



BR0645344



INIS-BR-4015

AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO

**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**

**DEBORA AYALA WALVERDE**

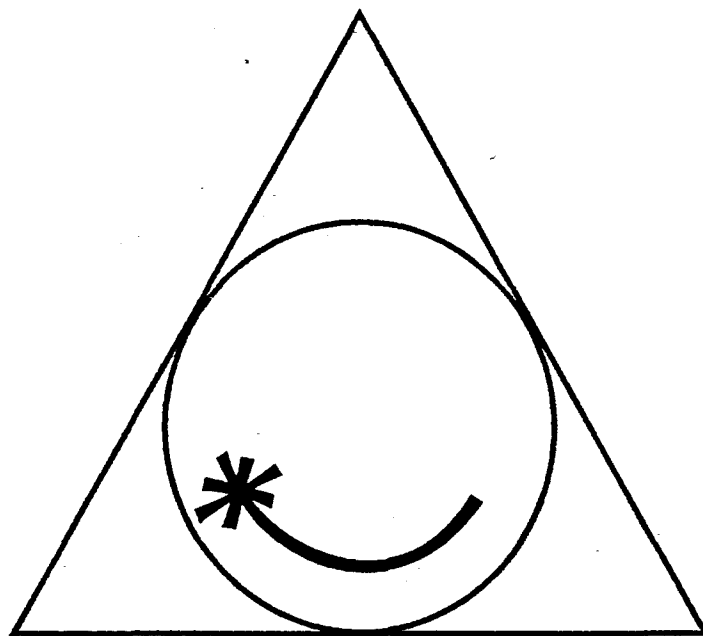
Dissertação apresentada como parte  
dos requisitos para obtenção do Grau  
de Mestre Profissional na área de Lasers  
em Odontologia.

Orientador:  
Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter

Co-Orientador:  
Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo

**São Paulo  
2001**



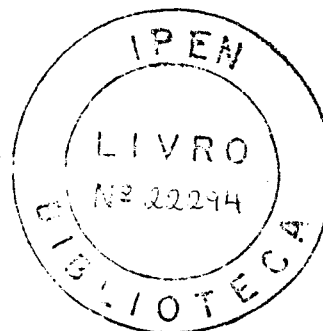


**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE LASER EM  
ODONTOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
IPEN**

**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**

**DEBORA AYALA WALVERDE**



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

**Orientador:**

**Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter**

**Co-Orientador:**

**Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo**

São Paulo

2001

**DEDICATÓRIA**

Aos **meus pais**, cujos sacrifícios me permitiram estar onde estou hoje.

À minha filha **Maria Luíza**, que com seu olhar radiante deu-me muita força para continuar esta jornada, peço desculpas pelo tempo que poderia ter passado com ela e não passei.

Ao **José Paulo Magri**, pelo amor e companheirismo, desempenhados de uma forma toda especial.

**AGRADECIMENTOS**

Uma produção como esta nunca é fruto de um único indivíduo, portanto, muitas pessoas devem ser reconhecidas.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Niklaus Ursus Wetter por sua dedicação, amizade, apoio e incansável orientação desta tese.

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo, como mentor dos estudos na área do Mestrado Profissionalizante em Laser, pelo exemplo profissional e humildade.

Agradeço também às dentistas Maria Fernanda G. M. A. Oliveira e Ellen Christine R. Abreu por seu trabalho, esforço, dedicação e responsabilidade para com a minha tese.

Aos meus amigos, funcionários e estagiários da Clínica Ayala, particularmente à minha secretária Yolanda e ao amigo Antonio João Neto Abreu.

Ao departamento de dentística da FOU SP, ao IPT, em especial a Jeane Gouveia, e ao IPEN por executarem tão bem seus respectivos trabalhos, com responsabilidade para com a minha tese.

Enfim, muito obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

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

Debora Ayala Walverde

### RESUMO

Este é um estudo *in vitro* que comparou os efeitos de dois comprimentos de onda e dois tipos de materiais clareadores em termos de alteração da cor dos dentes. A ação do agente clareador aplicada na superfície do esmalte é acelerada com o aumento de temperatura. No clareamento dental, verificou-se a significância da utilização dos sistemas clareadores: laser de diodo e lâmpada xenônio plasmática com os peróxidos de hidrogênio a 35% de dois fornecedores. O laser de diodo opera em regime de onda contínuo com um comprimento de onda de 960 nm (IPEN) e a lâmpada de xenônio plasmática com comprimento de onda de 500nm. Para tal foi medida a cor dos dentes antes e após o tratamento clareador. A cor do dente foi medida no sistema CIELAB, apresentando os valores L\*, a\* e b\*.

**Comparative study of the action of two different types of bleaching agents activated by two different types of irradiation fonts: xenon plasma arc lamp and 960 nm diode laser**

**Debora Ayala Walverde**

***ABSTRACT***

This in vitro study compares two different types of tooth bleaching agents stimulated with two different irradiation fonts. These fonts accelerate the action of the bleaching agents upon the enamel surface by heating up the materials. We used the xenon plasma arc lamp and a 960 nm fiber-coupled diode laser to irradiate the two materials containing 35% of hydrogen peroxide (Opus White and Opalescence extra). The color of the teeth was measured with a spectrophotometer using the CIELAB color system that gives the numeric values of L\*a\*b\*.

## ÍNDICE

|   | Página    |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | <b>10</b> |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>                             | <b>11</b> |
| 2.1 Etiologia das alterações de cor no elemento dentário    | 11        |
| 2.2 Mecanismo de ação dos agentes clareadores               | 15        |
| 2.3 Clareamento de dentes despulpados                       | 18        |
| 2.4 Clareamento de dentes polpados                          | 20        |
| 2.4.1 Vantagens e Desvantagens do Clareamento Vital Caseiro | 22        |
| 2.5 Lasers em Odontologia                                   | 23        |
| 2.5.1 Lasers Semicondutores                                 | 25        |
| 2.6 Lâmpada plasma de xenônio                               | 27        |
| 2.7 Espectrofotômetro                                       | 27        |
| 2.6 Espaço de cor   | 28        |
| <b>3. PROPOSIÇÃO</b>  | <b>31</b> |
| <b>4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b>                          | <b>32</b> |
| 4.1 Materiais   | 32        |
| 4.2 Métodos   | 35        |
| <b>5. RESULTADOS</b>  | <b>37</b> |
| 5.1 Análise Descritiva                                      | 38        |
| 5.2 Análise Inferencial                                     | 45        |
| <b>6. DISCUSSÃO</b>   | <b>50</b> |
| <b>7. Conclusão</b>   | <b>51</b> |
| <b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                        | <b>52</b> |
| <b>9. Apêndice: Declaração do comitê de ética</b>           | <b>59</b> |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Graus de fluorose dental .....  | 13 |
| Tabela 2: Definições dos parâmetros para avaliar cores.....   | 30 |
| Tabela 3: Número de dentes utilizados no estudo .....   | 37 |
| Tabela 4- Médias e Desvios padrões (entre parêntesis) para os parâmetros CIELAB pré e pós<br>tratamento.....                                    | 39 |
| Tabela 5 - Análise de Variância para $a^*$ .....  | 45 |
| Tabela 6- Análise de Variância para $b^*$ .....   | 45 |
| Tabela 7- Análise de Variância para $L^*$ .....   | 46 |
| Tabela 8- Análise de Variância para $C^*$ .....   | 46 |
| Tabela 9- Análise de Variância para as medidas $L^*a^*b^*$ conjuntamente .....  | 47 |
| Tabela 10- Comparações múltiplas para $L^*a^*b^*$ entre os grupos e pré/pós tratamento. (as diferenças<br>significativas estão hachuradas)..... | 47 |
| Tabela 11- Análise de Variância para $\Delta a^*$ .....   | 48 |
| Tabela 12- Análise de Variância para $\Delta b^*$ .....   | 48 |
| Tabela 13- Análise de Variância para $\Delta L^*$ .....   | 48 |
| Tabela 14- Análise de Variância para $\Delta C^*$ .....   | 48 |
| Tabela 15- Análise de Variância para $\Delta L^*a^*b^*$ .....   | 48 |
| Tabela 16- Comparações múltiplas para $\Delta L^*a^*b^*$ entre os grupos. (as diferenças significativas<br>estão hachuradas).....               | 49 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Desenho de um laser de semicondutor.....  | 25 |
| Figura 2: Esquema e foto de uma barra de diodo.....   | 26 |
| Figura 6: esfera de cor $L^*a^*b^*$ .....   | 28 |
| Figura 7: seção da esfera de cor no plano $a^*b^*$ .....  | 29 |
| Figura 8: Esquema para visualizar melhor a distribuição das características das cores na esfera de cor.....                       | 30 |
| Figura 3: Laser de Diodo do laboratório de opto- eletrônica do Centro de Laser e Aplicações (IPEN).....                           | 32 |
| Figura 4: Lâmpada de plasma de xenônio.....   | 33 |
| Figura 5: Sistema óptico de duplo feixe do Espectrofotômetro.....   | 34 |
| Figura 9 – Médias do parâmetro $a^*$ .....  | 39 |
| Figura 10: Médias do parâmetro $b^*$ .....  | 40 |
| Figura 11 – Médias $\pm 1$ Desvio padrão para o parâmetro $a^*$ .....   | 40 |
| Figura 12 - Médias $\pm 1$ Desvio padrão para o parâmetro $b^*$ .....   | 41 |
| Figura 13 – Médias do parâmetro $L^*$ .....   | 41 |
| Figura 14 – Médias $\pm 1$ Desvio padrão para o parâmetro $L^*$ .....   | 42 |
| Figura 15 – Gráfico de variação conjunta do $a^*$ e $b^*$ . (pontos menores: pré tratamento, pontos maiores: pós tratamento)..... | 43 |
| Figura 16 – Gráfico de variação conjunta do $a^*$ e $b^*$ . (pontos menores: pré-tratamento, pontos maiores: pós-tratamento)..... | 43 |
| Figura 17– Variação de $\Delta L^*$ e de $\Delta C^*$ para os valores gerais.....   | 44 |
| Figura 18 – Variação de $\Delta L^*$ e de $\Delta C^*$ para os valores padronizados pelo Controle.....                            | 44 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- µm - micrômetro
- °C - grau Celsius
- cm - centímetro
- mm - milímetro
- mW - miliwatt
- nm - nanômetro
- ppm - partes por milhão
- rpm - rotações por minuto
- seg. - segundo
- W - watt
- CO<sub>2</sub> - dióxido de carbono
- Ca (OH)<sub>2</sub> - hidróxido de cálcio
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> - peróxido de hidrogênio
- O<sub>2</sub> - oxigênio
- CIE – Comitê internacional de iluminação (Commission Internationale de l'Eclairage)
- EDTA - ácido etileno diamino tetracético
- FOUSP - Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
- IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- L\* - Luminosidade
- a\* - Coordenada de cor
- b\* - Coordenada de cor
- LED - light emitting diode
- Nd:YAG – Cristal de Ítrio, Alumínio e Gálio dopado com Neodímio
- OE – Opalescence Extra (peróxido de hidrogênio a 35%)
- OW – Opus White (peróxido de hidrogênio a 35%)
- USA – Estados Unidos da América
- UV - Ultravioleta

## 1. INTRODUÇÃO

A necessidade estética na Odontologia está diretamente relacionada com o senso de estética do homem e, isto, é influenciado pela cultura e pela auto-imagem. O senso de beleza difere de um indivíduo para outro e determina a maneira como ele deseja se apresentar à sociedade.

O tratamento dentário estético data há mais de um milênio antes de Cristo. No passado os japoneses já usavam um corante decorativo para os dentes. Hoje, a estética dentária se fundamenta em uma base efetivamente mais sólida: a melhora geral da saúde dental. O desejo de se possuir uma boa aparência não é mais encarado como um sinal de vaidade. Em um mundo social, econômica e sexualmente competitivo, a boa aparência é, de fato, uma necessidade.

Desde o surgimento, as técnicas de clareamento têm-se tornado cada vez mais sofisticadas e variadas, dentre elas a utilização do peróxido de hidrogênio à 35% associada ao laser.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Etiologia das alterações de cor no elemento dentário

Segundo Touati, Miara e Nathanson (2000), é aconselhável se examinar não apenas a forma e a cor dos dentes, mas também sua disposição e a integração em relação ao sorriso e às características faciais.

As características anatômicas comuns dos dentes, pertencentes à mesma arcada, devem ser identificadas, assim como a disposição, a forma, a cor e sua relação, que será refinada com a experiência. A observação metódica requer conscientização das características faciais gerais e a relação entre os lábios e os dentes, especialmente na linha do sorriso, formada pelo movimento labial normal. Deve-se prestar atenção ao dente individual, esboçando sua forma completa, altura do contorno, perfil de emergência, ângulos de transição, aparência da crista marginal, forma do colar e aparência superficial (textura, defeitos e cores). A superfície lingual deve ser examinada meticulosamente. A cor do dente deve então ser avaliada tentando-se determinar quatro parâmetros, usando escalas de cores padronizadas. Todos estes dados são necessários para preencher o registro laboratorial do paciente de forma correta. Sempre se deve fazer observações por dois ângulos: direta e lateral. As vistas laterais permitem melhor apreciação dos ângulos de transição, do contorno, do perfil de emergência e, ocasionalmente, da aparência de certos defeitos, como trincas ou fissuras. Este treinamento básico deve ser conduzido regularmente, e os olhos devem gradualmente ser utilizados para analisar os diferentes parâmetros quando se observa um dente. A cor do dente natural depende da composição dos tecidos dentais. Qualquer alteração ou transformação em qualquer dos tecidos, seja mecânica, química ou biológica, levará a uma alteração na cor dental.

O dente natural é um verdadeiro mosaico de cor, na escala "branco-amarelada". Esta harmonia de cores varia de um indivíduo para outro ou mesmo de um dente para outro. As razões para essas variações cromáticas são dependentes de uma série de considerações, sendo que o fator hereditário desempenha um papel importante.

A relativa permeabilidade do esmalte dental através de trincas e fissuras não é o único fator que possibilita a troca com os fluidos bucais. Os constituintes orgânicos nos locais interprismáticos também contribuem para estas permutas.

Segundo Bertella (1997), é imperativo que se determine a etiologia do escurecimento dental, a fim de se estabelecer um correto plano de tratamento. Sendo assim, classificou as alterações segundo sua etiologia:

1. fatores endógenos: problemas sistêmicos, alterações de origem traumática e hemorrágica ;
2. fatores exógenos: ingestão de alimentos e bebidas com corantes (chá, café, refrigerante, beterraba. etc.), fumo;
3. fatores medicamentosos: fluorose, antibioticoterapia (principalmente a base de tetraciclina);
4. fatores iatrogênicos: cimento obturador, restos pulpares, oxidação do amálgama.

As alterações de cor podem ainda ser classificadas como extrínsecas ou intrínsecas, conforme Baratieri (1996), de acordo com a sua localização no dente.

As manchas extrínsecas são ocasionadas após a erupção dos dentes, e são muito freqüentes. Resultam, geralmente, do manchamento superficial dos dentes e são provocados principalmente por consumo abusivo de chá, café, chimarrão, alguns refrigerantes, presença de corantes nos alimentos, nicotina. Manchas intrínsecas são traumatismo (hemorragia interna ou necrose pulpar), decomposição do tecido pulpar, materiais obturadores à base de iodofórmio, lavagem inadequada da câmara pulpar em biopulpectomias, abertura coronária insuficiente, calcificação distrófica da polpa, lesões cariosas, bactérias cromógenas e idade do paciente. Certos metais utilizados em restaurações diretas e indiretas também podem causar manchas, como pós-metálicos de ferro, cobre, latão, níquel e cádmio, as quais são de fácil remoção, segundo De Deus (1992).

A intensidade das manchas se agrava quando há defeitos no esmalte superficial, quando a dentina se encontra exposta, ou quando há uma recessão gengival que desnuda a superfície da raiz.

A mancha extrínseca responde muito bem ao tratamento clareador externo, porém, seja qual for a intensidade e freqüência dessas manchas, para que o tratamento seja eficaz é imprescindível a determinação e remoção da causa.

As manchas intrínsecas são alterações de cor localizadas no íntimo do elemento dental e podem ser congênitas ou adquiridas. Segundo Machado e Frasca (1994), as alterações intrínsecas ocorrem durante a formação do dente permanente, quando o dente decíduo sofre um trauma. Este dente pode captar a hemoglobina na matriz, levando-o a ser mais escuro que os demais, por isso, são muito mais complicadas de serem tratadas.

Alterações intrínsecas adquiridas são aquelas que se formam após o nascimento, podendo ser pré-eruptiva ou pós-eruptiva, como traumatismos ou uso indevido de tetraciclina, minociclina e flúor.

Dentre as causas das alterações intrínsecas podemos citar: amelogenese imperfeita, hipoplasia de esmalte, fluorose dental, alterações por tetraciclina, minociclina (derivado sintético da tetraciclina para fins dermatológicos), dentinogênese imperfeita, icterícia ou distúrbios hepáticos, porfirismo congênito e eritroblastose fetal.

A fluorose dental é uma forma de hipoplasia do esmalte, freqüentemente caracterizada por alteração de cor moderada a severa da superfície do esmalte, atingindo grupos de dentes, quer na dentição decídua, quer na dentição permanente. Ocorre durante a formação e maturação do esmalte, uma história de ingestão de água que contém mais de 1 ppm de íons flúor ou posologia inadequada de suplementos de flúor. Clinicamente, os dentes apresentam esmalte excessivamente opaco e com manchas que podem variar do branco ao marrom escuro e, podem também, apresentar áreas típicas de erosão. Os graus de fluorose dental, segundo Dean e Arnold, encontram-se na Tabela 1:

| Nomenclatura | Grau |
|--------------|------|
| Normal       | 1    |
| Questionável | 2    |
| Muito suave  | 3    |
| Suave        | 4    |
| Moderado     | 5    |
| Grave        | 6    |

**Tabela 1: Graus de fluorose dental**

No início dos anos 60, descobriu-se o efeito prejudicial de manchamento dos dentes da tetraciclina quando tomada durante a calcificação dos dentes. Isto significa que

os dentes decíduos podem ser afetados do sexto mês, no útero, até o décimo mês de vida e os dentes permanentes, do sétimo mês de vida até o sétimo ou oitavo ano da infância. O feto é comprometido por meio do suprimento unido de sangue, quando a mãe ingere a droga durante a gravidez. A mãe pode passar, também, a droga para a criança ao amamentar.

A tetraciclina é depositada em dentes e ossos em mineralização. A molécula de tetraciclina se prenderá a qualquer tecido em mineralização. Isto provavelmente ocorre através de um processo de quelação, no qual a molécula de tetraciclina se fixa ao cálcio do dente e se incorpora ao cristal de hidroxiapatita até sua mineralização. O esmalte incorpora pouca tetraciclina; exceto em casos severos, quando pode também exibir hipoplasia. A dentina que se calcifica, na ocasião em que a droga é ingerida, exibe linhas incrementais que se coram e são visíveis, sob luz incandescente. Os dentes em formação durante estes períodos críticos de desenvolvimento são os dentes anteriores, os quais são mais visíveis. Estes dentes são os mais expostos à luz solar, a qual vai gradualmente, transformando os dentes afetados em amarelo escuro ou cinza escuro. As superfícies vestibulares dos incisivos superiores são as primeiras áreas a sofrerem alteração de cor.

O diagnóstico clínico diferencial se dá através da luz negra (ultravioleta), pois, a tetraciclina é fluorescente e os dentes se tomam excessivamente brilhantes.

Existem fatores que interferem na intensidade da cor e severidade da mancha como o tipo de droga administrada, dosagem, tempo de administração e via de administração. Há ainda uma variação da cor devido à administração de drogas específicas como o uso da Clortetraciclina (Aureomicina) - marrom acinzentado, Dimetilclortetraciclina (Dedermicina) - amarelo, Oxitetraciclina (Terramicina) - amarelo, Tetraciclina (Acromicina) - amarelo e a Doxicilina (Vibramicina) que não produz alteração de cor.

Feinman et al. (1987) classificou as manchas por tetraciclina em:

1. grau I - representa manchamento mínimo, usualmente de um amarelo claro, ou marrom claro ou cinza claro uniformemente confinados aos  $\frac{3}{4}$  incisais dos dentes. O prognóstico de clareamento vital é bom nestes casos, sendo geralmente necessárias três sessões clínicas de 30 a 45 minutos.
2. grau II - é mais variável na quantidade e localização do manchamento. A tonalidade vai de um amarelo profundo ao marrom cinza. O prognóstico é variável. São necessárias 6 sessões clínicas de 30 a 45 minutos para clareá-los.



3. grau III - são descolorações azuladas ou cinza escuras, usualmente com presença de faixas bem demarcadas. Prognóstico em dentes vitais não é bom.
4. grau IV - inclui manchas severas que são muito escuras para responder ao clareamento, péssimo prognóstico.

Cheek, Heywan (1999), sugeriram através de um estudo o uso concomitante de vitamina C para ajudar a prevenir a instalação do pigmento. É importante o cirurgião-dentista conhecer todos os mecanismos de pigmentação da estrutura dental, pois é através do mecanismo de formação que se faz o tratamento. Cada caso é individual e tem suas soluções.

Segundo Haywood, Leonard, Dickinson (1997), é totalmente possível conseguir um sucesso clínico no clareamento de dentes escurecidos por tetraciclina, estendendo-se o tempo de clareamento caseiro por seis meses, usando peróxido de carbamida a 10% em moldeira individual. Porém, deve-se avisar ao paciente que estender o tempo de clareamento pode incluir alguns efeitos colaterais, entre eles uma sensibilidade adicional.

## **2.2 Mecanismo de ação dos agentes clareadores**

O primeiro trabalho sobre clareamento dental foi escrito pelo professor M'Quillen do Colégio Dental da Filadélfia, em 1861, no renomado periódico *The Dental Cosmos*. Neste trabalho M'Quillen dizia que o primeiro passo era conhecer as características químicas das substâncias que produziam alterações da cor natural dos dentes. Ele citava como agentes clareadores o dióxido de enxofre e o licor de Labarraque (hipoclorito de sódio a 2,5%), preconizado por Woodnut (1860). Em 1866, M'Quillen publicou um trabalho descrevendo métodos para examinar as estruturas dentárias pelo microscópio, demonstrando a presença de canálculos dentinários e sua estreita relação com o órgão pulpar e, em 1867, ressaltava a característica de oxidorredução dos agentes clareadores de dentes escurecidos.

As últimas décadas do século XIX foram muito produtivas no campo do clareamento dental, sendo que diversos pesquisadores colaboraram ativamente. Dentre

eles podemos destacar Bogue (1872) e Charple (1877), que preconizavam o uso do ácido oxálico; já Truman (1881) utilizava o hipoclorito de cálcio como clareador dental desde 1864; Kirk (1893), recomendava o uso do dióxido de sódio enquanto Westlake (1865), difundia o uso da solução conhecida como Pyrozone - uma mistura de cinco partes de peróxido de hidrogênio a 25% com uma parte de éter.

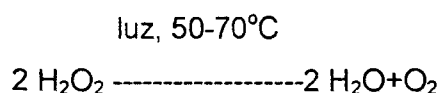
Assim, no alvorecer do século XX, os agentes clareadores de dentes despulpados já eram bastante conhecidos e difundidos. As técnicas, de modo geral, eram similares, diferenciando o agente clareador empregado.

Em 1924, Herman Prinz, preconizou uma técnica de clareamento dental na qual utilizava o perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio a 30% e, ainda, ao agente calor. Esta técnica chamada termocatalítica mereceu destaque especial, pois as demais preconizadas até hoje apresentam pequenas variações em relação a ela.

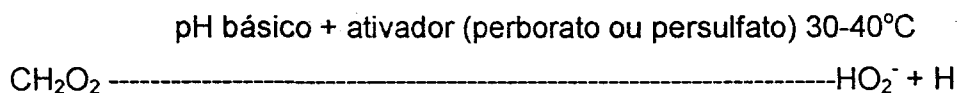
Sempre que se escolhe a substância ou a técnica, todos os sistemas de clareamento existentes envolvem a ação de diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio, associado ou não com um tratamento prévio da superfície do esmalte. Embora os mecanismos de ação do peróxido de hidrogênio possam variar levemente de uma mancha para a outra, ele geralmente age através de suas propriedades oxidantes uma vez que começa a se decompor sob os efeitos de calor, luz ou certos ativadores químicos.

Duas reações tornaram-se em geral aceitas:

1. reação 1 – fotodissociação



2. reação 2 - dissociação aniônica



A primeira reação - fotodissociação - é induzida por luz e uma elevação na temperatura. Ela leva ao aparecimento de moléculas de oxigênio, que têm apenas propriedades oxidantes menores. Esta reação é a mais fácil de se produzir e é freqüentemente a reação primária. A segunda reação - dissociação aniônica - é produzida por um pH básico na presença de certos ativadores. Ela resulta na formação de íons hidroxiperóxidos ( $H_2O^{\cdot}$ ), que, de acordo com Zaragoza (1983), tem propriedades oxidantes notavelmente superiores. Esta dissociação aniônica é mais difícil de se obter. De acordo com Feinman et al. (1991), uma terceira reação pode existir, que seria uma combinação da reação 1 com a reação 2 e que terminaria na formação de oxigênio e íons  $HO^{\cdot}$ . Qualquer que seja a reação, os produtos do colapso do peróxido de hidrogênio oxidam os agentes corantes, portanto, atenuando as manchas. Em contraste ao ácido clorídrico, o baixo peso molecular dos produtos do colapso do peróxido de hidrogênio os ajudam a passar através do esmalte poroso naturalmente.

O peróxido de hidrogênio, desta forma, terá ação tanto superficial como profunda. Sob certas circunstâncias, ele pode até alcançar a junção amelodentinária e infiltrar-se na dentina. O peróxido de hidrogênio não tem efeito abrasivo, qualquer que seja a concentração usada, envolvendo oxocromo e pigmentos cromóforos apenas, os quais produzem corantes naturais ou corantes patológicos dos dentes.

Segundo Navarro, M.F.L (2000), com relação ao potencial carcinogênico, existem controvérsias sobre o risco de danos aos tecidos pela ingestão do peróxido de carbamida durante o processo de clareamento. Este potencial tem sido relacionado aos radicais livres de oxigênio e suas possíveis propriedades mutagênicas e já que são bastante reativos, destruindo o DNA, a membrana lipídica e outros componentes essenciais. A boca é um dos locais de ação carcinogênica no corpo humano e esta ação é dependente de um efeito cumulativo dentro das células. Portanto Frysh, Bowles, Baker e Hidalgo (1995) assim como Ferreira, Dias, Silva, Araújo, todos os agentes clareadores apresentam efeitos mutagênicos e citotóxicos sendo que a exposição e concentração do agente clareador aumentam este potencial.

### 2.3 Clareamento de dentes despoldados

Em 1938, Salvas recomendava clarear dentes escurecidos após tratamento endodôntico com a mistura de perborato de sódio com água destilada. O uso de perborato de sódio dissolvido em água foi ressaltado por Spasser em 1962. Grossman (1946) e Maisto (1967), citam técnicas de clareamento de dentes despoldados com uso de peróxido de hidrogênio a 30% mais a ação do calor. Na busca de agentes oxidantes mais potentes, Nutting e Poe, propuseram uma modificação da técnica de Prinz (1924), aconselhando o uso do peróxido de hidrogênio a 30%, misturado com perborato de sódio, sugeriam ainda a troca constante dos materiais para acelerar o processo de clareamento.

Assim, por muitos anos, o agente clareador mais utilizado foi, sem dúvida, o perborato de sódio, misturado com água ou peróxido de hidrogênio a 30%, com ou sem aplicação de calor. A partir do trabalho pioneiro de Bleckman e Cohen, em 1951, passou-se a estudar a ação do peróxido de uréia - peróxido de carbamida -na limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Pesquisas posteriores levadas a efeito por Cobe (1960) e Stewart et al. em 1961, difundiram o uso do peróxido de uréia misturado com glicerina anidra (Gly-Oxide), para limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Estes produtos não só desinfetavam como clareavam os dentes. Porém, o peróxido de uréia (peróxido de carbamida a 10%) ficou com seu uso limitado como solução auxiliar da instrumentação de canais radiculares e teve seu uso mais difundido após os trabalhos de Stewart et al. (1969) e Paiva & Antoniazzi (1973).

O clareamento de dentes despoldados está indicado quando há escurecimento após tratamento endodôntico, escurecimentos após necrose e dentes pigmentados por tetraciclina despoldados. Dentes com pigmentações metálicas, escurecimentos antigos ou dentes traumatizados possuem prognóstico incerto.

Quando há escurecimentos por medicamentos (tetraciclina) em dentes despoldados, deposição de dentina (calcificação distrófica) em dentes com vitalidade ou pequena quantidade de estrutura dental remanescente, não se deve realizar esse tipo de clareamento.

## CLAREAMENTO IN VITRO

As técnicas de clareamento para dentes despolpados são:

1. técnica imediata ou termocatalítica - o peróxido de hidrogênio é aplicado isoladamente na face vestibular e intracâmara pulpar, sendo ativado pelo emprego de um instrumento aquecido ou fonte de luz que gere calor. O aumento da temperatura proporciona maior liberação de oxigênio e aumento da permeabilidade dental, diminuindo o tempo necessário para o clareamento. Uma variação desta técnica é o aquecimento da pasta de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio, pois desta forma a pasta apresenta pH 3,5, proporcionando maior liberação do oxigênio.
2. técnica mediata (Nuting, Poe) - a aplicação de curativo intracâmara pulpar, de pasta do pó de perborato de sódio misturado ao peróxido de hidrogênio, por 3 a 5 dias. Pode-se também utilizar o perborato de sódio associado à água destilada, mas nesta forma apresenta menor liberação de oxigênio. Existem no comércio, comprimidos à base de peróxido de hidrogênio (Endoperox) e peróxido de uréia (Clareador Odachan), para serem utilizados, também, como curativos na intracâmara pulpar.
3. técnica mista - quando durante a primeira sessão de atendimento for observado que o aquecimento do agente clareador não foi suficiente para se conseguir o clareamento desejado, pode-se realizar também o curativo intracâmara pulpar com pasta de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio, para continuar o clareamento do dente. Nesta técnica faz-se a associação da imediata e mediata.
4. Carrillo, Trevino, Haywood (1998), descobriram que dentes não vitais podem ser clareados simultaneamente interna e externamente usando carbopol 10% colocado diretamente na câmara pulpar dos dentes tratados endodonticamente e externamente usando-se uma moldeira comum.

O profissional deve orientar o paciente para não ingerir alimentos corantes durante o processo de clareamento assim como café, chá e refrigerantes, e evitar o fumo ao máximo.

O prognóstico depende da etiologia da alteração de cor, tempo do escurecimento, técnica de clareamento utilizada e adequada restauração do dente.

O mais sério e importante risco no clareamento de dentes tratados endodonticamente é a probabilidade de ocorrer até, aproximadamente, seis anos depois, reabsorção dentinária externa. Este tipo de selamento ocorre no colo do dente, na região da gengiva inserida. Ela fica justaposta ao nível do selamento de guta-percha e estende-

se apicalmente em direção à crista do osso alveolar. Isto ocorre devido a ferimento do tecido periodontal, vazamento do agente clareador, difusão do agente clareador pelos túbulos dentinários abertos para o ligamento periodontal cervical, ferimento do periodonto causado pelo calor empregado para potencializar o agente clareador e trauma antes ao clareamento.

É de extrema importância o acompanhamento radiográfico e, caso seja detectada a reabsorção externa, a câmara pulpar e, se possível também, a região da reabsorção deverão ser preenchidas temporariamente com uma pasta de hidróxido de cálcio.

Quando, todavia, a reabsorção for diagnosticada em estágios mais avançados, e tendo fracassado a sua estagnação pelo uso do hidróxido de cálcio, três alternativas de tratamento são empregadas: extrusão radicular, cirurgia a retalho para expor a região da reabsorção ou sepultamento da raiz.

Baratieri et al (1996) advertem que a abertura coronária seguida por endodontia promove uma pequena queda na resistência do dente e que o clareamento de dentes não vitais não diminuem a resistência desses dentes. O clareamento pode ser executado com sucesso desde que um diagnóstico correto, planejamento minucioso e técnica adequada sejam empregados.

## 2.4 Clareamento de dentes polpados

O clareamento de dentes vitalizados, que tinham suas cores alteradas devido às manchas extrínsecas, foi difundido a partir do trabalho de Ames, publicado em 1937. As variações encontradas nestas técnicas dizem respeito à fonte geradora de calor e à sua associação ou não a agentes abrasivos.

O clareamento de dentes vitalizados apresentou grande evolução quando Haywood e Haymann, em 1989, apresentaram uma técnica com o uso do peróxido de carbamida a 10%, em forma de gel, e que poderia ser aplicado pelos pacientes em sua residência. O peróxido de carbamida a 10% gel é eficaz e seguro para o clareamento dental visto que, através de estudo feito por Mattis, Cochran, Eckert, Carlson (1998) nenhum dente estudado voltou a cor original após seis meses.

O clareamento de dentes polpados poderá ser realizado em dentes com alteração de cor amarelo, cinza, laranja e marrom claro, uniformemente distribuídas na coroa,

alterações por tetraciclina suave e moderada (graus I e II), alteração pela idade, alteração por fluorose suave dentes com câmara pulpar e canal radicular atrésico (calcificação distrófica). As pigmentações nas cores azuis, marrons ou cinza e pigmentações por tetraciclina grau III e IV possuem prognóstico duvidoso quanto ao resultado.

Em casos de dentes que exibem sensibilidade ao calor, frio e à percussão, dentes com comprometimento pulpar; dentes com lesão de erosão, abrasão e abfração, que apresentem sensibilidade cervical, pacientes jovens com câmara pulpar ampla e pouca espessura dentinária; dentes com restaurações inadequadas (percolação marginal), pacientes com problemas periodontais; pacientes xerostômicos (para o tratamento caseiro), pacientes fumantes (efeito co-carcinogênico para o tratamento caseiro), deve ser evitado o procedimento de clareamento.

Existem diversas técnicas para clareamento de dentes polpados:

1. técnica convencional no consultório - utiliza peróxido de hidrogênio a 30%. Realiza-se profilaxia com pedra pomes e água, escolha da cor, proteção dos tecidos moles com vaselina ou Omcilon em orabase, isolamento absoluto bem invaginado e colocação de amarras em todos os dentes. Então se condiciona com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos, somente na primeira sessão de atendimento, lavar por 30 segundos e secar. Cobrir totalmente os dentes com gaze ou algodão umedecido em solução contendo 5 partes de peróxido de hidrogênio a 30% e 1 parte de éter etílico; aplicação de uma fonte de calor entre 52°C a 60°C por 20 minutos na primeira sessão e por 30 minutos nas sessões subseqüentes, polimento convencional do esmalte dos dentes que foram clareados, aplicação de flúor fosfato acidulado incolor a 1,23% por 4 minutos, repetir semanalmente a cada 7 dias, 3 a 6 sessões de atendimento, na última sessão, repetir o polimento e a aplicação de flúor.
2. técnica do consultório com peróxido de carbamida a 22% ou 35% - fazer profilaxia com pedra pomes e água, escolha da cor, proteção dos tecidos moles, isolamento absoluto bem invaginado e colocação de amarras em todos os dentes. Condicionar as superfícies com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos somente na primeira sessão de atendimento, lavar por 30 segundos e secar. Cobrir totalmente os dentes com gel de peróxido de carbamida, aplicação de uma fonte de calor entre 52°C a 60°C por 10 minutos em cada dente, lavagem do gel, nova aplicação e novo aquecimento por mais 10 minutos, polimento convencional do esmalte dos dentes que foram clareados, aplicação de flúor fosfato acidulado incolor a 1,23% por 4 minutos, repetir

semanalmente a cada 7 dias, 3 a 6 sessões de atendimento, e na última sessão, repetir o polimento e a aplicação de flúor.

3. técnica caseira – esta técnica tem se tornado muito popular nos Estados Unidos, pois são eficazes e seguras se forem realizadas com a supervisão de um cirurgião-dentista (Russel, Dickinson, Johnson, Curtis, Downey, Haywood, Myers / 1996). Na primeira sessão de atendimento realiza-se a anamnese, registro da cor, análise do sorriso, moldagem, obtenção do modelo e confecção da moldeira individual. Na segunda sessão de atendimento haverá a orientação do paciente quanto à utilização do material: higienização dos dentes, 1 a 2 gotas de gel em cada dente na moldeira a ser clareado, levar à boca e remover os excessos com cotonete ou com a ponta do dedo, realizar durante o dia, de preferência, por 3 a 4 horas, ou durante a noite; reaplicar 1 vez ao dia e após 90 a 120 minutos de aplicação, remover e lavar a moldeira, enxaguar os dentes, a boca e reaplicar novamente o gel de peróxido de carbamida até completar 3 ou 4 horas diárias. Após o término, remover a moldeira, limpá-la e enxaguar bem os dentes. Há necessidade de controle semanal e o tratamento deve durar 4 semanas, podendo ser reduzido ou ampliado. Quando a cor desejada for alcançada, realizar polimento convencional do esmalte dos dentes que foram clareados, aplicação de gel fluoreto de sódio neutro incolor por três dias, durante 60 a 90 minutos diários, utilizando a mesma moldeira individual. O paciente deve evitar qualquer contato dos dentes com corantes, pois estão sendo clareados e estão mais suscetíveis a sofrer impregnações. Devem evitar fumar, não comer e não beber alimentos com corantes (chá, café, coca-cola, vinho tinto, chocolates, molhos vermelhos etc.) e não utilizar batom durante os dias do tratamento clareador caseiro. O paciente deve evitar também a ingestão constante de produtos ácidos e erosivos tais como refrigerantes, frutas e sucos cítricos, bem como evitar situações de abrasão imediatamente após a remoção das moldeiras com o agente clareador (escovação dental com pastas abrasivas).

#### **2.4.1 Vantagens e Desvantagens do Clareamento Vital Caseiro**

Leonard (1998) descreve os efeitos colaterais mais comuns relatados por 2/3 dos pacientes : irritação gengival, sensibilidade dentinária, amidalite, dor de dente,



formigamento dos tecidos, cefaléia sendo que todos esses efeitos dependem da quantidade de produto administrado, números de trocas da solução da moldeira e tempo de uso, e estes efeitos adversos somente duram quando o paciente está em tratamento.

O clareamento dental caseiro feito com peróxido de carbamida 10% promove um aumento do número de poros da superfície do esmalte. Esses poros apresentaram maior diâmetro, bem como suas embocaduras adquiriram uma forma afunilada, sugerindo uma destruição que afeta diferentes camadas, em profundidade e assemelha-se a erosão dental, concluindo-se então que o clareamento dental caseiro é prejudicial ao esmalte dental. ( Tames D.; Grando e Tames D.R. / 1998).

Por isso Rodrigues J. ; Basting; Rodrigues M. (1998) explicam que se deve fazer uma correta seleção do material clareador pois podem ocorrer alterações da microdureza do esmalte, principalmente associadas ao tempo de uso do produto.

O clareamento dental caseiro, apesar de ser prejudicial ao esmalte dental não promove um comprometimento estrutural do dente (Tedesco, Vargas, Nunes, Bottrel e Campos) e também não há diferença na diminuição da resistência ao cisalhamento (Siqueira; Santos M.; Santos F. /1997) e nem a resistência à fratura (Rolla; Pacheco; Dillemburg /1996).

Existe ainda uma técnica denominada de microabrasão do esmalte, indicada para tratamento de manchas de fluorose, principalmente. Essa técnica consiste em se aplicar, após procedimentos de profilaxia, proteção de tecidos moles e isolamento absoluto, uma pasta de pedra pomes e ácido clorídrico a 18% (Haywood e Leonard /1998). Essa pasta é encontrada no mercado com o nome comercial de Prema. A pasta aplicada com cotonete, fará uma microabrasão do esmalte, e sua aplicação deverá ter duração de 10 segundos e poderá ser repetida por até 16 vezes. Após obtenção da cor desejada, polir o esmalte, aplicar flúor por 4 minutos e recomendar ao paciente que evite alimentos com corantes e cigarros.

## **2.5 Lasers em Odontologia**

Os lasers são ferramentas que começam a fazer parte do nosso cotidiano, cada vez com mais freqüência. Sua importância cresce na medida em que novos avanços são

obtidos no domínio da tecnologia de sua construção, de novos meios laser, de regimes de operação, de tratamento de feixe e do conhecimento da interação da radiação com a matéria. Um feixe de laser atinge pontos muito pequenos, com intensidade extremamente alta, em lugares de difícil acesso ou de ambiente agressivo por isso a possibilidade do uso do laser como um tratamento coadjuvante na prevenção de cárie de sulcos oclusais baseados na capacidade de promover a esterilização destes sulcos, devido sua ação na placa dental, na sua capacidade de volatilizar seletivamente o tecido cariado, a sua ação física dos cristais de hidroxiapatita, fazendo-os mais resistentes à ação desmineralizante dos ácidos (Cecchini / 2000).

O laser é composto pelo meio ativo, sistema de bombeamento e um ressonador óptico (cavidade óptica). Este conjunto também é conhecido como ressonador ativo.

Existem duas maneiras de operação para qualquer laser: continuada e a pulsada. Na operação contínua, a emissão se dá na forma de um feixe de potência constante, que não varia com o tempo. Na operação pulsada, a emissão é intermitente, com pulsos de energia emitidos a intervalos regulares de tempo.

Tradicionalmente os lasers são divididos em quatro categorias principais dependendo do tipo do meio ativo empregado. São eles: lasers a gás, lasers líquidos, lasers de estado sólido e lasers de diodo (ou de semicondutor).

Os lasers a gás empregam um meio gasoso como elemento ativo. Este meio pode ser atômico, molecular ou iônico.

Já os lasers líquidos usam um meio líquido que pode ser o próprio elemento ativo (lasers a álcool), ou que pode ter um soluto em uma solução como um elemento ativo, como é o caso de lasers de corante.

Os lasers de estado sólido utilizam um cristal, vidro ou cerâmica que são gradualmente usados como elemento hospedeiro para um íon laser ativo.

Os lasers de diodo ou de semicondutor são parentes próximos dos LED (light emitting diode) e utilizam junções semicondutoras do tipo p-n como meio laser ativo.

Uma classificação mais precisa, contudo, deve levar em conta não somente o tipo de meio ativo, mas também o método de bombeamento, que pode ser: óptico, por descarga elétrica auto-sustentada, por ionização, térmico, químico e por recombinação.

### 2.5.1 Lasers Semicondutores

Também chamados de lasers de diodo, constituem os mais compactos lasers, sendo utilizados em grande quantidade na indústria de telecomunicações. São muito eficientes, pois apresentam 40% de eficiência elétrica. Apresenta uma vida útil de dezenas de milhares de horas, sem a necessidade de manutenção alguma. A intensidade e profundidade no foco do seu feixe são pequenas, excluindo o seu uso de aplicações de corte e furação de materiais duros.

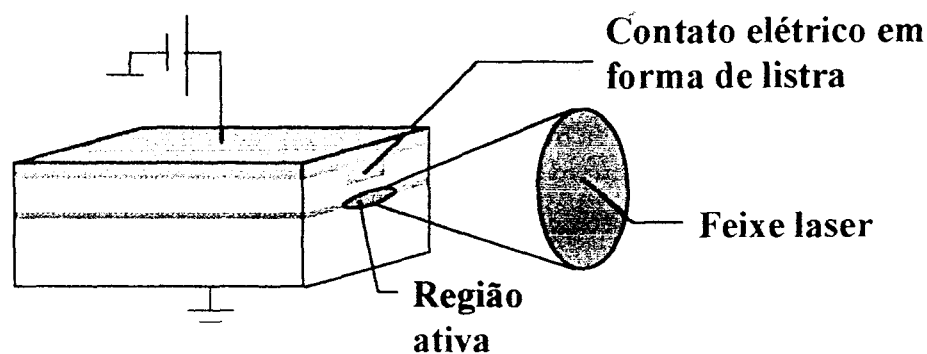


Figura 1: Desenho de um laser de semicondutor

O laser de diodo é um pequeno cubo de material semicondutor com dimensões de milímetros, que converte diretamente corrente elétrica em energia luminosa. O material é crescido em camadas, de baixo para cima, dentro de um recipiente especial, similar ao crescimento de um cristal de quartzo na natureza. A energia luminosa é emitida em forma de um cone de luz laser por uma das faces do cubo e apresenta no máximo uma potência de poucos Watts (vide Figura 1). No laser de diodo, a energia elétrica é diretamente convertida em luz sem a necessidade de uma fonte luminosa adicional. No semicondutor os elétrons ocupam o volume total do cristal e não são vinculados a íons específicos. O crescimento dos cristais é feito em camadas, uma camada muito fina (0,2 a 0,02 $\mu\text{m}$ ) e não dopada é crescida entre duas camadas, uma das quais tem alta concentração de elétrons enquanto a outra tem baixa concentração. Quando uma corrente elétrica passa pelo cristal, buracos e elétrons, migra dentro da camada não dopada onde eles se

recombinam emitindo um fóton. Em razão da diferença de índice de refração entre regiões dopadas e não dopadas, os fótons são forçados a movimentar-se somente dentro da camada não dopada. Nas superfícies "clivadas" do cristal, os fótons encontram uma refletividade natural de 30%. O crescimento do contato elétrico em forma de listra permite a formação de um ressonador laser entre as faces do cristal contendo o movimento transversal dos fótons.

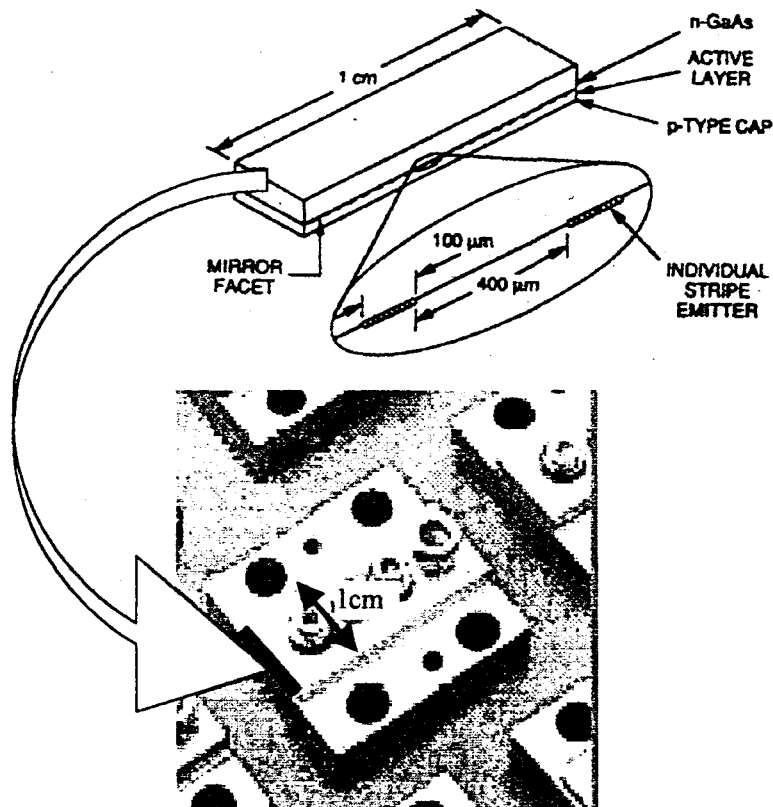


Figura 2: Esquema e foto de uma barra de diodo

Para obter um laser de diodo de alta potência, em torno de 20 cubos são crescidos, uns ao lado dos outros num único passo de crescimento, conforme figura abaixo, de tal maneira que todos emitem na mesma direção (Figura 2). Para remover o calor existente durante a operação do laser de semicondutor, este dispositivo chamado de barra de diodo precisa ser prensado no topo de um bloco de cobre.

Devido a sua construção em forma de barra, a luz laser emitida pelos 20 emissores é extremamente alongada e, tem na saída da barra uma dimensão de 1cm x 10

micrômetros. Para a grande maioria das aplicações, este feixe precisa ser transformado num laser com secção circular que pode ser obtido através de um conjunto de óptica, bastante complexa, entre a barra de diodo e a aplicação.

Segundo Pelino, Rodrigues, Zwhalen, Ngleyen, Wu (2000) o grau de clareamento dental depende não só do produto utilizado como também da potência do laser . O cirurgião-dentista deve tomar cuidado com a potência do laser, pois se aumentando a potência, aumenta o calor e este pode ser prejudicial à polpa dental (Zach, Cohen/ 1965).

Entre as finalidades do laser de diodo estão: o corte e perfuração de tecido mole, remoção de pêlos, bioestimulação.

As vantagens do diodo são a emissão espectral estreita, diversidade espectral dos diodos, coerência do diodo, emissão angular do diodo, melhor absorção da luz de bombeamento, pode ser focalizado melhor, melhor sobreposição com o feixe do laser.

Os lasers de diodo são baratos, muito compactos, possuem baixa potência de pico, qualidade de feixe ruim, alta estabilidade de potência, nenhuma manutenção, refrigeração menor, qualidade de feixe ruim, eficiência próxima a 20%

## 2.6 Lâmpada plasma de xenônio

Através das pesquisas e dados clínicos obtidos com este equipamento observou-se um aumento da velocidade e uma diminuição do tempo clínico no tratamento clareador. Os resultados clínicos obtidos são extremamente satisfatórios clareando os dentes em apenas duas horas.

## 2.7 Espectrofotômetro

O espectrofotômetro (Figura 8) é um instrumento para medição de transmitância, absorvância e refletância de uma amostra como uma função do comprimento de onda da radiação eletromagnética. Existem dois tipos de espectrofotômetros: os convencionais e os de diodo e seus componentes chaves são:

- uma fonte que gere uma banda larga da radiação eletromagnética
- uma área de amostra
- um ou mais detentores para medir a intensidade da radiação

um esquema de dispersão que selecione a radiação de banda larga da fonte para um comprimento de onda particular.

## 2.6 Espaço de cor

Vários pesquisadores no passado desenvolveram métodos, usando fórmulas complexas, para quantificar a cor e expressá-la numericamente com o objetivo de fazer o possível para expressarmos uma determinada cor mais facilmente e mais precisamente. Hoje é possível determinar a cor de um objeto através de métodos para determinação de cor, cada um com suas especificidades e aplicações, tais como : - Valores de tristimulos XYZ e o Espaço de cor Yxy

Espaço de cor  $L^*a^*b^*$  (Figura 3, Figura 4 e Figura 5)

Espaço de cor  $L^*C^*h^*$

Espaço de cor Hunter Lab

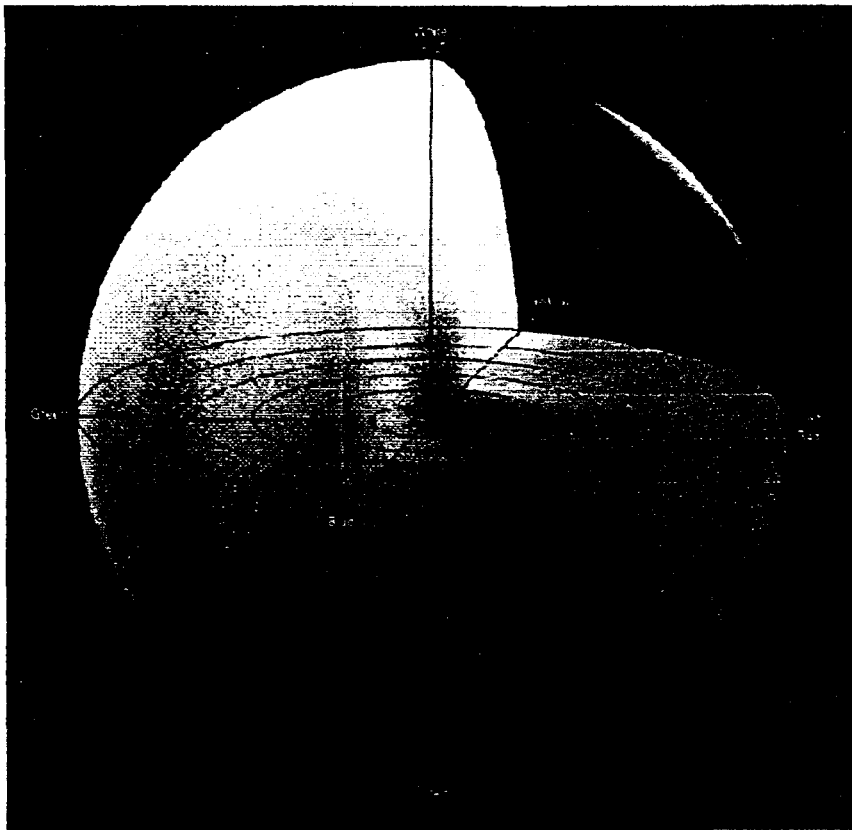


Figura 3: esfera de cor  $L^*a^*b^*$

## CLAREAMENTO IN VITRO

Entre outros menos usados. Para medir cor, o CIE definiu as características espectrais relacionando cor e temperatura de cor de vários tipos diferentes de iluminantes típicos como :ILUMINANTE PADRÃO D65 : Luz do dia (inclui a região ultravioleta). ILUMINANTE PADRÃO C : Luz do dia (não inclui a região ultravioleta).ILUMINANTE PADRÃO A : Luz incandescente.

Um dos mais populares espaços para medir a cor dos objetos é o CIE  $L^*a^*b^*$  ele é uniforme e reduz um dos maiores problemas de espaço de cor, em que distâncias iguais no diagrama de cromaticidade não correspondem a iguais diferenças de cor percebidas. No espaço de cor,  $L^*$  indica luminosidade e  $a^*$  e  $b^*$  são coordenados de cromaticidade. Neste diagrama, o  $a^*$  e  $b^*$  indicam direções de cores:  $+a^*$  é direção do vermelho,  $-a^*$  é direção do verde,  $+b^*$  é direção do amarelo,  $-b^*$  é direção do azul. O centro é acromático; tanto  $a^*$  e  $b^*$  são valores crescentes e o ponto quando se move para fora do centro a saturação de cor aumenta.

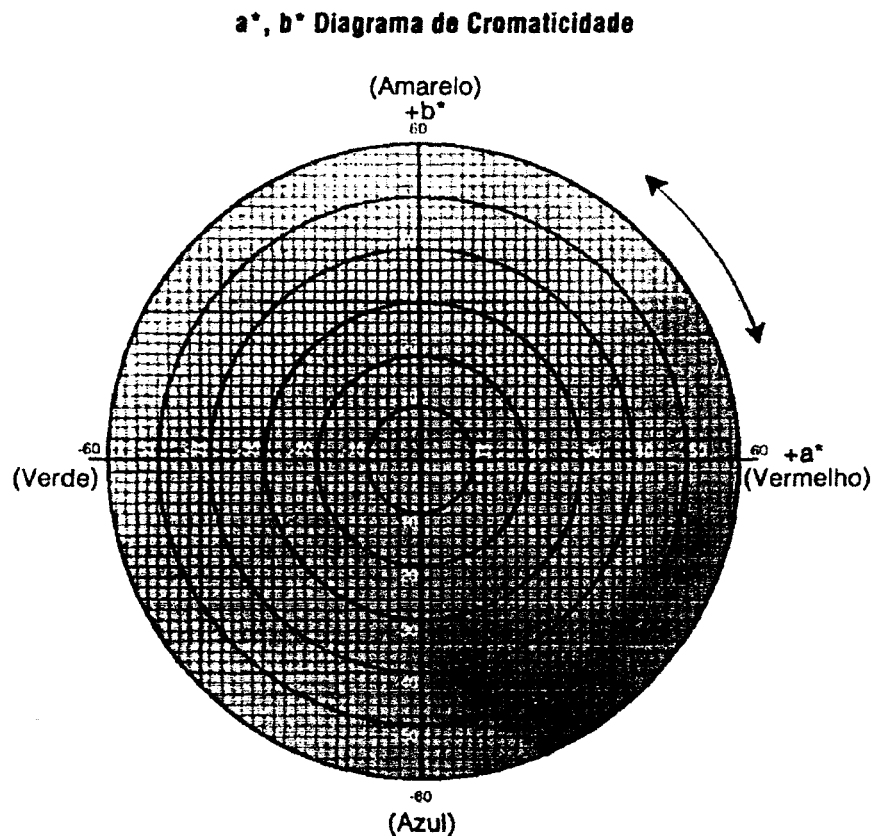


Figura 4: seção da esfera de cor no plano  $a^*b^*$ .

Figura 9

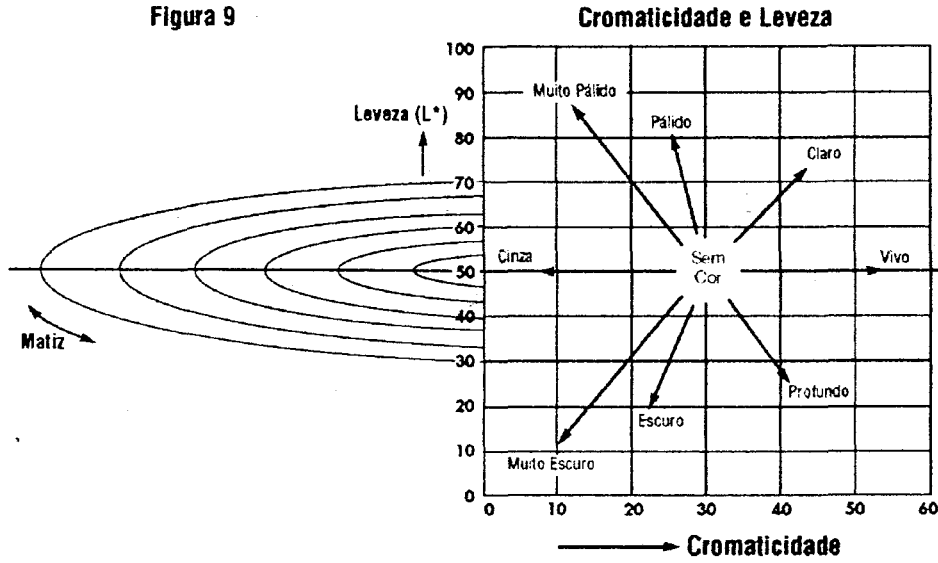


Figura 5: Esquema para visualizar melhor a distribuição das características das cores na esfera de cor.

As fórmulas do CIE L\*a\*b\* são (

Tabela 2):

Tabela 2: Definições dos parâmetros para avaliar cores

| DEFINIÇÃO                    | FORMULA   |
|------------------------------|---|
| Diferença da coordenada a*   | $\Delta a^* = a^*_f - a^*_r$  |
| Diferença da coordenada b*   | $\Delta b^* = b^*_f - b^*_r$  |
| Diferença de Luminosidade    | $\Delta L^* = L^*_f - L^*_r$  |
| Diferença de Cor Total       | $\Delta E^*_{ab} = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]}$ |
| Croma                        | $C^* = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]}$  |
| Diferença de Croma           | $\Delta C^* = C^*_f - C^*_r$  |
| Diferença de Hue (Coloração) | $\Delta H^* = \sqrt{[(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]}$ |
| Ângulo de Hue (Coloração)    | $H = \tan^{-1}(b^*/a^*)$  |



### 3. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo *in vitro* é comparar dois comprimentos de onda e dois tipos de materiais clareadores em relação ao seu efeito sobre a cor dos dentes. Para tal será medida a cor dos dentes antes e após o tratamento clareador. A cor do dente será medida no sistema CIELAB, apresentando os valores  $L^*$   $a^*$   $b^*$ , antes e após o clareamento.

## 4. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Foram selecionados 33 dentes anteriores (incisivos) humanos, os quais foram artificialmente escurecidos e então, divididos em sete grupos, sendo que cada um recebeu um tipo diferente de tratamento clareador.

Foram realizada duas avaliações da cor dos dentes no espectrofotômetro, uma antes e outra após o clareamento.

### 4.1 Materiais

#### Laser de diodo

O laser utilizado foi desenvolvido no IPEN no laboratório de opto-eletrônica. Ele emite em 960 nm e utiliza uma fibra de 600 microns de núcleo.

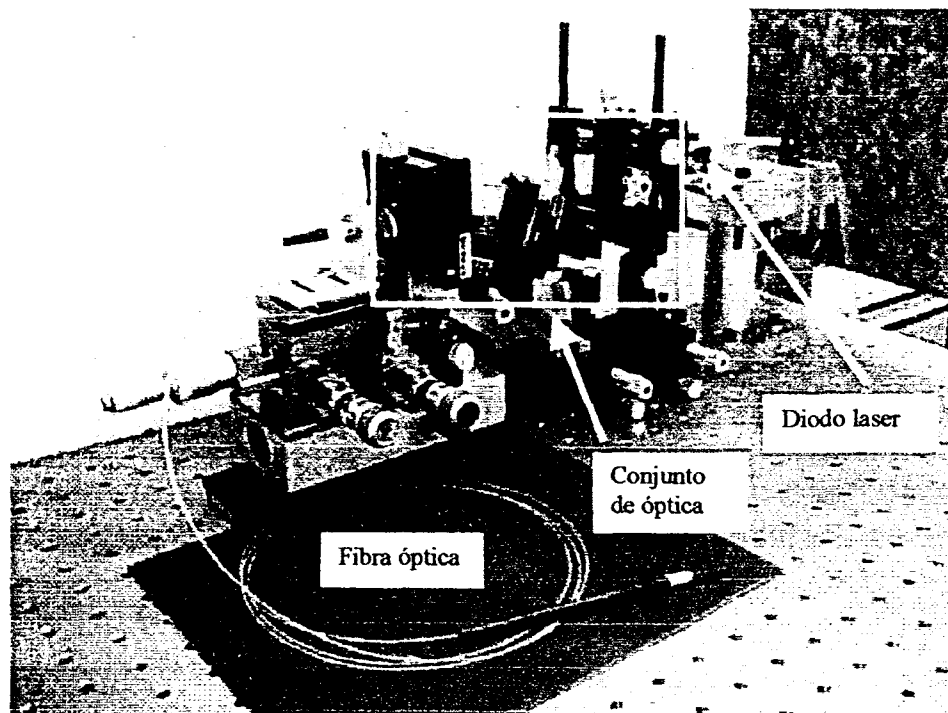


Figura 6: Laser de Diodo do laboratório de opto- eletrônica do Centro de Laser e Aplicações (IPEN).

## Lâmpada de plasma de xenônio

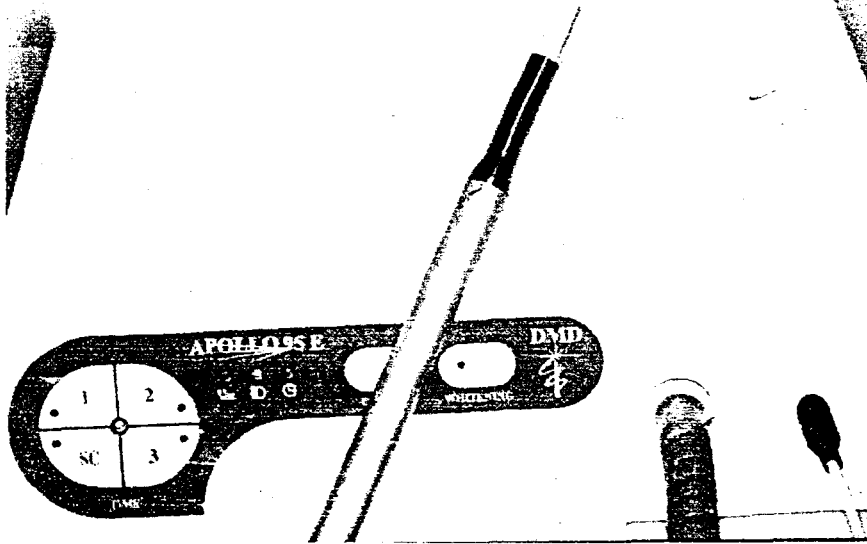


Figura 7: Lâmpada de plasma de xenônio

O aparelho utilizado (Figura 7) é um sistema de fotopolimerização e clareamento. Sendo que para o clareamento, a lâmpada de xenon plasmática apresenta as seguintes características:

Modelo: Apollo 95E Elite

Voltagem: 100 a 240V

Frequência: 50 a 60hz

Comprimento de onda em modo de clareamento: 400 a 500nm

Intensidade da luz: 0,9W

Cabo de fibra óptica líquida: comprimento 1,8m

Fabricante: Dental / Medical Diagnostic Systems, Inc.

## Espectrofotômetro

Especificações do Espectrofotômetro Cintra 10:

Sistema Fotométrico = duplo feixe

Fonte de Luz = tungstênio / deutério

Intervalo = 190 a 1000 nm

## CLAREAMENTO IN VITRO

Passa banda espectral = 2 nm (fixa)

Detector = Fotodiodo de silício

Incerteza de  $\lambda$  =  $\pm 0,2$  nm

Incerteza Fotométrica =  $\pm 0,001^A$  (~0,3%T)

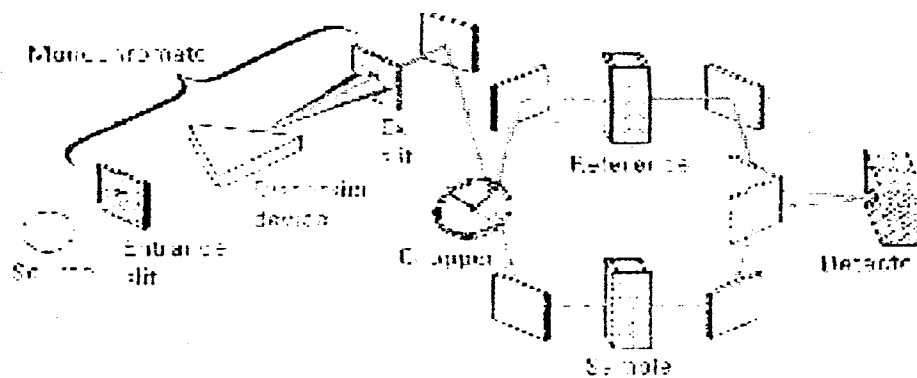
Diâmetro da Esfera = 63 mm

Razão da área porta/esfera = 8%

Intervalo da esfera = 200 a 800 nm

Revestimento da esfera = sulfeto de bário

Incerteza da baseline =  $\pm 0,002$  A (~0,5%T)



**Figura 8: Sistema óptico de duplo feixe do Espectrofotômetro (configuração no Espectrofotômetro Cintra 10 GBC UV)**

### Outros equipamentos utilizados

Caneta de baixa rotação - micromotor e peça reta

Estufa-Departamento de Dentística

Ácido fosfórico a 32%, semigel - Uni-etch - Bisco

Adesivo dentinário - 3M Single Bond Adhesive-3M

Becker-Departamento de Dentística

Dentes incisivos humanos extraídos - banco de dentes do Departamento de Dentística da FOU SP

Discos de carborundum  
Escovas de Robinson  
Opalescence Extra  
Opus White  
Pedra pomes  
Resina composta fotopolimerizável - Microflow, cor C1 - Reative Inc.  
Resina composta fotopolimerizável - Prodigy, cor A4 - Kerr  
Solução contendo café em pó, chá, tabaco mascável e vinho tinto  
Saliva artificial  
Tecido absorvente  
Pincéis descartáveis

## 4.2 Métodos

Foram selecionados 33 dentes incisivos humanos, extraídos por razões diversas. Após aprovação do comitê de ética do IPEN e FOU SP, foram limpos com pedra pomes e água para remover todas as manchas e detritos da superfície vestibular e lingual dos mesmos.

Previamente a qualquer intervenção, os dentes foram armazenados em frascos numerados contendo solução fisiológica (saliva artificial), a fim de se hidratar dos dentes.

Decorrido o prazo do processo de hidratação, os dentes foram seccionados na altura da junção cimento esmalte com auxílio de um disco carborundum montado em mandril acoplado em peça reta montada em micromotor. A exposição da dentina pulpar foi selada com adesivo dentinário e resina fotopolimerizável.

Os espécimes foram submersos em um Becker, contendo uma solução com suspensão de café em pó, chá preto, tabaco mascável e vinho tinto. Os dentes foram mantidos nessa solução por 7 dias em estufa à 37° C (constante), sendo agitada diariamente para que os produtos mais pesados não decantassem no fundo do recipiente, tentando-se assim, simular o meio bucal.

As coroas dos dentes foram então removidas da solução, secas, colocadas sobre um tecido absorvente e levadas pela primeira vez ao espectrofotômetro onde foi

## CLAREAMENTO IN VITRO

executado a primeira medida dos 33 dentes. A partir daí, os espécimes foram divididos em 7 grupos experimentais:

GRUPO I: cinco espécimes irradiados com laser de diodo (960 nm), a uma potência de 2W, por 30 seg. usando-se o produto Opalescence Extra;

GRUPO II: quatro espécimes irradiados com laser de diodo (960 nm), a uma potência de 2W, por 30 seg. usando-se o produto Opus White;

GRUPO III: cinco espécimes irradiados com laser de diodo (960 nm), a uma potência de 0,9W, por 60 seg. usando-se o produto Opalescence Extra;

GRUPO IV: quatro espécimes irradiados com laser de diodo (960 nm), a uma potência de 0,9W, por 60 seg. usando-se o produto Opus White;

GRUPO V: cinco espécimes irradiados com lâmpada de xenon plasmática, a uma potência de 0,9W, por 60 seg. usando-se o produto Opalescence Extra;

GRUPO VI: cinco espécimes irradiados com lâmpada de xenon plasmática, a uma potência de 0,9W, por 60 seg. usando-se o produto Opus White;

GRUPO VII: cinco espécimes para grupo controle.

Os materiais clareadores foram pincelados, com auxílio de um pincel descartável, de maneira que a superfície vestibular fosse completamente coberta pelo produto em questão.

A luz xenon plasmática e o laser de diodo foram colocados a 2 mm aproximadamente, numa angulação perpendicular a da face vestibular do dente, abrangendo-se assim toda superfície a ser clareada.

O sistema de condução de feixe laser foi uma fibra óptica com diâmetro de 600µm resultando numa intensidade de 700 W/cm<sup>2</sup> com o laser operando em 2 Watt e 318 W/cm<sup>2</sup> com o laser operando em 0,9 Watt. A intensidade da lâmpada foi de 1,8 W/cm<sup>2</sup>.

A fibra óptica do laser de diodo foi movimentada de mesial para distal e de apical para incisal numa direção uniforme cobrindo toda a área vestibular já com o material clareador.

Em seguida, as amostras foram, pela segunda vez, levadas a leitura de cor. Agora após todos os procedimentos de coloração e clareamento, usando o mesmo espectrofotômetro da Disciplina de Dentística da FOUSP.

## 5. RESULTADOS

Para o estudo foram acompanhados um total de 33 dentes divididos em 7 grupos (conforme

**Tabela 3**), onde se variou os seguintes fatores: agente clareador (Opalescence Extra e Opus White); tipo do laser utilizado (Laser de Diodo e de Lâmpada Xenon plasmática); intensidade do laser (0,9W e 2,0 W).

Como o experimento não foi planejado para cruzar todos os fatores, iremos analisar os dados considerando os 7 grupos diferentes, sem verificar se existe ou não interação dos fatores. Os grupos estudados foram os seguintes (entre parêntesis estão os códigos que utilizaremos neste estudo):

- Grupo 1: Opalescence Extra, 2W, Laser Diodo (OE LD 2W)
- Grupo 2: Opus White, 2W, Laser Diodo (OW LD 2W)
- Grupo 3: Opalescence Extra, 0,9W, Laser Diodo (OE LD 0,9W)
- Grupo 4: Opus White, 0,9W, Laser Diodo (OW LD 0,9W)
- Grupo 5: Opalescence Extra, 0,9W, L. Xenon plasmática(OE LX 0,9W)
- Grupo 6: Opus White, 0,9W, L. Xenon plasmática (OW LX 0,9W)
- Grupo 7: grupo controle (Controle)

Iremos analisar a variação da cor nos grupos fazendo primeiro uma análise descritiva dos dados, através de gráficos e tabelas, e depois testando se essas diferenças observadas são significativas ou não.

**Tabela 3: Número de dentes utilizados no estudo**

| Grupos     | n° de dentes |
|------------|--------------|
| OE LD 2W   | 5            |
| OW LD 2W   | 4            |
| OE LD 0,9W | 5            |
| OW LD 0,9W | 4            |
| OE LX 0,9W | 5            |
| OW LX 0,9W | 5            |
| Controle   | 5            |

## 5.1 Análise Descritiva

Iremos estudar aqui os parâmetros CIELAB pré e pós o tratamento de clareamento.

Na Tabela 4 temos os valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  nos momentos pré e pós tratamento para cada grupo.

Nos gráficos Figura 9 a Figura 14 podemos observar melhor a variação dos parâmetros, de onde podemos destacar que:

- para o  $a^*$  vemos que todos os grupos ele diminui (inclusive o grupo Controle), destacando os grupos OE LD 0,9W e OW LD 0,9W que decresceram mais que o controle e o grupo OE LD 2W que decresceu menos que o controle. Além disto notamos para o grupo OW LX 0,9W que além do valor médio de  $a^*$  cair também observamos que a variabilidade entre os  $a^*$  pós-tratamento é menor que no momento pré-tratamento;
- para o parâmetro  $b^*$  vemos que os grupos não seguiram o mesmo padrão. O grupo controle apresentou queda no valor médio, assim como o grupo OW LD 0,9W. Os grupos OW LD 2W e OE LD 0,9W variaram pouco e os outros grupos apresentaram um aumento na média do  $b^*$ , com destaque para o OE LD 2W. Quanto à variabilidade percebemos que vários grupos apresentaram uma variabilidade menor no pós-tratamento;
- para o parâmetro  $L^*$  tivemos que todos os grupos apresentaram aumento (inclusive o grupo Controle). O grupo OW LX 0,9W apresentou variação muito próxima ao Controle, enquanto que as maiores variações ficaram por conta dos grupos com LD de 2W (OE LD 2W e OW LD 2W com  $\Delta L^*$  de 7,6 e 6,0 respectivamente).



CLAREAMENTO IN VITRO

Tabela 4- Médias e Desvios padrões (entre parêntesis) para os parâmetros CIELAB pré e pós tratamento

| Grupos     | a*        |           | b*         |            | L*         |            |
|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|            | pré       | pós       | pré        | pós        | pré        | pós        |
| OE LD 2W   | 3,2 (1,2) | 2,7 (1,0) | 12,1 (3,9) | 14,5 (3,5) | 76,4 (3,7) | 83,9 (3,2) |
| OW LD 2W   | 4,0 (2,1) | 2,6 (1,0) | 14,3 (3,7) | 14,7 (2,2) | 73,5 (4,0) | 79,5 (3,6) |
| OE LD 0,9W | 4,4 (1,2) | 2,2 (1,1) | 11,4 (1,4) | 11,4 (1,6) | 71,5 (2,0) | 73,9 (3,7) |
| OW LD 0,9W | 4,1 (1,4) | 1,6 (0,9) | 13,3 (1,9) | 12,5 (1,1) | 72,9 (5,4) | 75,9 (2,1) |
| OE LX 0,9W | 4,2 (1,5) | 2,3 (1,9) | 12,0 (1,7) | 13,3 (0,4) | 70,8 (5,8) | 74,7 (5,1) |
| OW LX 0,9W | 2,8 (2,7) | 2,0 (1,1) | 10,9 (4,9) | 12,4 (3,0) | 76,2 (6,6) | 77,7 (4,9) |
| Controle   | 2,9 (1,7) | 1,8 (0,9) | 13,0 (1,0) | 11,4 (1,6) | 74,5 (5,4) | 76,1 (3,8) |
| Geral      | 3,6 (1,7) | 2,2 (1,1) | 12,3 (2,9) | 12,8 (2,3) | 73,7 (4,9) | 77,4 (4,9) |

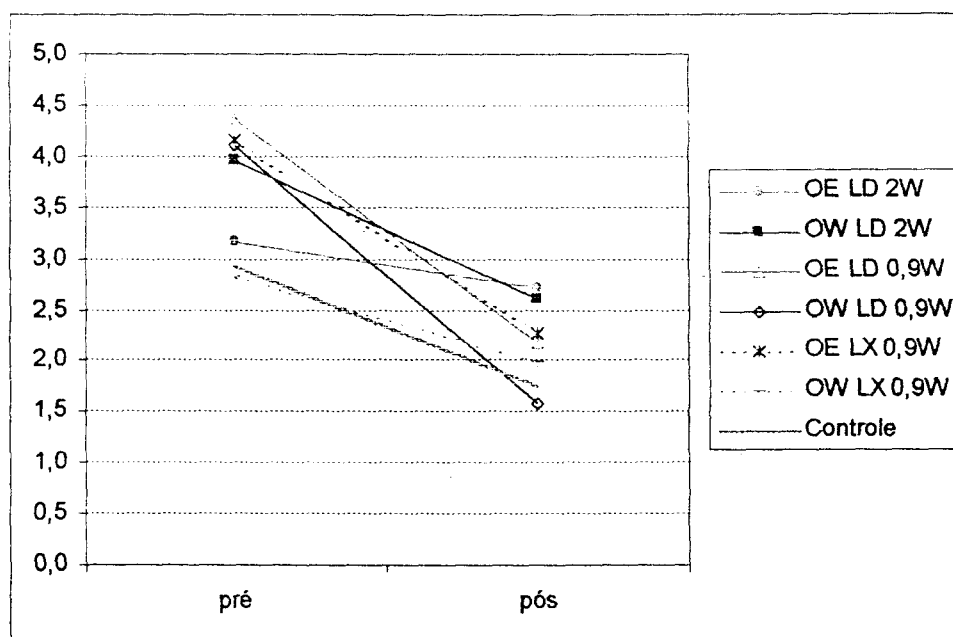


Figura 9 - Médias do parâmetro a\*

CLAREAMENTO IN VITRO

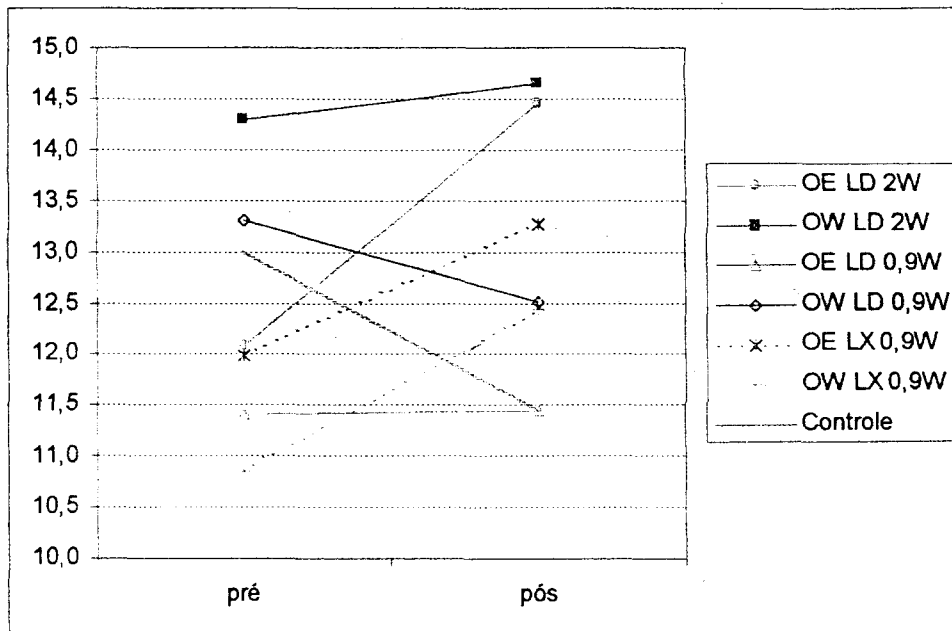


Figura 10: Médias do parâmetro b\*

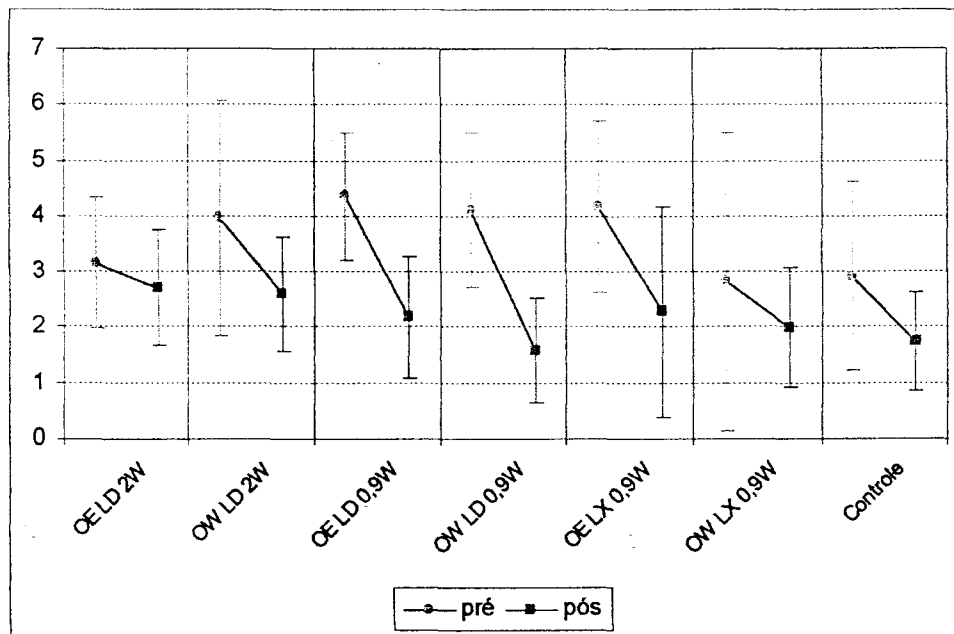


Figura 11 – Médias ± 1 Desvio padrão para o parâmetro a\*

CLAREAMENTO IN VITRO

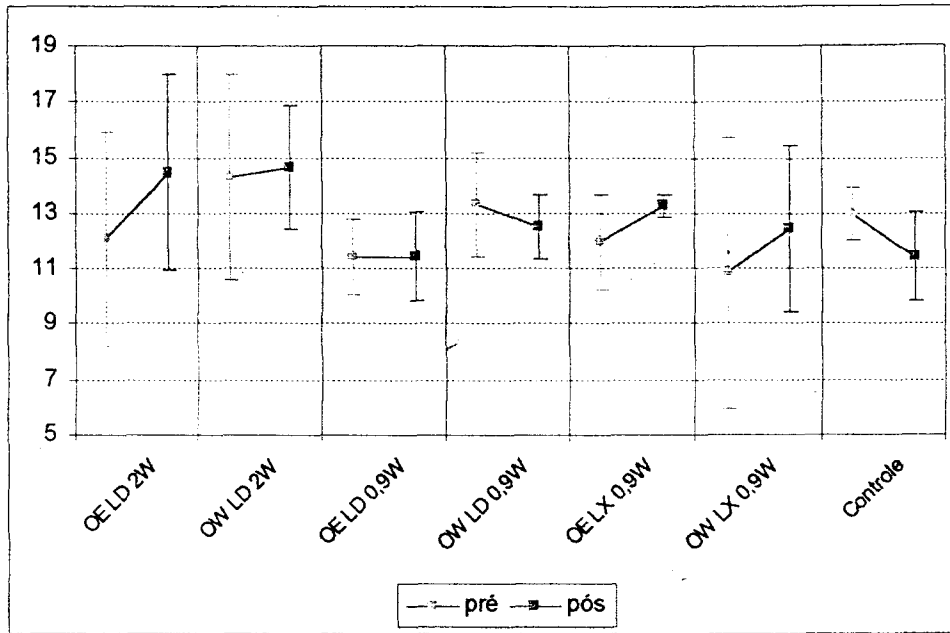


Figura 12 - Médias  $\pm$  1 Desvio padrão para o parâmetro b\*

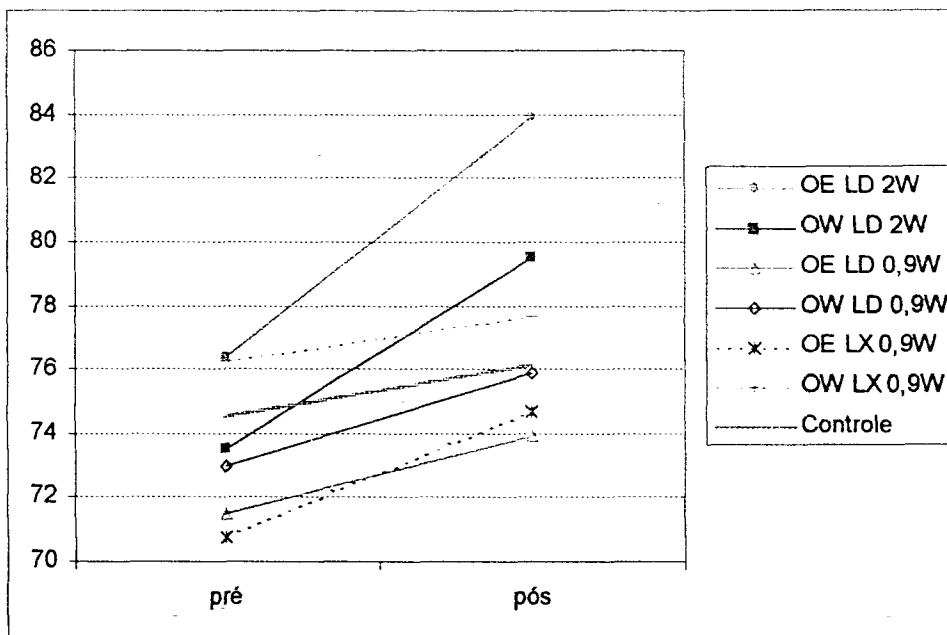


Figura 13 – Médias do parâmetro L\*

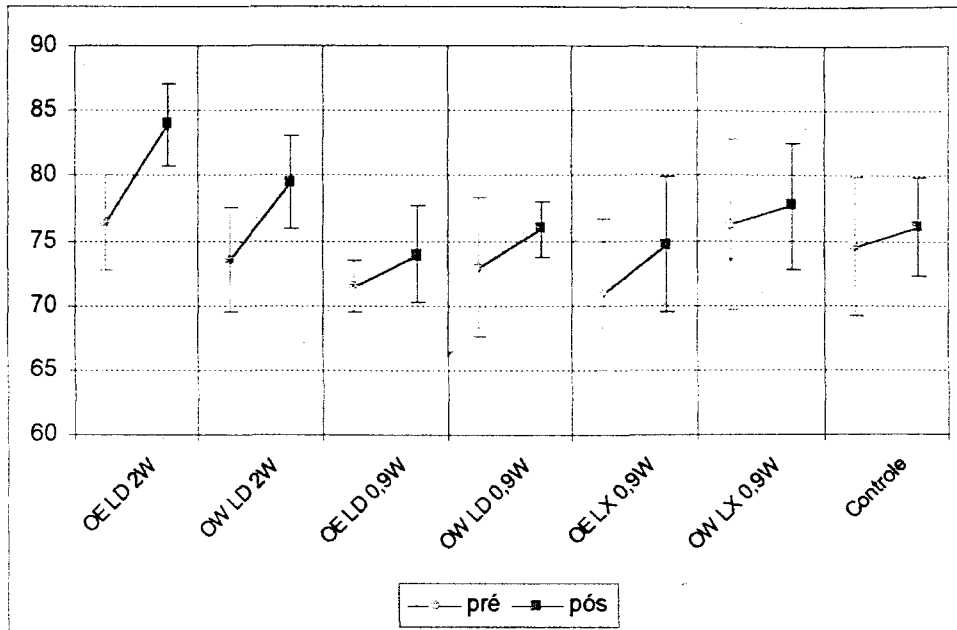


Figura 14 – Médias  $\pm$  1 Desvio padrão para o parâmetro  $L^*$

Uma outra forma de analisar os dados é verificando as variações conjuntas do  $a^*$  e do  $b^*$  e também do  $\Delta L^*$  e  $\Delta C^*$ , onde  $C^*$  é o croma e que foi calculado da seguinte forma:

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})}$$

No Figura 15 temos a variação dos  $a^*$  e  $b^*$  onde a variação do pré para o pós tratamento está simbolizada pela diferença de tamanho dos pontos (pontos pequenos = pré tratamento, pontos grandes = pós tratamento). O Figura 16 é o mesmo do Figura 15, mas com a escala ajustada à variação dos valores.

Pelos dois gráficos podemos observar principalmente que os dois grupos de LD com 2W saíram de lugares diferentes no pré-tratamento e estão muito próximos no pós-tratamento. Além disto vemos os dois grupos de LD com 0,9W irem aproximadamente no mesmo sentido do grupo controle.

Para compararmos a variação conjunta do  $\Delta L^*$  e  $\Delta C^*$ , procedemos de duas formas: da primeira utilizando os dados gerais sem transformação e a segunda padronizando os valores pela média do grupo Controle. Os gráficos Figura 17 e Figura 18 apresentam os valores. Por eles percebemos que todos os grupos variaram mais que o

CLAREAMENTO IN VITRO

Controle, destacando novamente os grupos com LD de 2W que apresentaram a maior distância.

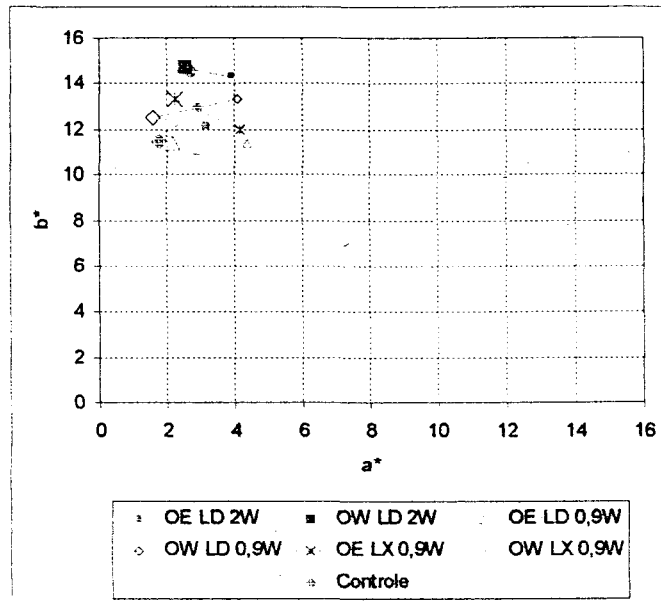


Figura 15 – Gráfico de variação conjunta do  $a^*$  e  $b^*$ . (pontos menores: pré tratamento, pontos maiores: pós tratamento)

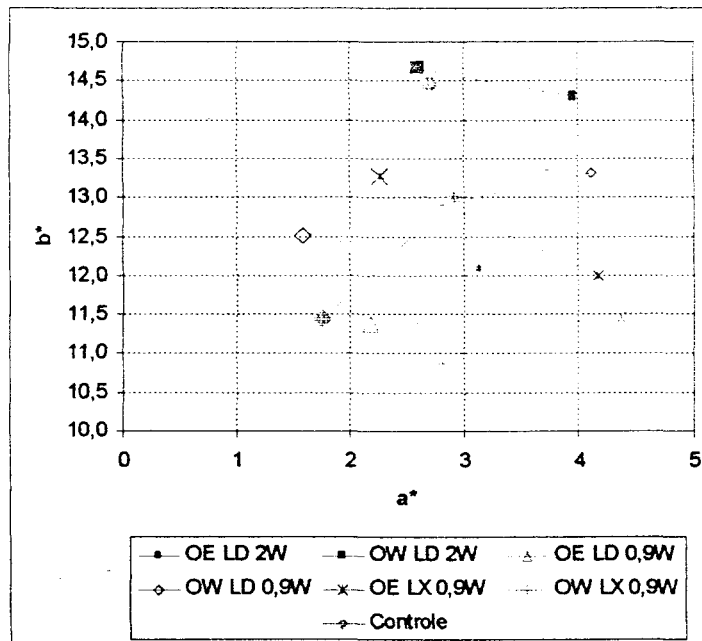


Figura 16 – Gráfico de variação conjunta do  $a^*$  e  $b^*$ . (pontos menores: pré-tratamento, pontos maiores: pós-tratamento)

CLAREAMENTO IN VITRO

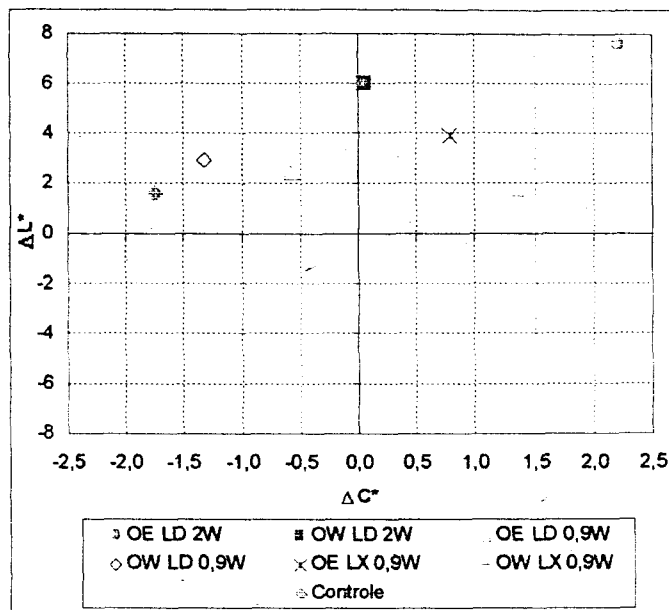


Figura 17- Variação de  $\Delta L^*$  e de  $\Delta C^*$  para os valores gerais

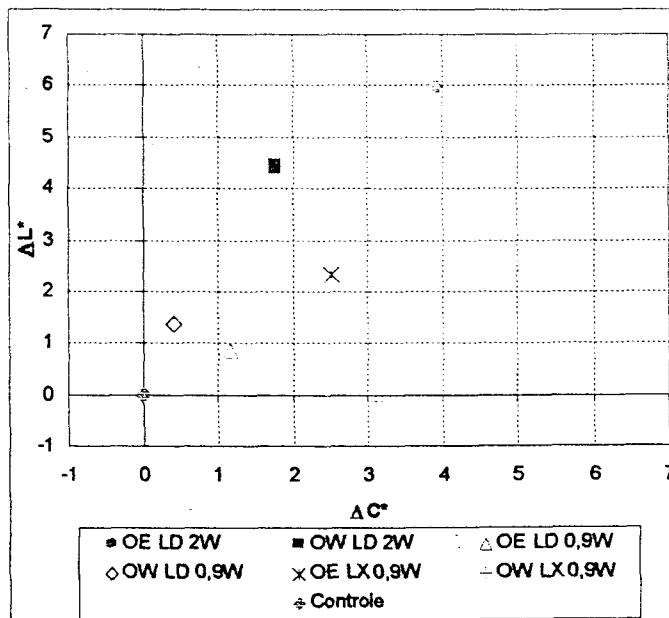


Figura 18 - Variação de  $\Delta L^*$  e de  $\Delta C^*$  para os valores padronizados pelo Controle

## 5.2 Análise Inferencial

Iremos verificar aqui, se as diferenças vistas na parte descritiva são significativas ou não. Utilizaremos a técnica de *Análise de Variância para medidas repetidas* (ANOVA) para fazer a comparação.

Testando se existiu diferença significativa entre os grupos e entre pré e pós tratamento, separadamente para cada parâmetro (L\*, a\* e b\* e também para C\*), fizemos as ANOVAs (descritas nas tabelas Tabela 5 a Tabela 8) e pelos níveis descritivos,<sup>1</sup> podemos concluir que:

- para b\* e C\* não foi possível verificar diferenças significativas nem entre os grupos de tratamento (pré e pós-tratamento);
- para a\* e L\*, existe diferença significativa entre pré e pós-tratamento, mas entre os grupos a diferença não é significativa.

**Tabela 5 - Análise de Variância para a\***

| Fatores              | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos               | 6                           | 1,529                     | 26                            | 3,431                       | 0,446         | 0,8414           |
| Tratamento           | 1                           | 35,937                    | 26                            | 1,038                       | 34,615        | 0,0000           |
| Grupos * Tratamentos | 6                           | 1,309                     | 26                            | 1,038                       | 1,261         | 0,3092           |

**Tabela 6 - Análise de Variância para b\***

| Fatores              | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos               | 6                           | 9,587                     | 26                            | 7,186                       | 1,334         | 0,2779           |
| Tratamento           | 1                           | 3,577                     | 26                            | 6,430                       | 0,556         | 0,4624           |
| Grupos * Tratamentos | 6                           | 4,610                     | 26                            | 6,430                       | 0,717         | 0,6394           |

<sup>1</sup> O nível descritivo de um teste é a probabilidade de estarmos cometendo um erro ao rejeitarmos 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 não existe diferença entre os grupos, ou seja, que o fator não é significativo.

Tabela 7- Análise de Variância para L\*

| Fatores              | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos               | 6                           | 68,307                    | 26                            | 33,085                      | 2,065         | 0,0926           |
| Tratamento           | 1                           | 224,296                   | 26                            | 6,907                       | 32,473        | 0,0000           |
| Grupos * Tratamentos | 6                           | 12,762                    | 26                            | 6,907                       | 1,848         | 0,1287           |

Tabela 8- Análise de Variância para C\*

| Fatores              | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos               | 6                           | 9,464                     | 26                            | 7,688                       | 1,231         | 0,3228           |
| Tratamento           | 1                           | 0,069                     | 26                            | 6,566                       | 0,010         | 0,9193           |
| Grupos * Tratamentos | 6                           | 4,951                     | 26                            | 6,566                       | 0,754         | 0,6120           |

Na Tabela 9 temos a ANOVA feita para verificarmos se existem diferenças significativas entre os grupos e pré/pós tratamento conjuntamente para as medidas L\*a\*b\*. Dos resultados da tabela, os referentes às medidas, não nos interessam muito, pois eles estão comparando os valores de L\* com a\* e com b\* (e sabemos que eles são diferentes e isto não é importante).

Analisando o resultado podemos concluir que existe uma interação significativa entre os grupos e tratamento (pré/pós-tratamento), ou seja, que a variação entre pré/pós-tratamento não é a mesma para todos os 7 grupos.

Para verificarmos quais diferenças foram significativas, fizemos *Comparações Múltiplas pelo método LSD (Least Significant Difference)*, pelo qual podemos concluir, através da Tabela 10 principalmente, que o Grupo OELD2W pós e o Grupo OWLD2W pós são significativamente diferentes dos demais grupos, mas estes dois não são diferentes entre si.



CLAREAMENTO IN VITRO

Tabela 9- Análise de Variância para as medidas L\*a\*b\* conjuntamente

| Fatores                | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do residuo | Quadrados médios do residuo | Estatística F | nível descritivo |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupo                  | 6                           | 32.1                      | 26                            | 10,67                       | 3,01          | 0,0227           |
| Tratamento             | 1                           | 39,4                      | 26                            | 3,65                        | 10,81         | 0,0029           |
| Medida                 | 2                           | 101578,2                  | 52                            | 16,52                       | 6150,56       | 0,0000           |
| Grupo * Tratamento     | 6                           | 10,9                      | 26                            | 3,65                        | 3,00          | 0,0231           |
| Grupo * Medida         | 12                          | 23,6                      | 52                            | 16,52                       | 1,43          | 0,1818           |
| Tratamento * Medida    | 2                           | 112,2                     | 52                            | 5,36                        | 20,91         | 0,0000           |
| Grupo * Trat. * Medida | 12                          | 3,9                       | 52                            | 5,36                        | 0,72          | 0,7236           |

Tabela 10- Comparações múltiplas para L\*a\*b\* entre os grupos e pré/pós tratamento.(as diferenças significativas estão hachuradas)

|            | OE LD 2W |       | OW LD 2W |       | OE LD 0,9W |       | OW LD 0,9W |       | OE LX 0,9W |       | OW LX 0,9W |       | Controle |       |
|------------|----------|-------|----------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|----------|-------|
|            | pré      | pós   | pré      | pós   | pré        | pós   | pré        | pós   | pré        | pós   | pré        | pós   | pré      | pós   |
| OE LD 2W   | pré      | 0,000 | 0,943    | 0,028 | 0,047      | 0,063 | 0,575      | 0,471 | 0,034      | 0,520 | 0,418      | 0,818 | 0,573    | 0,281 |
|            | pós      | 0,000 | 0,000    | 0,063 | 0,000      | 0,000 | 0,000      | 0,000 | 0,000      | 0,000 | 0,000      | 0,000 | 0,000    | 0,000 |
| OW LD 2W   | pré      | 0,943 | 0,000    | 0,042 | 0,052      | 0,068 | 0,550      | 0,453 | 0,038      | 0,498 | 0,404      | 0,884 | 0,547    | 0,277 |
|            | pós      | 0,028 | 0,063    | 0,042 | 0,000      | 0,000 | 0,011      | 0,007 | 0,000      | 0,007 | 0,005      | 0,045 | 0,008    | 0,002 |
| OE LD 0,9W | pré      | 0,047 | 0,000    | 0,052 | 0,000      | 0,891 | 0,175      | 0,229 | 0,876      | 0,165 | 0,220      | 0,029 | 0,143    | 0,337 |
|            | pós      | 0,063 | 0,000    | 0,068 | 0,000      | 0,891 | 0,217      | 0,281 | 0,770      | 0,208 | 0,273      | 0,039 | 0,182    | 0,408 |
| OW LD 0,9W | pré      | 0,575 | 0,000    | 0,550 | 0,011      | 0,175 | 0,217      | 0,878 | 0,135      | 0,962 | 0,836      | 0,438 | 0,977    | 0,641 |
|            | pós      | 0,471 | 0,000    | 0,453 | 0,007      | 0,229 | 0,281      | 0,878 | 0,180      | 0,908 | 0,965      | 0,351 | 0,848    | 0,761 |
| OE LX 0,9W | pré      | 0,034 | 0,000    | 0,038 | 0,000      | 0,876 | 0,770      | 0,135 | 0,180      | 0,125 | 0,169      | 0,020 | 0,107    | 0,266 |
|            | pós      | 0,520 | 0,000    | 0,498 | 0,007      | 0,165 | 0,208      | 0,962 | 0,908      | 0,125 | 0,866      | 0,384 | 0,935    | 0,657 |
| OW LX 0,9W | pré      | 0,418 | 0,000    | 0,404 | 0,005      | 0,220 | 0,273      | 0,836 | 0,965      | 0,169 | 0,866      | 0,301 | 0,802    | 0,783 |
|            | pós      | 0,818 | 0,000    | 0,884 | 0,045      | 0,029 | 0,039      | 0,438 | 0,351      | 0,020 | 0,384      | 0,301 | 0,429    | 0,194 |
| Controle   | pré      | 0,573 | 0,000    | 0,547 | 0,008      | 0,143 | 0,182      | 0,977 | 0,848      | 0,107 | 0,935      | 0,802 | 0,429    | 0,600 |
|            | pós      | 0,281 | 0,000    | 0,277 | 0,002      | 0,337 | 0,408      | 0,641 | 0,761      | 0,266 | 0,657      | 0,783 | 0,194    | 0,600 |

Outra forma de analisarmos é através dos valores "deltas". Fazendo a análise separadamente para  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  e  $\Delta C^*$ , tivemos que as diferenças entre os grupos não foi significativa (veja as tabelas Tabela 11 a Tabela 14), mas fazendo a análise conjuntamente para  $\Delta L^*a^*b^*$ , obtivemos pela Tabela 15 que existe diferença significativa entre os grupos e fazendo comparações múltiplas (Tabela 9) obtivemos que o Grupo OELD2W apresentou-se diferente dos demais, com exceção ao Grupo OWLD2W.

Tabela 11- Análise de Variância para  $\Delta a^*$ 

| Fatores | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|---------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos  | 6                           | 2.618                     | 26                            | 2.076                       | 1,261         | 0,3092           |

Tabela 12- Análise de Variância para  $\Delta b^*$ 

| Fatores | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|---------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos  | 6                           | 9,220                     | 26                            | 12,860                      | 0,717         | 0,6394           |

Tabela 13- Análise de Variância para  $\Delta L^*$ 

| Fatores | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|---------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos  | 6                           | 25,523                    | 26                            | 13,814                      | 1,848         | 0,1287           |

Tabela 14- Análise de Variância para  $\Delta C^*$ 

| Fatores | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|---------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos  | 6                           | 9,901                     | 26                            | 13,131                      | 0,754         | 0,6120           |

Tabela 15- Análise de Variância para  $\Delta L^*a^*b^*$ 

| Fatores          | graus de liberdade do Fator | Quadrados médios do Fator | graus de liberdade do resíduo | Quadrados médios do resíduo | Estatística F | nível descritivo |
|------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|
| Grupos           | 6                           | 21,870                    | 26                            | 7,290                       | 3,000         | 0,0231           |
| Medidas          | 2                           | 224,402                   | 52                            | 10,730                      | 20,913        | 0,0000           |
| Grupos * Medidas | 12                          | 7,745                     | 52                            | 10,730                      | 0,722         | 0,7236           |

CLAREAMENTO IN VITRO

Tabela 16- Comparações múltiplas para  $\Delta L^*a^*b^*$  entre os grupos.  
(as diferenças significativas estão hachuradas)

| Grupos     | OE LD 2W     | OW LD 2W | OE LD 0,9W   | OW LD 0,9W   | OE LX 0,9W   | OW LX 0,9W   | Controle     |
|------------|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| OE LD 2W   |              | 0,166    | <b>0,005</b> | <b>0,004</b> | <b>0,047</b> | <b>0,021</b> | <b>0,001</b> |
| OW LD 2W   | 0,166        |          | 0,144        | 0,116        | 0,594        | 0,380        | 0,062        |
| OE LD 0,9W | <b>0,005</b> | 0,144    |              | 0,837        | 0,315        | 0,522        | 0,640        |
| OW LD 0,9W | <b>0,004</b> | 0,116    | 0,837        |              | 0,251        | 0,420        | 0,813        |
| OE LX 0,9W | <b>0,047</b> | 0,594    | 0,315        | 0,251        |              | 0,711        | 0,146        |
| OW LX 0,9W | <b>0,021</b> | 0,380    | 0,522        | 0,420        | 0,711        |              | 0,272        |
| Controle   | <b>0,001</b> | 0,062    | 0,640        | 0,813        | 0,146        | 0,272        |              |

## 6. DISCUSSÃO

Segundo Pelino e White (SPIE 2000), foram comparadas as temperaturas superficiais e pulpares de dentes bovinos *in vitro* submetidos a clareamento, sendo utilizado laser de diodo e lâmpada clareadora. Depois de terem sido feitas as medições de cores no espectrofotômetro, antes e depois do clareamento, os autores obtiveram o resultado numérico dos valores de CIE  $L^*$   $a^*$   $b^*$ , que foram avaliados estatisticamente, usando análises multifatoriais ANOVA ( $p \leq 0,05$ ) e, repetidas com análise de Fischer ( $p \leq 0,05$ ), mostraram que não existe diferença significativa nos valores de  $L^*$  para clareamento. No entanto, para o teste ANOVA, demonstrou que existe diferença significativa entre os valores de  $L^*$ , pré e pós clareamento. Em seus gráficos de  $\Delta L^*$  e  $\Delta C^*$ , os valores de  $\Delta L^*$ , antes do clareamento, a escala ficava entre os valores 67 e 86. Já nos valores de  $\Delta C^*$ , a concentração das tonalidades dos dentes no espaço de cor ficava entre as áreas do amarelo ao vermelho, sendo que após o clareamento, os valores de  $\Delta L^*$  aumentaram para a linha entre 84 a 96 demonstrando que todos os dentes estavam mais brilhantes e os valores de  $\Delta C^*$ , se deslocaram no espaço de cor para a área verde e alguns dentes na área amarela clara. Este é o único trabalho de clareamento com laser de diodo encontrado na literatura. Comparando com os resultados obtidos na pesquisa descrita nesta dissertação, foi obtido também um aumento no valor de  $\Delta L^*$  para a maioria dos grupos, porém a coloração mudou no espaço de cor uniformemente para o amarelo mais claro e foi observado uma diferença significativa entre o grupo tratado com laser e o produto OE e os outros grupos.

Existem outros trabalhos clínicos utilizando CO<sub>2</sub> e argônio, porém não houve análise espectroscópica, impedindo assim a comparação.

Para completar a pesquisa, precisaríamos da medida de temperatura, e a análise de outros protocolos com maior potência. Também, a comparação com o Laser de Argônio, que dizem ser o mais efetivo para o clareamento, poderia auxiliar na procura para um entendimento melhor da ação dos vários lasers sobre produtos diferentes a base de peróxido de hidrogênio para o clareamento.

## 7. Conclusão

A irradiação dos dentes com o clareador OE e com o Laser de Diodo de 960 nm e 700 W/cm<sup>2</sup> de intensidade, demonstrou ser o mais efetivo para o clareamento dental.

Na média estatística, depois do tratamento, todos os grupos tiveram um aumento do seu brilho (o L\* na esfera de cor) e mudaram do tom cinza para o tom amarelo (b\* e a\* na esfera de cor).

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, C.V.G.; AUN, C.E. Clareamento em dentes com vitalidade pulpar. Revista Odontológica Unicid, v.8, n.2, p 117-125, jul/dez., 1996.

ARENS, D. The Role of Bleaching in Esthetics. Dental Clinics of North America – v. 33, n. 2, April, 1989.

ARRASTIA, A .M. <sup>a</sup>; MACHIDA, T.; WILDER, S.P.; MATSUMOTO, K. Comparative study of the thermal effects of four semiconductor lasers on the enamel and pulp chamber of a human tooth. Lasers Surg Med., 1994; 15(4): 382-389

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Referências bibliográficas – NBR 6023. Rio de Janeiro: 1989.

BARATIERI, L.N; JÚNIOR S.M.; VIEIRA L.C.C. Clareamento Dental. Editora Santos, 3<sup>a</sup> Edição, 1996

BERRY, J.H. What about whiteners? Safety concerns explored. J.Am Dent Assoc. 1990; 121: 223-225.

BERTELLA, C. Clareamento de dentes Vitais e Não Vitais. Tese de Especialização, Campinas, 1997.

BOWLES, W.H.; LANCASTER, L.S.; WAGNER, M. J. in Reflectance and Texture Changes Bleached Composite Resin Surfaces. Decker Periodicals, 1996.

BRUGNERA, JR. A.; PINHEIRO, A.L.B. Lasers na Odontologia Moderna. Editora Pancast, 1<sup>a</sup> Edição, 1998.

## CLAREAMENTO IN VITRO

BUSSAB, W. O. E MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 4ª ed. São Paulo: Atual Editora. 321p.

CARRILO, A. TREVINO, V.A.; HAYWOOD, V.B. Simultaneous bleaching of vital teeth and open-chamber nonvital tooth with 10% carbamide peroxide. *Quintessence International*, v. 29, n. 10, 1998.

CECCHINI, R. C. M. Estudo in vitro do laser de érbio em esmalte dental : análise de espectrofotometria de absorção atômica e microscopia eletrônica de varredura. Universidade de São Paulo, 2000.

CHEEK, C.C.; HEYMANN, H.O. Dental and Oral Discolorations Associated with Minocycline and Other Tetracycline Analogs. *Decker Periodicals*, 1999.

CHRISTENSEN, G.J. Tooth bleaching, home-use products. *Clin Res Assoc Newsletter*, 13 (7): 1; 1989

CURTIS, J.W.; DICKINSON, G.I.; MYERS, M.L.; RUSSEL, C.M. Evaluating the effects of a Dentist-supervised, patient-applied carbamide peroxide bleaching agent on oral soft tissues. *Decker Periodicals*, v. 7, n.1, 1995.

CVITKO, E.; DENEHY, G.E.; SWIFT, Jr.; PIRES, J.A .F. Bond Strength of Composite resin to Enamel Bleached with Carbamide Peroxide. *Journal of Esthetic Dentistry*, no.3, may /june 1991.

FERREIRA, S.Z.; DIAS ,K.; SILVA, C.; ARAÚJO, A.C.; BERNARDO, M.F. Clareamento caseiro : é seguro? Avaliação das potencialidades mutagênicas e citotóxicas. Reunião anual da Sociedade Brasileira de Pesquisas odontológicas B 032 , p.109.

FRAZIER, K. B.; HAYWOOD, V.B. Correction incisal defects in custom-fabricated bleaching trays. *Esthetic Dentistry*, v. 29, n. 9, 1998.

*CLAREAMENTO IN VITRO*

FREEDMAN, G.A. The safety of tooth whitening. Dent Today 1990; April: 32-33.

FRYSH, H.; BOWLES, W.H.; BAKER, F.; HIDALGO, F.R.; GUILLEN, G. Effect of pH on hydrogen Peroxide Bleaching Agents, Decker Periodicals, v. 7, n. 3, 1995.

GOUW-SOARES, S.; PELINO, J.E.P.; HAYPEK, P.; BACHMAN, L.; EDUARDO, C.P. Temperature rise in cavities prepared by Er:YAG. JOINT CONGRESS 2001, May 17-20, 2001, Hofburg, Vienna / Austria

GBC UV – VISIBLE CINTRA 10/20/40 – Spectrometer Operation Manual Volume 2, October 1996, Australia.

HAYWOOD, V.B.; LEONARD, R.H.; DICKINSON, G.I. Efficacy of Six months of night guard vital bleaching of tetracycline- stained teeth. Decker Periodicals, v. 9, n. 1, 1997.

HAYWOOD, V.B. Night guard vital bleaching, a history and products update: part.1. Esthet Dent Update, v.2 (4): 63-66. 1991

HAYWOOD, V.B.; LEONARD, R.H. Night guard vital bleaching removes brown discoloration for 7 years : case report . Esthetic Dentistry, v. 29, n. 7, 1998.

HOWARD, W.R. Dental whitening appliances for the patient. Are they effective with supervision? Arch. Odontoestomatol. 8:262-266, 1992.

KRAUL ,A . Avaliação da aplicação do flúor conjuntamente com o tratamento clareador : possíveis alterações microestruturais do esmalte e na cor. Universidade de São Paulo, 1998.

KURACHI, C.; EDUARDO, C.P.; MAGALHÃES, D.V.; BAGNATO, V.S. Human teeth exposed to argon laser irradiation: determination of power- time-temperature working conditions. Journal of clinical laser medicine e surgery, v. 17, n. 6, p.255-259,1996.



CLAREAMENTO IN VITRO

LEONARD, JR. R.H. Efficacy, longevity, side effects, and patient perceptions on night guard vital bleaching. *Compendium*, v. 19, n. 8 August, 1998.

LEONARD, JR.R.H.; HAYWOOD, V.B.; PHILIPS ,C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with night guard vital bleaching. *Quintessence International* , v.28, n. 8, 1997.

MACHADO, E. S.; FRASCA, L.C.F. Clareamento de dentes com peróxido de carbamida. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre* v.35, n.2, p.15-17, Dez., 1994.

MATTIS, B. A ; COCHRAN, M. A; ECKERT, G.; CARLSON T.J.; The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel, *Quintessence International*, v.29, n. 9, 1998.

McCRACKEN, M.S.; HAYWOOD, V.B. Desmineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J. Dent.*, v. 24, n. 6, 1996.

MONDELLI, R.F.L. Clareamento Dental. *Revista de Dentística Restauradora*, n. 4, Outubro, Novembro, Dezembro de 1.998.

MORAIS , P.M.R.; CAMPOS, I.T.; PIMENTA, L.A.F. Efeito do clareamento dental caseiro na resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta. *Reunião anual da sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica*, A254, p. 69.

NAVARRO, M.F.L.; PIEROLI, D.A. ; CONSOLARO, A. Evaluation of the Carcinogenic potential of bleaching agents in DMBA introduction- model. April 14, 2000.

OUELLET, D. ; LOS,S. ; CASE, H; HEALY, R. Double –blind whitening night-guard study using ten percent carbamide peroxide. *J.Esthet.Dent (ed.esp)* 2:5-9,1992.

*CLAREAMENTO IN VITRO*

PAIXÃO, R. F.; PAIVA, S.M.; CARCERERI, D.L.; CAPELLA, L.F.; SILVA, R.H.H. Clareamento de dentes Manchados pela Fluorose. RGO, n. 38, p.83-86, mar/ abr, 1990.

PÉCORA, J.D. Guia de Clareamento dental. São Paulo, Editora Santos, 1ª Edição, 1996.

PELINO, J.E.P.; WHITE, J.M. Effectiveness of Diode Laser Bleaching report 08/31/99.

PELINO, J.E.P.; WHITE, J.M. 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 VI, 2000.

RAMOS, A.C.B. Estudo Ultra-morfológico da dentina humana irradiada com o laser de Er:YAG e sua relação com os sistemas adesivos dentinários. Universidade de São Paulo, 2000.

ROBINSON, F.G.; HAYWOOD, V.B.; MYERS, M. Effect of 10 percent carbamide peroxide on color of provisional restoration materials. Jada, v. 128, june, 1997.

RODRIGUES, J.A.; BASTING, R.T.; RODRIGUES, M.C.S. Efeito do peróxido de carbamida a 10% sobre a microdureza do esmalte em função do tempo de clareamento. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica, B091, p.124.

ROLLA, J.N.; PACHECO, J.F.M.; DILLEMBURG, A.K. Resistência à fratura de dentes submetidos a clareamento com peróxido de carbamida. XXXV Encontro Grupo Brasileiro de Materiais Dentários, Revista Brasileira de Odontologia, 1999.

RUSSEL, C.M.; DICKINSON, G.L.; JOHNSON, M. H.; CURTIS, Jr J.W.; DOWNEY, M.C.; HAYWOOD, V.B.; MYERS, M. L. Dentist-supervised home

bleaching with ten percent carbamide peroxide gel : a six- month study. Decker Periodicals, v. 8, n. 4, 1996.

SIQUEIRA, E.L.; SANTOS, M.; DI GIROLAMO, J. A; SANTOS, F.L.H.V. Resistência ao cisalhamento de dentes submetidos a duas técnicas de clareamento, pós-restaurados ou não. Revista Odontológica Universidade de São Paulo, v. 11, p.15-19, 1997.

SPYRIDES, G.M.; NARESSI, S.M.; RODRIGUES J.R.; ARAÚJO M.A ..M. Clareamento de Dentes Vitalizados. Jornal Brasileiro de odontologia Clínica, v. 2, n. 9.

SUGAI, M.; IGAMI, M.P.Z. Guia para elaboração de publicações técnicas-científicas. São Paulo: IPEN, 1995.

SWIFT , E.J.; MAY, K. N.; WILDER, A. D.; HEYMANN, H.O. ; WILDER, R.S.; BAYNE, S.C.; Six- month clinical evaluation of a tooth whitening system using an innovative experimental design. Decker Periodicals, v. 9, n. 5, 1997.

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, mar./abr., 1998.

TEDESCO, A. D.; VARGAS, E., NUNES, M.I.C.; BOTTREL, P.R.C. Avaliação da morfologia do esmalte dental após tratamento clareador. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisas Odontológicas, B282, p.172.

TOUATI, MIARA, NATHANSON. Odontologia Estética e Restaurações Cerâmicas, Editora Santos, 1ª Edição, 2000.

WETTER, N.U; VIEIRA, Jr.N.D.; ROSSI, W.R. Lasers em Odontologia. USP, 1999.

ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. Oral surg., Oral med. e Oral path., v.19, n. 4, p. 515-530, April, 1965.



## 9. Apêndice: Declaração do comitê de ética



## Parecer - Projeto Nº 041/CEP-IPEN/SP

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa "Estudo comparativo da ação de dois tipos de agentes clareadores ativados pelo laser de diodo e lâmpada xenon plasmática na superfície de esmalte", de responsabilidade da pesquisadora Débora Ayala Walverde Magri, sob orientação do Professor Doutor Carlos de Paula Eduardo, foi considerado APROVADO.

São Paulo, 30 de julho de 2001

**Prof. Dra. Martha Marques Ferreira Vieira**  
Coordenadora do CEP-IPEN

---

IPEN-CNEN/SP  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
Travessa "R", Nº 400 - Cidade Universitária - CEP 05508-900 - São Paulo - SP



M22294



***Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares***  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária - CEP 05508-000  
Fone (0XX11) 3816-9000 - Fax (0XX11) 3812-3546  
SÃO PAULO - São Paulo  
[Http://www.ipen.br](http://www.ipen.br)

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e associada à Universidade de São Paulo para fins de ensino de Pós-Graduação.