito à idade (11 a 56 anos), à raça (49% não brancos) e ao gênero (59% feminino). Na primeira avaliação de resposta, houve variação do amarelo (Δb^*), evidente após uma semana e continuou até a 4ª semana. Em cada observação houve diferença significativa na medida base ($p < 0,001$), no que diz respeito ao brilho (luminosidade). Uma alta concentração de faixas foi bem tolerada, com mínima sensibilidade do dente (33%) e irritação gengival (31%), representando as reclamações mais comuns associadas ao tratamento.

SAGEL *et al.*²⁴ estudaram a comparação clínica do clareamento com peróxido de hidrogênio, em faixas de 6% e 5,3%, em dentes superiores tratados duas vezes por dia, durante duas semanas. A eficácia $L^*a^*b^*$ foi medida por análise de imagens digitais em 60 adultos, entre 19 e 85 anos. Os autores concluíram que a concentração *high water* de 6% de peróxido de hidrogênio, em gel, promoveu uma resposta clínica de variação Δb^* (amarelo) superior ao clareamento com concentração *low water* de 5,3%. Nas outras comparações de cor, também há superioridade na formulação de 6%, embora ambos os tratamentos tenham sido bem tolerados.

SHEARER *et al.*²⁵ compararam, *in vitro*, três métodos de clareamento para dentes não vitais escurecidos, usando 40 pré-molares extraídos e hígidos que sofreram manchamento artificial intrínseco com sangue. Os dentes foram divididos em quatro grupos. O 1º foi tratado com gel de peróxido de carbamida a 10%, levado num dispositivo próprio, 8 horas por dia. O 2º, com perborato de sódio misturado com água destilada, colocado no interior da câmara pulpar e trocado semanalmente. No 3º foi usado o gel de peróxido de carbamida a 10% no interior do dente, selado e trocado semanalmente e o 4º grupo foi tratado apenas com água destilada (grupo controle). Usando um colorímetro, a cor da superfície vestibular do dente foi gravada antes do clareamento e nos intervalos de 1, 7 e 14 dias. A cor foi computadorizada através do sistema $L^*a^*b^*$, onde concluíram que os maiores valores de L^* (branco) encontrados pelos quatro métodos foram no 1º, 2º e 4º grupos, comparando o L_0 a L_{14} . Os vários métodos tiveram efeito em dentes escurecidos por sangue e a maior mudança no brilho (luminosidade) foi encontrada usando perborato de sódio e água ($p < 0,001$).

1.6. Etiologia do Escurecimento Dental

De acordo com a localização e etiologia, as descolorações dentais são classificadas em extrínsecas e intrínsecas. O manchamento extrínseco é encontrado nas superfícies dos dentes, podendo ser provocado pela deposição de corantes provenientes de alimentos (chocolate, café, chá, vinho, tabaco) e também pela poluição ambiental, como no caso de trabalhadores em indústrias, ocorrendo manchamento verde, pela deposição de cobre e níquel, ou manchamento preto, pela deposição de ferro.

OLIVEIRA²⁶ cita que o processo de escurecimento dental ocorre devido à formação de estruturas quimicamente estáveis, responsáveis pela instalação progressiva de manchas na coroa dos dentes, sendo necessário interromper sua progressão e reverter esta estabilidade.

FAIEZ *et al.*²⁷ relatam que a descoloração proveniente de pigmentações dentinárias são características de uma etiologia multifuncional, que se manifesta devido à interação do complexo físico-químico entre os cromóforos e o tecido dental. Os autores fazem uma citação quanto à sensibilidade dentinária decorrente do clareamento de dentes vitais, referindo-se à mesma como um efeito adverso da técnica, ressaltando a importância do profissional em atualizar seus conhecimentos no que se refere às etiologias, apresentações clínicas e às diversas modalidades de pigmentações dentárias.

O manchamento intrínseco é devido à presença de material cromógeno no interior do esmalte ou dentina, podendo ser classificado em pré e pós-eruptivo. Os exemplos mais característicos de manchamentos pré-eruptivos são os decorrentes da fluorose e uso de tetraciclina durante a odontogênese. A dentinogênese e amelogênese imperfeitas também são causas de manchamentos, bem como desordens hematológicas do tipo eritroblastose fetal e talassemia.

Como causa de manchamento intrínseco pós-eruptivo, tem-se o trauma, com hemorragia pulpar nos túbulos dentinários, envelhecimento natural, bem como pigmentações por restaurações de amálgama ou cáries.

GOLDSTEIN²⁸ alertou para o risco da terapia com minociclina, um tipo de tetraciclina que, com uma semana de ingestão, levou à séria descoloração dental em paciente adulto.

Nas alterações cromáticas por uso de medicação, em especial à tetraciclina, pode ser observada uma reação química através da quelação do sal de tetraciclina com os íons de cálcio, determinando a formação de ortofosfato de tetraciclina, segundo FORTUNA *et al.*²⁹.

PAIVA e ANTONIAZZI³⁰ relatam que o sangue proveniente das hemorragias pulpares sofre decomposição no interior da câmara pulpar. Nesta degradação, há liberação de ferro que dará origem, por meio de reações químicas, a um composto químico negro conhecido como sulfeto de ferro. Esta

substância possui baixa solubilidade e alto poder de penetração nos canalículos dentinários, tornando a estrutura dental mais pigmentada.

1.7. Mecanismo de Ação do Peróxido de Hidrogênio

Pesquisas recentes indicam que o princípio ativo origina-se de um processo bioquímico de oxi-redução, chamado de pré-reação peroxidil, onde as macromoléculas das manchas são rapidamente oxidadas e fragmentadas em porções menores, então difundidas para a superfície dentária, resultando no clareamento (figura 1).

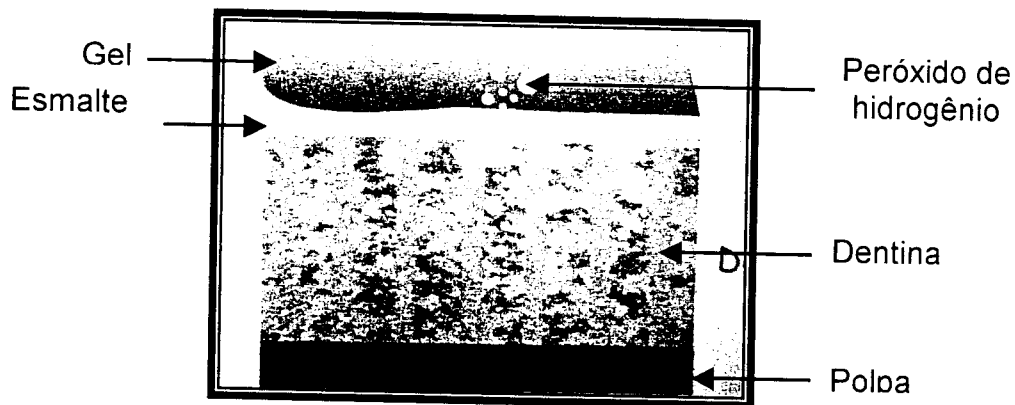


Figura 1: Mecanismo de penetração do peróxido de hidrogênio³¹.

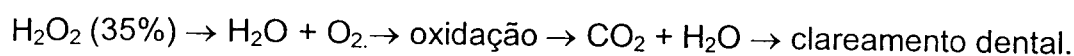
HAYWOOD E HEYMANN⁵ citam que soluções de peróxido fluem livremente através do esmalte e dentina, devido baixo peso molecular (30 g/mol). A uréia, que é observada em alguns tipos de clareadores dentais, também possui um baixo peso molecular (64 g/mol) e tem sido utilizada como anti-séptico bucal, devido ao seu efeito sobre as bactérias e placas. Para a compreensão dos processos envolvidos é importante entender melhor algumas dessas reações que ocorrem durante o clareamento.

Durante o início do processo de clareamento, compostos com anéis de carbono altamente pigmentados são abertos e convertidos em cadeias carbônicas lineares que se apresentam com uma coloração mais clara e estrutura menor. Os compostos carbônicos com dupla ligação, usualmente, se apresentam com uma coloração amarelo/ amarelo-escuro, e quando fragmentados são convertidos em grupos de hidroxila que são, geralmente, incolores, segundo BARATIERI *et al.*³².

BARATIERI *et al.*³² citam que clareadores à base de peróxido de hidrogênio têm a oxidação como principal processo químico envolvido no clareamento, o qual os produtos orgânicos são, eventualmente, convertidos em CO₂ e água.

Entretanto, FRECCIA *et al.*³³, relatam também a ocorrência de uma reação de redução para esse processo, na qual ocorre a diminuição de íons positivos.

Segundo SEALE *et al.*³⁴, o clareamento dental é conseguido através de uma reação de oxidação, na qual os materiais orgânicos são eventualmente convertidos em dióxido de carbono e água:



1.8. Correlação da Cor ao Estímulo Visual

Um sistema popular para determinação visual de uma cor é o sistema de cor HSB (Hue – matiz, Saturation – saturação ou croma, Brightness – luminosidade), onde os parâmetros estão representados em três dimensões: matiz, croma (relaciona-se à quantidade de corante presente no pigmento) e valor (quantidade de claro, *lightness*, ou de escuro, *darkness*, de uma cor). Quando considerado um cilindro, um eixo acromático (ou sem cor) se estende através do centro deste cilindro, sendo a cor branca pura no topo e a preta pura na porção inferior (figura 2).

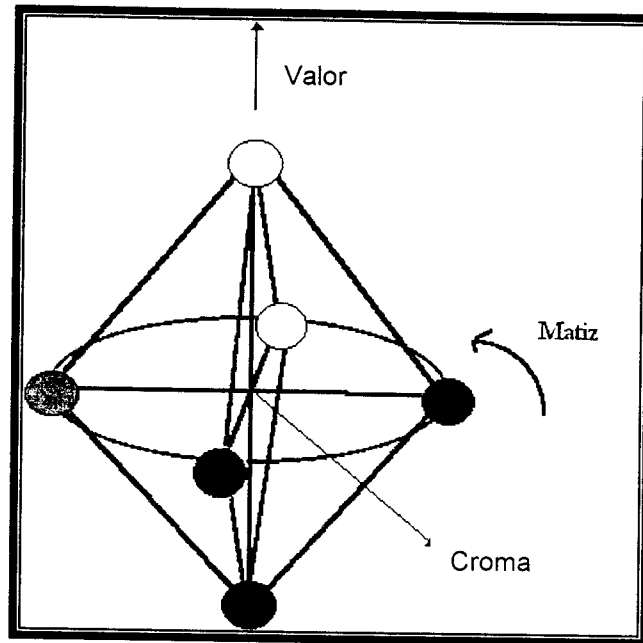


Figura 2: Dimensões perceptuais de cor: croma, matiz e valor³⁵.

Uma série de tonalidades de cor cinza, progredindo do preto ao branco, conecta estas extremidades. A matiz ou nuance está arranjada ao redor deste eixo e orientada como uma roda, e dentro de cada matiz, as cores estão arranjadas em escalas de acordo com sua luminosidade (claro-escuro) e sua saturação³⁶.

À medida que a saturação aumenta para fora da roda, a intensidade do pigmento aumenta, de acordo com o diagrama de cromaticidade (figura 3).

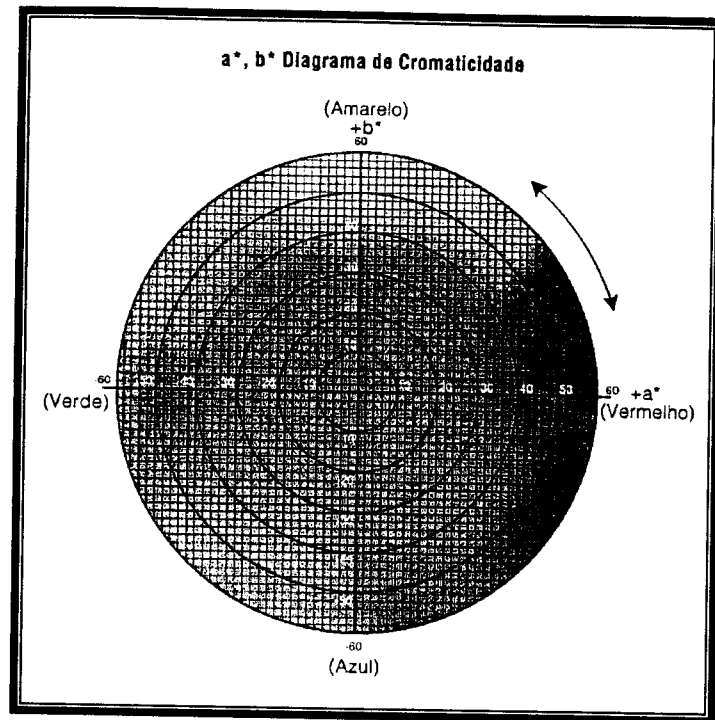


Figura 3: Diagrama de cromaticidade no sistema $L^*a^*b^*$ ³⁷.

A luz é uma forma de energia eletromagnética visível ao olho humano.

O padrão de resposta óptica ou cerebral incide sobre uma faixa muito estreita do espectro eletromagnético. A variação de ondas eletromagnéticas entre 360 nm e 760 nm pode ser perfeitamente discernível a olho nu, sendo as cores violeta, azul, verde, amarela, laranja e vermelha perfeitamente distinguíveis ao olho humano³⁸ (figura 4).

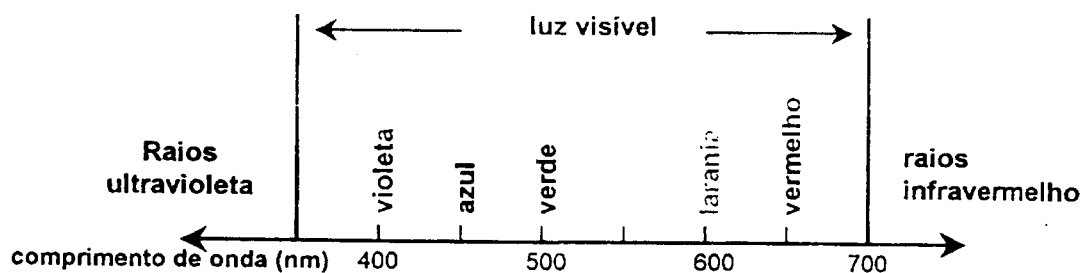


Figura 4: Diagrama das bandas de cor e comprimentos de onda da luz visível³⁸.

As variações de nuances são mais difíceis de se estabelecer limites claros. A percepção da cor de um objeto é resultante de uma resposta fisiológica frente a um estímulo físico. O olho humano pode detectar diferenças em cor,

geralmente melhor do que a maioria dos instrumentos disponíveis. Nosso olho, então, é capaz de distinguir diferenças em três parâmetros decor: o comprimento de onda dominante, a refletância luminosa, e a pureza de excitação³⁶.

O comprimento de onda (λ) dominante de uma cor representa o comprimento de onda de uma luz monocromática que, quando misturada em proporções adequadas com uma cor acromática (cinza), irá combinar com a cor vista.

A refletância luminosa de uma cor permite que um objeto seja classificado como equivalente a um membro de uma série de objetos acromáticos, variando da cor preta à branca por objetos difusores da luz e da cor preta à perfeitamente clara, e sem cor para objetos transmissores de luz. Um padrão preto possui refletância luminosa zero (0) e o branco, cem (100). Esta atribuição de percepção de cor é denominada de claroescuro, ou valor em um sistema visual de medida de cor.

A pureza de excitação ou saturação (croma) de uma cor descreve o grau de sua diferença da percepção de cor acromática que mais a faz lembrar. Esta atribuição de percepção de cor é também conhecida como pureza, intensidade do pigmento, saturação ou croma. Dessa forma, a saturação é completamente separada tanto da matiz, quanto do claroescuro, sendo que este atributo define vividez: as cores se alternam do opaco para o brilho à medida que nos distanciamos do centro do espaço de cor³⁹.

Os comprimentos de onda, refletância luminosa e pureza de excitação para o dente humano são, respectivamente: 566 a 586 nm (amarelo), 35,8 a 44,8 lm e 0,84 a 0,40⁴⁰.

Sendo o dente humano coincidente na faixa amarela da luz visível, nos interessa saber que a cor amarela, segundo o sistema de cor de MUNSELL (figura 5), é a única cor que indica máxima saturação para o nível máximo de claridade, isto quer dizer que se enxerga bem claro e amarelo um dente esteticamente agradável, indicando valores de brilho e saturação elevados, pois quanto mais afastados de zero (0) maior a distância da cor acromática cinza, sendo o que se espera no clareamento dental.

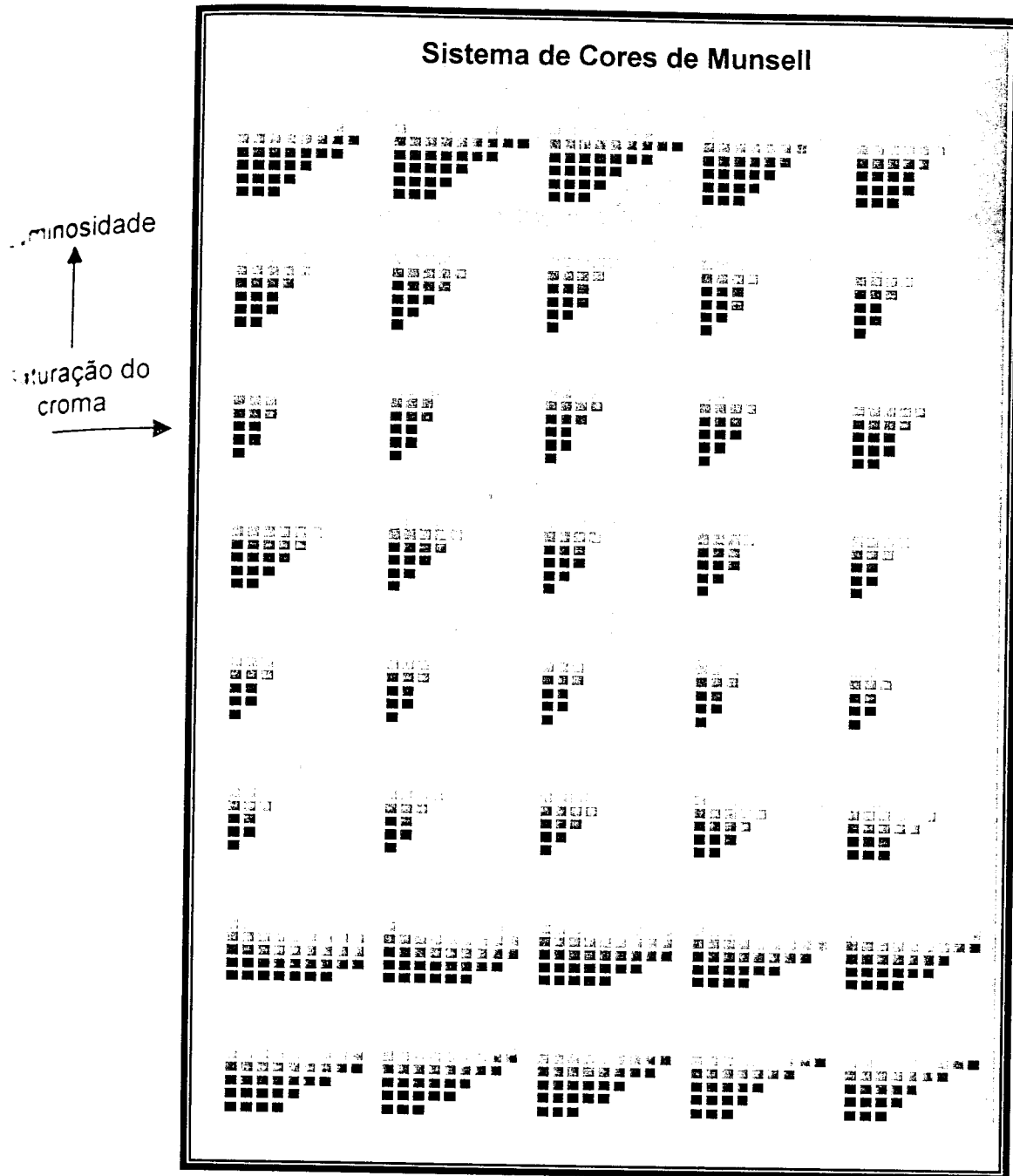


Figura 5: Sistema de cor de Munsell⁴¹.

O valor de claro-escuro (claridade), no sistema CIE $L^*a^*b^*$, é determinado, primeiro, pela seleção de um padrão que mais se aproxima da claridade ou escuridão da cor, variando do branco (10) ao preto (0). Os valores de saturação variam da cor sem saturação ou cinza (0) à cor altamente saturada (18). A matiz ou nuance é medida em uma escala de 2,5 a 10, com incrementos de 2,5 para cada uma das dez famílias de cores (vermelha (R); amarela-vermelha

(YR); só amarela (Y); verde-amarela (GY); verde (G); azul-verde (BG); azul (B); roxa-azul (PB); roxa (P); vermelha-roxa (RP)).

No espaço de cor $L^*a^*b^*$, as diferenças são expressas em valores numéricos. Os valores de a^*b^* aparecem no plano horizontal e o valor de L^* é representado no eixo vertical. Um esquema simplificado disto pode ser observado na figura 6.

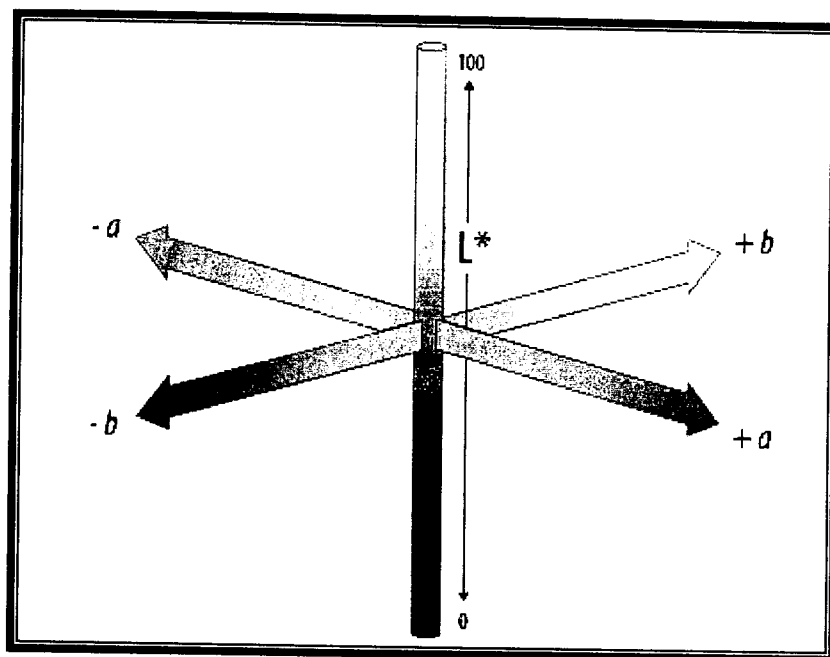


Figura 6: Diagrama do sistema CIE $L^*a^*b^*$ de cores⁴².

O sistema CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) é um sistema de padronização baseado nas categorias de cores. Neste sistema, o estímulo de cor provocado por objetos coloridos, como percebido por um observador padrão sob uma fonte de luz padronizada, é expresso por três valores tridimensionais x , y e z . Estes três valores identificam a cor de um objeto como uma mistura das luzes primárias, as quais combinam-se visualmente.

A avaliação humana é considerada relativamente subjetiva e precária quando da análise da coloração dos dentes. Muitos métodos são utilizados para avaliar mudança de coloração que inclui: projeção de slides fotográficos, fotografia convencional, posição visual de grupo e comparação através de escala de cores. Atualmente, encontramos métodos de avaliação na coloração dos dentes que são utilizados com ajuda de sistemas colorimétricos.

Segundo DONALD *et al.*⁴³, o benefício do uso de tal tecnologia como um meio de avaliação de coloração de dentes, em estudos de clareamento, apresenta grande objetividade. A avaliação humana pode sofrer influência do ambiente ou de variáveis como idade, fadiga ocular, experiência ou fisiologia, como a deficiência na distinção de cores pela variante no número de bastonetes e cones contidos no interior do globo ocular.

MATSUKAWA *et al.*⁴⁴ compararam a cor do incisivo central superior de dentes artificiais (5 marcas comerciais) e naturais para vários grupos etários. A cor ($L^*a^*b^*$) de cinco regiões, cada uma com 1,0 mm de diâmetro, foi medida de acordo com os espaços de cor CIE $L^*a^*b^*$. Primeiramente, a luminosidade (claro escuro), expressa pelo L^* na escala de cor Vita A3 dos dentes artificiais, foi comparada com as dos dentes naturais para a geração mais jovem, abaixo dos 30 anos de idade. Logo após, as distribuições de claro-escuro para todas as tonalidades de cada dente artificial foram comparadas àquelas, dentro dos valores de desvio padrão, dos dentes naturais para todas as idades. Os autores puderam concluir que os valores de L^* , para a escala de cor Surpass A3, foram mais altos para as cinco regiões estudadas e consistentes com os valores dos dentes naturais para a geração jovem. Os valores de L^* para seis tonalidades da escala Surpass estavam ainda distribuídos dentro dos valores médios de desvio padrão para os dentes naturais de todas as idades.

O'KRAY *et al.*⁴⁵ realizaram estudo para comparar um novo sistema de combinação de cores com o sistema convencional, utilizando a escala Vita de cor. Os dentes foram medidos com o sistema Macbeth Color-eye 7000 para determinar os parâmetros de cor CIE $L^*a^*b^*$. Três dentistas treinados selecionaram a melhor tonalidade para combinar com o incisivo central superior direito de 30 pacientes. Cada paciente foi avaliado sob luz do dia e três imagens foram obtidas de cada paciente. Os valores de CIE $L^*a^*b^*$ da tonalidade dos dentes foram obtidos com o uso de um espectrofotômetro (Colortron II). Os valores de ΔE , definido como a variação de todas as cores, calculados entre os dentes naturais e a escala de cor dos dentes, foram comparados com a melhor seleção visual dos dentistas, resultando em um valor médio de $\Delta E = 1,88$. Os autores comentaram que estudos anteriores indicaram que os valores de ΔE no limite de 2 a 3,5 são clinicamente aceitáveis. Como conclusão, o sistema utilizado

nesta pesquisa estava de acordo com o sistema convencional visual de escala de cores Vita.

PELINO *et al.*⁴⁶ caracterizaram propriedade óptica e cor de dentina em diferentes condições (sadia, cariada e reparada). Para isto utilizaram um espectrofotômetro com esfera integradora. As medidas de refletância de 400 a 700 nm foram utilizadas para determinar os valores de cor CIE L*a*b* com parâmetros de um observador padrão de 2° para um iluminante D65 (D65 é o padrão iluminante para luz do dia). Foram encontradas diferenças significantes em L* e em a*, sem diferenças em b*. Os autores concluíram que a refletância no limite visível (400 a 700 nm) da dentina cariada diferiu da dentina sadia e reparada.

WHITE *et al.*¹⁹ realizaram um estudo *in vitro* utilizando dentes bovinos para testar a efetividade e segurança do clareamento dental com diferentes tipos de *laser*. Os autores utilizaram um espectrofotômetro com esfera integradora para a análise de cor dos corpos de prova antes e depois do clareamento. Os dentes foram imersos em uma solução escurecedora (café, chá, vinho tinto e tabaco) por cinco dias, em estufa a 37°C. Os valores de cor CIE L*a*b* para um observador padrão a 2° para um iluminante D65, iniciais e finais, foram analisados. A média do valor de L*, para as amostras manchadas pela imersão na solução, foi 85 (±5) e após o clareamento, esse valor foi 91 (±5). A análise estatística não revelou nenhuma diferença significativa entre os valores inicial e final de L*. Os valores de a* e b* dos dentes manchados encontravam-se dentro do espaço da cor amarela e verde, e após o clareamento houve uma mudança na cor dos dentes do amarelo-vermelho na direção do verde-azul. Todos os corpos de prova apresentaram um aumento efetivo no valor de L* e uma diminuição nos valores de a* e b*. Este trabalho mostrou que o espectrofotômetro analisa de maneira mais precisa e confiável quando comparado com o olho humano.

HORN *et al.*⁴⁷ realizaram estudo em que foi avaliada a coloração de 20 elementos dentais extraídos. Fizeram uma análise comparativa entre um espectrofotômetro e a avaliação humana. Os resultados obtidos mostraram que a avaliação realizada através de um espectrofotômetro é muito mais precisa quando comparada a uma avaliação realizada por voluntários humanos.

AMECHI e HIGHAM⁴⁸ realizaram um estudo para verificar o poder de clareamento de uma substância alcalina, NaCl diluição de 1:10, comparada com

água deionizada. No estudo, utilizaram 40 dentes humanos extraídos e, posteriormente, manchados com uma solução de chá. As amostras foram divididas, aleatoriamente, em dois grupos de 20 elementos dentais. As colorações dos dentes foram registradas antes do clareamento por meio de um aparelho espectrofotômetro Shade Eyw – Ex[™] Dental Chroma Meter. O aparelho registrava, de imediato, a coloração dos dentes de maneira quantitativa em variações de tempo (0, 60, 120 e 180 s) de imersão nas substâncias. O grupo tratado com NaCl apresentou despigmentação de acordo com a avaliação ANOVA ($p < 0,05$). Na conclusão, os autores exaltaram o grande potencial de avaliação da coloração do aparelho ShadeEye-Ex Dental Chroma Meter, quantitativamente, na avaliação da descoloração dos dentes por produtos clareadores.

GIAMBRO *et al.*⁴⁹ mediram, quantitativamente, a cor do esmalte com fluorose, por intermédio de refletância luminosa, utilizando um aparelho medidor de saturação. Além disso, caracterizaram o esmalte por MEV. Os autores puderam observar que a cor dos dentes foi significativamente diferente comparando-se com a cor normal do dente.

O'BRIEN *et al.*⁴⁰ conduziram um estudo para determinar a distribuição da cor dos dentes humanos em três regiões (cervical, terço médio e incisal) e expressaram os resultados em notação do sistema Munsell e também com diferenças de cor nos sistemas CIE 1976 L*a*b* e CIE ΔE^* . Os dados espectrais foram obtidos utilizando-se um espectrofotômetro com uma esfera integradora. Os autores puderam concluir, com a análise de variância, que houve diferença estatisticamente significativa de cor entre as regiões estudadas, e que estas diferenças também puderam ser notadas clinicamente.

2. OBJETIVO

O objetivo do estudo, *in vitro*, é avaliar a influência e eficácia das fontes de luz LED (470 nm) e *laser* de diodo (808 nm) no processo de clareamento dental, em combinação com os agentes clareadores Whiteness HP e Opalescence X-tra, por meio da variação dos parâmetros $L^*a^*b^*$ no sistema CIELab, verificando o efeito da irradiação sobre os agentes clareadores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Agentes Clareadores

Foram utilizados os seguintes agentes clareadores:

- *Whiteness HP (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Brasil)*

Peróxido de hidrogênio a 35%, de uso exclusivo em consultório, produto com alto poder de branqueamento que pode ser utilizado tanto com ativação por luz ou calor, quanto sem fonte auxiliar externa. Apresenta-se na forma de gel, resultante da mistura de 3 gotas de peróxido de hidrogênio para 1 gota de espessante, com pH na faixa de 6,0 a 7,0. O espessante é um corante orgânico que atua como indicador de tempo, cuja cor sofre alteração do vermelho para incolor (figura 7).



Figura 7: Whiteness HP (FGM).

- *Opalescente X-tra (Ultradent Products Inc, Utah, USA)*

Peróxido de hidrogênio a 35%, de uso exclusivo em consultório, produto com alto poder de branqueamento que pode ser utilizado tanto com ativação por luz ou calor, quanto sem fonte auxiliar externa. Possui pH na faixa de 6,0 a 7,0. Apresenta coloração vermelho-alaranjada, com características de gel e viscosidade alta. Contém carotene, uma substância pigmentante para converter luz em calor, segundo o fabricante (figura 8).

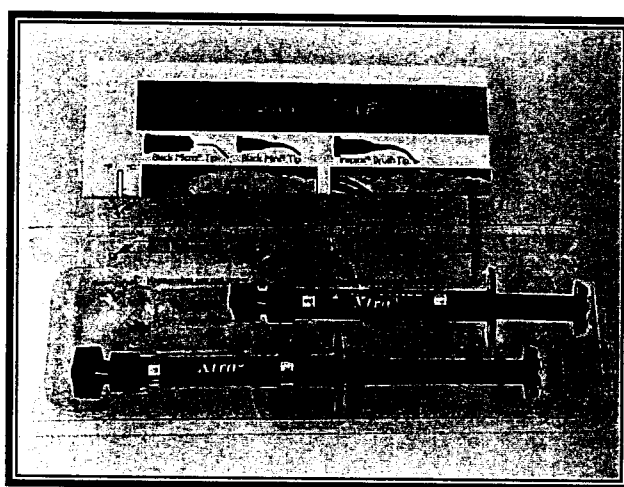


Figura 8: Opalescence X-tra (Ultradent Products Inc, Utah, USA).

3.2. Fontes de Luz

A luz ambiente foi considerada controle e as duas fontes de luz utilizadas para o tratamento foram as seguintes:

3.2.1 LED (*Light Emittion Diode*)

Fonte de luz fria de coloração azul, emissora no $\lambda = 470$ nm, composta de 8 LEDs, $I = 32$ cd, $P = 41$ mW perto da fonte, modo de emissão contínuo, modelo *Laser Light* - Kondortech (figura 9).



Figura 9: LED (modelo Laser Light, Kondortech), pertencente ao Laboratório Especial de Laser em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

3.2.2 Laser de Diodo

Emite no $\lambda = 808$ nm, com potência máxima de 15 W, sistema de entrega por fibra ótica, com peça de mão de abertura de 6 mm de diâmetro para o feixe e divergência de 76 mrad (ângulo total). O modo de emissão é contínuo, incremento de potência igual a 0,1 W, duração do pulso de 0,02 até 30 segundos e laser guia de 635 nm com 3 mW, modelo *Lasering L-808* (figura 10).



Figura 10: Laser de diodo (modelo Lasering L-808) pertencente ao Laboratório Especial de Laser em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e aparelho medidor de potência, à esquerda, pertencente ao IPEN.

3.3. Equipamento Para Leitura de Cor

Para a leitura de cor foi utilizado um espectrofotômetro, modelo Cintra 10, com sistema fotométrico de duplo feixe, fonte de luz de tungstênio/ deutério, intervalo de 190 a 1000 nm (figura 11).

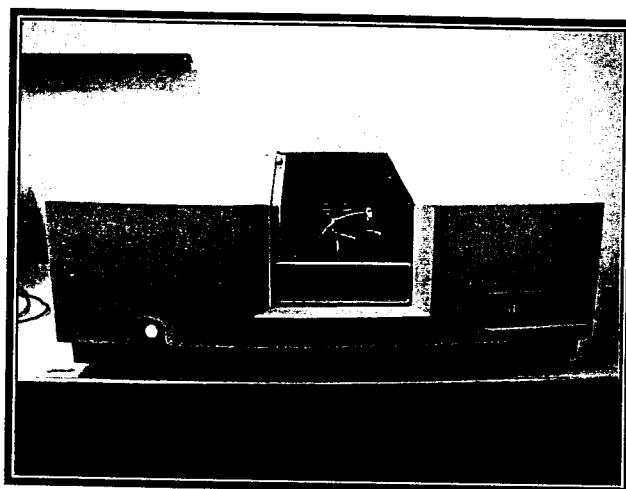


Figura 11: Espectrofotômetro (modelo Cintra 10). Pertencente ao Departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia de Universidade de São Paulo.

O espectrofotômetro é um equipamento para medição de transmitância, absorbância e refletância de uma amostra em função do comprimento de onda da radiação eletromagnética. Existem dois tipos de espectrofotômetro: os convencionais e os de diodo, seus componentes são:

- ✓ Uma fonte que gere uma banda larga da radiação eletromagnética;
- ✓ Uma área de amostra;
- ✓ Um ou mais detectores para medir a intensidade da radiação;
- ✓ Um esquema de dispersão que selecione a radiação da banda larga da fonte para um comprimento de onda particular.

3.4. Amostras

Foram utilizados 60 dentes incisivos centrais inferiores bovinos, com área superficial de 2,25 cm², adquiridos em um frigorífico de Bauru (figura 12).

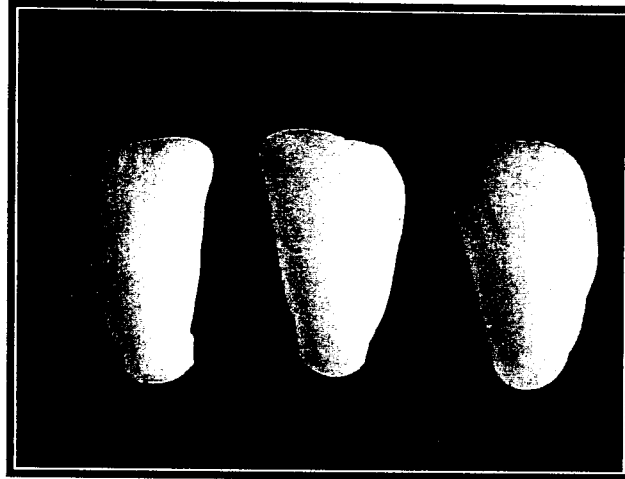


Figura 12: Amostras na fase inicial do experimento.

3.5. Solução Escurecedora

Como solução escurecedora utilizou-se uma mistura, em suspensão, de chá preto, tabaco, café em pó, coca-cola e vinho tinto (figura 13).

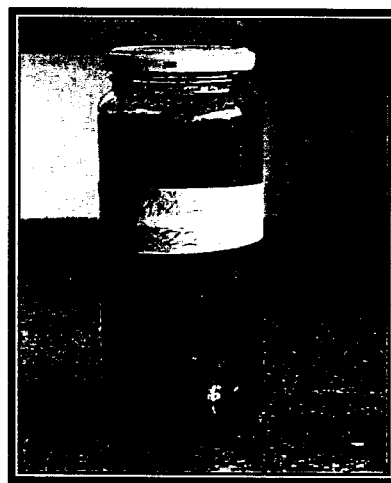


Figura 13: Solução, em suspensão, para escurecimento das amostras.

3.6. Demais Materiais

Também foram utilizados caneta de baixa rotação com peça reta e contra ângulo (DABI ATLANTE); caneta de alta rotação (DABI ATLANTE); micromotor; estufa; resina acrílica autopolimerizável (DENCOR); cola *super-bond*[®] (3M); discos de carborundum; taça de borracha (KG SORENSEN); escovas de Robinson (KG SORENSEN); pedra-pomes (SSWHITE); água destilada; pinça clínica nº 317 (DUFLEX); papel absorvente (KLIN); aplicadores dobráveis descartáveis (MICROBRUSH) e explorador (DUFLEX).

3.7. Preparação das Amostras

Os 60 dentes coletados foram lavados e submetidos à profilaxia, os quais foram limpos com uma escova de Robinson, pedra pomes e água. Em seguida, seccionados à altura da junção amelo-cementária e feita remoção do tecido da câmara pulpar, sendo obliterados com resina acrílica auto-polimerizável e *super-bond*[®], para um perfeito vedamento. Antes de qualquer intervenção, foram armazenados em água destilada a fim de hidratá-los.

As amostras foram removidas da solução, colocadas sobre um papel absorvente para remoção do excesso de água destilada, numeradas de 1 a 60 e levadas pela primeira vez ao espectrofotômetro, onde foi executada a primeira medida de cor, por meio dos parâmetros $L^*a^*b^*$, registrando-se os respectivos resultados iniciais (figura 14).



Figura 14: Dentes numerados e escurecidos.

Posteriormente, os espécimes foram imersos em um único recipiente contendo uma mistura com suspensão de café em pó, chá preto, tabaco, coca-cola e vinho tinto, por 7 dias, em estufa a 37°C. O recipiente foi agitado, diariamente, para que não ocorresse a decantação dos produtos mais densos, assegurando, também, a uniformização da ação do agente escurecedor na totalidade dos dentes.

Em seguida, as amostras já escurecidas foram levadas pela segunda vez à leitura de cor, usando o mesmo espectrofotômetro (figura 15).

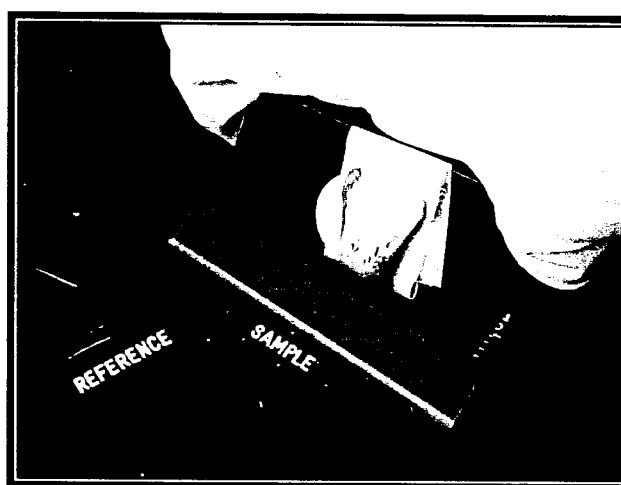


Figura 15: Leitura dos dentes escurecidos.

A partir daí, os espécimes foram divididos em 6 grupos de 10 elementos, os quais receberam tratamento clareador diferenciado, de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1: Grupos Agente/ Irradiador

Agente\ Irradiador	Controle	LED	Laser
<i>Opalescence X-tra</i>	Grupo I	Grupo III	Grupo V
<i>Whiteness HP</i>	Grupo II	Grupo IV	Grupo VI

3.8. Tratamentos Clareadores

Os grupos I e II foram considerados controles, sendo utilizados os agentes clareadores Opalescence X-tra e Whiteness HP, respectivamente, por 10 minutos.

Os grupos III e IV, cujos agentes foram Opalescence X-tra e Whiteness HP, respectivamente, foram irradiados com LED, no modo contínuo, por 3 minutos, permanecendo o agente clareador por mais 7 minutos no dente. A luz LED, $\lambda = 470$ nm, emite 32000 milicandelas (aproximadamente 47 mW perto da fonte de luz).

O grupo V foi irradiado no modo contínuo com *laser* de diodo, por 30 s, potência de $P = 1,6$ W, densidade de energia ou fluência de $D = 21,3$ J/cm², usando-se Opalescence X-tra no dente durante 7 minutos, repetindo-se a ativação do *laser* seguindo os mesmos parâmetros anteriores.

O grupo VI também foi irradiado com *laser* de diodo, por 30 s, $P = 1,6$ W e $D = 21,3$ J/cm², porém usando-se o Whiteness HP, deixando-o em posição no dente por 7 minutos e repetindo a aplicação do gel e do *laser* seguindo os mesmos parâmetros.

Os clareadores foram aplicados nas superfícies vestibulares dos dentes, numa espessura aproximada de 2 mm, com auxílio dos aplicadores dobráveis descartáveis.

As duas fontes de luz foram utilizadas numa angulação perpendicular à da face vestibular do dente, em toda superfície a ser clareada, realizando com a fibra óptica do *laser* de diodo um movimento de varredura de mesial para distal e de apical para incisal, cobrindo toda a área vestibular já com material clareador.

Após o clareamento concluído (figura 16), todas as amostras foram levadas à leitura de cor em concordância com o sistema CIE L*a*b*, com o mesmo espectrofotômetro utilizado nas leituras anteriores. Os resultados finais, juntamente com os anteriores (inicial e escurecidos), foram avaliados estatisticamente por análise multifatorial. Os valores de L*a*b* obtidos foram organizados em tabelas e gráficos, onde o valor de L* representou o claro/escuro (do branco puro ao preto puro); o de a* representou intensidade da cor do verde ao vermelho; e o de b* representou o eixo amarelo ao azul. Também foram obtidos os valores de ΔL^* (variação da luminosidade), que representa o quanto

clareou do escurecido ao final e o ΔC^* (variação da saturação ou croma), obtidos a partir dos valores de a^* e b^* , onde $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

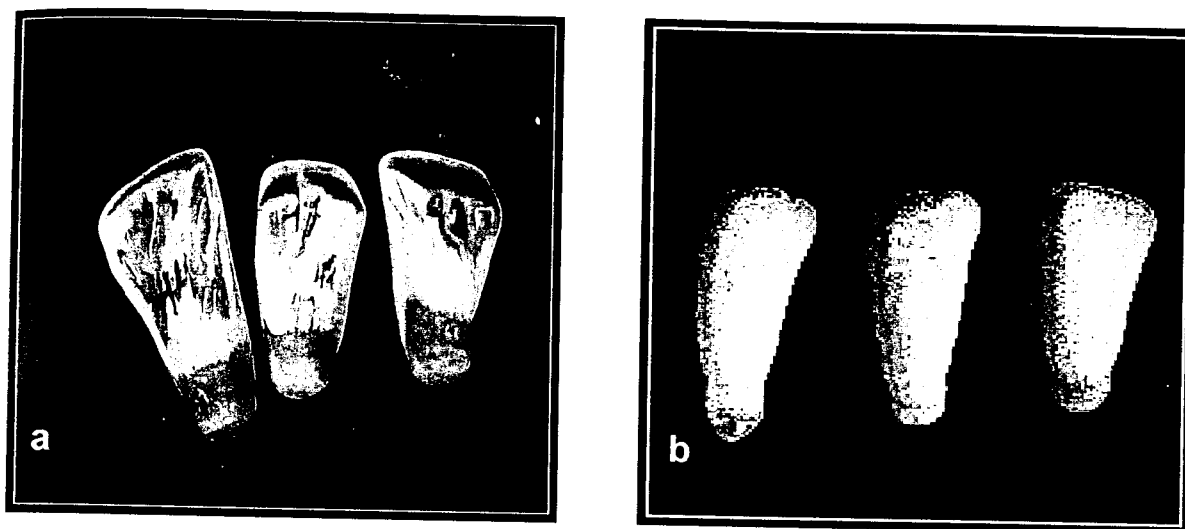


Figura 16: Amostras do grupo V, laser + Opalescence X-tra.

(a) escurecido; (b) final, após clareamento.

4. RESULTADOS

4.1. Leitura Inicial

LEITURA INICIAL			
	L*	a*	b*
DENTE i1	90,82	0,99	13,12
DENTE i2	88,31	0,95	13,79
DENTE i3	90,09	0,74	11,48
DENTE i4	93,89	0,01	10,46
DENTE i5	91,18	0,57	11,72
DENTE i6	92,07	0,54	11,56
DENTE i7	90,94	0,78	11,37
DENTE i8	90,37	0,64	11,28
DENTE i9	90,61	0,77	10,45
DENTE i10	89,76	1,06	13,16
DENTE i11	91,50	0,74	11,16
DENTE i12	92,08	1,22	10,77
DENTE i13	93,81	0,85	11,55
DENTE i14	91,44	0,21	12,20
DENTE i15	91,85	1,70	12,59
DENTE i16	95,08	1,68	11,57
DENTE i17	96,46	0,64	7,82
DENTE i18	94,58	0,95	11,56
DENTE i19	90,38	0,09	11,47
DENTE i20	91,99	1,25	13,39
DENTE i21	94,49	0,71	8,59
DENTE i22	88,66	1,39	8,53
DENTE i23	91,95	1,12	12,26
DENTE i24	90,93	1,33	11,70
DENTE i25	94,42	0,03	11,91
DENTE i26	92,60	1,50	10,13
DENTE i27	92,15	0,29	11,57
DENTE i28	84,31	1,26	14,79
DENTE i29	93,43	0,73	11,82
DENTE i30	89,90	1,05	14,64

LEITURA INICIAL			
	L*	a*	b*
DENTE i31	92,41	1,10	13,18
DENTE i32	92,37	1,25	9,81
DENTE i33	95,45	1,19	11,93
DENTE i34	91,38	0,67	13,61
DENTE i35	89,29	0,11	12,35
DENTE i36	85,61	1,79	16,13
DENTE i37	86,01	1,18	16,08
DENTE i38	89,76	1,27	16,53
DENTE i39	91,24	0,40	12,57
DENTE i40	92,40	1,22	13,93
DENTE i41	91,77	1,78	13,72
DENTE i42	93,90	1,06	11,96
DENTE i43	88,51	2,42	18,18
DENTE i44	90,37	0,81	14,22
DENTE i45	89,20	0,48	11,95
DENTE i46	92,89	0,39	13,81
DENTE i47	91,79	0,57	11,32
DENTE i48	88,38	1,79	15,46
DENTE i49	92,33	0,22	12,32
DENTE i50	89,40	0,97	13,38
DENTE i51	91,25	0,21	13,06
DENTE i52	85,85	1,28	13,99
DENTE i53	90,64	0,71	14,30
DENTE i54	88,18	2,47	14,93
DENTE i55	93,13	0,94	9,91
DENTE i56	85,23	1,79	18,18
DENTE i57	89,62	1,25	14,72
DENTE i58	92,94	1,59	13,02
DENTE i59	90,11	1,88	15,20
DENTE i60	89,96	2,61	18,21

4.2. Leitura Após Escurecimento

DENTE ESCURECIDO			
DENTE (E)	L*	a*	b*
DENTE E1	71,75	6,11	22,66
DENTE E2	83,06	3,46	24,21
DENTE E3	80,01	4,95	22,97
DENTE E4	63,21	11,89	35,55
DENTE E5	70,65	7,11	26,58
DENTE E6	69,67	6,18	27,2
DENTE E7	79,81	3,76	20,39
DENTE E8	77,19	4,89	20,1
DENTE E9	83,48	2,63	20,75
DENTE E10	81,87	3,09	20,09
DENTE E11	69,56	8,08	28,80
DENTE E12	76,82	4,69	21,06
DENTE E13	81,89	3,25	17,33
DENTE E14	79,60	2,19	19,13
DENTE E15	87,05	2,81	16,46
DENTE E16	85,03	3,14	17,98
DENTE E17	75,05	5,00	25,98
DENTE E18	86,32	2,77	19,51
DENTE E19	72,18	5,75	23,89
DENTE E20	85,18	3,31	24,24
DENTE E21	79,55	2,94	20,89
DENTE E22	88,00	2,43	18,02
DENTE E23	70,93	7,93	24,71
DENTE E24	80,20	2,96	17,71
DENTE E25	86,36	1,58	19,02
DENTE E26	84,54	2,33	16,99
DENTE E27	62,25	9,57	28,53
DENTE E28	71,45	5,72	26,48
DENTE E29	82,18	2,86	20,29
DENTE E30	82,03	2,31	17,34

DENTE ESCURECIDO			
DENTE (E)	L*	a*	b*
DENTE E31	86,17	3,05	17,66
DENTE E32	73,17	5,86	26,58
DENTE E33	79,72	5,6	24,48
DENTE E34	82,09	3,05	17,02
DENTE E35	84,49	2,32	17,79
DENTE E36	82,22	2,5	17,94
DENTE E37	77,48	3,41	18,56
DENTE E38	77,07	4,59	24,78
DENTE E39	67,68	8,78	30,2
DENTE E40	84,4	2,82	20,35
DENTE E41	83,38	3,32	23,20
DENTE E42	88,65	2,27	19,25
DENTE E43	86,94	2,54	18,63
DENTE E44	85,21	2,54	21,41
DENTE E45	81,21	2,82	13,24
DENTE E46	82,93	3,01	20,27
DENTE E47	89,03	1,19	16,00
DENTE E48	85,80	2,66	20,92
DENTE E49	80,80	4,23	23,12
DENTE E50	85,86	2,17	18,63
DENTE E51	79,03	4,58	20,13
DENTE E52	72,76	5,76	23,65
DENTE E53	73,66	6,15	25,76
DENTE E54	79,4	4,3	19,82
DENTE E55	85,67	2,83	16,91
DENTE E56	82,83	3,44	20,98
DENTE E57	67,19	6,41	19,53
DENTE E58	87,67	2,19	18,07
DENTE E59	75,67	4,95	24,09
DENTE E60	72,4	6,86	22,93

4.3. Leitura Final (Após Clareamento)

LEITURA FINAL			
DENTE (F)	L*	a*	b*
DENTE f1	82,03	3,82	13,19
DENTE f2	89,61	0,89	15,65
DENTE f3	84,54	2,56	13,22
DENTE f4	68,22	7,66	25,98
DENTE f5	73,90	4,23	18,39
DENTE f6	76,07	3,35	14,98
DENTE f7	84,78	3,16	13,78
DENTE f8	81,91	3,74	11,07
DENTE f9	87,64	1,31	13,50
DENTE f10	80,24	2,32	14,31
DENTE f11	69,42	6,55	23,35
DENTE f12	80,27	4,38	15,92
DENTE f13	84,66	2,65	11,04
DENTE f14	83,37	2,48	14,66
DENTE f15	89,45	2,45	10,44
DENTE f16	87,72	3,09	10,88
DENTE f17	82,87	2,98	15,45
DENTE f18	91,50	2,02	12,58
DENTE f19	78,50	4,07	19,60
DENTE f20	89,38	1,44	15,59
DENTE f21	85,74	1,81	11,70
DENTE f22	91,55	2,06	10,06
DENTE f23	75,40	4,90	16,27
DENTE f24	89,47	1,82	7,59
DENTE f25	90,58	1,09	9,43
DENTE f26	73,02	3,99	21,05
DENTE f27	66,78	6,45	22,26
DENTE f28	79,90	2,37	16,81
DENTE f29	87,04	1,46	12,18
DENTE f30	86,05	1,41	9,96

LEITURA FINAL			
DENTE (F)	L*	a*	b*
DENTE f31	90,00	2,15	10,00
DENTE f32	80,34	2,77	15,73
DENTE f33	84,19	3,44	17,54
DENTE f34	83,03	2,62	11,29
DENTE f35	86,08	0,88	10,84
DENTE f36	84,29	2,28	13,92
DENTE f37	81,25	2,19	13,10
DENTE f38	82,32	2,39	16,75
DENTE f39	70,02	5,16	18,49
DENTE f40	85,00	2,35	13,08
DENTE f41	88,07	2,15	16,07
DENTE f42	93,83	2,11	13,92
DENTE f43	88,75	1,11	13,92
DENTE f44	87,70	1,05	14,17
DENTE f45	82,65	1,77	8,44
DENTE f46	87,23	1,98	12,21
DENTE f47	95,65	1,14	11,32
DENTE f48	91,54	2,22	15,12
DENTE f49	86,89	1,62	13,74
DENTE f50	90,23	1,74	14,65
DENTE f51	93,10	3,21	13,67
DENTE f52	75,80	4,14	18,31
DENTE f53	84,81	2,36	16,19
DENTE f54	83,61	3,11	16,11
DENTE f55	87,89	2,58	14,74
DENTE f56	87,02	2,65	16,82
DENTE f57	85,00	1,87	13,51
DENTE f58	90,17	1,99	12,65
DENTE f59	80,14	3,72	21,43
DENTE f60	76,96	5,49	17,39

5. ANÁLISE DESCRITIVA

A partir dos valores encontrados, analisou-se a influência dos irradiadores *laser* de diodo e LED no clareamento dental, utilizando dois tipos de agentes clareadores, conforme a metodologia já descrita, verificando a interação entre agente e irradiador, testando se as diferenças observadas são ou não significativas.

5.1. Valores de L* (Luminosidade)

Como era esperado, os valores para os dentes escurecidos foram menores que os valores iniciais, e os valores finais foram maiores que os escurecidos, não chegando, porém, aos valores iniciais. O grupo *Opalescence X-tra/ Laser* apresentou valores bastante diferenciados dos demais, com a média dos dentes escurecidos significativamente acima e, conseqüentemente, a média final também (tabela 2 e figura 17).

Devido estas ocorrências, comparou-se somente as diferenças entre os valores finais e os escurecidos (ΔL^* e ΔC^*).

Tabela 2: Média e desvio padrão (entre parênteses) para L*.

	Agente	Irradiador	Inicial	Escurecido	Final
G R U P O S	<i>Opalescence X-tra</i>	Controle	90,8 (1,5)	76,1 (6,9)	80,9 (6,5)
		LED	91,3 (3,1)	78,7 (8,1)	82,6 (8,4)
		Laser	90,9 (1,9)	85,0 (2,9)	89,3 (3,7)
	<i>Whiteness HP</i>	Controle	92,9 (1,9)	79,9 (6,2)	83,7 (6,6)
		LED	90,6 (3,0)	79,4 (5,7)	82,7 (5,2)
		Laser	89,7 (2,6)	77,6 (6,5)	84,5 (5,5)
Total			91,0 (2,5)	79,5 (6,6)	83,9 (6,5)

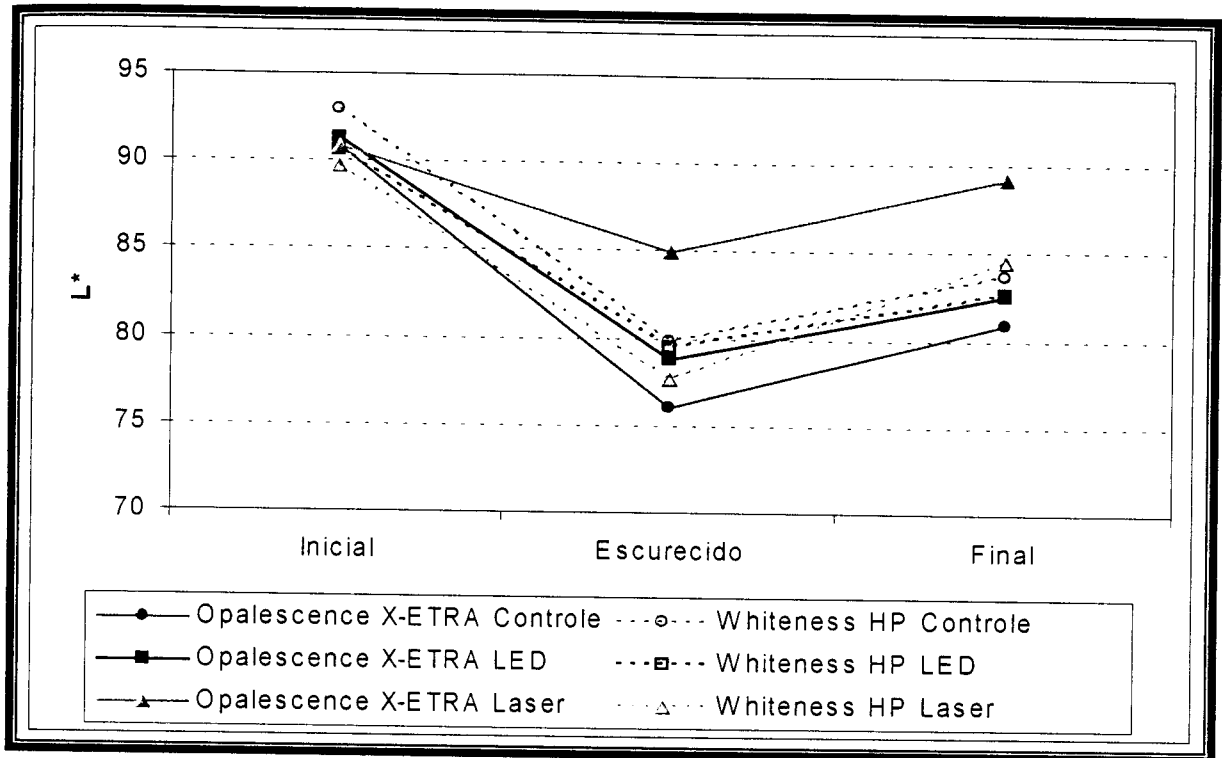


Figura 17: Gráfico das médias para os valores de L^* .

5.2. Valores de ΔL^* (Variação de Luminosidade)

Para os grupos controle e LED, a média do ΔL^* foi, aparentemente, menor no agente Whiteness HP do que no Opalescence X-tra. No grupo *laser* as médias se inverteram. De forma geral, para o Opalescence X-tra não obteve-se muita diferença entre os três grupos (controle, LED e *laser*). A maior média observada foi no grupo *laser* com o Whiteness HP, que é significativamente diferente dos outros dois irradiadores com o mesmo agente (tabela 3 e figura 18).

Quanto à variabilidade, o grupo Whiteness HP/ *laser* apresentou maior valor que os demais grupos, os quais apresentaram menor desvio padrão (figura 19).

Tabela 3: Média e desvio padrão (entre parênteses) para ΔL^* .

Irradiador	Agente		Total
	Opalescence X-tra	Whiteness HP	
Controle	4,8 (3,0)	3,8 (2,2)	4,3 (2,6)
LED	5,5 (2,0)	3,2 (2,1)	4,3 (2,3)
Laser	4,3 (1,8)	6,8 (5,5)	5,5 (4,2)
Total	4,8 (2,3)	4,6 (3,8)	4,7 (3,2)

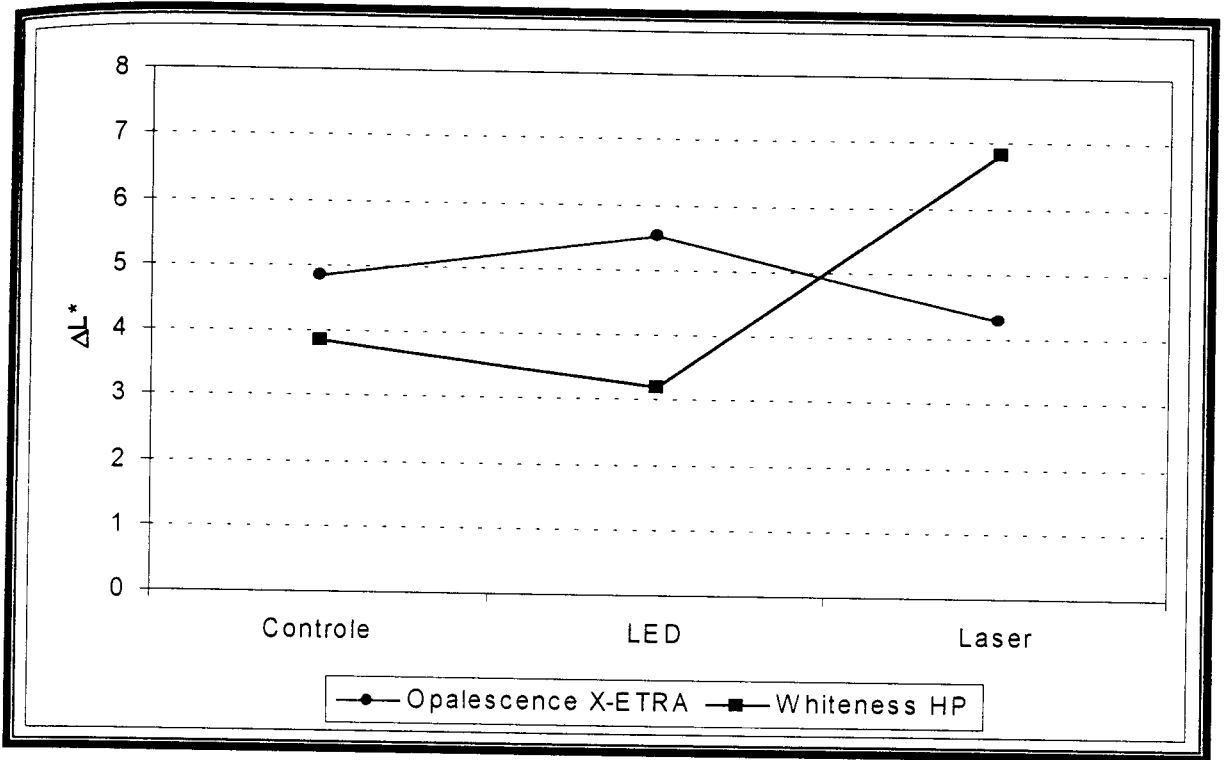


Figura 18: Gráfico das médias para os valores de ΔL^* .

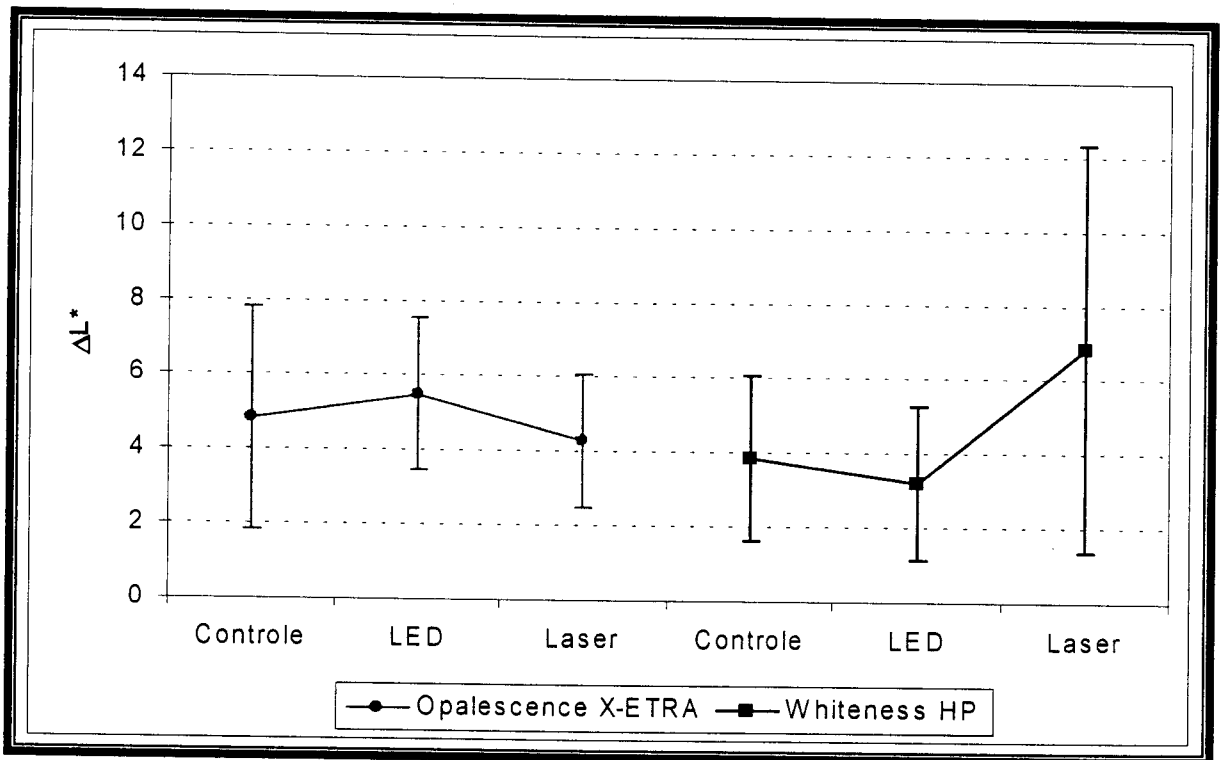


Figura 19: Gráfico das médias \pm 1/desvio padrão para os valores de ΔL^* .

5.3. Valores de C* (Croma)

Também para C*, os valores dos dentes escurecidos foram maiores que os iniciais e os valores finais foram menores que os escurecidos, não chegando, porém, aos valores iniciais (tabela 4 e figura 20).

Da mesma forma utilizada na luminosidade, foram comparados os valores de ΔC^* .

Tabela 4: Média e desvio padrão (entre parênteses) para C*.

	Agente	Irradiador	Inicial	Escurecido	Final
GRUPO	Opalescence X-tra	Controle	11,9 (1,2)	24,7 (5,3)	15,8 (4,4)
		LED	11,6 (2,1)	21,5 (4,6)	14,0 (5,3)
		Laser	13,7 (2,1)	19,7 (3,1)	13,5 (2,2)
OUTROS	Whiteness HP	Controle	11,5 (1,5)	21,9 (4,3)	15,3 (4,3)
		LED	13,7 (2,1)	22,0 (4,9)	14,3 (3,1)
		Laser	14,6 (2,5)	21,7 (3,0)	16,4 (2,7)
Total			12,8 (2,2)	21,9 (4,4)	14,9 (3,8)

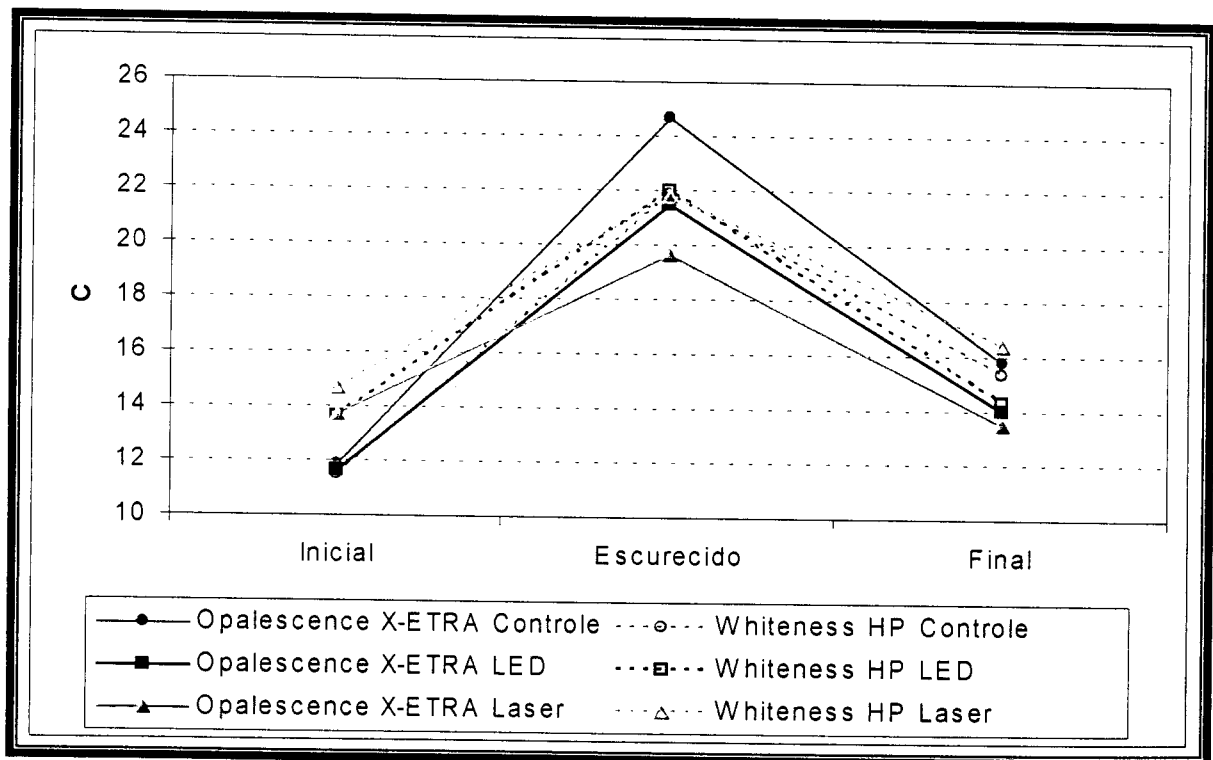


Figura 20: Gráfico das médias para os valores de C*.

5.4. Valores de ΔC^* (Variação de Cromo)

Os valores foram todos negativos. Portanto, quanto mais próximo de zero, menor foi a diferença observada no croma. Para os três irradiadores, com o agente Opalescence X-tra a média do ΔC^* ficou abaixo do Whiteness HP, com o grupo controle apresentando uma diferença maior entre os dois agentes. Para ambos os agentes foram observadas as maiores médias relativas, mais próximas de zero, no grupo *laser*, significando menor alteração do croma (tabela 5 e figura 21).

Quanto à variabilidade, não foram encontradas grandes diferenças entre os grupos, com o *Opalescence X-tra* LED apresentando um desvio padrão um pouco menor que os demais grupos (figura 22).

Tabela 5: Média e desvio padrão (entre parênteses) para ΔC^* .

Irradiador	Agente		
	<i>Opalescence X-tra</i>	<i>Whiteness HP</i>	Total
Controle	-8,9 (2,0)	-6,5 (2,0)	-7,7 (2,3)
LED	-8,7 (1,2)	-7,6 (2,5)	-8,2 (2,0)
Laser	-6,2 (1,8)	-5,3 (2,3)	-5,8 (2,1)
Total	-7,9 (2,1)	-6,5 (2,4)	-7,2 (2,3)

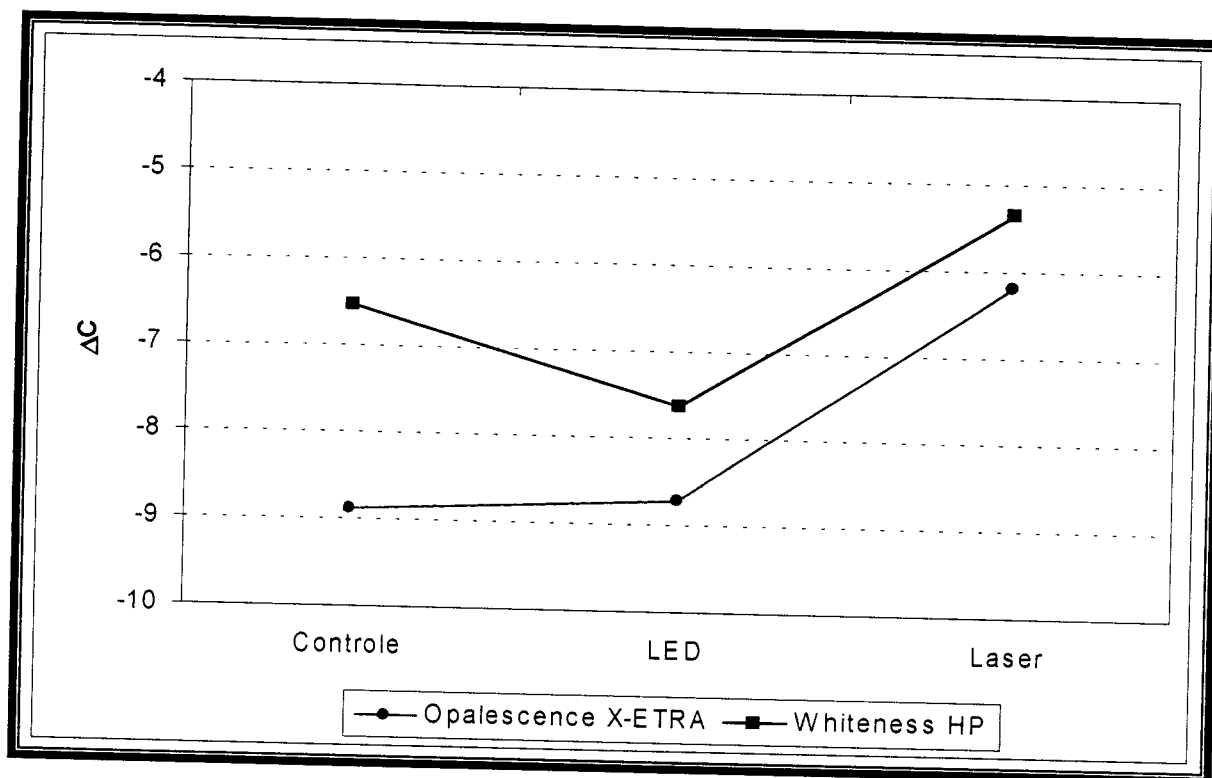


Figura 21: Gráfico das médias para os valores de ΔC^* .

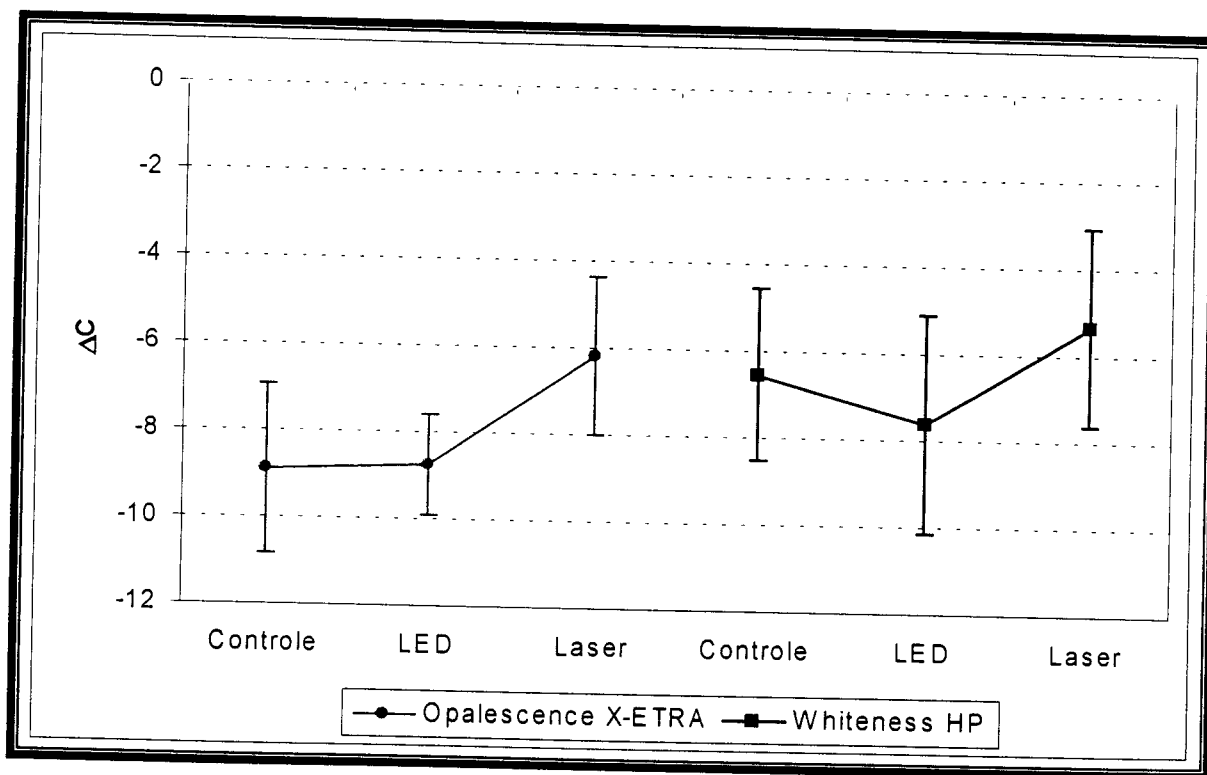


Figura 22: Gráfico das médias ± 1 /desvio padrão para os valores de ΔC^* .

6. ANÁLISE INFERENCIAL

6.1. Variação de Luminosidade (ΔL^*)

Para verificar se os dois fatores (agente e irradiador) afetam significativamente as médias, foi realizada uma análise de variância para dois fatores fixos.

Para verificar a igualdade das variâncias, utilizouse o teste de Levene, pelo qual foi obtido o nível descritivo de 0,326. Podese concluir que as variabilidades, apesar da aparente diferença do grupo Whiteness HP/ Laser, não são significativamente diferentes.

Para verificar a normalidade dos resíduos, fez-se o teste de Anderson-Darling, pelo qual foi obtido o nível descritivo de 0,032. Este teste mostrou a normalidade dos resíduos (somente rejeitou-se a hipótese de normalidade para valores abaixo de 0,01).

Com as duas hipóteses aceitas foi possível utilizar a análise de variância com segurança. Analisando o resultado apresentado na tabela 6, tem-se que a interação entre os dois fatores é significativa (nível descritivo= 0,044), ou seja, que a diferença entre as médias dos dois agentes varia entre os três irradiadores.

Para encontrar as diferenças significativas, fez-se uma análise de comparações múltiplas por intermédio do método LSD – *Least Significant Difference*.

Nas tabelas 6 e 7 têm-se o resultado das comparações, onde cada um dos seis grupos são comparados entre si, dois a dois. Pelo resultado apresentado pode-se afirmar que:

- ✓ A média do ΔL^* para o grupo Whiteness HP/ Laser é significativamente maior que a dos grupos Whiteness HP/ Controle e Whiteness HP/ LED, mas não é significativamente diferente dos três grupos do Opalescence X-tra;
- ✓ Todos os outros cinco grupos não apresentam diferenças significativas entre si.

Tabela 6: Análise de variância para ΔL^* .

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Ajustados	Quadrados Médios Ajustados	Estatística F	Nível Descritivo
Agente	1	0,726	0,877	0,877	0,09	0,761
Irradiador	2	19,661	18,783	9,392	1,00	0,375
Agente * Irradiador	2	62,263	62,263	31,131	3,32	0,044
Resíduo	53	497,615	497,615	9,389		
Total	58	580,264				

Tabela 7: Comparações múltiplas pelo método LSD para ΔL^* (as diferenças significativas estão hachuradas).

Agente	Irradiador	Opalescence X-tra			Whiteness HP		
		Controle	LED	Laser	Controle	LED	Laser
	Controle		0,6293	0,6889	0,4780	0,2416	0,1502
Opalescence X-tra	LED	0,6293		0,3843	0,2429	0,1073	0,3538
	Laser	0,6889	0,3843		0,7563	0,4378	0,0681
	Controle	0,4780	0,2429	0,7563		0,6404	0,0342
Whiteness HP	LED	0,2416	0,1073	0,4378	0,6404		0,0107
	Laser	0,1502	0,3538	0,0681	0,0342	0,0107	

O nível descritivo de um teste é a probabilidade de cometer um erro ao rejeitar a hipótese, sendo que esta é verdadeira. Na maioria dos testes, a hipótese testada é a hipótese de igualdade, no caso acima, a hipótese é que os desvios padrões (ou as variâncias) sejam todos iguais.

6.2. Variação de Croma (ΔC^*)

Para verificar se os dois fatores (agente e irradiador) afetam significativamente as médias, realizou-se uma análise de variância para dois fatores fixos.

Com as duas hipóteses aceitas pode-se utilizar a análise de variância com segurança. Analisando o resultado apresentado na tabela 8, têm-se:

- ✓ A interação entre os dois fatores não é significativa, ou seja, a diferença entre as médias dos dois agentes se mantém nos três irradiadores;
- ✓ O fator “agente” é significativo, ou seja, a média geral do agente Whiteness HP é significativamente maior que a do Opalescence Xtra;
- ✓ O fator “fonte de luz” é significativo, ou seja, existe diferença significativa entre as médias dos três tipos de irradiadores.

Como somente dois agentes foram utilizados, o resultado obtido na análise de variância já é suficiente para afirmar que as duas médias são diferentes.

Devido aos três grupos de irradiadores, fez-se uma análise de comparações múltiplas por intermédio do método LSD – *Least Significant Difference* - para verificar onde encontram-se as diferenças significativas.

Na tabela 9 tem-se o resultado das comparações, onde a média dos grupos Controle e LED, não são significativamente diferentes entre si, mas a média do grupo *Laser* é significativamente maior que a destes dois grupos. Em outras palavras, o grupo *Laser* foi o que provocou a menor variação média de croma (lembrando que os valores são negativos).

Tabela 8: Análise de variância para ΔC^* .

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Ajustadas	Quadrados Médios Ajustados	Estatística F	Nível Descritivo
Agente	1	28,774	29,882	29,882	7,44	0,009
Irradiador	2	65,299	64,933	32,467	8,08	0,001
Agente* Irradiador	2	6,269	6,269	3,134	0,78	0,464
Resíduo	53	212,998	212,998	4,019		
Total	58	313,339				

Tabela 9: Comparações múltiplas pelo método LSD para ΔC^* (as diferenças significativas estão hachuradas).

Irradiador	Controle	LED	Laser
Controle		0,4704	0,0034
LED	0,4704		0,0004
Laser	0,0034	0,0004	

7. DISCUSSÃO

WHITE *et al*¹⁹ estudaram o clareamento dental em dentes humanos recém extraídos, utilizando *laser* de diodo (2,4 e 6 W por 10 a 60 segundos), luz halógena convencional (1 a 4 minutos) e lâmpada de arco de plasma por 10 segundos, tendo observado que o *laser* apresentou resultado de clareamento equivalente à luz de arco de plasma, ambos em tempo significativamente menor que o tratamento com fotopolimerizador convencional. No que diz respeito à cor, não encontraram diferenças significativas nos resultados dos tratamentos clareadores com *laser* de diodo em relação às lâmpadas de alta intensidade, porém os valores de L^* (claro-escuro), obtidos no espectrofotômetro, acusaram diferença estatisticamente significativa. O espectrofotômetro, por sua vez, analisa as amostras sob uma única luz na tentativa de se aproximar, ao máximo, a um padrão, tentando minimizar erros de leitura, o que não acontece no consultório onde encontramos vários tipos de iluminação. Vale ressaltar que as medidas de um objeto, no espectrofotômetro, têm como referencial a luz do dia e isto nem sempre é o que o olho humano percebe, principalmente se for levado em consideração o metamerismo do objeto, que é a capacidade do mesmo em se mostrar de acordo com o ambiente em que se encontra.

Em relação aos resultados encontrados nos parâmetros $L^*a^*b^*$, valores altos de L^* correspondem à maior luminosidade, sendo os valores baixos, menor luminosidade associada à pouca claridade, o que não se espera após o clareamento dental. Se tratando de croma (C^*), quanto maior o valor, maior a saturação, sendo os valores baixos (menor saturação) mais próximos da cor acromática cinza (0) e, portanto, pior resultado para o clareamento dental.

Os dentes que foram tratados com a fonte de luz LED mudaram mais para o cinza ($C^*= 0$), ou seja, obtiveram a maior redução no croma. Já os que receberam a influência do *laser* no clareamento, tiveram melhor resultado em termos de croma, ou seja, mudaram menos para o cinza.

Deve-se considerar que a variação da luminosidade (ΔL^*), é o fator principal na análise de cor no aspecto clínico do clareamento dental, sendo influenciada diretamente pelas características da textura superficial do esmalte

dentário, razão pela qual algumas amostras do experimento escureceram mais que outras, influenciando os valores de L^* .

Por meio dos valores obtidos em ΔC^* pode-se obter uma análise mais acurada das amostras: se tratando de dentes humanos, onde predomina a cor amarela pela transparência da dentina sob o esmalte, em condições normais, quanto maior a saturação da cor, melhor o resultado final do clareamento, indicando valores máximos de saturação a níveis máximos de luminosidade (segundo o sistema de cor de Munsell) para alcançar a eficiência do clareamento dental.

Outro fator importante a ser lembrado consiste no tempo de irradiação das duas fontes de luz. O LED foi utilizado com o tempo de três minutos e o *laser* com o tempo de trinta segundos. Portanto, sendo o Whiteness HP um agente que gradualmente perde a coloração após cerca de dois minutos, há prejuízo na interação fotoquímica ideal com o irradiador LED, sendo aconselhável o uso do *laser* (interação termoquímica), pela emissão da luz no espectro infravermelho, gerando maior transmissão de calor, que apesar da grande variabilidade nos resultados, alcançou bons resultados após o clareamento. Já o Opalescence Xtra absorve, predominantemente, o azul (LED), portanto, reage melhor com esta fonte de irradiação (interação fotoquímica) e, de acordo com os resultados encontrados, apresenta regularidade nos valores de clareamento $L^*a^*b^*$.

Gaber⁵⁰ cita em seu trabalho que o *laser* não é capaz de conseguir realizar um branqueamento dos dentes isoladamente, ficando evidente que é preciso existir uma interação entre o agente clareador e a fonte de luz, sendo a substância peróxido de hidrogênio de suma importância no clareamento dental.

Desta forma, o *laser* associado ao clareador Whiteness HP apresentou melhor luminosidade, com diferença significativa, em relação ao Opalescence Xtra. Quanto ao croma, também houve mais eficiência com a utilização do agente Whiteness HP, porém sem diferença estatisticamente significativa em relação ao Opalescence X-tra.

Já com a utilização do LED os resultados foram opostos: a luminosidade foi melhor com a utilização do Opalescence Xtra, com diferença significativa em relação ao Whiteness HP. Quanto ao croma, não houve diferença entre os dois agentes, indicando, em resumo, uma desvantagem em relação à utilização do *laser*.

A luminosidade, para os grupos controle, não apresentou diferença estatística quanto aos agentes clareadores. Porém, analisandose o croma, o Whiteness HP mostrou-se mais eficiente, com diferença estatisticamente significativa em relação ao Opalescence Xtra.

O fator agente clareador foi importante, pois a média geral do Whiteness HP foi significativamente maior que a média geral do Opalescence Xtra.

A diferença estatisticamente significativa entre os dois agentes se deve às características de absorção do comprimento de onda de cada fonte de luz. Há de se esperar que o agente Opalescence Xtra, cuja cor é um vermelho alaranjado proveniente do β -carotene, interage melhor com o LED porque a banda de absorção deste pigmento está mais perto do comprimento de emissão do LED.

Gaspar⁵¹ estudou a existência da interação dos corantes especiais presentes nos agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio à 35%, quando irradiados por *laser* de diodo e argônio. Foi concluído, por meio dos resultados de coloração obtidos num espectrofotômetro digital, que a aplicação do *laser* de argônio associada aos agentes clareadores WhitenessHP e Opalescence Xtra é mais segura e efetiva no clareamento dental.

O LED é uma tecnologia recente para utilização no clareamento dental e, portanto, não há na literatura trabalhos científicos suficientes que relacionem a eficácia do *laser* e LED aos géis clareadores, no que diz respeito à luminância e ao croma. Desta forma, mais trabalhos precisam ser desenvolvidos para satisfazer essa necessidade.

8. CONCLUSÃO

Ambas as fontes de luz alcançaram o objetivo no clareamento dental.

O *laser* mostrou-se mais eficiente que o LED, tanto no croma, quanto na luminosidade, quando associado ao gel *Whiteness HP*.

O LED alcançou melhor resultado que o *laser* em relação à luminosidade, quando associado ao gel *Opalescence X-tra*. Porém, em relação ao croma, com ambos os agentes clareadores não apresentou tanta eficiência quando comparado ao *laser*.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 AMES, J.W. Removing Stains from mottLED enamel. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.94, p.1674-1677, 1937.
- 2 ROTSTEINM, I.; MOR, C.; FRIEDMAN, S. Prognosis of intracoronal bleaching with sodium perborate preparation *in vitro*: 1-year study. **J. Endod.**, v.19, n.1, p.10-12, 1993a.
- 3 WERGER, R.; KUHN, A.; LOST, C. Effect of various types of perborate on the PH of bleaching agents. **J. Endod.**, v.19, n.5; p.239-241, 1993.
- 4 KLUSMIER, W. apud TAMES, D.; GRANDO, L..J.; TAMES, D.R. Alterações do esmalte dental submetido ao tratamento com peróxido de carbamida 10%. **Revista da APCD**, v.52, n.2, p.145-149, Mar-Abr., 1998.
- 5 HAYWOOD, V.B.; HEYMANN, H.O. Nighthguard vital bleaching: how safe is it? **Quintessence Int.**, v.22, n.7, p.515-523, July, 1991.
- 6 HANOSH e HANOSH apud FORTUNA, C.R. **Clareamento de dentes vitais com gel de peróxido de carbamida a 10% com carbopol e a possível alteração na força de adesão por cisalhamento de resinas compostas fotopolimerizáveis aplicadas ao esmalte clareado** 1996. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 7 FALLEIROS JR., H.B.; AUN, C.E. Clareamento dental– clareamento de dentes despulpados. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v.44, n.4, p.217–221, 1990.
- 8 PELINO, J.E.P.; HAYPEK, P.; GOUW-SOARES, S.; TANJI, E.; BACHMANN, L.; EDUARDO, C.P. Avaliação da temperatura intrapulpar durante irradiação com lasers de diodo. **Pesq. Odontol. Bras.**, v.15, p.74, Suplemento (Anais da 18ª Reunião Anual da SBPqO), 2001.
- 9 TALES, Z.; KNEZEVIC, A.; MENGA, A.; SUTALO, J.; PICHLER, G. Temperature rise in composite samples cured by blue superbright light emitting diodes. **J. Dent. Res.**, v.77, p.686, abstract 43, 1998.
- 10 WHITTER, C.J.; GIRKINJ, M.; CAREY, J.J. Curing of dental composites by use of Ingan light emitting. **Optics Letters**, v.24, p.67-68, 1999.
- 11 PHILLIPS, M.S.; SKINNER. **Materiais Dentários**. Travessa do Ouvidor, 9ª ed., Rio de Janeiro, 1993.

-
- 12 AYALA, D.; ZITTO, L.M.; EDUARDO, C.P.; PIRES, L.A.G. Resistência de união ao esmalte após clareamento com peróxido de hidrógeno a 35% associado ao laser. **Pesq. Odontol. Bras.**, v.15, p.95, Suplemento (Anais da 18ª Reunião Annual da SBPqO), 2001.
- 13 LI, Y. Toxicological considerations of tooth bleaching using peroxide containing agents. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.128, p.31S-36S, Supplement, 1997.
- 14 PLEIN, T.; LANG, R.; ROSENTRITT, M.; HANDEL, G. Comparison between carbamide-peróxide and H₂O₂ bleaching systems. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 0646, 2002.
- 15 SWIFT, E.; HEYMANN, H.; WILDER, A.; GEOLGES, A.; NUNES, M. Placebo controlled clinical trial of a 6,0% H₂O₂ tooth whitener. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 1955, 2002.
- 16 DEMARCO, F.F.; JUSTINO, L.M, TAMES, D.R. *in situ* and *in vitro* effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 2439, 2002.
- 17 NISHUMURA, L.; NOMURA, S.; ROLLAND, S.L.; MOMOT, Y.; KOHNO. Estudo *in vitro* de base em resina escurecidas. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 2005, 2002.
- 18 KANEKO, J.; INOUE, S.; KAWAKAMI, S.; SANO, H. Bleaching effect of sodium percarbonate on discolored pulpless teeth *in vitro*. **J. Endod.**, v.26, n.1, p.25-28, 2000.
- 19 WHITE, J.M.; PELINO, J.E.P.; RODRIGUES, R.O.; ZWHALEN, B.J.; NGUYEN, M.H.; WU, E.H. Surface and pulpal temperature comparison of tooth whitening using lasers and curing lights. In **Lasers in Dentistry 6**, proceedings of SPIE, v.1, n.4, p.95-101, 2000.
- 20 PATYK, C.; LAMBERT, B. A. Influence of bleaching on dentin. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 3490, 2002.
- 21 LIZARELLI, R.F.Z.; MORIYAMA, L.Y.; BAGNATO, V.S. A nonvital tooth bleaching technique with laser and LED. **J. Oral Laser Applications**, v.2, n.1, p.45-47, 2002.
- 22 YAMAGUCH, R.; KATON, Y. A photolorimetric study of vital bleaching with SHOFU HI-LITE. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issues A), 2002.

- 23 GERLACH, R.W.; CAMPOLONGO, K.L.; ZHOU, X. Clinical response of maxillary and mandibular teeth following use of 6,5% hydrogen peroxide whitening strips. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 1954, 2002.
- 24 SAGEL, P.A.; BARKER, M.L.; MAYER, C.R.; GERLACH, R.W. Clinical comparison of whitening with 6,0% and 5,3% hydrogen peroxide whitening strips. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 1951, 2002.
- 25 SHEARER, A.C.; HAYER, K.; MACFARLANEZ, T. An *in vitro* comparison of bleaching methods for discolored non-vital teeth. **J. Dent. Res.**, v.81, (Spec. Issue A), abstract 4092, 2002.
- 26 OLIVEIRA, T.B. **Clareamento em dentes despulpados**. 1995. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do sul, Rio Grande do Sul.
- 27 FAIEZ, N.H.; MUAWIA, A.Q.; HALA, S.R. Kind of discoloration in teeth. **J. Dent.** v.11, n.6, p.291-310, 1999.
- 28 GOLDSTEIN, R.E. In-office bleaching: where we came from, where we are today. **J. Am. Dent. Assoc.**, v.128, p.115-15s, 1997.
- 29 FORTUNA, C.R. **Clareamento de dentes vitais com gel peróxido de carbamida a 10% com carbopol e a possível alteração na força de adesão por cisalhamento de resinas compostas fotopolimerizáveis aplicadas ao esmalte clareado**. 1996. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 30 PAIVA, J.G.; ANTONIAZZI, J.H. **Endodontia: bases para a prática clínica** Artes Médicas, 2ª ed., São Paulo, 1988.
- 31 ZANIN, F.; BRUGNERA JR., A. Clareamento dental com luz-laser. RGO, 1ª edição, 2002.
- 32 BARATIERI, L.N.; RITTER, A.V.; MONTEIRO Jr., S. Clareamento dental ao alcance de todos, In TODESCAN, F.F.; BOTTINO, M.A. **Atualização na clínica odontológica**. São Paulo, APCD, p.131-159, 1996.
- 33 FRECCIA, W.F.; PETERS, D.D.; LORTON, L.; BERNIER, W.E. An vitro comparison of nonvital blesching techniques in the discolored tooth. **J. Endod.**, v.8, n.2 p.70-77, 1982.
- 34 SEALE, N.S.; MCINTOSH, J.F.; TAYLOR, A.N. Pulpal reaction to bleaching of teeth in dogs. **J. Dent. Res.**, v.60, p.948-953, 1981.

-
- 35 Color Naming System (CNS), página com sistemas para nomeação de cores. Disponível em: <<http://www.int.puc.br/~bacellar/cores/espaco.htm>>. Acesso em: 22 março de 2003.
- 36 CRAIG, R.G. **Restorative dental materials**. Mosby, 6th ed., St. Louis, 1980.
- 37 WALVERDE, D.A. Avaliação da cor e estudo comparativo da ação de dois tipos diferentes de agentes clareadores ativados pelo laser de diodo e lâmpada xenônio plasmática, na superfície do esmalte. 2001. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 38 PELINO, J.E.P. **Análise Morfológica e espectro fotométrica do esmalte e dentina irradiados com lasers de Nd: YAG e Érbio: YAG. Estudo *in vitro***. 2002. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 39 KUEHNI, R.G. **Computer colorant formulation**. Lexington Books, D.C. Health, 1975.
- 40 O'BRIEN, W.J.; GROH, C.L.; BOENKE, K.M. One-dimensional color order system for dental shade guides. **Dent. Mater.**, v.5, n.6, p.371-374, 1989.
- 41 Disponível em:
<<http://www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel/colsys/Munsell.htm>>
Acesso em: 22 de março de 2003.
- 42 Disponível em:
<<http://www.Adobe.com/support/techguides/color/col.html#models/cilab>>
Acesso em: 22 de março de 2003.
- 43 DONALD, J.H; JANET, B.B.; LAMAR, M.H. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. **J. Endod.**, v.24, n.12, p.786-90, 1998.
- 44 MATSUKAWA, M.; MIZUNO, I.; SAKURAI, M. Comparison of lightness for new artificial tooth shade with natural central incisors. **J. Dent. Res.**, v.79, p.284, abstract 1125, 2000.
- 45 O'KRAY, H.P.; O'BRIEN, W.J.; RUONA, K.S. Compararison of a new photocolrimetric shade matching system with conventional visual matching. **J. Dent. Res.**, v.79, p.344, abstract 1064, 2000.

46 PELINO, J.E.P.; WU, E.H.; NGUYEN, M.H.; TRAN, K.T.; WHITE, J.M. Spectrophotometric and color analysis of sound, effected and transparent dentin. **J. Dent. Res.**, v.79, p.600, abstract 3650, 2000.

47 HORN, D.J.; BULAN-BRADY, J.; HICKS, M.L. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. **J. Endod.**, v.24, n.12, p.786-790, 1998.

48 AMAECHI, B.T; HIGHAM, S.M. Development of a quantitative method to monitor the effect of a tooth whitening agent. **J. Clin. Dent.**, v.13, n.3, p.100-103, 2002.

49 GIAMBRO, N.J.; PROSTAK, K.; DEN BESTEN, P.K. Characterization of fluorosed human enamel by color reflectance, ultrastructure and elemental composition. **Caries Res. Basel.**, v.29, n.4, p.251-257, 1995.

50 GABER, D. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. **JADA**, v.128, p.26s-30s, 1997.

51 GASPAR, J.A. **Avaliação do efeito de corantes especiais e peróxido de hidrogênio irradiados por laser de argônio e laser de diodo no clareamento dental IN VITRO.** 2003. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.



M22794



Ministério
da Ciência
e Tecnologia

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Diretoria de Ensino & Informação Científica e Tecnológica

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 Cidade Universitária CEP: 05508-000

Fone/Fax(0XX11) 3816 - 9148

SÃO PAULO - São Paulo - Brasil

<http://www.ipen.br>

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Turismo do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia, e associada à Universidade de São Paulo.