

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

**Renato Jonas dos Santos Schiavoni**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE CLAREAMENTO, PERMEABILIDADE  
E MORFOLOGIA SUPERFICIAL DO ESMALTE SUBMETIDO A  
DIFERENTES TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DO PERÓXIDO DE  
HIDROGÊNIO A 35%, APÓS APLICAÇÃO DE FLÚOR.**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Izabel Cristina Fröner**

Ribeirão Preto

2010



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE CLAREAMENTO, PERMEABILIDADE  
E MORFOLOGIA SUPERFICIAL DO ESMALTE SUBMETIDO A  
DIFERENTES TÉCNICAS DE APLICAÇÃO DO PERÓXIDO DE  
HIDROGÊNIO A 35%, APÓS APLICAÇÃO DE FLÚOR.**

**Renato Jonas dos Santos Schiavoni**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de  
Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Doutor em Odontologia pelo  
Programa de Odontologia Restauradora, sub-área  
Endodontia.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Izabel Cristina Fröner**

Ribeirão Preto

2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

Schiavoni, Renato Jonas dos Santos

Avaliação da eficácia de clareamento, Permeabilidade e morfologia superficial do esmalte submetido a diferentes técnicas de aplicação do peróxido de hidrogênio a 35%, após aplicação de flúor Ribeirão Preto, 2010. 124p.:il.; 30cm

Tese de Doutorado, apresentada à faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP – Departamento de Odontologia Restauradora, Opção: Endodontia.

Orientadora: Fröner, Izabel Cristina.

1. Clareamento, 2. Permeabilidade, 3. Microdureza, 4. Esmalte bovino, 5. Peróxido de hidrogênio, 6. LED, 7. Laser, 8. Morfologia Superficial



**Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Endodontia e no Laboratório de Pesquisa em Dentística, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**

*DEFINITIVO*

Definitivo, como tudo o que é simples.

Nossa dor não advém das coisas vividas,

mas das coisas que foram sonhadas e não se cumpriram.

Sofremos por quê? Porque automaticamente esquecemos

o que foi desfrutado e passamos a sofrer pelas nossas projeções

irrealizadas, por todas as cidades que gostaríamos de ter conhecido ao lado

do nosso amor e não conhecemos, por todos os filhos que gostaríamos de ter

tido junto e não tivemos, por todos os shows e livros e silêncios que

gostaríamos de ter compartilhado, e não compartilhamos.

Por todos os beijos cancelados, pela eternidade.

Sofremos não porque nosso trabalho é desgastante e paga pouco, mas por todas

as horas livres que deixamos de ter para ir ao cinema, para conversar com um

amigo, para nadar, para namorar.

Sofremos não porque nossa mãe é impaciente conosco, mas por todos os

momentos em que poderíamos estar confidenciando a ela nossas mais profundas

angústias se ela estivesse interessada em nos compreender.

Sofremos não porque nosso time perdeu, mas pela euforia sufocada.

Sofremos não porque envelhecemos, mas porque o futuro está sendo

confiscado de nós, impedindo assim que mil aventuras nos aconteçam,

todas aquelas com as quais sonhamos e nunca chegamos a experimentar.

Por que sofremos tanto por amor?

O certo seria a gente não sofrer, apenas agradecer por termos conhecido uma

pessoa tão bacana, que gerou em nós um sentimento intenso e que nos fez

companhia por um tempo razoável, um tempo feliz.

Como aliviar a dor do que não foi vivido? A resposta é simples como um verso:

Se iludindo menos e vivendo mais!!!

A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida

está no amor que não damos, nas forças que não usamos,

na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do

sofrimento, perdemos também a felicidade.

A dor é inevitável. O sofrimento é opcional...

*“Só existem dois dias do ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto, hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e, principalmente, viver!”*

*Dalai Lama*

*Dedicatória*

---

A **Deus**, fonte de amor e sabedoria, que amparou meus anseios e me deu a força e coragem necessária para atingir meus objetivos.

Aos meus pais, **Ademir e Janice**, pessoas fortes por natureza, dotado de um espírito familiar que preza sempre a união, o amor e o respeito ao próximo. Agradeço pela formação moral, por todo amor, incentivo e pelas palavras de carinho e coragem, para que eu sempre almejasse mais e nunca desistisse dos meus ideais.

Ao meu irmão, **Ricardo**, agradeço pela amizade, incentivo e por todo o amor.

À **Danielle**, que não mediu esforços, agradeço por toda paciência, incentivo, colaboração, amizade, por todo o carinho e dedicação e pelo amor dado neste período tão importante da minha vida.

À pequena **Isabela**, que veio ao mundo me ensinando o quanto é precioso lutar e valorizar a vida, mostrando a cada sorriso o quanto somos pequenos perto do seu universo puro e feliz.

*“Todos nós temos nossas máquinas de tempo.  
Algumas nos levam de volta, elas são chamadas  
recordações. Algumas nos levam adiante, elas são  
chamadas sonhos”*

*Jeremy Irons*

*Agradecimentos*

---

À minha orientadora **Profa. Dra. Izabel Cristina Fröner**, agradeço pela orientação, pelo imenso carinho, por tanta compreensão e paciência nestes mais de 8 anos juntos. Obrigado pela dedicação em oferecer sempre o melhor, por estar sempre pronta a resolver qualquer dificuldade, pelo respeito com que me conduziu nestes anos, pela amizade, preocupação e atenção. Com você aprendi muito, muito mesmo, sobre Pesquisa, Odontologia e Humanidade. Deus a abençoe muito, sempre! A você Bel, minha eterna gratidão...

Ao **Prof Dr. Jesus Djalma Pécora**, uma pessoa muito competente em tudo que faz. Sua oportunidade me fez crescer como profissional e como pessoa e por isso serei eternamente grato pelo seu apoio.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo**, por ter me acolhido tão bem, transformando-se em minha casa na maior parte do tempo.

À **Capes**, pela concepção da bolsa de pesquisa.

A todos os **Professores da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, sempre atenciosos e de muita importância em toda minha formação.

À **Profa. Dra. Mônica Campos Serra**, pelos primeiros ensinamentos científicos, pelas valiosas discussões e sugestões, pela atenção e interesse demonstrados em meu estudo e pelo suporte financeiro para realização das microscopias eletrônicas de varredura na Faculdade de Química de Ribeirão Preto - USP.

À **Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, pela contribuição na realização dos resultados e de toda estatística da tese, além do empréstimo do aparelho de LED. Meu muito obrigado, pela amizade, compreensão, atenção e paciência.

À **Profa. Dra. Silmara Ap. Milori Corona**, pela amizade e ensinamentos, mostrando-se sempre disposta a ajudar nos momentos difíceis.

À **Profa. Dra. Cristina Kurachi e o Pós-Graduando Fernando Florez**, pela disponibilidade em emprestar o Laser Er:YAG para uso em nosso estudo na Faculdade de Física de São Carlos – USP e acompanhar o uso nos ajudando com informações preciosas de muita valia em nosso trabalho.

Aos Professores **Prof. Dr. Manoel Damião de Souza Neto, Prof. Dr. Antônio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. José Antonio Brufato Ferraz** e em especial ao **Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan** pela amizade, pelo exemplo de profissional e pela enorme contribuição no meu aprendizado em Endodontia.

À **Prof. Dra. Mamie M. Iyomasa**, do Departamento de Morfologia, Estomatologia e Fisiologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, pela contribuição no início de minha formação acadêmica e científica.

Aos amigos,

**Laise e Rayana** pela amizade, apoio e incentivo em todos os momentos, pelas opiniões e participação ativa na realização deste trabalho.

**Reginaldo Santana da Silva**, pela amizade, cumplicidade, incentivo, apoio na realização dos procedimentos de coloração histoquímica, pela convivência diária, pelas risadas e pelo companheirismo cultivado durante esses anos.

Aos colegas da segunda turma do Curso Doutorado em Odontologia Restauradora, opção Endodontia, **Fabio, Rodrigo, Cid e Homero** pela amizade e experiências compartilhadas.

Aos colegas da turma do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, opção Dentística: **Daniel, Francisco, César, Pedro, Vivian, Danielle, Alessandra**.

Aos meus avôs, tios, primos e demais **familiares**, por torcerem sempre pelo meu sucesso.

Aos meus amigos: **Tamer e Sara Scandiuzzi, Danilo Latarro, Alexandro Barbosa e Camila, Gustavo Crepaldi e Camila Akemi, Fabrício Mundim, Vinicius Diniz, Guilherme Hintze, Luiz Salloti, Rodrigo Yamaguti, Ingrid Machado, Eduardo Medeiros, Rodrigo Perasoli, Alex Marcon, Igor Agnesini, Leandro Corsi, Leandro Teófilo, Roger e Thalita Scandiuzzi, Fernanda Borges**.

À técnica do Laboratório de Pesquisa em Endodontia, **Luiza Godói** pela convivência agradável.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora, **Maria Amália**, **Maria Isabel**, **Rosângela** e à técnica do Laboratório de Pesquisa em Dentística, **Patrícia**, sempre disposta a ajudar.

Ao secretário do Curso de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora, **Carlos**, pela disposição em ajudar sempre.

À FGM Produtos Odontológicos, pelo fornecimento do material clareador.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e participaram desta conquista.

## SUMÁRIO

<i>RESUMO</i> .....	<i>XIV</i>
<i>I. INTRODUÇÃO</i> .....	<i>21</i>
<i>II. REVISÃO DE LITERATURA</i> .....	<i>27</i>
<i>III. PROPOSIÇÃO</i> .....	<i>57</i>
<i>IV. MATERIAL E MÉTODO</i> .....	<i>61</i>
<i>1.1- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</i> .....	<i>63</i>
<i>1.2- OBTENÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA</i> .....	<i>64</i>
<i>1.3- MANCHAMENTO DO ESMALTE</i> .....	<i>65</i>
<i>1.4- AVALIAÇÃO DA COR</i> .....	<i>66</i>
<i>1.5- APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR</i> .....	<i>68</i>
<i>1.6- PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA</i> .....	<i>71</i>
<i>1.7- MÉTODO DE COLORAÇÃO HISTOQUÍMICA</i> .....	<i>71</i>
<i>1.8- AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE DO ESMALTE</i> .....	<i>72</i>
<i>1.9- PREPARO DOS DENTES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA</i> .....	<i>73</i>
<i>V. RESULTADOS</i> .....	<i>75</i>
<i>VI. DISCUSSÃO</i> .....	<i>91</i>
<i>VII. CONCLUSÕES</i> .....	<i>103</i>
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	<i>107</i>
<i>SUMMARY</i> .....	<i>121</i>

*Resumo*

---



Alterações visuais, histoquímicas e micromorfológicas podem ser observadas em superfícies dentais submetidas ao clareamento, desencadeando sensibilidade, menor resistência ao desgaste, maior manchamento e aderência bacteriana. Uma forma de verificar a ocorrência de danos superficiais e sub-superficiais é através da permeabilidade e da avaliação superficial por meio de microscopia eletrônica de varredura. Assim, este estudo *in vitro* teve por objetivo avaliar a eficácia de clareamento em dentes manchados, a permeabilidade e a morfologia superficial do esmalte dental após tratamento com diferentes técnicas de aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% (FGM) seguido ou não da aplicação de flúor. Foram utilizados 260 incisivos bovinos, com superfícies de esmalte de 10x10 mm de área. Após, os espécimes foram casualmente distribuídos (n = 10) e submetidos ao manchamento com café, chá preto e vinho tinto por 72 horas. As medidas de cor eram realizadas com espectrofotômetro de reflexão nos tempos inicial, após o manchamento e logo após a fase de clareamento. Após o período de manchamento os fragmentos eram clareados com peróxido de hidrogênio a 35% (FGM) - convencional, ativado com LED ou laser de Er:YAG seguido ou não da aplicação de flúor (Desensibilize KF 2%, FGM). Os grupos controles eram expostos: a

saliva artificial e a aplicação de flúor + saliva artificial. O tratamento clareador foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante. No restante do período diário, os espécimes eram imersos em saliva artificial. A seguir, os fragmentos foram subdivididos em dois fragmentos de aproximadamente 5x5 mm de área, sendo um submetido à avaliação da permeabilidade e o outro a avaliação da superfície do esmalte através de microscopia eletrônica de varredura. O método de coloração histoquímica foi utilizado para evidenciar a extensão da permeabilidade no esmalte. Do esmalte eram obtidos três cortes avaliados em microscopia óptica, através de um software de digitalização de imagem (Axion Vision 3.1) verificando a penetração dos íons cobre em relação à espessura total do esmalte. As fotomicrografias eletrônicas de varredura das superfícies vestibulares do esmalte, com aumento de 2000X, foram digitalizadas e avaliadas. Para as análises estatísticas, foi considerado o valor de alteração de cor de cada fragmento nos diferentes tempos de observação e a média das três secções de um mesmo dente para a avaliação da permeabilidade. Em relação à MEV observou-se que em relação aos processos de clareamento, foi encontrada diferenças quando comparadas aos grupos controles. Os grupos controles apresentaram superfícies dentais lisas e regulares. Já os grupos tratados com PH35% e PH 35% + LED apresentaram superfícies dentais marcadas pela presença dos prismas de esmalte suavemente esboçados em meio a um esmalte interprismático de textura lisa. A aplicação do Er:YAG promoveu a remoção da camada aprismática e exposição clara dos prismas de esmalte, depressões, tornando a superfície porosa e irregular. Nos grupos em que se aplicou o flúor, independente do tipo de clareamento realizado, observou-se superfícies relativamente cobertas por um precipitado fusiforme. Em relação à permeabilidade, os resultados demonstraram não haver diferença significativa. Já em relação à alteração de cor foi encontrada diferença estatística ente o agente aplicado ativado pelo Er:YAG, o método a alcançar as tonalidades de cor mais claras, quando comparado aos métodos convencional e

ativado pelo LED. Concluímos que novos estudos são necessários para que se estabeleçam parâmetros adequados e seguros para a aplicação do laser. Isso fará com que se consiga não só melhor tonalidade de cor, mas menores efeitos deletérios na morfologia superficial do esmalte clareado.

**Palavras Chave:** Clareamento, permeabilidade, morfologia superficial, esmalte bovino, LED, peróxido de hidrogênio, Laser Er:YAG.



## *I. Introdução*

---



Atualmente os padrões estéticos são bastante rigorosos. A odontologia moderna exige dentes com tonalidades mais claras, contornados e alinhados estabelecendo um padrão de beleza, apresentação pessoal e saúde. No entanto, com frequência, dentes vitais apresentam-se com a cor e/ou forma alterada, comprometendo a estética (BARATIERI, 2002; SUMMIT et al., 2001). Considerando a grande preocupação com a estética nas situações clínicas em que houve alteração cromática do elemento dental, vários procedimentos cosméticos são realizados na tentativa de propiciar um sorriso mais harmonioso, entre eles o clareamento dental.

Os dentes podem apresentar manchas tanto extrínsecas como intrínsecas. As manchas extrínsecas podem ser derivadas de substâncias ou alimentos que coram a superfície dos dentes. Exemplos de substâncias que são capazes de produzir manchas extrínsecas nos dentes incluem café, vinho tinto, chá, chocolate, molho de tomate, refrigerantes de cola e tabaco. As bactérias que aderem as superfícies dentais e adquirem coloração escura também são exemplos de manchas extrínsecas (HATTAB et al., 1999; SDINER, 2006). Agentes antimicrobianos tais como clorexidina, de uso constante pelos pacientes, também são capazes

de se unir aos dentes e manchá-los (AUSCHILL et al., 2005; CLADDON et al., 2006). As manchas intrínsecas estão localizadas no interior da estrutura de esmalte e dentina. A fluorose pré-eruptiva, manchas provocadas pelo uso de antibióticos (tetraciclina, por exemplo), a formação de dentina secundária ou reparadora após a erupção dos dentes, e também os manchamentos decorrentes do tratamento endodôntico são exemplos de manchas intrínsecas.

Embora o mecanismo exato de clareamento não seja totalmente esclarecido, acredita-se que a permeabilidade da estrutura dental aos agentes clareadores possibilite a redução da molécula dos cromógenos, através de uma reação de oxidação (HEYMANN et al., 1997). O agente ativo desse processo é o peróxido de hidrogênio, presente em concentração que pode variar de 5% a cerca de 40% nos materiais à base de peróxido de hidrogênio. Apesar da concentração do agente não interferir diretamente na eficácia do tratamento (McGUCKIN et al., 1992; ROTSTEIN et al., 1996; ZALKIND et al., 1996; WIEGAND et al., 2005; DIETSCHI et al., 2006), o sucesso do tratamento estaria relacionado com a habilidade da substância clareadora em penetrar no interior dos túbulos dentinários e reagir com as moléculas escurecidas (SAQUY et al., 1992).

As técnicas e materiais utilizados para o clareamento dental estão voltados para buscar métodos que não causem danos às estruturas dentais, à mucosa bucal e à saúde do paciente e, além disso, tenham rapidez e eficácia em restabelecer a cor natural dos dentes. Por sua segurança, os produtos mais utilizados são aqueles a base de peróxido de carbamida - 10 a 16%. Contudo, resultados mais imediatos podem ser obtidos com concentrações mais elevadas (35-37%) ou com agentes à base de peróxido de hidrogênio (BARATIERI, 2002).

A técnica mais utilizada para o clareamento em consultório envolve o peróxido de hidrogênio a 35%. O baixo peso molecular deste agente facilita a sua passagem através do esmalte e dentina promovendo o clareamento (SUMMIT et al., 2001). Este agente pode ser

utilizado tanto sozinho como associado ao calor ou fontes de luz que buscam acelerar o processo (ZANIN, 2002).

Em alguns sistemas de clareamento, unidades fotoativadoras de resinas compostas são empregadas para iniciar o processo de clareamento em agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio (35 a 40%). Uma alternativa aos fotopolimerizadores são os LED's - light emitting diode (WHELAN et al., 2001; LUK et al., 2004) . Estes aparelhos não produzem calor e podem promover o clareamento dental sem riscos significativos (WHELAN et al., 2001). Este aparelho tem sido associado a produtos que possuem fotoiniciadores sensíveis que absorvem a energia e ativam o peróxido de hidrogênio. Além disso, necessitam de pouca energia para geração de luz tornando-se uma alternativa simples e econômica em relação aos lasers (STAHL et al., 2000; KURACHI et al., 2001; ZANIN et al., 2004).

Outra forma de ativação é a utilização do laser (luz por emissão estimulada de radiação) que tem sido empregado em terapias no consultório odontológico (FREEDMAN & REYTO, 1997; GARBER, 1997; EDNES et al., 1999; PELINO et al., 2001; REYTO, 1998; SUN, 2000). O clareamento dental com laser apresenta-se no mercado como um procedimento mais rápido quando comparado com outros métodos convencionais (DOSTOLOVA et al., 2004). Os mecanismos com lasers para o clareamento dental gerariam aumento mínimo da temperatura, pois aquecem o produto e não a estrutura dental (ZANIN, 2002).

Vários estudos têm demonstrado que o fluoreto contribui para a remineralização do esmalte dental (ARRENDTS, 1983; ATTIN et al., 1997; FEATHERSTONE et al., 1982; TEM CATE & AREENDTS, 1977; LEWINSTEIN et al., 2004). Entretanto, pouco é conhecido sobre a influência de agentes de fluoreto sobre o esmalte dental exposto a diferentes técnicas de aplicação para o peróxido de hidrogênio a 35%. Além disso, são escassos trabalhos que avaliem os danos que o clareamento dental ativado por LED's ou laser de Er:YAG podem

causar a superfície e a sub-superfície do esmalte dental. Desta maneira, fez-se necessário verificar os efeitos na permeabilidade e na morfologia superficial dessas novas técnicas no clareamento dental.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar, após manchamento com diferentes soluções, a eficácia do clareamento externo com peróxido de hidrogênio 35% na técnica convencional, ativado por LED e laser de Er:YAG, com ou sem aplicação de flúor, assim como sua ação na permeabilidade e morfologia superficial no esmalte bovino.

## *II. Revisão de Literatura*

---



Para análise da eficácia do clareamento externo do esmalte bovino utilizando diferentes técnicas de ativação do agente clareador assim como sua ação na permeabilidade e morfologia superficial fez-se necessário um levantamento bibliográfico extenso e abrangente. Na busca de manter uma seqüência nas informações dividimos a revisão da literatura em tópicos de acordo com o assunto relacionado com as análises que foram realizadas. Assim temos: etiologia da cor, clareamento e fontes de luz aplicadas para ativação, alteração da superfície de esmalte após clareamento, permeabilidade do esmalte dental e poder remineralizante da saliva e flúor.

- **Etiologia da cor**

A cor é o resultado da interação de três elementos: uma fonte de energia, um objeto e o olho humano. A luz é modificada pelo objeto e pode ser refletida ou absorvida. Conseqüentemente, o observador percebe a luz modificada como uma cor distinta. Uma vez que a superfície do objeto reflete alguns comprimentos de onda e absorvem outros, a cor deste

é percebida apenas pelos comprimentos de onda refletidos. As ondas de luz visível ocupam uma pequena porção do espectro eletromagnético, que também incluem ondas invisíveis como de raios X, ultravioletas, radar e rádio. As ondas são medidas em comprimentos de onda que é definido como a distância entre os picos das ondas. Os espectrofotômetros e os colorímetros são instrumentos utilizados para medir a cor de objetos. Esses aparelhos diferem entre si, uma vez que o espectrofotômetro mede a reflexão da luz dentro de todo espectro visível, enquanto o colorímetro mede a luz refletida em apenas três comprimentos de onda: vermelho, verde e azul (CHU, 2003).

Em 1931, a Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) desenvolveu um sistema para visualização específica de sinais de cor (WESTLAND, 2003). Esse sistema foi desenvolvido mais para especificar cor do que prever a aparência da cor. A cromaticidade da luz refletida muda com a mudança da iluminação, no entanto é esperado que a aparência de cor de certa superfície mantenha-se aproximadamente constante sob variações de iluminação. O sistema também não era uniforme para uma dada distância Euclidiana entre dois pontos no espaço XYZ. O percentual de diferença de cor entre os dois estímulos representados pelos dois pontos podia variar numa ordem de magnitude. Diante disso, em 1976, foi introduzido o sistema de especificação de cor CIE Lab, solucionando o problema da aparência de cor e diferença de cor através das coordenadas Lab.

WATTS E ADDY (2001), em uma revisão de literatura, afirmaram que uma compreensão básica dos elementos que envolvem a cor dos dentes é importante em diversos aspectos da dentística restauradora. Os dentes se tornam mais escuros devido a alterações fisiológicas da idade, como a formação de dentina secundária, incorporação de pigmentos extrínsecos e o desgaste gradual do esmalte que permite uma maior influência da dentina subjacente na cor do dente.

Uma nova revisão de literatura em 2004 (JOINER) salientou os métodos utilizados para avaliar a cor de dentes. Dentre eles estão: o método subjetivo o qual utiliza a escala de cor; e o método objetivo que é realizado através de aparelhos espectrofotômetros, colorímetros e técnicas de análise de imagem. A análise visual, através da escala de cor, é simples de ser realizada e tem sido utilizada em muitos estudos. Os espectrofotômetros são equipamentos caros, complexos e difíceis de serem utilizados em estudos *in vivo*. Os colorímetros estão sendo muito utilizados devido à fácil manipulação, porém, ainda não está elucidada a correlação entre as medidas realizadas por este equipamento e a observação humana. As análises por imagens fotográficas têm sido bastante realizadas com o auxílio do programa CIE Lab. Apesar de cada um desses métodos apresentarem limitações, suas vantagens têm propiciado o uso em estudos longitudinais de mudança de cor do dente.

LENHARD (1996) avaliaram *in vitro*, a alteração de cor em 25 incisivos humanos após clareamento realizado com peróxido de carbamida 10%, empregando colorímetro e o sistema CIE Lab. Os dentes foram clareados durante oito horas por sete dias, nos intervalos ficavam imersos em água a 37°C. Os resultados demonstraram não haver diferença estatística no grupo controle. Já no grupo experimental, foi observada grande diferença de cor variando com o tempo de clareamento.

JONES et al. (1999) utilizaram *in vitro* 40 incisivos humanos para analisar a eficiência do clareamento dental utilizando peróxido de hidrogênio 35% ativado por um laser de argônio e do clareamento caseiro com peróxido de carbamida 10% e 20%. A cor inicial dos dentes foi medida pelo sistema CIE Lab utilizando um colorímetro. Os valores de L\*, a\* e b\* também foram determinados imediatamente, 1 semana e 2 semanas após o clareamento. A diferença de cor ( $\Delta E$ ) entre a cor inicial e as leituras semanais foi calculada. A análise estatística mostrou diferença significativa entre os grupos de acordo com o tipo de clareamento. O grupo em que o peróxido de carbamida 20% foi utilizado mostrou a alteração

de cor mais perceptível. Não houve diferença estatística entre o grupo que o laser foi utilizado e o grupo controle.

KWON et al. (2002) utilizaram um espectrofotômetro para analisar *in vitro* os efeitos causados pelo peróxido de hidrogênio sobre o esmalte dental bovino na reflexão da luz. O espectro de reflexão de luz dos dentes foi medido diariamente no espectrofotômetro. Os valores de cor foram avaliados pelo sistema CIE Lab e as diferenças de cor foram determinadas para cada dia do clareamento. Os autores afirmam que as diferenças de cor nos dentes clareados foram grandes o suficiente para serem percebidas pelo olho humano.

CARVALHO et al. (2002) avaliaram, *in vitro*, a alteração cromática das cores dentais de caninos humanos, registradas a partir de uma análise espectrofotométrica e da observação visual. A cor dos dentes foi determinada no início, após o escurecimento, após o clareamento, 15 dias e 30 dias após o clareamento. O manchamento dos espécimes se deu no contato destes com sangue humano. Os espécimes foram divididos em dois grupos sendo: grupo 1- peróxido de hidrogênio 30% e perborato de sódio e grupo 2.- peróxido de hidrogênio 30% com perborato de sódio ativados por laser de Er:YAG (350 m/J, 6Hz, 6J, 4 ciclos de 4 segundos). A análise estatística dos resultados obtidos pelo estudo espectrofotométrico, não mostrou diferença significativa quando comparado o procedimento de clareamento tradicional com o ativado por laser Er:YAG.

WETTER et al. (2004) utilizaram incisivos bovinos em um estudo, *in vitro*, para comparar dois agentes clareadores (Whiteness HP e Opalescence X-tra) e duas fontes de luz (LED e laser de diodo). A cor foi aferida através de espectrofotômetro pelo sistema CIE Lab. Os dentes foram manchados com uma solução de tabaco, chá preto, café, coca-cola e vinho tinto por sete dias. Diferença significativa foi obtida no valor do croma para os dois agentes clareadores e para as diferentes fontes de luz. No aspecto claridade ( $L^*$ ) a associação do laser de diodo e do gel Whiteness HP demonstrou melhores resultados do que quando o mesmo

agente foi utilizado sozinho ou em associação com a luz LED. Observaram que as duas fontes de luz atingiram resultado clareador. Estatisticamente o laser atingiu melhor resultado clareador, porém o LED teve boa interação com o caroteno presente no gel Opalescence X-tra atingindo bom resultado principalmente no croma.

SULIEMAN et al. (2005) quiseram comparar os efeitos do clareamento *in vitro* obtidos com ou sem aplicação de diferentes fontes de luz. Três produtos clareadores baseados no peróxido de hidrogênio 35% foram utilizados com ou sem a irradiação de uma das quatro diferentes fontes de luz: um arco de plasma, uma luz halógena de xenônio, uma luz halógena convencional e um laser de diodo. Os resultados deste estudo demonstraram que, para a comparação visual com a escala de cor, todos os grupos exceto aqueles que apenas a fonte de luz tenha sido utilizada, resultaram em uma melhora perceptível. O uso do colorímetro para uso clínico e do espectrofotômetro demonstraram resultados semelhantes.

WIEGAND et al. (2005) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar o efeito do clareamento de diferentes agentes clareadores em blocos de esmalte/dentina e na sub-superfície de dentina. Utilizou peróxido de carbamida 10%, peróxido de carbamida 15%, peróxido de carbamida 35%, cloridrato de sódio e peróxido de hidrogênio 6%. Os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  antes e após o clareamento foram obtidos com auxílio de um espectrofotômetro de acordo com o sistema CIE Lab. Para todos agentes clareadores foram observadas alterações significantes ( $\Delta E$ ) – alteração da luminosidade para o branco.

Em 2006, DIETSCHI et al., avaliaram *in vitro* a ação em esmalte e dentina de diferentes produtos clareadores e protocolos de aplicação. Os espécimes foram manchados com sangue humano antes de serem clareados. Onze tratamentos clareadores foram realizados: clareamentos caseiros utilizando peróxido de carbamida 10%, 15%, 16% ou 20%; clareamentos mais fortes, utilizando peróxido de hidrogênio 15% ou 30%, ou peróxido de carbamida 25% com ou sem aplicação de luz LED; e também foi realizado o clareamento

caseiro com fitas contendo peróxido de hidrogênio 5,3%. Medidas colorimétricas foram realizadas como auxílio de um colorímetro de acordo com o sistema CIE Lab antes e após o manchamento, assim como após cada 5 sessões de clareamento. Os resultados mostraram que todos os produtos e protocolos utilizados produziram efeito clareador similar no esmalte, enquanto que os tratamentos clareadores caseiros mostraram-se superiores na dentina. Concluíram que as técnicas de clareamento de consultório são menos eficientes na remoção de pigmentos depositados na dentina quando comparadas ao clareamento caseiro.

BERGER et al. (2008) avaliaram a susceptibilidade do esmalte dental bovino clareado com peróxido de hidrogênio 35% ativado por LED ao manchamento com vinho tinto. Os espécimes clareados e o controle foram imersos em vinho por 48h imediatamente, 24h e uma semana após o clareamento. A cor foi analisada através de espectrofotômetro. Após análise dos resultados concluíram que houve diferença significativa do grupo controle quando comparado aos espécimes clareados independente do tempo de avaliação. Sugerem que o tratamento clareador aumenta a susceptibilidade ao manchamento com vinho.

Também em 2008, LEE et al. desenvolveram um modelo de manchamento *in vitro* para simular o manchamento intrínseco dental e avaliar a efetividade de ação do peróxido de hidrogênio com a ação de dois catalisadores (Fe/Sodium-Y e Mn/Sodium-Y). Usaram Rhodamina B, Orange II e chá para simular o manchamento, ficando os espécimes imersos de 4 a 72 horas e realizado o clareamento de 4 a 72 horas também. Após análise dos resultados obtidos através de microscópio digital estereoscópico pelo método CIE Lab. Concluíram que o clareamento não foi capaz de atuar na Rhodamina B ao ponto de voltar à coloração inicial. Quando houve adição dos catalisadores nos agentes clareadores houve aceleração do processo e melhor eficácia no tratamento.

VIEIRA et al.(2008) avaliaram, *in vitro*, as mudanças ocorridas na translucidez do esmalte dental humano após processos clareadores. Os espécimes foram expostos ao peróxido

de carbamida por 8 horas durante 28 dias. A translucidez foi avaliada através de espectrofotômetro antes e após o processo clareador. Os resultados demonstraram diminuição da translucidez de todos os espécimes. Observaram que os processos clareadores promovem significantes alterações na translucidez dental tornando-os mais opacos.

ADEYEMI et al. (2008) avaliaram, *in vitro*, através do uso do QLF, a tendência ou não no esmalte dental bovino clareado ser mais susceptível ao manchamento extrínseco do que o esmalte não clareado. Foi utilizado o peróxido de hidrogênio 38% por 1 hora. Os dentes clareados ou não foram submetidos a um ciclo de saliva artificial, clorexidina e chá. (2 minutos em cada solução repetido por 5 vezes). Os resultados demonstraram não haver diferença significativa entre os grupos demonstrando não ocorrer aumento da susceptibilidade do esmalte dental clareado ao manchamento extrínseco.

- **Clareamento e fontes de luz aplicadas para ativação**

O exato mecanismo de ação dos agentes clareadores não está elucidado. O clareamento consiste em uma reação de oxidação, onde a substância a ser clareada doa elétrons para o agente clareador que é um agente oxidante. O procedimento clareador é realizado com peróxido de hidrogênio por ser esta uma substância instável que se decompõe facilmente em água e oxigênio. O clareamento caseiro utiliza o peróxido de carbamida que se dissocia em peróxido de hidrogênio (peróxido de carbamida a 10% na presença de água libera 3,5% de peróxido de hidrogênio). Uma baixa concentração de peróxido de hidrogênio requer um aumento no tempo de exposição do produto ao elemento a ser clareado. A velocidade da reação é dependente da concentração de peróxido de hidrogênio e do nível de peroxidases na saliva. Se há uma grande quantidade de peróxido de hidrogênio, o tempo necessário para liberar este peróxido é proporcional a sua concentração. Quanto mais demorada for à

liberação do oxigênio maior deve ser o tempo de exposição (GOLDSTEIN & KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, 1993).

Os aparelhos tipo LED's azuis são compostos por semicondutores, que quando submetidos a uma corrente elétrica produz uma luz azul emitida em uma faixa estreita do espectro visível. Já os aparelhos de luz halógena produzem uma luz branca pela passagem de uma corrente através de um filamento de tungstênio que se encontra protegido dentro de uma cápsula de quartzo preenchida com um gás halógeno. Assim, este filamento é submetido a altas temperaturas, produzindo uma luz com energia dentro de uma larga faixa do espectro, com muita radiação na região do infravermelho. Os filtros do aparelho bloqueiam parte da radiação desnecessária permitindo apenas a passagem da luz azul. Os aparelhos de arco de plasma contêm dois eletrodos de tungstênio que se localizam em uma cápsula pressurizada preenchida com gás de xenônio desenvolvendo um alto potencial elétrico entre os mesmos, em função de uma alta descarga elétrica. Os espectros de luz emitidos por estes aparelhos incluem a geração de luz ultravioleta, luz visível e radiação infravermelha que após filtragem emitem uma alta densidade de potência com comprimento de onda entre 450-500 nm (BURGESS et al., 2002).

A amplificação da luz pela emissão estimulada de radiação (LASER) é um processo que ocorre dentro de um dispositivo. Três elementos são necessários para operar a maioria dos lasers: um meio ativo, o bombeamento e a presença de uma cavidade ressonante. O meio ativo é um meio que possui níveis de energia excitáveis e capaz de armazenar a energia recebida do exterior. Este meio ativo pode se apresentar em forma sólida, líquida ou gasosa. O bombeamento é o fornecimento de energia ao meio ativo por intermédio de uma fonte externa de energia. O meio ativo está localizado em uma cavidade óptica ressonante, denominado ressonador óptico, que se constitui de dois espelhos refletores paralelos. Esses refletores enviam a onda eletromagnética no meio ativo amplificando o campo eletromagnético na

cavidade. Os fótons estimulados, à medida que vão refletindo levam a geração de mais fótons estimulados, deste modo produzindo o laser (COLUZZI & GODSTEIN, 2004).

Os lasers produzem luz dentro de uma frequência estreita do espectro eletromagnético e são denominados de acordo com o elemento ativo usado, pois o comprimento de onda da luz que é gerada é característico do meio utilizado. O comprimento de onda é o fator determinante primário no grau de absorção da luz laser no tecido. Além disso, a potência do laser e o tempo de exposição também influenciam na quantidade desta absorção. Dependendo do tecido alguns lasers penetram mais profundamente que outros. Quanto maior a penetração dessa luz, maior o grau de espalhamento e dispersão no tecido (DEDERICH E BUSHICK, 2004).

PICK (1993) relata que o uso do laser na Odontologia não é recente. O primeiro uso *in vitro* foi na década de 60, sendo o laser de CO<sub>2</sub> o primeiro a ser utilizado na Clínica Odontológica, e na década de 80, para cirurgia de tecidos. A luz laser é uma energia eletromagnética coerente, monocromática e colimada. Ao contrário da luz branca, que é dispersa (espalhada), a energia da luz laser segue um comprimento de onda específico, por isso o seu monocromatismo. O laser de argônio é uma exceção produzindo dois comprimentos de onda primários. A energia do laser interage com o tecido de quatro maneiras: reflexão, absorção, dispersão no tecido e transmissão.

GARBER (1997) disse que alguns profissionais usam uma combinação das técnicas com laser de argônio e CO<sub>2</sub>, enquanto outros usam somente o laser de argônio. O primeiro grupo acredita que a pigmentação escura do dente poderá realmente absorver a energia do laser de argônio, excitando as moléculas para potencializar o processo de clareamento. Em adição, o laser é usado para catalisar a reação de oxidação com o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Os radicais livres de oxigênio liberados no processo quebram a dupla valência de união em mais simples, uma cadeia menos pigmentada. Estes profissionais propõem o uso adicional do laser de CO<sub>2</sub>, a

partir do momento em que o dente torna-se mais branco, pois o tecido vai perdendo a pigmentação e a absorção da energia do laser de argônio começa a ser menos efetiva. A energia do laser de CO<sub>2</sub> é absorvida aproximadamente 0,1 mm pelas substâncias que contêm água, sendo então, mais efetiva. A rápida absorção da energia laser aquece a solução mais rapidamente que o sistema de aquecimento (calor) "convencional". Ainda existem poucas pesquisas para comprovar que este método seja melhor que o sistema convencional de clareamento. O fato é que o agente clareador é o peróxido de hidrogênio, e o laser não clareia o dente sozinho. O laser é utilizado para catalisar a reação pelo aumento da temperatura.

Em 1977, FREEDMAN & REYTO salientavam que o clareamento com laser tem pouco ou nenhum efeito na estrutura dental. Em relação à microdureza do esmalte nenhuma mudança foi observada, após 120 minutos de aplicação contínua do laser. Em relação à morfologia da superfície do esmalte, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada, após 2 horas de aplicação contínua do laser.

Para REYTO (1998), o efeito clareador com o uso do laser é obtido por um processo químico de oxidação. Quando a energia laser é aplicada, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> quebra-se em água e radicais livres de oxigênio, o qual se combina e desta maneira remove a molécula manchada.

Embora, algumas experiências tenham sido feitas algum tempo antes, o clareamento com laser, oficialmente, começou em fevereiro de 1996, com a aprovação do Ion Lase Technology (ILT), para os lasers de argônio e CO<sub>2</sub> associados com agentes químicos. A energia do laser de argônio, na forma de luz azul, com o comprimento de onda entre 480 e 514 nm, na parte visível do espectro, é absorvida pelas cores escuras. Já o laser de CO<sub>2</sub> tem sua energia emitida na forma de calor, no espectro invisível, com um comprimento de onda de 10,600nm. Essa energia do laser de CO<sub>2</sub> pode aumentar o efeito do clareamento, após o processo inicial pelo laser de argônio. Após a limpeza, o agente clareador é colocado na superfície dos dentes e o laser de argônio é ativado por 30 segundos. O agente é removido por

um sugador e o processo é repetido algumas vezes. Durante o clareamento a laser, o maior problema parece estar associado com a inexperiência da técnica. As regras devem ser rigorosamente seguidas para se obter o efeito e a segurança desejados.

ÀNIC et al. (1998) analisando em microscopia eletrônica de varredura compararam as mudanças morfológicas na superfície da dentina induzida pelos lasers de argônio, CO<sub>2</sub> e Nd: YAG. Quando a energia laser foi direcionada paralelamente à dentina, os efeitos variaram de nenhum até o derretimento do "smear layer". Quando o direcionamento foi feito perpendicularmente à superfície, todos os três tipos de laser produziram crateras bem definidas. Desta forma, concluíram que o ângulo do feixe laser na dentina, pode ser um fator decisivo de como sua energia poderá ser absorvida por este tecido e conseqüentemente causar mudanças morfológicas em sua superfície. Dentre as variáveis, também se pode citar o comprimento e o tipo de onda do laser, a potência e o tempo de exposição.

Para SUN (2000) o objetivo de clarear os dentes utilizando o laser, é o de se atingir o mais avançado processo no tratamento com o auxílio da mais eficiente fonte de energia. A utilização do laser de argônio no comprimento de onda de 488 nm como fonte de energia para estimular as moléculas de peróxido de hidrogênio oferece mais vantagens do que quando se utilizam instrumentos aquecidos ou aquecedores. Os lasers de argônio emitem ondas de curto comprimento, com fótons de alta energia. Já as lâmpadas halógena de arco de plasma e outras lâmpadas aquecedoras emitem tanto ondas de curto comprimento quanto ondas térmicas infravermelhas invisíveis (750 nm a 1 mm), com fótons de baixa energia e características térmicas altas. Estas altas temperaturas podem resultar em respostas pulpares desfavoráveis. Comenta que a função do laser de argônio é estimular rapidamente a molécula de peróxido de hidrogênio. A energia absorvida pelas ligações inter e intramoleculares estimulam vibrações quebrando a molécula de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e liberando os radicais iônicos reativos que se combinam com

moléculas de carbono pigmentadas, quebrando-as em cadeias simples. O resultado desse processo é o clareamento do dente.

A efetividade de quatro técnicas clareadoras para incisivos bovinos despulpados foi avaliada por GIOIA (2000). No grupo I foi utilizado o agente clareador Hi-Lite ativado por luz halógena. O clareador foi colocado no interior da câmara pulpar e na face vestibular, sendo ativado com a lâmpada halógena por 3 minutos em cada face, com duas aplicações na mesma sessão. O grupo II foi clareado com o peróxido de hidrogênio ativado pelo laser de argônio. O gel foi ativado por 2 minutos em cada face, removido e reaplicado, e este procedimento foi repetido oito vezes na mesma sessão, seguindo parâmetros para aplicação do laser de argônio. No grupo III foi empregado o gel de peróxido de hidrogênio aplicado nas faces lingual e vestibular, e uma espátula aquecida em lamparina foi colocada sobre as mesmas, realizando 3 sessões de 30 minutos cada. No grupo IV foi realizado o “Walking bleaching”, selando na câmara pulpar uma mistura de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio, durante 3 dias, com três trocas, totalizando 9 dias de tratamento. Os resultados mostraram que as quatro técnicas foram capazes de promover o efeito clareador de maneira satisfatória, no entanto houve diferença significativa em relação à tonalidade de cor. Os grupos tratados com peróxido de hidrogênio e ativados com laser de argônio e o “Walking bleaching” apresentaram resultados estéticos superiores aos demais grupos.

STAHL et al. (2000) sugeriram que os aparelhos LED's apresentam boa eficiência e ótimo custo-benefício sendo uma alternativa para o uso de lasers, além de usarem pouca energia para produção de luz.

KURACHI et al. (2001) relatam que além do maior espectro de atuação dos LED's quando comparados à emissão do laser, ainda apresentam maior emissão monocromática do que aparelhos de luz halógena, melhorando seu desempenho em relação a estes aparelhos.

ZANIN & BRUGNERA (2002) descreveram o mecanismo de ativação do gel clareador, a utilização dos lasers e LED's no clareamento, a importância do diagnóstico e técnica de clareamento em uma única sessão com equipamento que associa laser e LED's simultaneamente.

Já em 2003, ZANIN et al. afirmaram que as técnicas de clareamento dental evoluíram para facilitar sua utilização, assim o tempo de contato do produto com o dente, que com o clareamento caseiro é de uma semana a 15 dias, passa a ser feito em pouco mais de uma hora. Isso devido à potencialização do gel clareador peróxido de hidrogênio a 35% que ao ser ativado por emissões fotônicas, não ionizantes e concentradas, como os lasers e LED's, interagem com os tecidos produzindo efeitos fotoquímicos e mínimos efeitos fototérmicos, pois tem como alvo moléculas escurecidas, gerando mínimo aumento de temperatura, uma vez que aquecem o produto e não a estrutura dental. Nessa técnica, o gel é aplicado na estrutura dentária e ativado por 30 segundos, permanecendo por 5 minutos para que pudesse agir, por ação química, podendo ser reaplicado de 4 a 6 vezes. Concluíram que as vantagens do clareamento realizado em única sessão é melhorar o conforto, a segurança e diminuir o tempo de tratamento.

ZANIN et al. (2004) afirmaram que o gel clareador, peróxido de hidrogênio a 35%, ao ser ativado por emissões fotônicas, não ionizantes e concentradas, como os lasers e LED's, interagem com as moléculas escurecidas produzindo efeitos fotoquímicos e mínimos efeitos fototérmicos, uma vez que aquecem o produto e não a estrutura dental. Nessa técnica, o gel é aplicado na estrutura dentária e ativado por 30 segundos, permanecendo por 5 minutos para que pudesse agir, por ação química, podendo ser reaplicado de 4 a 6 vezes. Concluíram que as vantagens do clareamento realizado em única sessão é melhorar o conforto, a segurança e diminuir o tempo de tratamento.

No mesmo ano, LUK et al., compararam a eficácia e a alterações de temperatura dental (esmalte e dentina) induzida por combinações de agentes clareadores com fontes de luz. Testaram o peróxido de hidrogênio 35% e o peróxido de carbamida a 10%, ativados por luz halógena (500-600 mW), luz infravermelha (2.8-3.2 W), laser de argônio (200 mW) e laser de dióxido de carbono (600 mW). A cor e a temperatura foram significativamente alteradas pela interação de agentes clareadores e fontes de luz. A luz infravermelha e o laser de dióxido de carbono promoveram os maiores aumento de temperatura. Salientaram que as fontes de luz podem acelerar o processo de clareamento, entretanto deve ser usada com cautela em dentes vitais devido a agressão a polpa dental promovida pelo aumento de temperatura por alguns fotoativadores.

FARAONI-ROMANO et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes agentes clareadores na microdureza e morfologia superficial do esmalte dental bovino e dentina radicular. Foram utilizados neste estudo: o peróxido de carbamida 10% (PC), peróxido de hidrogênio (PH) 7,5%, PH 38% e a combinação de PH 18% e PC 22% por três semanas. O controle não foi tratado. Após análise dos resultados concluíram que os agentes clareadores não promovem alterações significativas na morfologia e microdureza do esmalte bovino, mas em relação à dentina radicular, a microdureza depende do agente clareador usado, pois neste estudo o peróxido de carbamida 10% diferiu estatisticamente dos demais agentes estudados.

- **Alteração da superfície de esmalte após clareamento**

Trabalhos *in vitro* têm demonstrado alterações nos tecidos dentários mineralizados após o uso de materiais clareadores, como o peróxido de hidrogênio quando utilizado só ou ativado por fontes de luz.

ROTSTEIN et al., 1991, utilizaram pré-molares humanos recém extraídos com tratamento endodôntico para verificar o efeito da temperatura e do tempo de clareamento na penetração radicular do peróxido de hidrogênio. Os dentes foram clareados com peróxido de hidrogênio 30% por períodos de 5, 20, 40 e 60 minutos a temperatura de 24° C, 36° C e 47° C. A quantificação do peróxido de hidrogênio foi feita ao redor da região radicular de cada dente. Foi encontrada uma correlação entre tempo de clareamento, temperatura e penetração do peróxido de hidrogênio. Prolongando-se o tempo de clareamento de 5 minutos para 60 minutos, ocorreu um aumento na penetração do peróxido de hidrogênio em cada uma das temperaturas testadas. O aumento da temperatura nos procedimentos de clareamento também aumentou a penetração do peróxido de hidrogênio, apesar de não ser significativa em todos os tempos testados. Após 20 minutos de clareamento houve uma diferença significativa na penetração radicular do peróxido de hidrogênio entre os dentes clareados a 24° C, e aqueles clareados a 37° C ou a 47° C; porém não houve diferença estatística entre os dentes clareados a 37° C e aqueles clareados a 47° C durante o mesmo período.

Fragments de esmalte foram submetidos a diferentes agentes clareadores contendo peróxido de carbamida 10% durante 15 horas por dia, por períodos de duas e quatro semanas, em seguida foram avaliados em MEV. Durante as 9 horas restantes do dia, os fragmentos permaneceram em saliva humana *in vivo*. Foram observadas significantes alterações na topografia da superfície de esmalte nos fragmentos que foram tratados com as soluções clareadoras por quatro semanas (SHANNON et al., 1993).

Segundo GOLDSTEIN & GARBER, 1995, a cada 10° C de aumento de temperatura, a taxa de reação de dissociação do peróxido de hidrogênio é duplicada. A temperatura mais eficiente do agente clareador para uso em dentes vitalizados varia de 46° C a 60° C.

FLAITZ & HICKS (1996) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida (10 e 16%) sobre a superfície do esmalte e a susceptibilidade à formação de carie. Superfícies de esmalte

intacto foram encontradas em todos os tratamentos. Houve exposições de prismas de esmalte com o uso do peróxido de carbamida 10%, entretanto, estas alterações foram mais evidentes com o peróxido de carbamida 16%. Concluíram que o peróxido de carbamida 10% promove menor susceptibilidade a carie do que o peróxido de carbamida 16%.

ERNST et al., (1996) utilizaram peróxido de hidrogênio 30% e peróxido de hidrogênio 30% misturado com perborato de sódio sobre fragmentos de esmalte em um estudo *in vitro*. Observaram que as superfícies de esmalte dos grupos expostos aos agentes clareadores sofreram alterações morfológicas leves quando comparadas ao grupo controle (que não foi submetido ao produto clareador). Afirmam ainda que uma alta concentração de peróxido fosse nociva à integridade da superfície de esmalte, porém os danos foram menores do que os observados após condicionamento com ácido fosfórico. Uma implicação clínica destas descobertas pode ser que, os dentes fiquem mais susceptíveis ao manchamento extrínseco após o clareamento devido a este aumento na rugosidade superficial como cita DAHL & PALLESEN, 2003.

YU et al. 1998, avaliaram, *in vitro*, a alteração de cor de amostras de dente humano produzida por um produto clareador em diferentes temperaturas. Determinaram visualmente a cor inicial de 20 amostras de dente de acordo com a escala Vita. As amostras foram partidas na metade e divididas em 2 grupos. Ambos os grupos foram clareados com peróxido de carbamida 35%. No grupo 1 o gel clareador estava em temperatura ambiente (24° C), no grupo 2 o gel estava a 55,5° C. Tanto no grupo 1 como no grupo 2, as amostras ficavam imersas no gel clareador por 30 minutos. A cor das amostras foi novamente avaliada após o clareamento da mesma forma que foi feito para a determinação da cor inicial. Houve uma diferença significativa entre os dois grupos quando comparado a cor inicial. Os resultados indicaram que o uso do gel clareado aquecido aumenta significativamente o efeito clareador.

GULTZ et al. (1999) avaliaram *in vitro*, por microscopia eletrônica de varredura, os efeitos na morfologia da superfície do esmalte de agentes de clareamento que receberam aplicação de calor e luz. Para isso, vinte dentes humanos anteriores recém-extraídos foram divididos em quatro grupos: grupo I- controle, grupo II – aplicação de gel a base de peróxido de carbamida 35% precedido de aquecimento com água quente, grupo III - os dentes foram tratados com peróxido de hidrogênio 35% que foi ativado por luz halógena durante 4 a 5 minutos duas vezes, grupo IV - foi aplicado ácido fosfórico na superfície de esmalte dos dentes por 15 a 20 segundos. Todos os espécimes foram preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura. As fotomicrografias de MEV indicaram que apenas os espécimes que foram condicionados com ácido fosfórico exibiram um padrão de condicionamento na superfície de esmalte. Nenhuma diferença na morfologia da superfície de esmalte foi observada nos espécimes do grupo controle e nos espécimes tratados com materiais clareadores.

OLTU & GÜRGAN (2000) verificaram através de análise por espectroscopia infravermelha que, o tratamento de dentes *in vitro* com peróxido de carbamida 35% durante 30 minutos por dia durante 4 dias, alterou a composição inorgânica do esmalte, enquanto que as concentrações de 10% e 16% de peróxido de carbamida não alteraram.

Em um estudo *in vivo*, LEONARD et al. (2001) avaliaram através de microscopia eletrônica de varredura, os efeitos do peróxido de carbamida 10% sobre a morfologia do esmalte dental após duas semanas de tratamento e 6 meses pós-tratamento. Para isso, dez pacientes utilizaram moldeiras que continham o gel clareador por períodos de 8 a 10 horas durante 14 dias. Uma moldagem dos dentes estudados foi realizada antes, após os 14 dias de tratamento e 6 meses após o tratamento. Foram confeccionados modelos de resina epóxica a partir destes moldes. Fotomicrografias em MEV foram realizadas com aumentos de 200X a 2000X e analisadas por 6 observadores. O uso do peróxido de carbamida 10% durante 14 dias

causou alterações mínimas na morfologia do esmalte, e estes efeitos não se agravaram ao longo do tempo.

No estudo de KWON et al. (2002), as alterações da superfície das amostras clareadas e não clareadas foram estudadas utilizando MEV. A comparação entre os grupos clareados e não clareados revelaram que a superfície dos dentes clareados mostrou alterações morfológicas não-uniformes e leves, e estas alterações se desenvolveram variando os graus de porosidade da superfície dos dentes. Estes poros podem se desenvolver devido à ruptura das proteínas da matriz do esmalte e subsequente perda de materiais incrustados pelos radicais livres oxidantes. Apesar de os poros serem perceptíveis na superfície, a alteração na espessura da superfície de esmalte não é evidente.

O aspecto morfológico do esmalte e uma possível alteração na permeabilidade dental após tratamentos clareadores diversos (peróxido de hidrogênio 35%, peróxido de carbamida 10% aplicados isoladamente ou de maneira associada), foram avaliados por SPALDING et al. (2003). Concluíram que há grande variação no padrão morfológico normal do esmalte e que os materiais testados não trazem grandes implicações clínicas.

BASTING et al. (2003) avaliaram o efeito do peróxido de carbamida em diferentes concentrações (10 a 22 %) sobre a microdureza do esmalte. Os resultados demonstraram redução na microdureza do esmalte. Resultado semelhante foi encontrado pelos mesmos autores quando avaliaram o efeito do peróxido de carbamida 10% e suas interações com o carbopol e glicerina sob a microdureza do esmalte e dentina (BASTING et al., 2005).

PUGH et al. (2005) avaliaram o efeito de pastas dentais contendo peróxido de hidrogênio em diferentes concentrações (3,5%, 7% e 12%) na microdureza e morfologia do esmalte dental. As pastas foram aplicadas por sete horas diárias por duas semanas. No restante do período diário permaneciam em saliva artificial. As repetidas aplicações destas

pastas não promoveram alterações na microdureza, morfologia e rugosidade superficial do esmalte.

SULIEMAN et al. 2006, avaliaram as temperaturas da superfície dental e da câmara pulpar durante clareamento usando laser de diodo. Os parâmetros seguidos foram do uso de 1 W, 2 W e 3 W. Os resultados demonstraram que a temperatura variou de 37°C (1 W) a 86,3°C (3 W) na superfície dental. Já na câmara pulpar a temperatura variou de 4,3°C (1 W) a 16°C (3 W). Concluíram que a aplicação do laser de diodo nos parâmetro de 1 W e 2 W não ultrapassaram a temperatura crítica da polpa (5,5°C) capaz de produzir danos irreversíveis. Entretanto o uso do laser no parâmetro de 3 W produziu temperaturas acima do ponto crítico o que poderia levar a danos irreversíveis na polpa dental.

GOTZ et al. (2007) avaliaram o efeito de diferentes concentrações do peróxido de hidrogênio (13% e 16%) na integridade superficial e sub-superficial do esmalte dental através de MEV e CLSM. Os resultados demonstraram que os peróxidos não promoveram alterações histomorfológicas na superfície e sub-superfície do esmalte, microdureza e composição mineral.

CABALLERO et al. (2007) verificaram *in vivo* o efeito do peróxido de carbamida 10% e peróxido de hidrogênio 3,5% na superfície do esmalte dental. Os produtos eram aplicados em moldeiras por 2 horas por 28 dias. Nenhum dos produtos avaliados afetou a superfície do esmalte dental.

Ainda em 2007, BISTEY et al. avaliaram os efeitos do peróxido de hidrogênio na superfície do esmalte dental utilizando espectroscopia infravermelha. Foram utilizados peróxidos de hidrogênio nas concentrações: 10, 20 e 30%. Cada produto permaneceu em contato por 120 minutos e as leituras foram realizadas após 30, 60 e 120 minutos. Após análise dos resultados os autores concluíram que os agentes clareadores contendo peróxidos são capazes de produzir alterações no esmalte quanto maior a concentração aplicada.

Recomendam a utilização de produtos de baixa concentração e tempo reduzido para diminuir as chances de alterações superficiais do esmalte.

CADENARO et al. (2008) avaliaram *in vivo* os efeitos morfológicos provocados por dois agentes clareadores *in-office* na rugosidade superficial do esmalte dental. Foram utilizados: peróxido de hidrogênio 38% e peróxido de carbamida 35%. Concluíram que nenhum dos agentes aplicados foi capaz de promover alterações superficiais após quatro aplicações, sendo assim, métodos seguros de clareamento.

Em 2008, SOUZA-GABRIEL et al. avaliaram, em MEV, a influencia da distância de aplicação do laser Er:YAG na morfologia do esmalte dental. Cinco grupos receberam aplicação de Er:YAG (80mJ/2Hz) por 20s na distância de 11, 12, 14, 16 e 17 mm. Os resultados demonstraram que a aplicação nas distâncias de 11 e 12 mm provocou evidente ablação do esmalte e presença de fissuras e algumas áreas fusionadas. Já quando aplicado nas distâncias de 14, 16 e 17 mm apresentaram topografia superficial mais lisa em relação às outras distâncias.

No mesmo ano, MIELCZAREK et al. verificaram *in vitro*, as alterações provocadas por três técnicas de clareamento na superfície do esmalte dental humano. Foram utilizados nesse estudo: Opalescence X-tra Boost (45 min); Opalescence 20% PF (42 h) e Crest Whitestrips Supreme (42 h). Todas as técnicas utilizadas são seguras e não alteraram a microdureza e rugosidade superficial do esmalte dental.

Em 2009, KRMEK et al. avaliaram as mudanças de temperatura na polpa durante preparo cavitário realizado com laser Er:YAG (2940nm) na modo pulso curto (VSP). O laser foi aplicado no esmalte com 400, 360 e 320 mJ em contato durante 100 µseg. Foram usadas frequências de 10, 12 e 15 Hz tendo um tempo total de aplicação de 10 seg. Na dentina foi aplicado o laser com 340, 280 e 200 mJ com 10, 8 e 5 Hz por 7 seg. Os resultados demonstraram que todos os parâmetros tanto no esmalte quanto na dentina não ultrapassaram

2°C de aumento de temperatura, ou seja, sendo seguros na aplicação por ficarem distante na temperatura crítica da polpa (5,5°C) .

- **Permeabilidade do esmalte**

A permeabilidade dos dentes difere entre as pessoas, e numa mesma pessoa varia de dente para dente. Essa diferença ocorre em função do estágio de desenvolvimento do dente, da idade ou mesmo em diferentes regiões no mesmo dente. O componente inorgânico do esmalte é composto de fosfato de cálcio cristalino, hidroxiapatita, além de íons de magnésio, chumbo, flúor, que podem ser incorporados aos cristais de hidroxiapatita. Entre os cristais há uma delicada malha de material orgânico, constituído de proteínas solúveis e insolúveis e peptídeos que estão presentes em quantidades aproximadamente iguais, que permite a circulação de fluidos.

FEJERSKOV et al. (1984), a partir de uma amostra de terceiros molares não irrompidos, constataram que a superfície do esmalte das faces vestibular e lingual, apresenta as mesmas características morfológicas. Entretanto variações no padrão estrutural da superfície do esmalte foram observadas de acordo com as regiões no sentido cervico oclusal. Desta forma, com fins descritivos, dividiram a superfície do esmalte em quatro partes, constituindo em zona cervical, supracervical, central e oclusal.

Já em 1947, ATKINSON determinou, por métodos osmóticos, a capacidade do esmalte dentário se comportar como membrana permeável ou semipermeável, dependendo do tamanho do íon. Esta propriedade existe em função da presença da matéria orgânica no esmalte.

ROTSTEIN & FRIEDMAN (1991) verificaram a difusão do peróxido de hidrogênio 30% do interior da câmara pulpar para a superfície externa do dente. Foi colocada solução

clareadora na câmara pulpar de três grupos de dentes: sem defeito aparente na junção amelocementária, com defeito proposital realizado com brocas na junção amelocementária e defeitos realizados com brocas no terço apical da raiz. Verificaram que no primeiro grupo, houve pouca difusão do peróxido de hidrogênio para a superfície externa. No segundo e terceiro grupo, houve considerável presença de peróxido de hidrogênio na superfície externa. Concluíram que a permeabilidade dentinária e a integridade do cimento desempenham papel fundamental na determinação da penetração radicular do peróxido de hidrogênio 30%.

PÉCORA et al. (1991) estudaram a ação do perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30% com e sem aplicação de calor, sobre a permeabilidade dentinária, no clareamento dental. Para avaliar a permeabilidade usaram um método histoquímico por meio da infiltração de íons cobre e análise morfométrica. A mistura proposta aumentou a permeabilidade dentinária que foi drasticamente acentuada com aplicação de calor.

SAQUY et al. (1992) verificaram a permeabilidade dentinária após a utilização do perborato de sódio com peróxido de hidrogênio 30% com e sem aplicação de calor. A permeabilidade dentinária foi detectada por meio de infiltração de íons cobre e quantificada pela análise morfométrica. Os resultados mostraram que houve aumento da permeabilidade dentinária quando da utilização do agente clareador avaliado e que com a utilização do calor estes valores foram drasticamente aumentados.

Alterações *in vitro* na permeabilidade dentinária após a utilização de vários agentes clareadores em dentes tratados endodonticamente, foram avaliadas por MANTESSO et al. (1996). A permeabilidade foi avaliada através de um método histoquímico evidenciando a infiltração de íons cobre. Houve aumento significativo na permeabilidade dentinária quando da aplicação de Endo-PTC e solução de Dakin na câmara pulpar ativados por ultra-som seguido da aplicação do perborato de sódio e o peróxido de hidrogênio 30%.

CARRASCO et al. (2003) avaliaram a permeabilidade dentinária após a aplicação de três agentes clareadores internos (peróxido de carbamida 37% e a 27%, pasta de peróxido de hidrogênio 20% e perborato de sódio) utilizando um método histoquímico. Os resultados demonstraram que o peróxido de carbamida 37% promoveu o maior aumento na permeabilidade dentinária seguido pelo perborato de sódio com o peróxido de hidrogênio 20%.

LEE et al. (2004) avaliaram a difusão do peróxido de hidrogênio através de espectrofotômetro e as mudanças no pH extra-radicular utilizando peróxido de carbamida 35%, peróxido de hidrogênio 35% ou perborato de sódio com água destilada no clareamento dental interno de dentes escurecidos artificialmente. A difusão extra-radicular do peróxido de hidrogênio foi inversamente proporcional ao aumento do pH externo da raiz. A quantidade de peróxido de hidrogênio detectada no meio extra-radicular foi significativamente menor nos grupos com peróxido de carbamida e no do perborato de sódio com água do que com do peróxido de hidrogênio. Demonstraram que o peróxido de carbamida 35% pode ser uma alternativa ao perborato de sódio e ao peróxido de hidrogênio 30-35% utilizados no clareamento interno.

CARRASCO et al. (2007) avaliaram a permeabilidade dentinária após clareamento dental interno com peróxido de carbamida 35% ativado por LED, luz halógena ou usando a técnica convencional. A permeabilidade dentinária foi avaliada através da penetração de íons cobre através de uma coloração histoquímica. Os resultados demonstraram um aumento na permeabilidade dentinária para todos os grupos experimentais quando comparados ao grupo controle. Entretanto não houve diferença estatística entre os grupos experimentais. Conclui-se que o peróxido de hidrogênio provoca aumento da permeabilidade dentinária tanto pela técnica convencional ou quando ativado por fontes de luz.

Um método histoquímico foi utilizado na análise da permeabilidade do esmalte dentário, através de um método histoquímico, após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% pela técnica convencional, ativado por fotopolimerizador e LED-laser por TURSSI et al. em 2006. Não observaram diferença significativa na permeabilidade dos grupos clareados.

Também em 2006, SCHIAVONI et al. avaliaram a permeabilidade do esmalte dentário após aplicação de diferentes agentes clareadores (peróxido de carbamida 10, 16 3 37% e peróxido de hidrogênio 35%). Os resultados demonstraram que o peróxido de carbamida 10% e o peróxido de hidrogênio 35% apresentaram aumento significativo na permeabilidade quando comparados aos grupos controles. Não houve diferença significativa entre os agentes clareadores.

- **Poder remineralizante da saliva e flúor**

Os agentes clareadores, em sua maioria, apresentam um pH baixo, o que pode afetar a superfície do esmalte. Entretanto, estudos têm demonstrado que tanto a saliva quanto a aplicação de flúor podem reverter este processo.

TEN CATE & ARENDS (1977) avaliaram o processo de remineralização de lesões de cárie artificiais obtidas através de solução tampão de lactato 1,6% de hidroxietil celulose e pH 4,5 por 96 horas em 25°C. Após a desmineralização os blocos de esmalte foram submetidos a soluções remineralizadoras contendo 2 mM de Ca, 1,2 mM PO<sub>4</sub> e 0 ou 1 ppm de F em pH 7,0. Concluíram que a adição de 1 ppm de flúor na solução remineralizadora aumentou, cerca de 2 vezes, o grau de remineralização do esmalte.

FEATHERSTONE et al. (1982) avaliaram a capacidade remineralizante de soluções e dentifrícios fluoretados sobre lesões de cáries sub-superficiais produzidas em esmalte

humano. Os resultados demonstraram que houve um reendurecimento significativo no corpo da lesão nos grupos tratados com solução e um reendurecimento em menos profundidade, mas com dureza superficial aumentada, nos grupos tratados com dentifrício ou apenas saliva. As soluções contendo fluoreto de sódio mostraram um valor potencial na prevenção ou reversão de carie incipiente.

NELSON et al. (1983) aplicaram três soluções fluoretadas sobre a superfície do esmalte. Todas as soluções testadas promoveram formação de estruturas globulares e aglomerado de partículas.

CROLL & CAVANAUGH (1986) descreveram uma técnica de correção de manchas e irregularidades no esmalte, onde idealmente os resultados deveriam ser permanentes, com perda insignificante de estrutura dentária, não promovendo danos a polpa ou aos tecidos periodontais com tempo de aplicação reduzido e de fácil tolerância ao paciente. A técnica consiste na obtenção de uma pasta de ácido clorídrico a 18% e pedra pomes. Após 5 segundos de aplicação, a superfície é lavada por 10 segundos com água. Aplicação de flúor seguida de profilaxia com pasta fluoretada.

Também em 1986, FEATHERSTONE utilizou um método de ciclagem de desmineralização e remineralização para avaliar o efeito da baixa concentração de flúor. O grupo I realizou apenas escovação com dentifrício fluoretado, o grupo II, escovação com dentifrício fluoretado mais bochechos diários de fluoreto de sódio a 0,05%, o grupo III, escovação com dentifrício fluoretado mais aplicações tópicas semanais de gel de flúor fosfato aciduladas a 1,23% e o grupo IV somava as três formas anteriores, escovação, bochecho e aplicação tópica. Os resultados demonstraram perda mineral em torno de 5 a 15 % de volume para os grupos que receberam dentifrício fluoretado. Para os grupos que usaram dentifrício mais bochecho e dentifrício mais aplicação tópica houve uma completa inibição da desmineralização ou completa remineralização. A adição de flúor em concentração de 0,03 a

0,5 mg/l, resultou em significativo aumento da remineralização, variando de acordo com a concentração.

OLIVEBY et al.(1990) avaliaram a concentração de flúor na saliva de crianças de 12 anos de idade moradoras em áreas com menos de 0.1ppm e superiores a 1.2 ppm na água. Não encontraram diferenças significativas entre as salivas testadas.

Em 1992, SERRA & CURY avaliaram as diferenças na iniciação e progressão de cáries secundárias em esmalte ao redor de restaurações (Herculite, Ceram-Fil). Para simular as condições de alto desafio cariogênico encontradas *in vivo*, um modelo dinâmico de ciclagens de desmineralização e remineralização foi utilizado para a indução de cárie experimental ao redor das restaurações. Os autores observaram que o cimento de ionômero de vidro mostrou um valor potencial como material restaurador para a prevenção ou controle de carie em esmalte adjacente a restauração, mesmo em situações de alto desafio cariogênico.

KUROIWA et al. (1993) constataram a exposição de estruturas prismáticas como uma das alterações micro estruturais da superfície do esmalte dentário humano após escovação com dentifícios contendo abrasivos.

O efeito de três géis clareadores à base de peróxido de carbamida 10% na microdureza do esmalte e morfologia superficial por microscopia eletrônica de varredura, foi avaliado por SHANNON et al. (1993). Não houve diferença estatística da microdureza entre o grupo controle e os tratados por duas ou quatro semanas. Observaram alterações topográficas no esmalte dos grupos clareados, sendo as maiores diferenças observadas em soluções com baixo pH. Concluíram que a desmineralização resultante da exposição ao peróxido de carbamida pode ser moderada pelo potencial de remineralização da saliva que substitui os íons cálcio e fósforo perdido.

DUSCHNER et al. (1997) avaliaram, através de microscopia eletrônica de varredura, a superfície do esmalte dentário após o tratamento com fluoreto de sódio 2%. Revelam a

formação de glóbulos e cristais de cálcio e concluíram que a presença de flúor deve induzir a formação de precipitados na sub-superfície do esmalte.

Também em 1997, ATTIN et al. avaliaram a capacidade remineralizadora de agentes fluoretados sobre o esmalte dental bovino clareado. Os espécimes foram submetidos a quatro ciclos de 12 horas de clareamento e oito horas de remineralização em saliva artificial. A seguir, o grupo A recebia uma cobertura de verniz fluoretado Duraphat durante a primeira hora de estocagem em saliva. O grupo B ficava imerso numa solução de fluoreto por um minuto previamente ao período de remineralização, o grupo C não recebia nenhum agente fluoretado e o grupo D não recebia tratamento clareador. Após os ciclos de clareamento/remineralização, as cores dos espécimes foram comparadas por um operador. A microdureza do esmalte foi determinada antes do tratamento clareador e depois dos segundo e quarto ciclos. Os resultados demonstraram que os valores de microdureza foram significativamente menores para os grupos tratados. O grupo C apresentou valores de microdureza menores em relação aos grupos que receberam tratamento com flúor. Não houve diferença na microdureza entre os grupos que receberam tratamento com verniz ou solução. Concluíram que a remineralização do esmalte é melhorada quando fluoretados são aplicados sobre o esmalte já clareado.

ITTHARAGUN et al. (1999) observaram a formação de estruturas globulares na superfície do esmalte como resultado da remineralização de lesões iniciais de cárie após aplicação de dentifícios fluoretados. O padrão de remineralização do esmalte dentário com agentes fluoretados, analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura, caracterizou-se pela presença de partículas esféricas, que variam de 4 a 30nm e glóbulos esféricos relativamente grandes de 1 a 3 $\mu$ m de diâmetro, depositados sobre a superfície.

FREITAS et al. (2002) avaliaram o efeito de dois agentes clareadores a base de peróxido de carbamida 10% (Opalescence, Rembrandt) na microdureza da dentina. Os

resultados demonstraram uma redução na microdureza para ambos os agentes utilizados. Entretanto após quatorze dias em saliva artificial os valores de microdureza voltaram ao estado inicial em ambos os agentes.

LEWINSTEIN et al. (2004) verificaram o efeito de diferentes concentrações do peróxido de carbamida (10%,15% e 35%) e peróxido de hidrogênio (35%) aplicado por diferentes períodos de tempo (5, 15 ou 35 minutos) na microdureza do esmalte e dentina e o efeito de subsequente imersão em solução com baixa concentração de flúor após o clareamento. Os resultados demonstraram que todos os agentes clareadores reduziram significativamente a microdureza do esmalte e dentina. Entretanto a exposição à baixa concentração de flúor restaurou a microdureza superficial alterada após o clareamento.

Em 2008, CHEN et al. avaliaram o efeito de agentes clareadores fluoretados e produtos fluoretados na eficiência e microdureza do esmalte dental bovino após clareamento. Foram utilizados neste estudo: nenhum tratamento; peróxido de carbamida (PC) 10%; PC 10% + aplicação de fluoreto de sódio 0,9%; PC 10% contendo 0,11% de flúor; e PC 10% contendo 0,37% de flúor. A análise de cor foi realizada através de colorímetro pelo método CIE Lab. Após análise dos resultados os autores concluíram que os agentes clareadores fluoretados promoveram menor desmineralização da morfologia superficial e microdureza. A adição de produtos fluoretados não impediu o efeito clareador.

TSCHOPPE et al. (2009) avaliaram a possível remineralização, em esmalte dental bovino pré-desmineralizado, após aplicação de géis clareadores com ou sem presença de flúor. Foram utilizados neste estudo: nenhum tratamento; Opalescence regular; Opalescence PF; Nite White ACP e Nite White ACPF. Não foi possível observar influencia do flúor presente nos agentes clareadores na remineralização do esmalte dental.

### *III. Proposição*

---



Os objetivos deste trabalho foram avaliar em esmalte bovino:

1- a capacidade de manchamento das diferentes soluções utilizadas.

2- a eficácia de diferentes técnicas de clareamento após manchamento com diferentes soluções.

3- a permeabilidade, após o clareamento dental externo com peróxido de hidrogênio a 35% aplicado pela técnica convencional, fotoativada por LED ou Laser Er:YAG, com ou sem aplicação de flúor.

4- a morfologia superficial, em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) após aplicação de diferentes técnicas de clareamento, com ou sem aplicação de flúor.



## *IV. Material e Método*

---



### ***1.1 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL***

O fator em estudo foi Tratamento Clareador em vinte e seis níveis (vinte e quatro experimentais - Fragmentos de esmalte manchados com café, chá preto, vinho tinto e sem manchamento expostos à: peróxido de hidrogênio a 35% (PH35) + saliva; PH35 + flúor + saliva; PH35 ativado por LED + saliva; PH35 ativado por LED + flúor + saliva; peróxido PH35 ativado por laser Er:YAG + saliva e PH35 ativado por laser Er:YAG + flúor + saliva; dois controles: saliva artificial, flúor + saliva artificial). O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados. A amostra do experimento era composta por 260 incisivos bovinos divididos aleatoriamente em 26 blocos (n=10). Os três princípios básicos da experimentação - aleatorização, repetição e blocagem - foram respeitados (CAMPOS, 1983; MONTGOMERY, 1991). As variáveis de resposta foram: 1) a eficácia de clareamento avaliada através espectrofotômetro de reflexão; 2) a extensão da permeabilidade em esmalte, em milímetros, avaliada através de um método de coloração histoquímica e 3) a avaliação da morfologia superficial do esmalte bovino através de microscopia eletrônica de varredura.

## 1.2 - OBTENÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Foram utilizados 260 incisivos bovinos extraídos, estocados em formol 10%. Eram descartados os dentes que apresentaram trincas, hipoplasia ou hipomineralização observados em lupa estereoscópica (10x). Após profilaxia com taças de borracha e pedra pomes, foi realizado o seccionamento dental na junção amelo-cementária em uma máquina de corte (Minitom Struers), refrigerada à água. Da coroa foram obtidos fragmentos de 10x10 mm de área (Figura 1). Estes fragmentos tiveram toda sua parte de dentina impermeabilizada com três camadas de esmalte de unha (Colorama, Cosbra Cosméticos Ltda) incolor (Figura 2). Os dentes permaneceram em umidade relativa a 37°C.

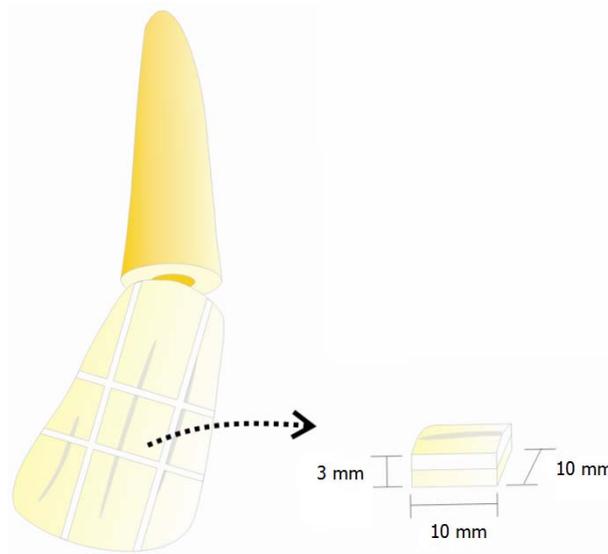


Figura 1. Esquema representativo da secção do incisivo bovino na junção amelo-cementária e obtenção dos fragmentos reduzidos.

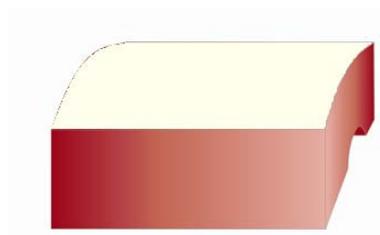


Figura 2. Esquema representativo da impermeabilização da dentina remanescente.

### ***1.3 - MANCHAMENTO DO ESMALTE***

Os fragmentos de esmalte foram divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com a solução utilizada, sendo: 1) Café (Melitta – Extra Forte; Melitta do Brasil Ind. e Com. Ltda, São Paulo, Brasil); 2) Chá Preto (Chá Preto Leão; Leão Junior S.A, Curitiba, Brasil) 3) Vinho tinto (Chapinha; Passarin Ind. e Com. Bebidas Ltda, São Paulo, Brasil). O café foi preparado na proporção 150 ml de água para 15 gramas de pó em cafeteira italiana (Figura 3). O chá preto foi preparado na proporção de dois sachês (1,6g cada) para 200 ml de água em ebulição, permanecendo em repouso por 5 minutos e agitados por 2 minutos. O vinho foi utilizado em temperatura ambiente de 25 °C.

Os corpos de prova foram submetidos à agitação em agitador magnético (Figura 3) por 60 segundos em 200 ml de solução manchadora. Após, foram armazenados em recipientes fechados com 20 ml de solução a 37 °C. As soluções foram trocadas a cada 24 horas até que se completasse o ciclo de 72 horas.



Figura 3. Cafeteira Bialetti, Moka Express; Agitador Magnético ANS-003, SBS.

#### ***1.4 – AVALIAÇÃO DA COR***

Utilizando o espectrofotômetro de reflexão PCB 6807 (BYK-Gardner) (Figura 4) baseado no sistema CIELAB, as medidas da cor foram realizadas nos tempos iniciais, após o manchamento e logo após a fase de clareamento. Entre os períodos de observação, os fragmentos foram mantidos em saliva artificial a 37°C e umidade relativa de 100%.

A mudança de cor ( $\Delta E^*$ ) foi calculada de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  usando a fórmula ( $\Delta E^* = (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 / 2$ ), onde  $L^*$  é o padrão de luminosidade ou brancura, sendo 0 (preto puro) e 100 (branco referencia),  $a^*$  para contrastes verde-vermelho ( $-a^* =$  verde e  $+a^* =$  vermelho) e  $b^*$  para contrastes azul-amarelo ( $-b^* =$  azul e  $+b^* =$  amarelo) O  $\Delta L^*$  foi utilizado porque reproduz as cores visíveis. A média da luminosidade do espécime é definida pelo  $\Delta L^*$  positivo, quando negativo  $\Delta L^*$  a espécime começa a escurecer, em outras palavras, valores maiores  $\Delta L^*$  é positivo. Quando  $\Delta L^*$  positivo é mais saturado, e  $\Delta L^*$  negativo é menos saturado. Os espécimes foram medidos com um anteparo branco. Os diagramas (Figura 5) mostram as variações das luminosidades de acordo com os valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$ . Os valores de  $\Delta E^*$ ,  $\Delta L^*$ , foram calculados utilizando os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  na fórmula apropriada.



Figura 4. Espectrofotômetro de reflexão PCB 6807 (BYK-Gardner)

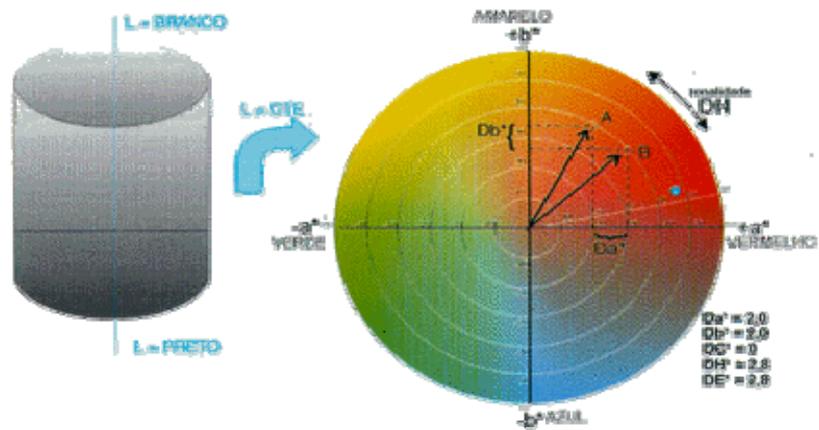


Figura 5 – Diagramas das variações da luminosidade.

### ***1.5 - APLICAÇÃO DO AGENTE CLAREADOR***

Os dentes foram casualmente distribuídos em 24 blocos experimentais. A seqüência em que cada nível do fator tratamento clareador foi aplicado dentro de cada bloco foi definida com base em um sorteio aleatório. Seguiu-se o protocolo de utilização recomendado pelo fabricante, conforme descrito no Quadro 1. Sobre o esmalte, foi aplicado um volume de 0,05ml de agente clareador (Figura 6) seguido ou não de ativação por fontes de luz (Figura 7), através de uma seringa de insulina (Figura 8). O LED foi aplicado diretamente sobre a superfície do esmalte a uma distância de 1 cm produzindo uma energia de  $30\text{mW}/\text{cm}^2$  por 10 min. Já o Er:YAG foi aplicado no modo desfocado, a uma distância de 10 cm da amostra de modo a luz guia englobar todo o corpo-de-prova. Os parâmetros utilizados foram modo pulsado, 25Hz por 60 seg., produzindo uma energia e  $75\text{mW}/\text{cm}^2$ . Após a aplicação do agente clareador o fragmento foi lavado com água destilada e realizada ou não a aplicação de flúor (Desensibilize KF 2%, FGM) por 10 minutos. Foram novamente lavados e os corpos-de-prova permaneciam a  $37^\circ\text{C}$ , em umidade relativa. Finalizado o tratamento clareador, os dentes foram lavados com água destilada e permaneciam pelo restante do período diário, individualmente armazenados, em saliva artificial (FEATHERSTONE, 1986; SERRA & CURRY, 1992) a  $37^\circ\text{C}$ . O mesmo esquema de aplicação dos agentes clareadores e armazenamento foram repetidos ao longo de 21 dias de tratamento.

Quadro 1. Descrição resumida do protocolo de utilização dos agentes clareadores.

Grupo	Agente Clareador	Protocolo de uso
1	<b>Peróxido de hidrogênio a 35%</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 15 minutos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas.</b>
2	<b>Peróxido de hidrogênio a 35% + flúor</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 15 minutos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas. Após cada sessão aplicação de flúor por 10 minutos.</b>
3	<b>Peróxido de hidrogênio a 35% + LED</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 10 minutos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas.</b>
4	<b>Peróxido de hidrogênio a 35% + LED + flúor</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 10 minutos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas. Após cada sessão aplicação de flúor por 10 minutos.</b>
5	<b>Peróxido de hidrogênio a 35% + laser de Er:YAG</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 30 segundos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas.</b>
6	<b>Peróxido de hidrogênio a 35% + laser de Er:YAG + flúor</b>	<b>Duas aplicações consecutivas de 30 segundos a cada sessão. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas. Após cada sessão aplicação de flúor por 10 minutos.</b>
C 1	<b>Saliva artificial</b>	<b>Todo período diário.</b>
C 2	<b>Saliva artificial + flúor</b>	<b>Aplicação de flúor por 10 minutos. Realizar 3 sessões com intervalo de 7 dias entre as mesmas.</b>



Figura 6. Agente clareador Whitiness HP Maxx (FGM).



Figura 7. Ultraled (Dabi Atlante, Brasil) e Twin light (Fotona Medical Lasers, Slovenia).

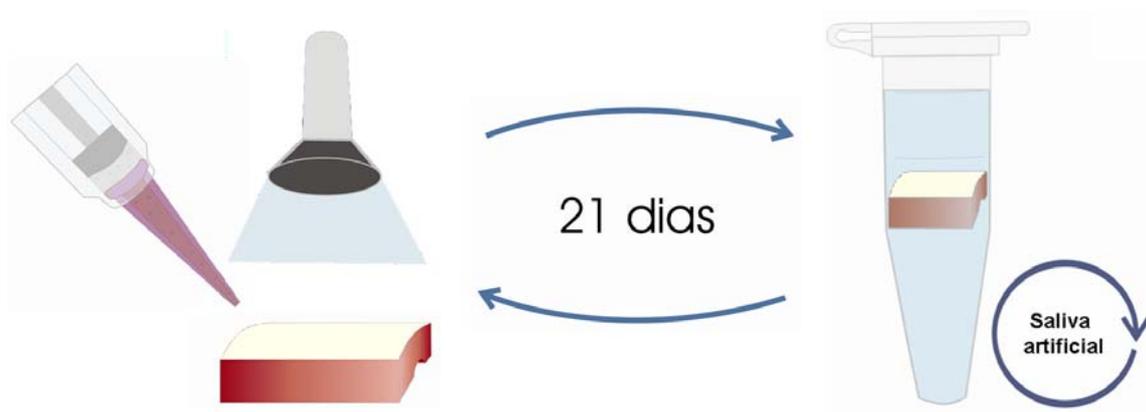


Figura 8. Esquema representativo da aplicação dos agentes clareadores e fontes de luz.

### ***1.6 – PREPARO DOS CORPOS-DE-PROVA***

Após a fase de clareamento e avaliação da cor, os corpos-de-prova foram submetidos à secção longitudinal, em máquina de corte, dividindo estes em dois fragmentos com cerca de 5x5 mm cada (Figura 9). Cada fragmento devidamente numerado foi submetido um a avaliação da permeabilidade e o outro a avaliação da superfície do esmalte através de microscopia eletrônica de varredura.



Figura 9. Esquema representativo da secção longitudinal dos fragmentos.

### ***1.7 – MÉTODO DE COLORAÇÃO HISTOQUÍMICA***

Os corpos-de-prova foram imersos em um recipiente com 10 ml de uma solução aquosa de sulfato de cobre 10% e submetidos à aplicação de vácuo por 5 minutos. A seguir, cada dente ficou armazenado em 5ml desta solução, por 10 dias. Finalizado este período, os dentes foram secos em papel absorvente e imersos em solução alcoólica de ácido rubeânico a 1% (Figura 10). Adotaram-se os mesmos volumes, tempos de vácuo e armazenamento utilizados anteriormente. Após a coloração eram lavados com água destilada por 15 minutos, secos e mantidos individualmente em um recipiente vedado, com algodão embebido em amônia por sete dias (SCHIAVONI et al., 2006; TURSSI et al., 2006).

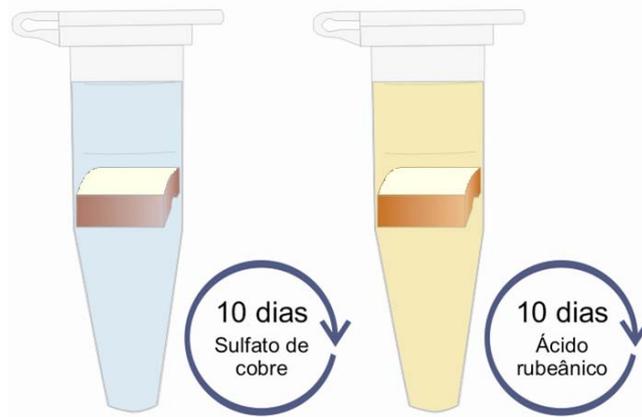


Figura 10. Esquema representativo do método de coloração histoquímica.

### ***1.8- AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE DO ESMALTE***

Os dentes foram incluídos em resina acrílica de polimerização rápida e cortados transversalmente em uma máquina de corte dotada de um disco diamantado de 300  $\mu\text{m}$  de espessura, e refrigerado à água. Da superfície vestibular eram obtidas três secções com espessura média de 700  $\mu\text{m}$ . Estas foram reduzidas com lixa de óxido de alumínio (granulações 400, 600, 800, 1200) até se obter a espessura aproximada de 200  $\mu\text{m}$  (Figura 11).



Figura 11. Esquema representativo do seccionamento dos fragmentos e análise de permeabilidade.

A análise da permeabilidade foi realizada em microscópio óptico (Axiostar Plus), conectado a uma câmara digital (Cyber-shot, DSC-575, Sony Corporation), utilizando o software de digitalização de imagem Axion Vision (v.3.1), que permitiu a mensuração da espessura do esmalte e da extensão da evidência dos íons cobre. Em cada um dos três cortes obtidos para cada unidade experimental, foram realizadas cinco avaliações da penetração da solução traçadora. A média desses cinco valores representou a permeabilidade em cada secção.

### ***1.9- PREPARO DOS DENTES PARA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA***

Para avaliação da microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi realizado sorteio aleatório dentro de cada grupo experimental (PH35%; PH35% + flúor.; PH35% + LED; PH35% + LED + flúor; PH35% + Er:YAG e PH35% + Er:YAG + flúor; dois controles: saliva artificial, flúor + saliva artificial) com n=10. Os espécimes passaram por bateria ascendente de álcool de 50%, 60%, 70%, 80%, 96% e 100%, sendo mantidos em uma hora em cada álcool e finalizando com dois banhos, de uma hora cada, em álcool absoluto - 100%. Após o período de desidratação, as amostras foram posicionadas em "stubs" e submetidas ao aparelho de metalização a vácuo, obtendo uma fina camada (cerca de 30nm) de ouro sob os espécimes. Concluída a etapa de preparação, os espécimes foram levados ao microscópio eletrônico de varredura (Figura 12), do Laboratório do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP. Realizadas as fotomicrografias eletrônicas de varredura das superfícies vestibulares do esmalte, com aumento de 2.000X, que foram digitalizadas e avaliadas.



Figura 12. Microscópio eletrônico de Varredura Evo 50 (Carl Zeiss, Alemanha).

## *V. Resultados*

---



- **REFERENTES ÀS ALTERAÇÕES DE COR**

Para a avaliação de cor foi calculada, a partir das medidas de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , as variações de  $\Delta E$  que significa a diferença de cor da mesma amostra antes e após algum procedimento. Os testes preliminares dos dados mostraram que a amostra não é normal nem homogêneo o que contra-indica a aplicação de testes paramétricos. Para avaliação dos dados utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas (Fisher). A seguir serão descritos os resultados de cada um desses instantes de avaliação de cada um dos grupos.

- Após manchamento

Em relação ao  $\Delta E$  foi encontrada diferença significativa ( $H_0$  rejeitado) do grupo Vinho tinto em relação aos grupos café e chá preto (Gráfico 1), ou seja, o grupo vinho tinto manchou mais que os demais grupos. Quando avaliados isoladamente o  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  e  $\Delta L$  seguiram

a mesma diferença significativa entre os grupos sendo mais evidente no  $\Delta L$  (Valores negativos indicando a tendência das amostras ao escurecimento – Gráficos 2, 3 e 4), ou seja, o grupo vinho tinto atingiu uma coloração mais escura que os demais grupos.

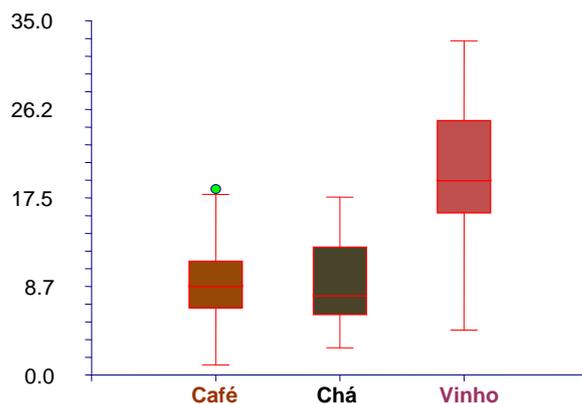


Gráfico 1 – Medianas dos grupos em relação ao  $\Delta E$  após manchamento, antes do clareamento.

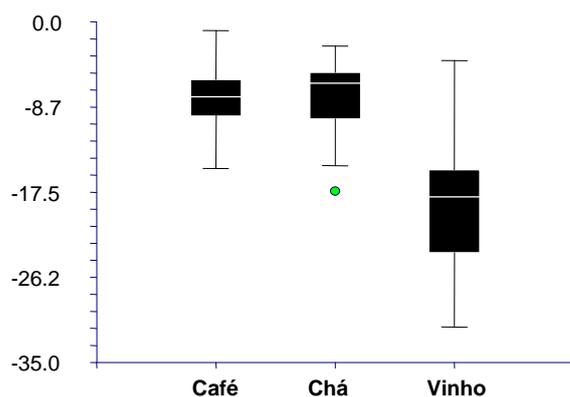


Gráfico 2 – Medianas dos grupos após manchamento, antes do clareamento com relação ao  $\Delta L$ .

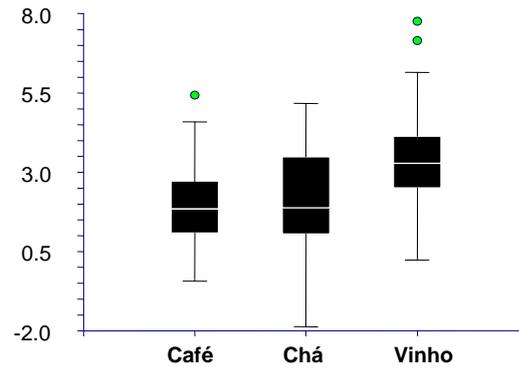


Gráfico 3 – Medianas dos grupos após manchamento, antes do clareamento com relação ao  $\Delta a$ . Valores positivos demonstrando tendência das amostras à coloração vermelha.

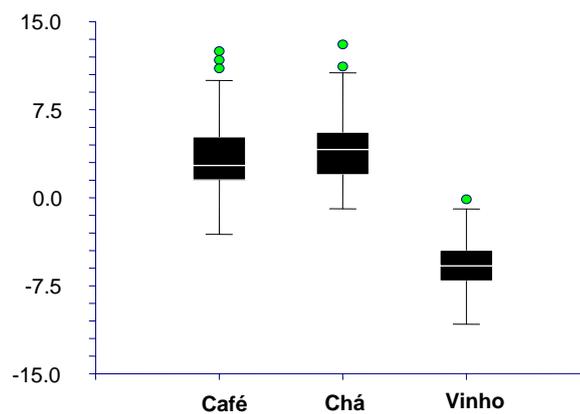


Gráfico 4 – Medianas dos grupos após manchamento, antes do clareamento com relação ao  $\Delta b$ . Valores positivos demonstrando tendência das amostras de café e chá à coloração amarela e valores negativos das amostras de vinho demonstrando tendência das amostras à cor azul.

- Após clareamento – Fator solução manchadora

Em relação ao  $\Delta E$  foi encontrada diferença significativa (Ho rejeitado) do grupo café em relação aos grupos chá preto e vinho tinto (Gráfico 5), ou seja, o grupo café clareou menos que os demais grupos. Quando avaliados isoladamente o  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  os resultados foram diferentes. Em relação ao o  $\Delta L$  houve diferença significativa de todos os grupos entre si (Gráfico 6), ou seja, diferenças de luminosidades entre os grupos, cada um alcançando uma tonalidade de cor diferente. Já em relação ao o  $\Delta a$  o resultado foi o mesmo obtido para o  $\Delta E$  (Gráfico 7), ou seja, o grupo café ficou mais distante da tonalidade inicial que os demais grupos. E em relação ao o  $\Delta b$  não houve diferença significativa (Ho aceito) entre os grupos (Gráfico 8).

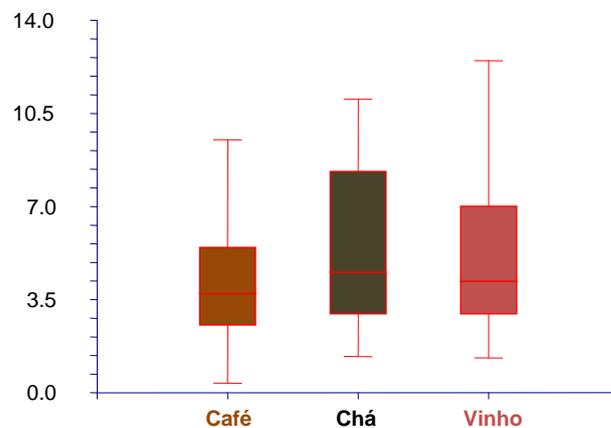


Gráfico 5 – Medianas dos grupos após clareamento – fator solução manchadora em relação ao  $\Delta E$ .

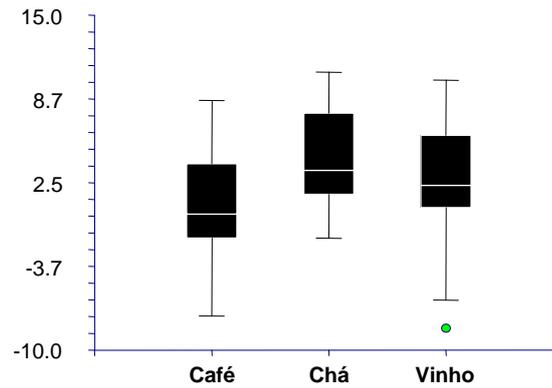


Gráfico 6 – Medianas dos grupos após clareamento – fator solução manchadora com relação ao  $\Delta L$ . Valores de café próximos do negativo demonstrando uma maior dificuldade em alcançar a tonalidade inicial ou mais clara.

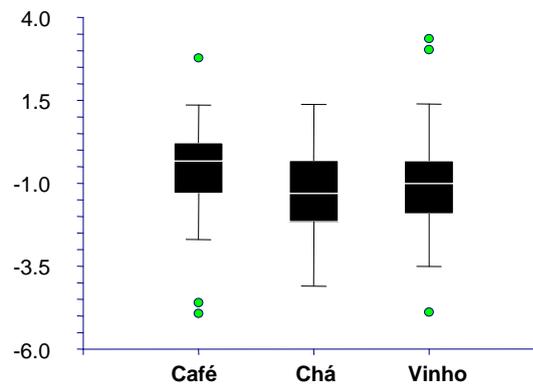


Gráfico 7 – Medianas dos grupos após clareamento – fator solução manchadora com relação ao  $\Delta a$ . Nota-se proximidade da tonalidade inicial (0).

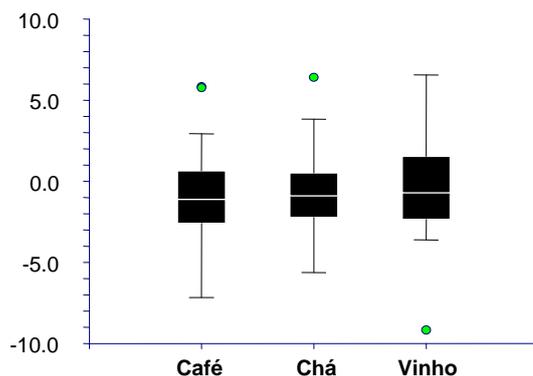


Gráfico 8 – Medianas dos grupos após clareamento – fator solução manchadora com relação ao  $\Delta b$ . Nota-se proximidade da tonalidade inicial (0).

- Após clareamento – Fator tratamento clareador

Em relação ao  $\Delta E$  foi encontrada diferença significativa (Ho rejeitado) do Laser e Laser + F em relação aos grupos 35%, 35% + F, LED e LED + F (Gráfico 9), ou seja, os grupos em que foi aplicado o Laser Er:YAG clareou mais que os demais grupos. Quando avaliados isoladamente o  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  os resultados foram os seguintes: em relação ao  $\Delta L$  e  $\Delta b$  os resultados foram os mesmos em relação ao  $\Delta E$  (Gráfico 10 e 12 respectivamente), isto é, o grupo Laser Er:YAG obteve cores mais próximas do padrão inicial que os demais grupos. Em relação ao  $\Delta a$  não houve diferença significativa (Ho aceito) entre os grupos (Gráfico 11).

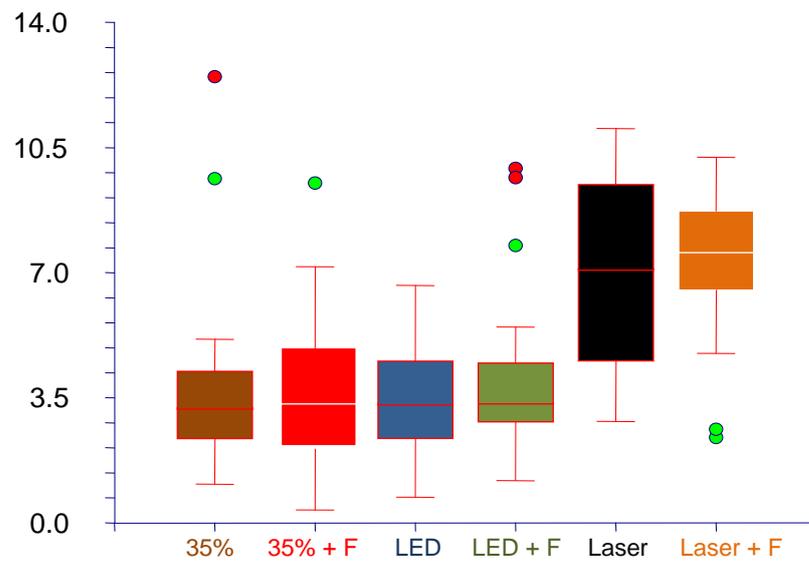


Gráfico 9 – Medianas dos grupos após clareamento – fator tratamento clareador em relação ao  $\Delta E$ .

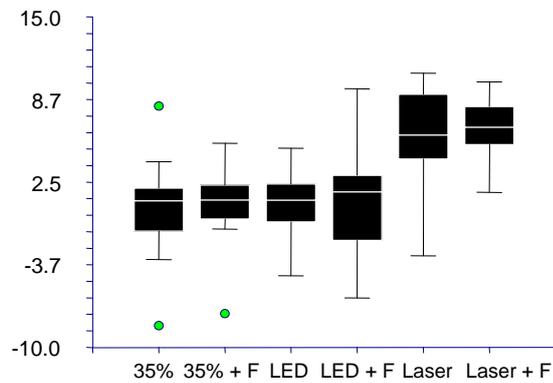


Gráfico 10 – Medianas dos grupos após clareamento – fator tratamento clareador com relação ao  $\Delta L$ . Nota-se os maiores valores positivos para os grupos Laser demonstrando maior claridade obtida por estes equipamentos.

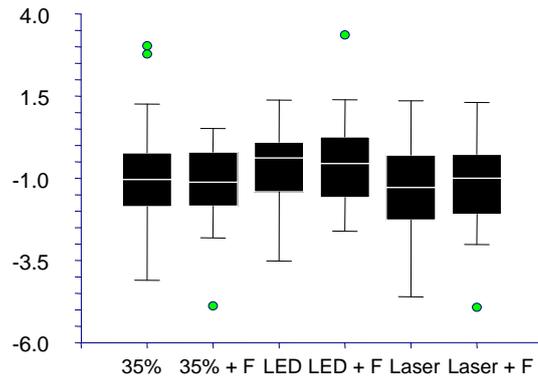


Gráfico 11 – Medianas dos grupos após clareamento – fator tratamento clareador com relação ao  $\Delta a$ .

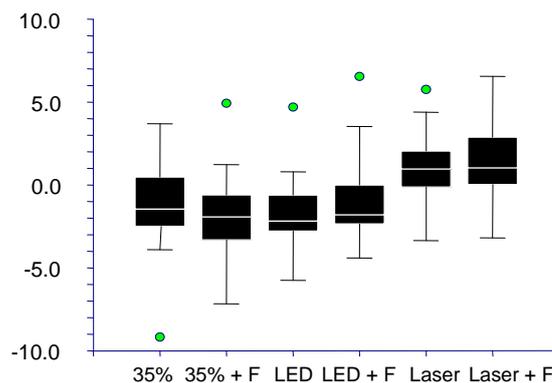


Gráfico 12 – Medianas dos grupos após clareamento – fator tratamento clareador com relação  $\Delta b$ .

- **REFERENTE À PERMEABILIDADE**

Em cada um dos três cortes obtidos para cada unidade experimental, foram realizadas cinco avaliações da penetração da solução traçadora. A média desses cinco valores representou a permeabilidade em cada secção. Os testes preliminares dos dados mostraram que a amostra não é normal nem homogêneo o que contra-indica a aplicação de testes

paramétricos. Para avaliação dos dados utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de comparações múltiplas (Fisher). A seguir serão descritos os resultados de cada um dos grupos.

Em relação à interação entre os fatores, não houve diferença significativa (Ho aceito) entre todos os grupos (Gráfico 13).

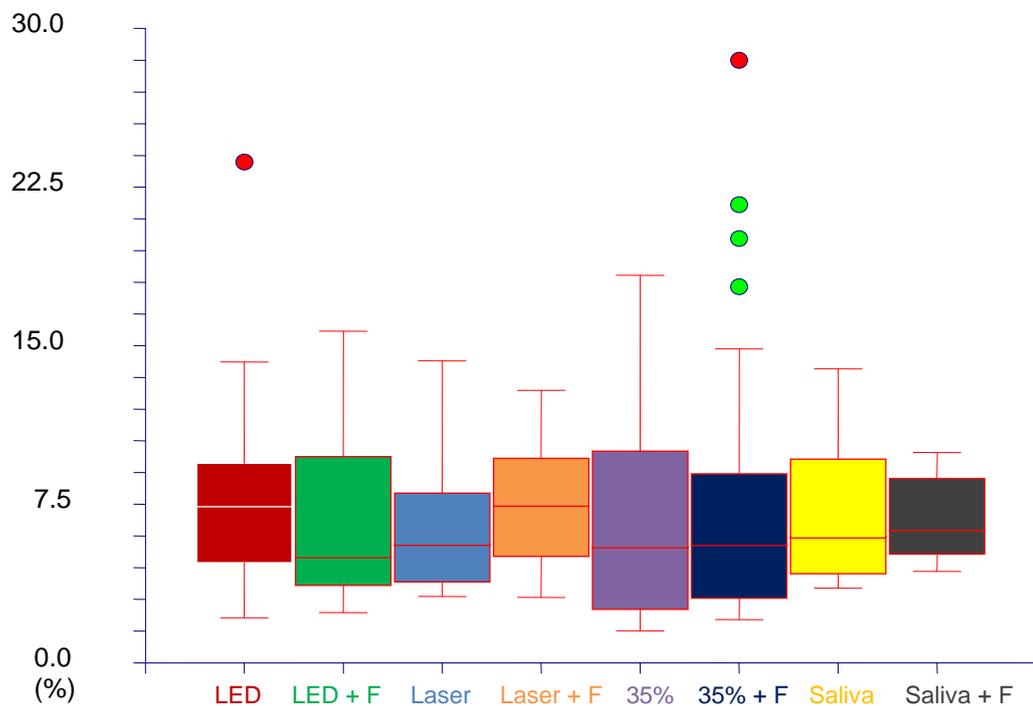


Gráfico 13 – Permeabilidade relativa do esmalte dental

Quando comparados isoladamente (Fator tratamento clareador e Fator controle) também não houve diferença significativa (Ho aceito) entre os grupos (Gráficos 14 e 15).

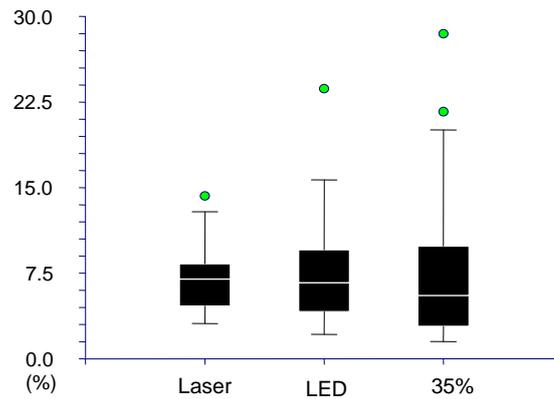


Gráfico 14 - Permeabilidade relativa do esmalte dental - Fator tratamento clareador.

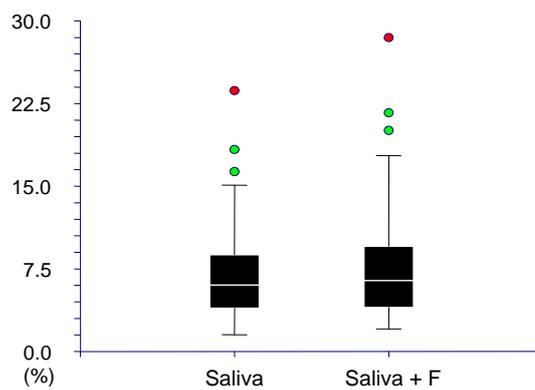


Gráfico 15-Permeabilidade relativa do esmalte dental-Fator tratamento controle

- **REFERENTE ÀS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS NA SUPERFÍCIE DO ESMALTE**

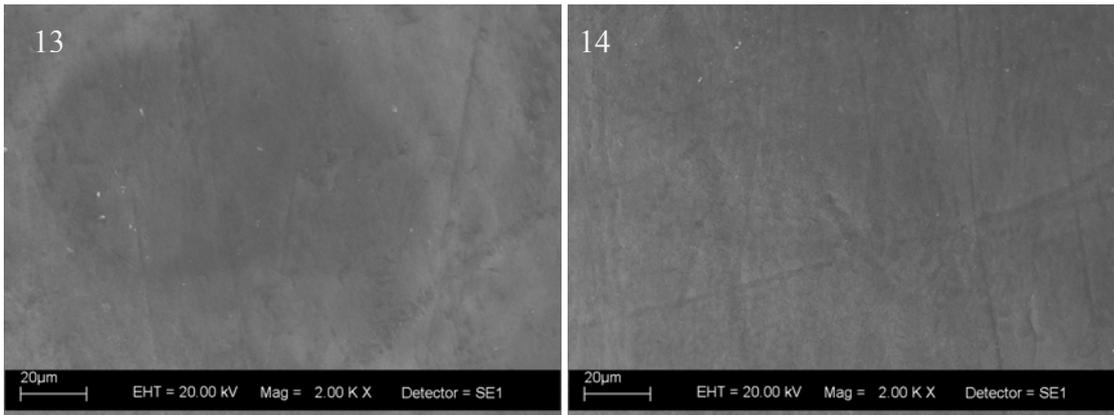
Quando observados os grupos controles (Figuras 13 e 14) observa-se um aspecto de esmalte sem alteração com superfícies lisas e regular. Na maioria dos espécimes deste grupo a superfície apresentava-se plana ou com ligeiras ondulações alternadas de cristas e sulcos.

Os grupos 1 e 3, com aplicação do Ph35% e Ph35% + LED apresentaram resultados semelhantes (Figuras 15 e 16). Na maioria das fotomicrografias podem-se observar superfícies discretamente onduladas, marcadas pela presença dos prismas de esmalte

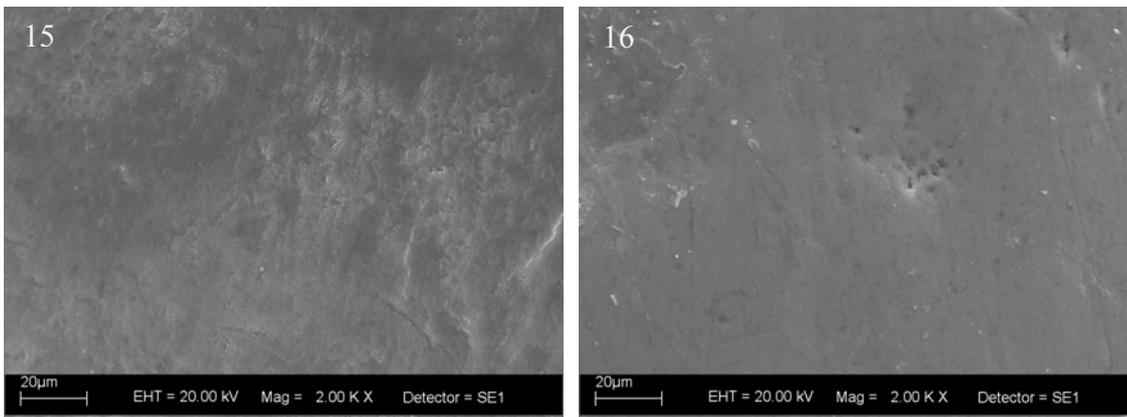
suavemente esboçados em permeio a um esmalte interprismático de textura lisa. Já nos grupos 2 e 4, tratados com o PH35% e PH35% + LED em que após o tratamento era aplicado flúor, as eletromicrografias apresentaram características peculiares (Figuras 17 e 18). Foram observadas superfícies relativamente lisas coberta por um precipitado fusiforme. Este precipitado formava um “manto granular” de partículas e glóbulos esféricos distribuídos por toda superfície, parecendo estar incorporado à estrutura mineralizada do esmalte.

No grupo 5, em que foi aplicado o Er:YAG, o aspecto observado foi de remoção da camada aprismática e exposição clara dos prismas de esmalte, depressões, tornando a superfície porosa e irregular (Figuras 19 e 20). Notou-se a presença de erosões conferindo um aspecto irregular à superfície com ares de descamação.

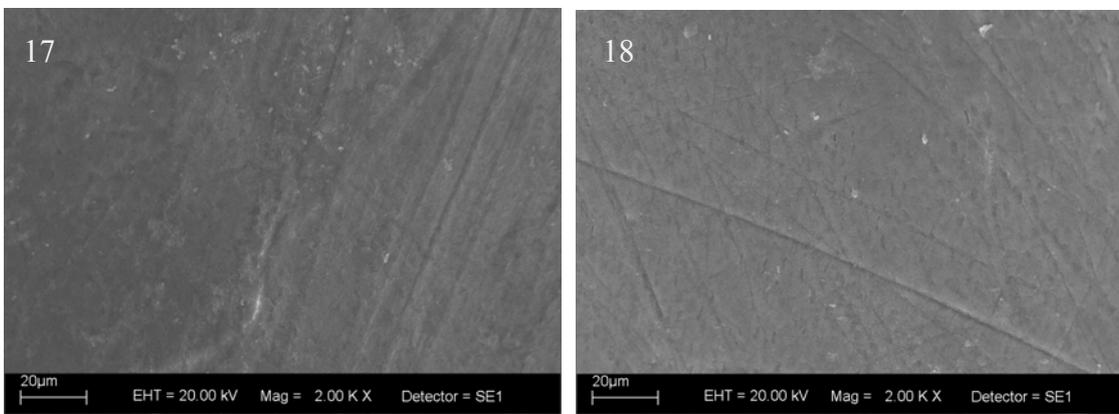
Já no grupo 6, em que foi aplicado flúor após a exposição ao Er:YAG (Figuras 21 e 22) observaram-se áreas de precipitações de partículas próximas às depressões e porosidades provocadas pelo laser.



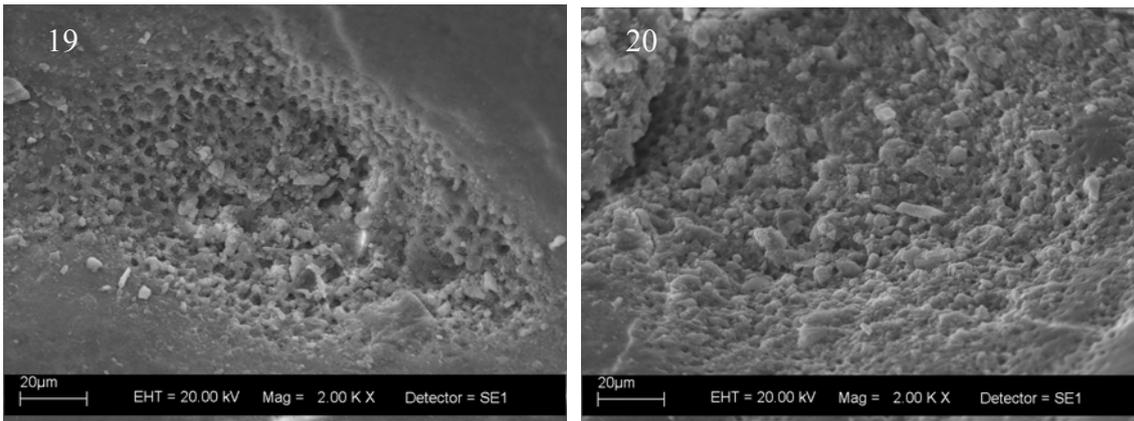
Figuras 13 e 14 – Aspecto da superfície do esmalte dos grupos: controle saliva e saliva com flúor, respectivamente.



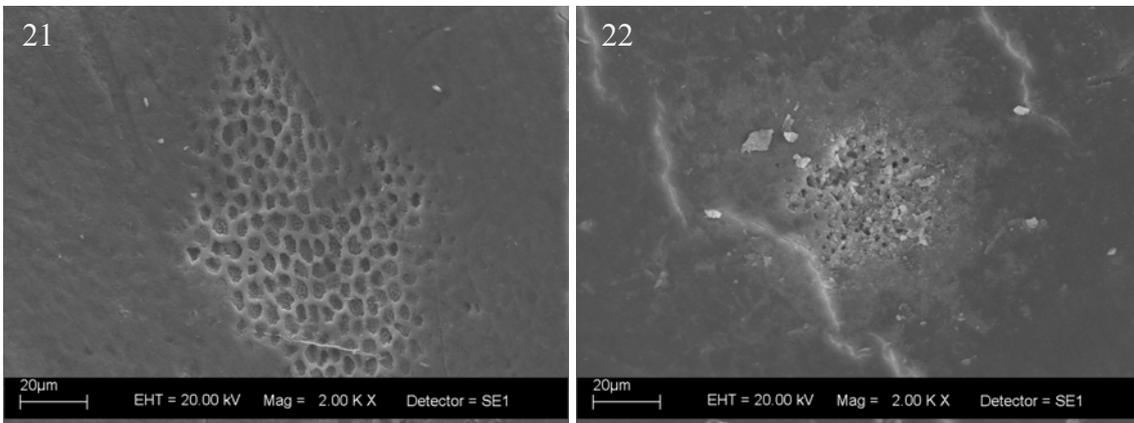
Figuras 15 e 16 – Aspecto da superfície do esmalte após clareamento com PH35% e PH35% + LED, respectivamente.



Figuras 17 e 18 – Aspecto da superfície do esmalte após clareamento com PH35% + Flúor e PH35 + LED + Flúor, respectivamente.



Figuras 19 e 20—Aspecto da superfície do esmalte após clareamento com PH35% ativado com Er:YAG.



Figuras 21 e 22—Aspecto da superfície do esmalte após clareamento com PH35% ativado com Er:YAG + Flúor.



## *VI. Discussão*

---



As técnicas e materiais utilizados para o clareamento dental estão voltados para buscar métodos que não causem danos às estruturas dentais, à mucosa bucal e à saúde do paciente e, além disso, tenham rapidez e eficácia em restabelecer a cor natural dos dentes. Por sua segurança, os produtos mais utilizados para o tratamento de dentes vitais são aqueles a base de peróxido de carbamida – 10 a 16%. Contudo, resultados mais imediatos podem ser obtidos com concentrações mais elevadas (35-37%) ou com agentes à base de peróxido de hidrogênio associado ou não a fontes de calor ou luz. (BARATIERI, 2002)

As propriedades físicas e químicas do esmalte dental se dão em função da sua composição mineral e seu arranjo estrutural. Os cristais de hidroxiapatita são a base constituinte do esmalte e estão arranjados em estruturas prismáticas densamente “empacotadas” e perpendiculares à sua superfície, sendo que essa disposição estrutural concede ao dente considerável resistência mecânica. A pequena quantidade de matéria orgânica (proteínas estruturais, lipídeos e carboidratos) encontradas no espaço interprismático possui um papel importante na plasticidade do esmalte. No entanto, este é também um tecido dinâmico que toma parte do transporte de íons e soluções de saliva tanto quanto no processo

de desmineralização e remineralização. Estas propriedades dinâmicas dependem da porosidade tanto quanto das características eletroquímicas do esmalte. (HANKS et al., 1993; SUMMIT et al., 2001)

Alguns efeitos indesejados provenientes do tratamento clareador dental tais como aumento da permeabilidade, diminuição da microdureza, alterações no conteúdo mineral, alterações morfológicas sub e superficiais, têm sido relatados na literatura. (ROTSTEIN et al., 1992; LEWINSTEIN et al., 1994; PÉCORA et al., 1994; ERNST et al., 1996; SCHIAVONI et al., 2006).

A discussão dos resultados será realizada por tópicos dos fatores avaliados.

- **A permeabilidade do esmalte**

A permeabilidade dentinária, avaliada por um método histoquímico (PÉCORA et al., 1991) demonstrou que após clareamento dentais internos ocorrem alterações na permeabilidade da dentina (CARRASCO et al., 2003). Modificações neste método permitiram avaliar alterações da permeabilidade do esmalte após utilização do peróxido de hidrogênio (TURSSI et al., 2006) e de carbamida no clareamento dental externo (SCHIAVONI et al., 2006). No presente estudo, utilizando este método histoquímico modificado, foram avaliadas as alterações na permeabilidade do esmalte após o clareamento dental externo realizado com o peróxido de hidrogênio a 35% pela técnica convencional e ativado pela luz LED ou Laser Er:YAG seguidos ou não da aplicação de flúor. Os resultados demonstraram que os grupos apresentaram permeabilidade do esmalte semelhante entre si.

Por existir uma significativa diferença no padrão morfológico da superfície do esmalte de acordo com a região do dente, partindo de cervical para oclusal (FEJERSKOV et al., 1984), procuramos selecionar sempre que possível a mesma região nos fragmentos de

cada dente, excluindo, no entanto áreas com alterações previamente detectadas. Optamos por armazenar as amostras em água destilada, antes do início do projeto, visto que permite a manutenção da camada superficial de matéria orgânica do esmalte (FEJERSKOV et al., 1984). Além disso, em nosso estudo, foi realizada a aplicação de ultra-som por cinco minutos, completando-se o processo de limpeza dos fragmentos.

O esmalte é constituído de 96% de fosfato de cálcio cristalino, hidroxiapatita e vestígios de íon flúor, magnésio e chumbo, aderidos à hidroxiapatita., sendo considerado uma substância permeável (SPALDING et al., 2003). Seus cristais são entremeados por uma fina malha de material orgânico, geralmente proteínas insolúveis e peptídeos, além de uma pequena porcentagem de água. O esmalte comporta-se com uma membrana semipermeável, possibilitando o trânsito de água e substâncias de pequeno peso molecular, como por exemplo, os peróxidos de carbamida e hidrogênio, por entre seus poros. Esse “sistema de condução” pode explicar alguns fenômenos físico-químicos que ocorrem na superfície do esmalte quando um procedimento clareador ou uma aplicação tópica de flúor são realizados.

Um fator a se considerar em nosso estudo é que foi realizado aplicação de flúor, após o procedimento clareador, em metade dos grupos e todos foram submetidos à saliva artificial, que possui potencial remineralizante (FREITAS et al., 2002; BASTING et al., 2003; BASTING et al., 2005) devido à presença de íons cálcio e fosfato em sua composição (FEATHERSTONE et al., 1982; SERRA & CURY, 1992) durante todo o período diário que não eram submetidos ao clareamento. Isto deve explicar a semelhança dos resultados de permeabilidade encontrados em nosso trabalho, que possivelmente assemelha-se ao encontrado clinicamente devido à reposição do conteúdo mineral proporcionado pelo fluxo salivar, capacidade tampão da saliva, higiene oral e o uso tópico de flúor (FLAITSZ & HICKS, 1996), que podem aumentar a remineralização de esmalte clareado (FREITAS et al., 2002; CHEN et al., 2008; TSCHOPPE et al., 2009).

A saliva é composta por 99% de água, e apenas 1 % de componentes inorgânicos e orgânicos (JENKINS, 1978; NIKIFORUK, 1985). A composição salivar varia de acordo com o fluxo, natureza da estimulação, duração, composição do plasma e período do dia no qual é feita a coleta (NEWBRUN, 1989). De acordo com ERICSON & MAKINEN em 1986, o principal fator que afeta a composição salivar é o fluxo, assim como a duração do estímulo. As concentrações de cada componente são muito variadas, tanto no mesmo indivíduo como entre indivíduos (JENKINS, 1978; BIRKHED & HEINTZE, 1989; EDGAR, 1992).

Dentre os componentes inorgânicos destacamos, por exemplo, os íons sódio, potássio, cloreto e bicarbonato que são os principais contribuintes para a osmolaridade da saliva. A saliva humana é sempre hipotônica em relação ao plasma. A saliva coletada sem estimulação prévia pode apresentar um décimo da osmolaridade do plasma enquanto que com alto fluxo salivar a osmolaridade salivar pode corresponder a três quartos da do plasma (NIKIFORUK, 1985).

Os componentes orgânicos presentes na saliva apresentam diferentes funções: antimicrobiana, inibição de precipitação de cálcio e fosfato, efeitos bactericidas ou bacteriostáticos, assim como a agregação de bactérias o que facilita a remoção das mesmas. As proteínas constituem os principais componentes orgânicos da saliva, sendo que quase todas as proteínas salivares são glicoproteínas, isto é, contêm quantidades variáveis de carboidratos ligados ao seu núcleo protéico (ERICSON & MAKINEN, 1986). As glicoproteínas são susceptíveis a hidrólise enzimática, originada pelos microrganismos orais. A hidrólise das glicoproteínas é acompanhada por uma rápida redução da atividade aglutinante da saliva (SÖDERLING, 1989).

Tendo em vista a composição variada da saliva humana, várias funções são atribuídas à mesma: contribuição no processo digestivo, através da amilase salivar; proteção dos tecidos duros e moles; lavagem da cavidade oral; neutralização e tamponamento dos

ácidos provenientes dos alimentos assim como do metabolismo bacteriano e participação no processo de remineralização e formação da película adquirida o que pode ter acontecido em nosso trabalho tanto em relação da permeabilidade quanto os achados na superfície do esmalte observados em microscopia eletrônica de varredura.

- **Alteração de cor**

A cor do dente é determinada pelo caminho que a luz percorre neste. Dependendo das características do dente, a luz pode sofrer reflexão, transmissão, dispersão e absorção. Parte da luz transmitida sofre dispersão (coeficiente de dispersão do dente humano =  $0,6\text{mm}^{-1}$ ), outra parte é absorvida por proteínas pigmentadas e outros pigmentos presentes no dente. Quanto maior a quantidade desses pigmentos, maior a absorção da luz incidida e mais escuro se torna o dente (BOSH & COOPS, 1995; CHU, 2003).

Existem vários métodos que podem ser utilizados para avaliar mudanças de cor no elemento dental. Estes métodos podem ser classificados em subjetivos, como a análise visual através da escala de cor, e objetivos, que empregam espectrofotômetros, colorímetros e técnicas de análise de imagem com ajuda de softwares (JOINER, 2004). A análise visual através de uma escala de cor padronizada tem sido utilizada em muitos estudos (CARVALHO et al., 2002; JOINER, 2004). Apesar de ser um método simples de ser realizado, não é muito confiável, pois este tipo de análise é influenciada pela experiência do observador, astenopia, variação da luz ambiente, dentre outros fatores. HORN et al. (1998) compararam a eficácia da análise visual e espectrofotométrica na avaliação da cor do dente. As leituras realizadas pelo espectrofotômetro apresentaram 80% de concordância, enquanto para a análise visual a concordância entre as leituras foi de 45%. Concluíram que o método objetivo é mais acurado na avaliação de cor do elemento dental.

Como em outros estudos *in vitro* que avaliaram a alteração de cor após tratamento clareador, dentes bovinos foram utilizados para o preparo das amostras (DIETSCHI et al., 2006; KWON et al., 2002; LEE et al., 2006; WETTER et al., 2004; WIEGAND et al., 2005).

A utilização dos dentes bovinos permitiu o preparo de amostras com tamanho, qualidade e espessuras de esmalte e dentina o mais próximo de uma padronização. Além disso, possibilitou a confecção de amostras com dimensões compatíveis com o tamanho da área delimitada onde é realizada a leitura de cor pelo espectrofotômetro. DIETSCHI, ROSSIER e KREJCI (2006), salientaram que uma das vantagens de usar este protocolo *in vitro* é a ausência de variáveis clínicas.

O manchamento das amostras com chá preto, vinho tinto e café foi escolhido por terem sido métodos já utilizados em diversos estudos de manchamento extrínseco (WETTER et al., 2004; SULIEMAN et al., 2005, BERGER et al., 2008) sendo que a sua reprodução nos levou ao desenvolvimento de manchas que foram comprovadas quando a cor foi analisada no espectrofotômetro.

DIETSCHI et al., (2006), em estudos preliminares, perceberam que era praticamente impossível revelar diferenças entre diversas técnicas clareadoras em amostras que não estavam manchadas. Desta forma, a razão para o manchamento das amostras é permitir uma comparação mais discriminativa dos diferentes métodos de clareamento, principalmente a avaliação da sua ação superficial (clareamento do esmalte) ou em profundidade (clareamento da dentina).

Em relação aos agentes manchadores foi verificado que o vinho tinto promoveu a maior alteração de cor quando comparado ao café e chá-preto. Entretanto após o clareamento o café apresentou diferença significante em relação ao vinho tinto e chá-preto, ou seja, foi mais resistente ao clareamento ficando mais distante da cor inicial. Entretanto nenhum dos grupos alcançou ou ultrapassou os valores iniciais de cor. Nosso trabalho não visou avaliar a real capacidade de clareamento da solução testada e sim, através de um método de extrapolação

de manchamento, avaliar as diferença de cores alcançadas com as diferentes técnicas de clareamento.

Utilizamos o peróxido de hidrogênio 35% na forma convencional ativado por LED ou Laser Er:YAG. Os resultados demonstraram graus de clareamento conflitantes entre as técnicas utilizadas. Foi observado que os grupos onde o peróxido de hidrogênio a 35% foi catalisado pelo laser Er:YAG o  $\Delta L$  apresentou uma maior diferença que os grupos catalisados pelo LED ou pelo modo convencional, ou seja, a claridade das amostras aumentou. Os fabricantes de alguns produtos clareadores admitem que a exposição destes produtos a fontes de luz de uso odontológico, aumenta a temperatura do gel clareador e diminui o tempo necessário para a alteração de cor dos dentes. Diversos estudos confirmam que o gel aquecido acelera a quebra do peróxido em radicais livres, o que aumenta o grau de alteração de cor dos dentes (GOLDSTEIN & GARBER, 1995; ROTSTEIN et al., 1991; YU et al., 1998). Esta observação não foi confirmada em nosso estudo, pois não foi objetivo do mesmo avaliar a temperatura gerada em cada técnica de clareamento utilizada, apesar de vários trabalhos demonstrarem o aumento de temperatura quando do uso do laser (SULIEMAN et al., 2005; KRMEK et al., 2009), especificamente o Er:YAG o que pode explicar os resultados encontrados em nosso trabalho.

Segundo ZANIN & BRUGNERA Jr. (2005), o clareamento dental no consultório se torna mais rápido e efetivo quando uma fonte de luz ou calor é utilizada para ativar o peróxido de hidrogênio. Os autores também afirmam que o ideal é obter um pico de emissão de energia (Laser, LED's) muito próximo ao pico do espectro de absorção do agente iniciador (fotossensível), alcançando, deste modo, um efeito preciso e específico para o clareamento dental. Isto significa que o gel clareador tem que ter, junto com o peróxido de hidrogênio, um corante de cor certa para absorver a luz ativadora. Quanto maior a interação da luz com o produto, mais efetivo seria o processo de clareamento, não sendo necessária fonte de ativação que gere calor.

- **Alterações da superfície do esmalte**

Os estudos em MEV apontam para uma tendência de maior alteração da superfície do esmalte quando se utiliza agentes clareadores com maior concentração de oxigênio, quando comparados aos de menor concentração (OLTU & GÜRGAN, 2000; LEONARD ET AL., 2001; BISTEY ET AL., 2007). A ação da saliva parece agir positivamente, revertendo em parte à alteração morfológica sofrida pelo esmalte (FEATHERSTONE et al., 1982; NELSON et al., 1983; DUSCHNER et al., 1997; LEWINSTEIN et al., 2004; CHEN et al., 2008)

Avaliamos a morfologia superficial do esmalte dental após tratamento com diferentes técnicas de aplicação do peróxido de hidrogênio a 35%, com ou sem aplicação de flúor. Os resultados demonstraram que para todos os tipos de clareamento aplicados, foram encontradas alterações significantes. Quando da aplicação do peróxido de hidrogênio 35% isolado ou ativado por LED, observou-se alterações superfícies discretamente onduladas, marcadas pela presença dos prismas de esmalte suavemente esboçados em permeio a um esmalte interprismático de textura lisa. Nesses grupos ( 2 e 4) a aplicação de flúor promoveu um aspecto morfológico característico. Foram observadas superfícies relativamente lisas coberta por um precipitado fusiforme. Este precipitado formava um “manto granular” de partículas e glóbulos esféricos distribuídos por toda superfície, parecendo estar incorporado à estrutura mineralizada do esmalte.

Nos grupos (5 e 6 ) em que foi aplicado o Laser de Er:YAG pode-se observar remoção da camada aprismática e exposição clara dos prismas de esmalte, depressões, tornando a superfície porosa e irregular. Notou-se a presença de erosões conferindo um aspecto irregular à superfície com ares de descamação. A aplicação de flúor promoveu áreas de precipitações de partículas próximas às depressões e porosidades provocadas pelo laser.

Diante dos achados, pode-se concluir que as soluções utilizadas em nosso trabalho foram capazes de manchar o esmalte dental proporcionando a possibilidade de avaliação do clareamento através de diversas técnicas. Em relação aos agentes clareadores nenhum promoveu alterações na permeabilidade do esmalte dental quando da aplicação ou não do flúor após o clareamento. Já em relação à cor, foram encontradas diferenças significantes após o clareamento. O uso do Laser Er:YAG, com ou sem aplicação de flúor posterior ao clareamento, fez com que a tonalidade de cor final após o clareamento fosse mais clara do que a encontrada quando do uso do LED como ativador ou aplicação pelo método convencional. Entretanto, quando avaliada a morfologia superficial através de MEV, os grupos em que foram aplicados a luz laser Er:YAG, promoveram significante alterações na superfície como exposição de prismas, o que não ocorreu quando da utilização do LED ou método convencional. O Flúor aplicado após o clareamento mostrou-se eficaz em todos os grupos com a formação de um manto granular sobre a superfície aplicada. Sendo assim, concluímos que novos estudos são necessários para que se definam parâmetros adequados e seguros para a aplicação do laser. Isso fará com que se consiga não só melhor tonalidade de cor, mas menores efeitos deletérios na morfologia superficial do esmalte clareado.



## *VII. Conclusões*

---



Com base nas metodologias empregadas e nos resultados obtidos pôde-se concluir que:

1 – Todas as soluções utilizadas para manchamento (café, chá preto e vinho tinto) foram capazes de manchar o esmalte dental permitindo com que se pudesse avaliar a eficácia de clareamento, das diferentes técnicas utilizadas, através do uso de espectrofotômetro de reflexão.

2 – Em relação á eficácia de clareamento todas as técnicas aplicadas foram capazes de clarear o esmalte dental. O uso do laser Er:YAG promoveu os melhores resultados de clareamento.

3 - Todas as técnicas utilizadas para o clareamento (PH35% ativado ou não por LED ou Er:YAG e com ou sem aplicação de flúor após o clareamento) não foram capazes de promover alterações na permeabilidade do esmalte dental.

4- Em relação à morfologia superficial, o uso do Er:YAG promoveu sérios danos a estrutura do esmalte como exposição de prismas e porosidades. Estas características não foram encontradas quando do uso do PH35% isolado ou ativado pelo LED. O uso do flúor

promoveu em todas as amostras a criação de manto granular característico, suavizando as deformidades promovidas pelo clareamento.

## *Referências Bibliográficas*

---



ADEYEMI, A.A.; PENDER, N.; HIGHEM, S.M. The susceptibility of bleached enamel to staining as measured by Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF). *Int Dent J*. 2008; 58: 208-12.

ANIC, I.; SEGOVIC, S.; KATANEC, K.; NAJZAR-FLEGER, D. Scanning electron microscopic study of dentin lased with argon, CO<sub>2</sub> and Nd:YAG laser. *J Endod*. 1998; 24(2): 77-81.

ARENDS, J. G. In vivo remineralization of human enamel. In: Demineralization and remineralization of the teeth. *IRL Press, Oxford*. 1983:1-16.

ATKINSON, H.F. An investigation into the permeability of enamel using osmotic methods. *Br Dent J*. 1947; 83: 205-14.

ATTIN, T.; KIELBASSA, A.M.; SCHWANENBERG, M.; HELLWIG, E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel., *J.Oral Rehabil*. 1997; 24: 282-86.

AUSCHILL, T.M.; HEIN, N.; HELLWIG, E.; FOLLO, M.; ARWEILER, N.B. Effect of two antimicrobial agents on early *in situ* biofilm formation. *J Clin Periodontol*. 2005; 32: 147-52.

BARATIERI, L.N.; ANDRADA, M.A.C.; MONTEIRO JR, S. **Odontologia Restauradora – Fundamentos e Possibilidades**. Ed. Santos. 2002.

BASTING, R.T.; RODRIGUES, A.L. Jr.; SERRA, M.C. The effect of 10% carbamide peroxide, carbopol and/or glycerin on enamel and dentin microhardness. *Oper Dent*. 2005; 30: 608-16.

BASTING, R.T.; RODRIGUES, A.L. Jr.; SERRA, M.C. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc*. 2003; 10: 1335-42.

BERGER, S.B.; COELHO, A.S.; OLIVEIRA, V.AP.; CAVALLI, V.; GIANNINI, M. Enamel susceptibility to red wine staining after 35% hydrogen peroxide bleaching. *J Appl Oral Sci*. 2008; 16(3): 201-4.

BIRKHED, D.; HEINTZE, U. Salivary secretion rate, buffer capacity and pH. In: TENOVUO, J.O. Human saliva: Clinical Chemistry and Microbiology Vol I. *CRC Press*. 1989; 2: 25-74.

BISTEY, T.; NAGY, I.P.; SIMO, A.; HEGEDUS, C. In vitro FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent*. 2007; 35: 325-30.

BOSH, J.J.; COOPS, J.C. Tooth color and reflectance as related to light scattering and enamel hardness. *J Dent Res*. 1995; 74(1): 374-80.

BURGESS, J.O.; WALKER, R.S.; PORCHE, C.J.; RAPPOLD, A.J. Light curing – an update. *Compendium*. 2002; 23(10): 889-906.

CABALLERO, A.B.; NAVARRO, L.F.; LORENZO, J.A. In vivo evaluation of the effects of 10% carbamide peroxide and 3,5% hydrogen peroxide on the enamel surface. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2007; 12: 404-07.

CADENARO, M.; BRESCHI, L.; NUCCI, C.; ANTONIOLLI, F.; VISINTINI, E.; PRATI, C.; MATIS, B.A.; LENARDA, R. Effect of two in-office whitening agents on the enamel surface in vivo: a morphological and non-contact profilometric study. *Oper Dent*. 2008; 33(2): 127-34.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica** 4° ed Piracicaba: Esalq 3, 1983: 349.

CARRASCO, L.D.; FRÖNER, I.C.; CORONA, S.A.M.; PÉCORÁ, J.D. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Endod Dent Traumatol*. 2003; 19: 85-89.

CARRASCO, L.D.; GUERISOLI, D.M.Z.; PÉCORÁ, J.D.; FRÖNER, I.C. Evaluation of dentin permeability after light activated internal dental bleaching. *Endod Dent Traumatol*. 2007; 23(1): 30-4.

CARVALHO, E.M.F.; ROBAZZA, C.R.C.; LAGE-MARQUES, J.L. Análise espectrofotométrica e visual do clareamento dental interno utilizando laser e calor como fonte catalisadora. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(4): 337-42.

CHEN, H.; CHANG, C.; LIU, J.; CHUANG, S.; YANG, J. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent.* 2008; 36: 718-25.

CHU, S. Use of a reflectance spectrophotometer in evaluating shade change resulting from tooth whitening products. *J Esthet Rest Dent.* 2003; 15 128 Suppl 1: 42-48.

CLADDON, N.C.; ADDQ M.; ADAMS, G.; SMITH, S.R.; BOSMA, M.L; NORTH, M.; MORAN, D A comparison of two chlorhexidine gel brushing regimens and a conventional toothpaste brushing regimen for the development of tooth staining over a 6-week period. *Int J Dent Hyg.* 2006; 4: 183-88.

COLUZZI, D.J.; GOLDSTEIN, A.J. Laser in dentistry. An overview. *Dent Today.* 2004; 23(4): 120-27.

CROLL, T.P.; CAVANAUGH, R.R. Hydrochloric acid-pumice enamel surface abrasion for color modification: results after six months. *Quintessence Int.* 1986; 17: 335-41.

DEDERICH, D.N.; BUSHICK, R.D. Lasers in dentistry. Separating science from hype. *J Am Dent Assoc.* 2004; 135: 204-12.

DIETSCHI, D.D.; ROSSIER, S.; KREJCI, I. In vitro colorimetric evaluation of the efficacy of various bleaching methods and products. *Quintessence Int.* 2006; 37(7): 515-26.

DOSTALOVA, T.; JELINKOVA, H.; HOUSOVA, D.; SULC, J NEMEC, M.; MIYAGI, M.; BRUGNERA Jr, A.; ZANIN, F. Diode laser-activated bleaching. *Br Dent J.* 2004; 15: 13-18.

DUSCHNER, H.; GOTZ, H.; OGAARD, B. Fluoride-induced precipitates on enamel surface and subsurface areas visualised by electron microscopy and confocal laser scanning microscopy. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105: 466-72.

EDGAR, W.M. Saliva: its secretion, composition and functions. *Br Dent J.* 1992; 172(8): 305-12.

EDNES, AH; DIAZ-ARNOLD, AM; VARGAS, MA; COBB, D. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. *J Esthet Dent.* 1999; 11(2): 86-94.

ERICSON, T.; MAKINEN, K.K. Saliva – formation, composition and possible role. In: THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Textbook of Cariology.* 1986; 3: 28-45.

ERNST, C.P.; MARROQUIN, B.B.; WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int.* 1996; 27: 53-6.

FARAONI-ROMANO, J.J.; SILVEIRA, A.G.; TURSSI, C.P.; SERRA, M.C. Bleaching agents with varying concentrations of carbamide and/or hydrogen peroxides: Effect on dental microhardness and roughness. *J Esthet Rest Dent.* 2008; 20(6): 395-404.

FEATHERSTONE, J.D.B. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo, in Leach AS: Factors relating to demineralization and remineralization of teeth. *Oxford: IRL Press,* 1986: 23-24.

FEATHERSTONE, J.D.B.; CUTRESS, T.W.; SHARIATI, M.; ARENDS, J. Remineralization of artificial caries like lesions *in vivo* by a self administered mouthrinse or paste. *Caries Res.* 1982;.16: 235-242.

FEJERSKOV, O.; JOSEPHSEN, K.; NYVAD, B. Surface ultrastructure of unerupted mature human enamel. *Caries Res.* 1984; 18: 302-14.

FLAITZ, C.M.; HICKS, M.J. Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: A SEM and polarized light microscopy *in vitro* study. *ASDC J Dent Child.* 1996; 63: 249-256.

FREEDMAN, G.; REYTO, R. Laser bleaching: a clinical survey. *Dentistry Today.* 1977; 16(5): 106.

FREITAS, P.M.; BASTING, R.T.; RODRIGUES, J.A.; SERRA, M.C. Effects of two 10% peroxide carbamide bleaching agents on dentin microhardness at different time intervals. *Quintessence Int.* 2002; 33: 370-5.

GARBER, D.A. Dentist-monitored bleaching: a discussion of combination and laser bleaching. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128: 26-30.

GIÓIA, T. Avaliação de quatro técnicas de clareamento para dentes não vitalizados: Hi-Lite ativado por luz halógena, peróxido de hidrogênio ativado por laser de argônio, peróxido de hidrogênio ativado por espátula aquecida e “walking bleaching” – estudo, in vitro, em dentes bovinos. 2000, 163p., Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GOLDSTEIN, G.R.; KIREMIDJIAN-SCHUMACHER, L. Bleaching is it safe and effective. *J Prosthet Dent.* 1993; 69(3): 325-8.

GOLDSTEIN, R.E.; GARBER, D.A. **Complete dental bleaching.** Hong Kong: Quintessence. 1995.

GOTZ, H.; DUSCHNER, H.; WHITE, D.J.; KLUKOWSKA, M.A. Effects of elevated hydrogen peroxide ‘strip’ bleaching on surface and subsurface enamel including subsurface histomorphology, micro-chemical composition and fluorescence changes. *J Dent.* 2007; 35: 457-66.

GULTZ, J.; KAIM, J.; SCHERER, W.; GUPTA, H. Two in-office bleaching systems: a scanning electron microscope study. *Compend Contin Educ Dent.* 1999; 20: 965-8.

HANKS, C.T.; FAT, J.C.; WATAHA, J.C.; CORCORAN, J.F. Cytotoxicity and dentin permeability of carbamide peroxide and hydrogen peroxide vital bleaching materials, in vitro. *J Dent Res.* 1993; 72: 931-8.

HATTAB, F.N.; QUDEIMAT, MA; AL-RIMAWI, H.S. Dental discoloration: an overview. *J Esthet Dent.* 1999; 11: 291-310.

HEYMANN, H.O.; GOLDSTEIN, R.E.; HAYWOOD, V.B. Bleaching of vital teeth. *Quintessence Int.* 1997; 28: 420-427.

HORN, D.J.; BULAN-BRADY, J.; HICKS, L. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod.* 1998; 24(12): 786-90.

ITTHAGARUN, A.; WEI, S.H.; WEFEL, J.S. Morphology of initial lesions of enamel treated with different commercial dentifrices using a pH cycling model: scanning electron microscopy observations. *Int Dent J.* 1999; 49: 352-60.

JENKINS, G.N. **The physiology and biochemistry of the mouth.** 4<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978; 9: 284-359.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004; 32; 3-12.

JONES, A.H.; DIAZ-ARNOLD A.M.; VARGAS, M.A.; COBB, D.S. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. *J Esth Dent.* 1999; 11: 87-94.

KRMEK, S.J.; MILETIC, I.; SIMEON, P.; MEHICIC, G.P.; ANIC, I.; RADISIC, B. The temperature changes in the pulp chamber during cavity preparation with the Er:YAG laser using a very short pulse. *Photo Las Surg.* 2009; 27(2): 351-55.

KURACHI, C.; TUBOY, A.M.; MAGALHÃES, D.V.; BAGNATO, V.S. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent. Materials.* 2001; 17: 309-15.

KUROIWA, M.; KODAKA, T.; KUROIWA, M. Microstructural changes of human enamel surfaces by brushing with and without dentifrice containing abrasive. *Caries Res.* 1993; 27: 1-8.

KWON, Y.H.; HUO, M.S.; KIM, K.H.; KIM, S.K.; KIM, Y.J. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. *J Oral Rehab.* 2002; 29: 473-77.

LEE, B.; HUANG, S.; CHIANG, Y.; CHIEN, Y.; MOU, C.; LIN, C. Development of in vitro tooth staining model and usage of catalysts to elevate the effectiveness of tooth bleaching. *Dent Materials*. 2008; 24: 57-66.

LEE, G.P.; LEE, M.Y.; LUM, S.O.Y.; POH, R.S.C.; LIM, K.C. Extraradicular diffusion of hydrogen peroxide and pH changes associated with intracoronal bleaching of discoloured teeth using different bleaching agents. *Int Endod J*. 2004; 37: 500-6.

LENHARD, M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc*. 1996; 127: 1618-24.

LEONARD, R.H.; EAGLE, J.C.; GARLAND, G.E.; MATTHEWS, K.P.; RUDD, A.L.; PHILLIPS, C. Nightguard vital bleaching and its effect on enamel surface morphology. *J Esthet Rest Dent*. 2001; 13(2): 132-9.

LEWINSTEIN, I.; FUHRER, N.; CHURARU, N.; CARDASH, H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the harden of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent*. 2004; 92: 337-42.

LEWISNTEIN, I.; HIRSCHFELD, Z.; STABHOLZ, A.; ROTSTEIN, I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod*. 1994; 20: 61-63.

LUK, K.; TAM, L.; HUBERT, M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. *J Am Dent Assoc*. 2004; 135: 194-201.

MANTESSO, A.; FRONER, I.C.; PÉCORÁ, J.D. Alteração da permeabilidade dentinária frente a vários agentes branqueadores estudo “in vitro”. *STOMA*. 1996; 39: 49-54.

McGUCKIN, R.S.; BABIN, J.F.; MEYER, B.J. Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent*. 1992; 68: 754-761.

MIELCZAREK, A.; KLUKOWSKA, M.; GANOWICZ, M.; KWIAKOWSKA, A.; KWASNY, M. The effect of strip, tray and office peroxide bleaching systems on enamel surfaces in vitro. *Dent Materials*. 2008; 24: 1495-1500.

MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. 3<sup>o</sup>ed. Cingapura: John Wiley & Sons, 1991.

NELSON, D.G.; JONGEBLOED, W.L.; ARENDS, J. Morphology of enamel surfaces treated with topical fluoride agents: SEM considerations. *J Dent Res*. 1983; 62: 1201-8.

NEWBRUN, E. **Cariology**. 3<sup>a</sup> ed. Quintessence. 1989: 389.

NIKIFORUK, G. **Understanding Dental Caries**. New Karger. 1985; 1:303

OLIVEBY, A.; TWETMAN, S.; EKSTRAND, J. Diurnal fluoride concentration in whole saliva in children living in a high- and a low-fluoride area. *Caries Res*. 1990; 24: 44-7.

OLTU, U.; GURGAN, S. Effects of three concentrations of carbamide peroxide on the structure of enamel. *J Oral Rehabil*. 2000; 27(4): 332-40.

PÉCORA, J.D.; CRUZ FILHO, A.M.; SOUSA NETO, M.D.; SILVA, R.G. In vitro action of various bleaching agents on the microhardness of human dentin. *Braz Dent J*. 1994; 5: 129-34.

PÉCORA, J.D.; SOUZA NETO, M.D.; COSTA, W.F. Apresentação de um método químico que revela *in vitro* a passagem do peróxido de hidrogênio a 30% através da dentina radicular. *Rev Paul Odontol*. 1991; 13:34-37.

PELINO, J.E.P.; GUIMARAES, O.S.A; BEVICQUA, F.M.; ROMANO, H.W.; EDUARDO, C.P. Diode laser bleaching - clinical study. *51 Congress of the European Society for Oral Applications ESOLA*. 2001: 16.

PICK, R.M. Using lasers in clinical dental practice. *J Am Dent Assoc*. 1993; 124: 37-47.

PUGH Jr., G.; ZAIDEL, L.; LIN, N.; STRANICK, M.; BAGLEY, D. High levels of hydrogen peroxide in overnight tooth-whitening formulas: effects on enamel and pulp. *J Esthet Rest Dent*. 2005; 17(1): 40-5.

REYTO, R. Laser tooth whitening. *Dent Clin North Amer*. 1998; 42: 755-63.

ROTSTEIN, I.; DANKNER, E.; GOLDMAN, A.; HELING, I.; STABHOLZ, A.; ZALKIND, M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod.* 1996; 22: 23-26.

ROTSTEIN, I.; FRIEDMAN, S. pH variation among materials used for intracoronal bleaching. *J Endod.* 1991; 17: 376-9.

ROTSTEIN, I.; LEHR, Z.; GEDALIA, I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. *J Endod.* 1992; 18: 290-3.

ROTSTEIN, I.; TOREK, Y.; LEWINSTEIN, I. Effect of bleaching time and temperatura on the radicular penetration of hydrogen peroxide. *Endod Dent Traumatol.* 1991; 7: 196-8.

SAQUY, P.C; SOUZA NETO, M.D; CANEPA,R; PÉCOR, J.D. Estudo in vitro da permeabilidade dentinária após aplicação de agentes clareadores. *Rev Paul Odontol.* 1992; 14: 37-40.

SCHIAVONI, R.J.; TURSSI, C.P.; RODRIGUES, A.L. JR.; SERRA, M.C.; PECORA, J.D., FRONER, I.C. Effect of bleaching agents on enamel permeability. *Am J Dent.* 2006; 19: 313-6.

SDINER, A. Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine.abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. *Int Dent J.* 2006; 56: 175-80.

SERRA, M.C.; CURY, J.A. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int.* 1992; 23: 143-47.

SHANNON, H.; SPENCER, P.; GROSS, K.; TIRA, D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993; 24: 39-44.

SODERLING, E. In: TEOVUO, J.O. **Human saliva: Clinical chemistry and microbiology** Vol.I. CRC Press. 1989; 1: 1-24.

SOUZA-GABRIEL, A.E.; CHINELATTI, M.A.; BORASATTO, M.C.; PÉCORÁ, J.D.; PALMA-DIBB, R.G.; CORONA, S.A.M. SEM analysis of enamel surface treated by Er:YAG Laser: influence of irradiation distance. *Micro Res Tech.* 2008; 71: 536-41.

SPALDING, M.; TAVEIRA, L.A.; de ASSIS, G.F. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent.* 2003; 15: 154-164.

STAHL, F.; ASHWORTH, S.H.; JANDT, K.D.; MILLS, R.W. Temperature rise in composite samples cured by blue superbright light emitting diodes. *J Dent Res.* 2000; 77: 686.

SULIEMAN, M.; McDONALD, E.; REES, J.S.; ADDY, M. Comparison of three in-office bleaching systems based on 35% hydrogen peroxide with different light activators. *Am J Dent.* 2005; 18(3): 194-6.

SULIEMAN, M.; RESS, J.S.; ADDY, M. Surface and pulp chamber temperature rises during tooth bleaching using a diode laser: a study in vitro. *British Dent J.* 2006; 200: 631-34.

SUMMITT, J.B.; ROBBINS, J.W.; SCHWARTZ, R.S. **Fundamentals of operative dentistry.** Quintessence books. 2001; 2° ed.: 401-426.

SUN, G. The role of lasers in dentistry. *Dent Clin North Amer.* 2000; 44(4): 831-50.

TEN CATE, J.M.; ARENDS, J. Remineralization of artificial enamel lesions *in vitro*. *Caries Res.* 1977; 22: 11-19.

TSCHOPPE, P.; NEUMANN, K.; MUELLER, J.; KIELBASSA, A.M. Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent.* 2009; 37: 156-62.

TURSSI, C.P.; SCHIAVONI, R.J.; SERRA, M.C.; FRONER, I.C. Permeability of enamel following light-activated power bleaching. *Gen Dent.* 2006; 54: 323-6.

VIEIRA, G.F.; ARAKAKI, Y.; CANEPPELE, T.M.F. Spectrophotometric assessment of the effects of 10% carbamide peroxide on enamel translucency. *Braz Oral Res.* 2008; 22(2): 90-5.

WATTS, A.; ADDY, M. Tooth discoloration and staining. A review of the literature. *Br Dent J.* 2001; 190(6): 309-16.

WESTLAND, S. Review of the CIE System of colorimetry and its use in Dentistry. *J Esthet Rest Dent.* 2003; 15 (Suppl 1): S5-S12.

WETTER, N.U.; BARROSO, M.C.; PELINO, J.E.P. Dental bleaching efficacy with diode laser and LED irradiation: an *in vitro* study. *Lasers Surg Med.* 2004; 35: 254-8.

WHELAN, H.T.; SMITS, R.L.; WHELAN, N.T.; TURNER, S.G.; MARGOLIS, D.A.; CEVENINI, V.; STINSON, H.; IGNATIUS, R.; MARTIN, T.; CWIKLINSKI, J.; PHILIPPI A.F.; GRAF, W.R.; HODGSON, B.; GOULD, L.; KANE, M.; CHEN, G. Effect of NASA light emitting diode (LED) irradiation on wound healing. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 2001; 19: 305-14.

WIEGAND, A.; VOLLMER, D.; FOITZIK, M.; ATTIN, R.; ATTIN, T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investig.* 2005; 9 (2): 91-7

YU, X.; PUTTER, H.; CHADWICK, T. Temperature effect on bleach results. *J Dent Res.* 1998; 77: 515-30.

ZALKIND, M.; ARWAZ, J.R.; GOLDMAN, A.; ROTSTEIN, I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12: 82-87.

ZANIN, F. **Clareamento dental com luz laser e LED.** Ed. RGO. 2003.

ZANIN, F.; BRUGNERA Jr, A. **Clareamento dental com Luz-Laser.** Ed. Santos. 2005: 1-16.

ZANIN, F.; BRUGNERA Jr, A. **Clareamento dental com Luz-Laser**. Ponta Grossa: Ed. RGO, 2002.

ZANIN, F.; BRUGNERA Jr, A.; MARCHESAN, M.; PÉCORÁ, J.D. Laser and LED external teeth-bleaching. *Laser Dent*. 2004; 5: 68-72.

## *Summary*

---



Visual changes, micromorphological and histochemical can be observed in areas subjected to dental bleaching, triggering sensitivity, lower wear resistance, increased staining and bacterial adhesion. One way to check the damage to surface and subsurface is through the permeability and surface evaluation by scanning electron microscopy. Thus, this in vitro study was to evaluate the effectiveness of whitening stained teeth, permeability and morphology of enamel after treatment with different techniques of application of hydrogen peroxide 35% (FGM) whether or not the application of fluoride . We used 260 bovine incisors with enamel surfaces of 10x10 mm in size. After, the specimens were randomly distributed (n = 10) and subjected to staining with coffee, black tea and red wine for 72 hours. The color measurements were made at a reflection spectrophotometer in early times, after staining and after the bleaching stage. After the period of staining the fragments were bleached with hydrogen peroxide 35% (FGM) - conventional activated LED or laser Er:YAG whether or not the application of fluoride (KF Desensibilize 2%, FGM). Control groups were exposed: the artificial saliva and fluoride application + artificial saliva. The bleaching treatment was performed according to the manufacturer's recommendations. The rest of the daily period, the

specimens were immersed in artificial saliva. Next, the fragments were divided into two fragments of approximately 5x5 mm in size, being submitted to an evaluation of the permeability and the other to evaluate the enamel surface by scanning electron microscopy. The histochemical staining method was used to show the extent of the permeability of enamel. Enamel were obtained from three sections evaluated with optical microscopy, using a software image scanning (Axion Vision 3.1) verifying the penetration of copper ions in relation to the total thickness of enamel. The images of scanning electron photomicrographs of the vestibular enamel, an increase of 2000X were scanned and evaluated. For statistical analysis, we considered the color change of each fragment in different observation times and the average of three sections of the same tooth for assessing permeability. Regarding the SEM showed that in relation to the bleaching procedure, we found differences when compared to control groups. The control groups showed tooth surfaces smooth and regular. Since the groups treated with PH35% and 35% PH + LED tooth surfaces showed marked by the presence of enamel rods gently outlined in the midst of an enamel interprismatic smooth texture. The application of Er:YAG promoted the removal of the layer aprismatic and clear statement of the enamel prisms, depressions, making the surface porous and irregular. In groups that applied fluoride, regardless of the type of bleaching done, it was observed on surfaces covered by a precipitate fusiform. In relation to permeability, the results showed no significant difference. In relation to the color change was statistical difference between individual agents used and the Er:YAG method to achieve the color shades lighter when compared to PH35 and PH35% + LED. We conclude that further studies are needed to find themselves safe and appropriate parameters for the laser application. This will make you not only get better color tone, but less deleterious effects on enamel surface morphology cleared.