

GRAZIELA RIBEIRO BATISTA

**EFEITO DA ATIVAÇÃO QUÍMICA DO GEL DE PERÓXIDO
DE CARBAMIDA A 10% NO CLAREAMENTO DENTAL**



2010

GRAZIELA RIBEIRO BATISTA

**EFEITO DA ATIVAÇÃO QUÍMICA DO GEL DE PERÓXIDO DE
CARBAMIDA A 10% NO CLAREAMENTO DENTAL**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Assit. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2010

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para
Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos
Campos: FOSJC/UNESP; 2008

B32e Batista, Graziela Ribeiro.

Efeito da ativação química do gel de peróxido de carbamida a 10% no
clareamento dental / Graziela Ribeiro Batista. __ São José dos Campos :
[s.n.], 2010

105f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) – Faculdade de
Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

1. Clareamento dental. 2. Ativação química. 3. Cor. 4. Espectrofotometria. I.
Torres, Carlos Rocha Gomes. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade
de Odontologia de São José dos Campos. III. Título

tD25

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por
qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 9 de Junho de 2010 .

Assinatura :

E-mail: graziela.batista@alunos.fosjc.unesp.br

BANCA EXAMINADORA

Prof. Assist. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres(Orientador)

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Prof. Dra. Andrea Anido Anido

Faculdade de Odontologia
Universidade Bandeirantes de São Paulo – UNIBAN

Prof. Assist. Dra. Alessandra Bühler Borges

Faculdade de Odontologia de São José dos Campos
Universidade Estadual Paulista – UNESP

São José dos Campos, 11 de maio, de 2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Teresinha e Nelson, por jamais medirem esforços para concederem a mim e a meu irmão os melhores presentes: a formação humana e intelectual. Se hoje alcanço mais essa conquista, é graças ao empenho de vocês e o amor que sempre me deram. Obrigada por tudo. Amo muito vocês.

Ao meu irmão Glauber, que embora tão diferente de mim, e tendo sonhos tão diferentes dos meus, me ensina a cada dia que o importante é não desistir dos sonhos, e sim estar determinado a alcançá-los. Obrigada por me fazer acreditar. Amo você.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço a **Deus**, por me dar o dom da inteligência e a capacidade de aprender e exercer a Odontologia. Pelas pessoas especiais que sempre colocou ao meu lado e por não permitir que eu desistisse nos momentos em que tudo parecia impossível.

Ao meu orientador **Carlos Rocha Gomes Torres**, figura pela qual tenho grande admiração, e que durante esses anos de convívio, foi mais do que apenas orientador, mas um grande amigo e exemplo de ser humano e profissional. Muito obrigada por sua confiança e pelo apoio e incentivo durante os anos de estágio e mestrado. Sua extrema dedicação e empenho, sempre incansável e determinado em promover o engrandecimento da

Odontologia, e a qualidade do ensino me servem de espelho para seguir nesta carreira tão gratificante que escolhemos. É uma grande honra trabalhar sob sua orientação e maior ainda tê-lo como amigo. Obrigada por tudo.

"Um professor afeta a eternidade; é impossível dizer até onde vai sua influência."

(Henry Adams)

À professora **Maria Amélia Máximo de Araújo**, grande referência de pessoa e profissional, pelo grande carinho com o qual sempre me acolheu, por ser minha orientadora durante o meu primeiro ano de estágio, depositando em mim sua confiança e por sempre me apoiar e incentivar. Muito obrigada.

Às minhas grandes e queridas amigas e colegas de turma **Daphne e Melissa**, por todo o apoio durante o curso, a amizade consolidada, os momentos de grande alegria proporcionados, o companheirismo nos momentos difíceis e também pela imensa ajuda na realização deste trabalho. Sem vocês realmente seria impossível. Obrigada! Amo vocês!

À amiga e aluna de iniciação científica **Paula Arantes**, pelo empenho em me ajudar na realização da parte experimental deste trabalho, e pelo seu companheirismo e dedicação. Sua colaboração foi fundamental. Muito obrigada e sucesso na sua carreira em Odontologia.

À amiga **Taciana Caneppele**, pela ajuda na elaboração e execução do projeto e por todo o apoio que me deu durante o curso e no desenvolvimento deste trabalho. Seu esforço é um exemplo para mim. Muito obrigada.

À minha amiga e colega de turma, **Patricia Pleffken**, pelo apoio durante o curso, por sua amizade sempre carinhosa, e sua prontidão em me ajudar sempre que necessário.

À minha amiga doutora **Patricia Desiderio Cesar**, por sua companhia durante os anos de estágio, parceria na realização de diversos trabalhos científicos e em muitos

momentos de alegria e descontração. Aprendi muitas coisas com você!

À professora **Alessandra Bühler Borges**, por sua amizade e toda a colaboração durante o curso e o estágio, pelo grande incentivo que sempre me deu e por acreditar em mim como pessoa e profissional. Agradeço também por sua participação na banca de meu Exame Geral de Qualificação, mais uma vez me apoiando e incentivando. Seus conhecimentos me ajudaram muito na execução deste projeto. Obrigada.

Ao professor **Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves**, que me incentivou a ingressar no estágio em Dentística, onde despertei meu interesse pela docência e descobri uma nova oportunidade. Você é um amigo muito especial e um grande exemplo de profissional. Obrigada por tudo.

Aos demais professores da Disciplina de Dentística I, onde realizei meu estágio de docência, **Karen Cristina Kazue Yui e Cesar Rogério Pucci**, pelo carinho e amizade que me receberam na disciplina. Obrigada pelo constante apoio.

Ao professor **Cláudio Antonio Talge Carvalho** pela participação na banca do meu Exame Geral de Qualificação, e por sua amizade e prontidão em me ajudar sempre que necessário. Muito obrigada.

À minha amiga-irmã, **Telamí Espíndola de Souza Smidi**, por estar sempre ao meu lado, me dando todo o suporte de que sempre precisei; você sabe que sem sua ajuda eu não teria conseguido. Obrigada por todo o carinho e amizade, por me incluir em sua vida como uma irmã, pelos maravilhosos presentes que você me deu como afilhados: **Ali, Louise e Samira**, que vieram trazer ainda mais alegria à minha vida. Seu enorme coração me mostra que ainda é possível acreditar no ser humano. Aprendo com você a cada

dia e espero um dia poder retribuir tudo o que você faz por mim nesta vida. Amo você minha irmã! Agradeço também ao meu amigo **Kalil Smidi**, por sua amizade e pelo convívio com sua linda família durante todos esses anos. Obrigada por todo o apoio que sempre me deram.

À minha cunhada e amiga **Flávia Marcondes Ferreira** e sua família, pela amizade e pelo convívio tão especial durante estes anos.

Ao meu querido amigo "tio" **Renato Lobo**, que me faz acreditar em mim. Estou no caminho! Sua participação nisso é incontestável. Muito obrigada pelo carinho sempre presente e por não me deixar desanimar.

Aos meus tios, **Maria, Francisco e Alziro**, pelo imenso apoio durante os anos de graduação, e por todo o apoio dado à minha família nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

À faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, na pessoa do diretor **José Roberto Rodrigues**, por oferecer às condições necessárias e o apoio para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor **Clóvis Pagani**, coordenador do Programa de Pós Graduação em Odontologia Restauradora, por sua disposição e empenho em promover a excelência do curso.

Aos professores do curso de Pós Graduação em Odontologia Restauradora pelos ensinamentos e colaboração para meu aprendizado e engrandecimento profissional.

Às funcionárias do Departamento de Odontologia Restauradora, **Rosângela, Josiana e Fernada**, por toda a colaboração na execução deste trabalho. E ainda à funcionária **Marinete** por sua atenção, prontidão e carinho conosco. Muito obrigada.

Ao Departamento de Odontologia Restauradora, pela oportunidade concedida e por oferecer a estrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho.

Às secretárias do curso de pós-graduação **Rosemary, Lilian, Erena e Cidinha** pelos esclarecimentos e colaboração.

Aos funcionários da Biblioteca "**Professora Leila Novaes**", em especial à funcionária **Dorinha** pelo auxílio na aquisição de materiais literários para a execução desta pesquisa.

À **CAPES**, pelo apoio à pesquisa e concessão de bolsa de estudos durante o curso.

Muito obrigada!

"Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende."

(Leonardo da Vinci)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	17
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	18
RESUMO.....	20
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1 Agentes clareadores.....	25
2.2 Ativação química dos agentes clareadores.....	30
2.3 Uso de dentes bovinos.....	34
2.4 Avaliação da cor.....	42
3 PROPOSIÇÃO.....	52
4 MATERIAL E MÉTODO.....	53
4.1 Preparo dos espécimes.....	53
4.2 Mensuração da cor.....	62
4.3 Divisão dos grupos.....	66
4.4 Tratamento clareador.....	68
4.5 Planejamento estatístico.....	71
5 RESULTADOS.....	72
6 DISCUSSÃO.....	79
7 CONCLUSÃO.....	93
8 REFERÊNCIAS.....	94
ANEXOS.....	103
ABSTRACT.....	104

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo L*a*b*.....	43
Figura 2 – Preparo dos espécimes.....	55
Figura 3 – Preparo dos espécimes.....	56
Figura 4 – Planificação do esmalte e corte dos discos.....	58
Figura 5 – Desgaste e polimento dos espécimes.....	60
Figura 6 – Marcação dos espécimes.....	61
Figura 7 – Vista interna do espectrofotômetro.....	62
Figura 8 – Esquema do Fênomeno de Edge Loss.....	63
Figura 9 – Mensuração da cor.....	65
Figura 10 – Divisão dos grupos.....	66
Figura 11 – Manipulação do gel clareador.....	69
Figura 12 – Dispositivo para acomodação dos espécimes.....	70
Figura 13 – Valores de ΔL	77

Figura 14 – Valores de Δa	77
Figura 15 – Valores de Δb	78
Figura 16 – Valores de ΔE	78
Figura 17 – Gráficos de reflectância espectral.....	81

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Ativadores químicos utilizados	67
Tabela 1 – Resultados ANOVA para medidas repetidas..... ..	72
Tabela 2 – Resultados de média e Desvio Padrão e do Teste Tukey para o parâmetro ΔL	73
Tabela 3 – Resultados de média e Desvio Padrão e do Teste Tukey para o parâmetro Δa	74
Tabela 4 – Resultados de média e Desvio Padrão e do Teste Tukey para o parâmetro Δb	75
Tabela 5 – Resultados de média e Desvio Padrão e do Teste Tukey para o parâmetro ΔE	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CF = Cloreto Férrico

CIE = *Comission Internationale l'Eclairage*

CM = Cloreto de Manganês

CP = Controle Positivo

Cu = Cobre

DP = Desvio Padrão

Fe = Ferro

g = gramas

G = Grupo

GF = Gluconato Ferroso

GM = Gluconato de Manganês

h = hora

H⁺ = Íon Hidrogênio

HO• = Radical Livre Hidroxila

HOO• = Radical Livre Perihidroxila

H₂O = Água

H₂O₂ = Peróxido de Hidrogênio

LASER = Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação

LED= Diodo Emissor de Luz

Ltda = Limitada

ml = mililitros

min = minutos

mm = milímetros

mm² = milímetros quadrados

Ni = Níquel

nm = nanometro

O₂ = Oxigênio

O₋₂ = Íon Oxigênio

Pb = Chumbo

PC = Peróxido de Carbamida

PH = Peróxido de Hidrogênio

pH = Potencial Hidrogeniônico

RA= Extrato de Raiz de Amora

SF = Sulfato Ferroso

UV = Ultra Violeta

Batista GR. Efeito da ativação química do gel de peróxido de carbamida a 10% no clareamento dental [Dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos: UNESP; 2010.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de agentes ativadores químicos, em aumentar a efetividade do tratamento clareador pela técnica auto-administrada, utilizando gel de peróxido de carbamida a 10%. Foram utilizados 145 dentes incisivos bovinos e de cada dente foram obtidos 2 discos de esmalte-dentina das faces vestibulares, empregando-se uma broca tipo trefina, totalizando 290 espécimes, cada um com 1mm de esmalte, 1mm de dentina e 3 mm de diâmetro. A leitura inicial da cor dos espécimes foi feita, utilizando-se o sistema CIE L*a*b*, por meio de um espectrofotômetro CM 2600d (Konica Minolta). Os espécimes foram divididos em grupos de forma estratificada de acordo com o valor de L* apresentado. Foi utilizado para todos os grupos um gel de peróxido de carbamida a 10%, sendo que foi determinado um grupo controle positivo (**CP**), onde não foi adicionado nenhum agente químico e um grupo controle negativo (**CN**), onde os espécimes ficaram apenas submersos em solução de saliva artificial, sem receber nenhum tipo de gel clareador. Os demais grupos foram subdivididos de acordo com o tipo de ativador químico adicionado ao gel e a concentração deste agente: **GM** - Gluconato de Manganês, **CM** - Cloreto de Manganês, **GF** - Gluconato Ferroso, **CF** - Cloreto Férrico e **SF** - Sulfato Ferroso. Para cada agente foram testadas 3 diferentes concentrações, resultando em 3 subgrupos. Sobre a superfície de esmalte destes espécimes, foi aplicado o gel clareador, permanecendo por um período de 8h, após as quais, estes foram lavados e imersos em saliva artificial por 16h, e posteriormente feitas novas aplicações do gel clareador, durante 14 dias subseqüentes. Foram feitas avaliações de cor após decorridos 7 dias de clareamento, e novamente após 14 dias de clareamento. Os dados obtidos foram analisados pelo teste de análise da variância paramétrica e teste Tukey. Os resultados obtidos mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p=0,0000$) para os valores de ΔL , Δa , Δb e ΔE em relação aos grupos testados; em relação ao tempo de tratamento foram notadas diferenças significantes para os parâmetros Δa ($p=0,0002$), Δb ($0,0002$) e ΔE ($0,0010$) e para a interação entre os dois fatores somente o parâmetro Δa apresentou diferenças estatísticas significantes ($p=0,0480$). O grupo **CN**

apresentou os menores valores para todos os grupos analisados e os grupos experimentais não mostraram resultados estatisticamente diferentes do grupo **CP**. Concluiu-se que a adição de ativadores químicos não resultou em um clareamento significativamente maior que o uso do PC a 10% sem ativação, e que a concentração dos ativadores químicos utilizados não exerceu influência significativa sobre a eficácia do tratamento.

Palavras-Chave: Clareamento dental. Ativação química. Cor. Espectrofotometria.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento clareador dental vem ocupando um espaço cada vez maior no cotidiano clínico dos cirurgiões dentistas, fato que ocorre devido à crescente preocupação da população com a estética. Por ser a beleza física um valor hoje tão fortemente imposto pela mídia, a procura dos pacientes por esse tipo de procedimento, além de vir se tornando muito freqüente, soma-se ao fato de que os mesmos querem obter resultados esteticamente satisfatórios e em curto espaço de tempo, o que leva ao constante desenvolvimento de novas técnicas e materiais para realização deste tipo de procedimento (Al Shethri et al., 2003; Joiner, 2006) .

Considerado um tratamento conservador, simples e econômico para modificação da cor dos dentes, o clareamento dental vem sendo amplamente pesquisado no intuito de determinar um protocolo adequado para realização do mesmo, de maneira a se obter resultados satisfatórios, sem que haja um comprometimento indesejável das estruturas dentais (Auschill et al., 2005).

Existem atualmente duas técnicas principais de clareamento dental; a técnica realizada em consultório, onde o agente clareador é aplicado pelo profissional e pode ou não receber algum tipo de ativação adicional por diferentes fontes de luz, e a técnica caseira, onde o paciente aplica o gel clareador em uma moldeira individual e faz uso desta por um determinado período. Se administradas corretamente, ambas as técnicas de clareamento são seguras e eficientes (Goldstein, 1997; Heymann et al., 1998; Matis et al., 1998).

Os agentes clareadores mais utilizados são o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e o peróxido de carbamida (PC). Em ambas as

substâncias, porém, o agente clareador será direta ou indiretamente o H_2O_2 , pois é produto resultante da decomposição do PC. Quando o H_2O_2 começa a se decompor em radicais livres, terá início a reação de clareamento dental propriamente dita. A teoria mais consistente para explicação do clareamento é a de que os radicais livres liberados oxidam os pigmentos impregnados no tecido dental, quebrando grandes cadeias aromáticas, de coloração mais escura. Estas cadeias, ao serem quebradas, transformam-se em cadeias lineares insaturadas que apresentam ligações duplas, cuja coloração é mais clara. Sequencialmente, estas cadeias passarão por um segundo processo de oxidação, que dará origem a cadeias lineares saturadas, com ligações simples, ainda mais claras (Leonard et al., 1997; Dahl et al., 2003; Travassos et al., 2010).

Os agentes clareadores, podem ser utilizados em diferentes concentrações. Estudos anteriores mostram que quanto maior a concentração do agente clareador, menor o tempo necessário para atuação do mesmo (Leonard et al., 1998; Sulieman et al., 2004). Para o clareamento realizado em consultório, utiliza-se geralmente o peróxido de hidrogênio em altas concentrações, o que propicia a obtenção de resultados mais rápidos e um controle total da aplicação pelo profissional. Porém, o clareamento realizado em consultório pode gerar reações adversas, sendo a principal delas, uma maior tendência a sensibilidade dental, além de apresentar custo mais alto em relação ao clareamento caseiro.

O clareamento caseiro, que geralmente utiliza peróxido de carbamida, ou pode ainda utilizar peróxido de hidrogênio em baixas concentrações, possui as vantagens da auto-administração pelo paciente, menor tempo clínico do paciente na cadeira odontológica, maior segurança com relação aos efeitos adversos e custo mais baixo (Haywood, 1992). Porém, esta técnica apresenta algumas desvantagens,

como a responsabilidade do paciente em aplicar adequadamente a técnica e o uso indevido do agente clareador. Mas a sua maior desvantagem é o tempo mais longo, necessário para a obtenção dos resultados (Haywood; Heymann, 1989).

Viscio et al.(2000) consideram que a tecnologia futura para os dentes clareados pode envolver o uso de ativadores químicos para melhorar a performance dos géis clareadores caseiros, dessa forma, a incorporação de agentes químicos aos agentes clareadores vem sendo uma das soluções testadas atualmente, visando aumentar a eficiência do resultado clareador (Chen et al., 1993; Gaffar, 1997; Freedman, 2004; Banerjee et al., 2005; Matthews et al., 2005; Zhao, 2005; Travassos et al., 2010). Se um agente químico for capaz de acelerar os efeitos dos agentes clareadores na estrutura dental, pode-se obter a redução do tempo de tratamento, ou a diminuição do tempo diário destinado ao procedimento clareador.

Sendo assim, com a popularização da técnica de clareamento dental caseiro, sua boa aceitação pelos pacientes, e com a intenção de melhorar a eficiência dos agentes clareadores, com conseqüente aceleração do resultado clareador, diversos ativadores químicos vêm sendo adicionados aos géis para uso caseiro, o que os torna potenciais objetos de pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A elaboração desta revisão da literatura, tem por objetivo abordar algumas das mais relevantes pesquisas que precederam este estudo, as quais serão apresentadas em 4 tópicos principais para facilitar o entendimento e compreensão dos assuntos abordados, sendo eles: agentes clareadores, ativação química dos agentes clareadores, uso de dentes bovinos e avaliação da cor.

2.1 Agentes clareadores

Em 1989, Haywood e Heymann realizaram um estudo onde estabeleceram um protocolo clínico para o uso do peróxido de carbamida a 10% como agente clareador utilizado para tratamento caseiro. Este protocolo consistia no uso de moldeiras individuais preenchidas com o gel, por um período de 8 h diárias, durante 6 semanas. Os autores observaram que a partir da segunda semana de uso, já era possível a percepção da efetividade do tratamento, mas para que os resultados fossem plenamente satisfatórios, o ideal era se estender o uso pelo período previamente descrito de 6 semanas. A partir deste estudo, o clareamento caseiro foi fortemente popularizado, e assumido como primeira alternativa para tratamentos clareadores, por ser um procedimento viável, além de extremamente conservador.

No ano de 1999, Jones et al., realizaram um estudo *in vitro* onde foram comparadas a técnica de clareamento de consultório

realizada com peróxido de hidrogênio a 35% irradiado com laser de argônio, às técnicas de clareamento caseiro, realizadas com peróxido de carbamida a 10% e 20% e a um grupo controle que não recebeu clareamento. Para este estudo foram utilizados dentes incisivos humanos, e as tomadas de cor foram feitas com o uso de um colorímetro Minolta CR 221 Chromameter (Minolta Corporation, Ramsey, NJ, EUA), adotado o parâmetro de mensuração da cor CIE L*a*b*. Foram feitas tomadas da cor antes do tratamento, após 1 semana de tratamento e após 2 semanas, e a diferença entre os resultados obtidos (ΔE), determinou que a efetividade do tratamento clareador para os grupos que receberam o peróxido de carbamida, foi maior do que para o grupo que recebeu o peróxido de hidrogênio irradiado por laser de argônio, visto que este não apresentou resultados estatisticamente diferentes do grupo controle, enquanto os grupos clareados com peróxido de carbamida mostraram-se estatisticamente significantes do mesmo grupo controle. Diante destes resultados, os autores chegaram à conclusão de que as mudanças de cor foram mais perceptíveis para o clareamento com peróxido de carbamida a 20% do que para com o peróxido de hidrogênio a 35%, irradiado pelo laser de argônio, que não mostrou mudanças perceptíveis na cor.

Zekonis et al. (2003), realizaram uma avaliação clínica dos tratamentos de clareamento dental caseiro e em consultório. Participaram da pesquisa dezenove indivíduos que realizaram os dois tratamentos, um em cada hemi-arco superior. Para o tratamento caseiro, foi utilizado gel de peróxido de carbamida a 10% em moldeira de silicone por 14 dias. No tratamento em consultório, foi aplicado peróxido de hidrogênio a 35% por 10 min, repetindo-se por três vezes em cada sessão. Foram realizadas duas sessões com intervalo de uma semana. Foram avaliados o grau de sensibilidade das gengivas e dentes e as alterações na cor. O tratamento caseiro promoveu clareamento significativamente maior que o tratamento em consultório. A reincidência

do escurecimento dental estabilizou-se após seis semanas e o tratamento caseiro resultou em sensibilidade gengival estatisticamente maior. Para a sensibilidade dental não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Os autores concluíram que o clareamento dental caseiro é mais efetivo, mais aceitável para os pacientes e requerem menos tempo clínico comparado ao tratamento realizado em consultório.

Para avaliar a translucência de dentes submetidos à clareamento com peróxido de carbamida a 10%, Vieira et al. (2008), utilizaram 14 fragmentos da face vestibular de dentes molares humanos, que foram preparados de maneira a se adaptar à janela de um espectrofotômetro de luz visível (Cintra 10 UV). Os espécimes foram mantidos em contato com o gel por um período de 8 h, durante 4 semanas, tomando-se o cuidado de que a superfície dentinária dos mesmos se mantivesse em contato com a umidade, para preservação da hidratação do espécime. Decorrido o período do tratamento clareador, a translucência destes, foi avaliada por meio do espectrofotômetro de luz visível, sendo os espécimes posicionados sobre um fundo escuro. Os resultados obtidos foram analisados pelo teste de Mann-Whitney num nível de significância 5% e mostraram que a translucência do esmalte de todos os espécimes era menor após o tratamento clareador.

Em outro estudo, Caneppele e Torres (2009), adicionaram surfactantes à composição dos géis de peróxido de hidrogênio a 35% e peróxido de carbamida a 10%, para cada tipo gel foram adicionados os surfactantes Tween 20-5%, e Lauril Sulfato de Sódio-5% e para ambos os géis foi mantido ainda um grupo controle sem a adição de surfactantes. Os espécimes foram submetidos à mensuração da cor pelo aparelho espectrofotômetro Vita Easy Shade (Vita), e os dados obtidos através do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Para os grupos clareados com o peróxido de hidrogênio, foram realizadas aplicações do gel durante 10 min, remoção do mesmo e mais 2 aplicações de 10 min, sendo os espécimes mantidos ao abrigo a luz. Após as aplicações os espécimes voltaram para

armazenamento em saliva artificial, e decorridos 7 dias foram submetidos à tomada de cor e à realização dos mesmos procedimentos clareadores. Após mais 7 dias de armazenamento em saliva artificial foram feitas novas tomadas de cor. Para os grupos onde o clareamento foi realizado com gel de peróxido de carbamida, o gel era aplicado sobre a superfície dos dentes, e mantido por um período de 8 h, armazenado em estufa bacteriológica a 37°C. Decorrido este período, os mesmos eram lavados e mantidos em saliva artificial por um período de 16 h, sendo este protocolo repetido durante 14 dias. As tomadas de cor foram também realizadas após 7 e 14 dias de tratamento, e antes da realização desta, os dentes permaneciam 30 min imersos em saliva artificial para minimizar os efeitos da desidratação sobre a alteração de cor. Os resultados foram analisados estatisticamente, e foi concluído que para o grupo de peróxido de hidrogênio o clareamento foi mais efetivo quando da adição dos surfactantes, mas não houve diferença significativa entre os dois tipos de surfactantes utilizados. Já para o peróxido de carbamida, a adição de surfactantes não apresentou diferenças significativas. Comparando os dois tipos de gel sem a adição de surfactantes, o clareamento caseiro realizado por 2 semanas se mostrou mais efetivo que o de consultório realizado em 2 sessões. Porém quando se empregou os surfactantes ambos tiveram resultados equiparados.

Em um estudo realizado em 2009, Delfino et al., avaliaram a alteração de cor e a microdureza de dentes bovinos submetidos a tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10%, peróxido de carbamida a 16% e peróxido de hidrogênio a 6,5%. Os espécimes foram previamente escurecidos com hemolisado de sangue de ratos e foram realizadas mensurações da cor em períodos de 7, 14 e 21 dias de tratamento, utilizando-se o sistema CIE L*a*b*. E a dureza Knoop foi medida inicialmente e após o decorrer de 21 dias. Os resultados foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey a um nível de significância 5% e mostraram que havia similaridade para os resultados obtidos com as duas

concentrações de peróxido de carbamida, e que ambos eram significativamente superiores ao peróxido de hidrogênio a 6,5%. As alterações de cor foram maiores para o período de 21 dias do que de 7 dias, porém não significativamente diferentes das mostradas para o período de 14 dias. Os autores concluíram também que a microdureza do esmalte não foi afetada pelo tratamento clareador.

Matis et al., em 2009, realizaram uma revisão de literatura comparando 9 trabalhos sobre clareamento realizados na Faculdade de Odontologia de Indiana (EUA), vinte e cinco produtos em quatro diferentes sistemas foram avaliados usando o Guia de cores Trubyte Bioform e um equipamento Chroma Meter. Para o tratamento realizado com o uso de moldeiras durante a noite os valor de ΔE foi de 13,2, para o uso de moldeiras durante o dia o valor de ΔE foi de 4,7; enquanto para o tratamento realizado em consultório o valor de ΔE foi de 3,4 e para os produtos “over the counter” (usados sem a supervisão do profissional) o valor de ΔE foi de 2,1. Os autores concluíram que foi observado clareamento com todos os tipos de procedimento utilizado, porém o mais efetivo foi o tratamento realizado com moldeiras de uso noturno.

Grobler et al. (2010), avaliaram a eficiência de um agente clareador a base de peróxido de carbamida a 10% (Opalescence PF 10%, Ultradent), utilizado em 17 pacientes durante um período de 14 dias. As cores dos dentes 11 e 21 foram medidas com um espectrofotômetro CM 2600d (Konica Minolta), utilizando uma janela de medida de 6mm, de acordo com o sistema CIE $L^*a^*b^*$. Foram realizadas 4 medidas de cor: após procedimento de profilaxia, imediatamente após os 14 dias de tratamento, decorridos 6 meses de tratamento e decorridos 14 meses de tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de postos de Wilcoxon, e mostraram diferenças significativas ($p < 0.05$), para os valores de L^* , a^* e b^* , determinando a efetividade do tratamento realizado. Após 6 meses da realização do tratamento, os valores de L^* mostraram uma diminuição de 20% e após 14 meses uma redução de

50%. Para os valores de a^* foi notada uma diminuição de 14% decorridos 6 meses do tratamento, mas pior ainda para 14 meses do que para a medida inicial. Os valores de b^* diminuíram pelo menos 9% após 6 meses e cerca de 8% após 14 meses. A diminuição dos valores de ΔE foi de 20% após 14 meses. Os autores concluíram que os dentes se mostraram significativamente mais brancos após 6 meses de tratamento e que a brancura/luminosidade destes (L^*), diminuiu em 50% após 14 meses de tratamento, assim como os valores de a^* diminuíram em 50% após decorridos 7 meses, enquanto os valores de b^* (amarelamento) permaneceram os mesmos após 14 meses da execução do tratamento. Os autores consideraram que o tratamento é eficaz e que pode ser refeito após 14 meses.

2.2 Ativação química dos agentes clareadores

No ano de 1993, Toh realizou um estudo para avaliar a efetividade do tratamento de dentes descoloridos com um sistema de clareamento (Hi-Lite - Shofu) com ativação dual, que utiliza ativação luminosa e ativação química do H_2O_2 , através do sulfato de manganês monohidratado e do sulfato ferroso. Vinte e três estudantes universitários participaram do estudo, sendo que estes apresentaram dentes com alterações de cor causadas por manchas de tetraciclina, fluorose, hipocalcificação e manchas de origem genética. Inicialmente foi realizada uma entrevista com os estudantes, seguida de profilaxia com pedra pomes e tomada da tonalidade do dente com a escala Vita e com uma câmera fotográfica. O tecido gengival adjacente aos dentes clareados foi protegido com barreira gengival a fim de evitar o contato com o gel e possível injúria. O gel clareador Hi-Lite com 35% de H_2O_2 foi aplicado em

uma metade da arcada superior e na outra metade foi aplicado o gel da mesma marca com 19% de H_2O_2 . Os cinco primeiros pacientes receberam ativação com lâmpada fotopolimerizadora por 60 segundos para cada dente. Para os pacientes restantes foi utilizada somente a ativação química com exposição apenas à luz do equipo odontológico. Em cada sessão foram realizadas duas aplicações por 15 minutos de cada tipo de gel. O tempo necessário para se iniciar a mudança de cor correspondente a cada tipo de mistura foi anotado. A obtenção da nova tonalidade dos dentes clareados foi medida em seguida. O tratamento foi encerrado após três sessões. Os resultados obtidos mostraram alto grau de satisfação dos pacientes e nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os dois tipos de géis utilizados. Para os casos em que a luz fotopolimerizadora foi utilizada, o gel a 35% mudou de cor após 2 ou 3 aplicações de 60 segundos de luz, sendo que o gel a 19%, necessitou de 3 a 4 períodos de exposição. Nos pacientes que receberam apenas ativação química do gel a 35%, a mudança de cor demorou cerca de 6 a 7 minutos. O gel com 19% de H_2O_2 levou 9 a 12 minutos para que a reação fosse completada. O autor concluiu que os dois tipos de gel utilizados foram eficientes e apenas o tempo para a reação foi maior para o gel a 19%.

Gaffar (1997) patenteou um gel para o clareamento dental, que segundo o autor, era mais efetivo que os produtos clareadores disponíveis ao consumidor. A patente relata a invenção de um composto de peróxido para acelerar o tratamento clareador formado por dois componentes de fases separadas e misturadas apenas no momento da aplicação nos dentes. Uma fase era composta por H_2O_2 diluído em água e a segunda continha um complexo de gluconato de manganês a 0,025%. Segundo o autor a mistura das duas fases oferecia a vantagem de que o oxigênio ativo era gerado rapidamente em largas quantidades, facilitando o procedimento clareador. Para preparar a solução contendo o H_2O_2 o autor misturou água deionizada, glicerina, propilenoglicol, polietileno glicol

600, sacarina sódica, monofluorofosfato de sódio, pirofosfato de sódio, tripolifosfato de sódio, óxido de titânio, carboneto de sódio, H_2O_2 a 35% e aromatizante. A solução ativadora foi preparada da mesma maneira que o primeiro componente, porém com a substituição do óxido de titânio e do H_2O_2 pelo gluconato de manganês 1,75%. Para testar a eficiência do experimento, dentes humanos extraídos foram manchados com café, chá, mucina e microorganismos cromogênicos, sendo imersos em seguida em 2 gramas da mistura dos componentes 1 e 2, por 15 minutos a 37°C. Um grupo também foi criado para servir como controle, recebendo gel clareador sem gluconato de manganês. Antes e após a imersão, a cor dos dentes foi medida com um colorímetro (Minolta) e os resultados obtidos indicam que a presença do ativador químico aumentou a eficácia do peróxido de hidrogênio na ordem de cerca de 1,5 a 8 vezes.

Freedman, em 2004, propôs a criação de um mecanismo de clareamento dental com o objetivo de gerar um composto ativador para agentes clareadores contendo H_2O_2 . Este composto ativador incluía uma solução de um sal metálico, com um pH do H_2O_2 maior do que 7, preferivelmente entre 10,3 e 10,8. O pesquisador utilizou como metal um complexo de manganês, mais precisamente o gluconato de manganês a 3%. O gel clareador fabricado consistia de H_2O_2 a 35%, adicionado no momento da utilização a uma solução ativadora composta por 74% de água; 1% de PVP K-30, a fim de promover uma dessensibilização do dente; 3% de gluconato de manganês; 20% de EDTA tetrasódico, para evitar que o gluconato se precipite e 2% de Hidróxido de Sódio, o qual estabilizava o pH da solução em um meio básico. Além da utilização do ativador químico, o autor da patente afirma que certas medidas podem ser tomadas para tornar a degradação do peróxido mais rápida e, portanto, gerar um processo clareador mais eficiente, como utilizar o H_2O_2 ao invés do PC, manter a superfície limpa e seca e aumentar o tempo de exposição do dente ao clareador.

Banerjee e Friedman (2005), desenvolveram uma patente, com o objetivo de criar um gel clareador, combinado com um ativador, a fim de aumentar a liberação de Oxigênio e, conseqüentemente, melhorar a eficiência do mesmo. Segundo os autores, o ativador deveria compreender uma solução composta por um dos seguintes grupos: cloreto de manganês ou uma enzima do grupo das catalases, peroxidases, dopamina β -hidroxilase, glicina peptídica α -hidroxilase. O grupo escolhido neste experimento foi o cloreto de manganês, sendo que o agente clareador confeccionado formava-se de duas substâncias: uma contendo o H_2O_2 a 30%, Pluronic F, Glicerol, Sulfito de sódio, Edetato de sódio, corante e Cloreto de sódio, possuindo a outra o Cloreto de Manganês diluído em água, formando uma solução a 20%. No momento do uso o Cloreto de Manganês foi misturado ao gel clareador e a mistura foi aplicada nos dentes a serem clareados. O autor não comparou a eficácia da invenção com nenhum tipo de controle e não foi realizada comparação da cor dos dentes antes e depois do clareamento, porém, após 6, 10 e 15 minutos de aplicação, a mistura mostrava aspecto com abundantes bolhas, o que o fez concluir que o fenômeno era resultante da rápida e abundante liberação do Oxigênio e que isto significava que o cloreto de manganês era eficiente para acelerar a degradação do H_2O_2 .

Travassos et al., (2010) compararam o efeito clareador do peróxido de hidrogênio a 35% adicionando-se diferentes tipos de agentes químicos catalisadores. Foram utilizados 125 dentes incisivos bovinos, divididos em seis grupos. Os dentes foram cortados e somente a metade vestibular de cada dente foi utilizada. Antes do clareamento, os dentes sofreram um processo de escurecimento, através da imersão dos mesmos em uma solução concentrada de café solúvel Nescafé (Nestlé) a 25% de concentração por 14 dias. Terminado este processo, a cor dos dentes foi mensurada com espectrofotômetro Vita Easy-Shade, através do Sistema CIE $L^*a^*b^*$. Foi determinado um grupo controle sem ativação química e os demais grupos divididos conforme o ativador químico

utilizado: a) controle; b) cloreto férrico; c) sulfato ferroso; d) gluconato de manganês; e) cloreto de manganês; f) extrato de raiz de amora. Cada grupo recebeu três aplicações, por 10 min, do gel clareador. Em seguida, foi realizada uma nova mensuração da cor. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes para os valores do parâmetro ΔE entre grupos D, E e F e o grupo controle. O autor concluiu que a presença de determinados ativadores químicos resultou em um clareamento significativamente maior que o grupo controle.

2.3 Uso de dentes bovinos

Kwon et al. (2002), estudaram o efeito do peróxido de hidrogênio na morfologia e na reflectância de luz do esmalte bovino. A proposta do estudo foi examinar os efeitos de um agente clareador a base de peróxido de hidrogênio a 30% na superfície do esmalte bovino utilizando um microscópio eletrônico de varredura e um espectrofotômetro. Cinco incisivos bovinos não cariados foram clareados por 0, 1, 2 e 3 dias. O espectro de reflectância de luz foi medido utilizando-se um espectrofotômetro no modo de reflectância difusa. Os valores da cor e das diferenças de cor nos dentes foram avaliados pelo sistema de coordenadas CIE $L^* a^* b^*$. As alterações na superfície dos dentes clareados e não clareados foram estudadas utilizando-se o microscópio eletrônico de varredura. A maior mudança na reflectância ocorreu depois de 1 dia de clareamento, sendo estes resultados confirmados pelo Sistema CIE $L^* a^* b^*$. A comparação do esmalte bovino clareado e não clareado mostrou uma alteração morfológica discreta não uniforme, com variados graus de porosidade superficial. Os autores concluíram que o clareamento de dentes bovinos mostrou aparente

diferença de cor com discretas alterações morfológicas após o clareamento.

Em 2005, Wiegand et al., utilizaram dentes bovinos para determinar o efeito de diferentes agentes clareadores externos na mudança de cor das amostras de esmalte e dentina e da subsuperfície dentinária. Além disso, o estudo tinha a intenção de determinar o quanto a subsuperfície dentinária contribui para a mudança na coloração dos dentes. Noventa incisivos bovinos intactos recém extraídos foram utilizados e armazenados em solução de 0,1% de timol a temperatura ambiente. Os dentes foram divididos em seis grupos. Para cada coroa, dois espécimes contendo esmalte e dentina foram preparados. Em um destes espécimes, o esmalte foi removido com discos de carborundum resultando em espécimes contendo apenas dentina. O outro espécime foi desgastado e polido com discos de carborundum até que o esmalte restante e a camada dentinária possuíssem 1 mm cada. Antes de se realizar o procedimento clareador, cada espécime foi avaliado dez vezes de acordo com o sistema CIE L*a*b* usando um colorímetro (Shade Eye, Shofu) e a média foi calculada. Os grupos receberam o tratamento clareador por 10 dias, sendo utilizados os seguintes géis: Opalescence 10% (Ultradent Products), oito horas por dia; Opalescence PF 5% (Ultradent Products), quatro horas por dia; Opalescence Quick (Ultradent Products), uma hora por dia, no primeiro e no quinto dia; Opalescence Xtra Boost (Ultradent Products), 30 min, duas vezes ao dia, no primeiro e quinto dia; Rapid White (Natural White), 20 minutos, por apenas um dia; Whitestrips (Procter & Gamble), 30 minutos, duas vezes ao dia. Os resultados medidos pelo colorímetro foram analisados estatisticamente pelo teste Wilcoxon e revelaram diferenças estatísticas entre os valores iniciais e os espécimes testados para todos os agentes clareadores. Segundo os resultados, os grupos compostos por esmalte e dentina e aqueles compostos somente por dentina apresentaram um aumento no valor de ΔL^* , sendo que no último grupo este aumento foi maior. Segundo

os autores, a cor do dente clareado é mais influenciada pela mudança de cor da dentina.

Candido et al. (2005), avaliaram a permeabilidade do esmalte bovino exposto à diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (10% e 35%) e peróxido de carbamida (10%, 16% e 20%), sendo empregados de forma contínua, ou intercalada por saliva artificial. O grau de permeabilidade foi determinado por meio de escores, através da penetração do corante na estrutura dentária. Os resultados demonstraram que a exposição à saliva apresentou um papel importante na redução da permeabilidade do esmalte dentário durante o tratamento clareador, e que o emprego de agentes clareadores por tempos excessivos pode aumentar significativamente esta permeabilidade.

O objetivo do trabalho de Attia et al.(2006), foi avaliar diferentes técnicas de clareamento dental em esmalte dental humano e bovino através da análise de fotorelectância. Nesse estudo foram utilizados dois géis clareadores: PC 16% e H₂O₂ 35% ativado com sistema LED/LASER e duas substâncias corantes: batom e café. Foram usados 100 blocos dentais obtidos de 15 terceiros molares humanos e 15 incisivos bovinos divididos em 10 grupos: **G1** - controle humano (PC 16%); **G2** - controle bovino (PC 16%); **G3** - humano (PC 16% café); **G4** - bovino (PC 16% café); **G5** - humano (PC 16% batom); **G6** - bovino (PC 16% batom); **G7** - controle humano (H₂O₂ 35% LED); **G8** - controle bovino (H₂O₂ 35% LED); **G9** - humano (H₂O₂ 35%/LED/café); **G10** -: bovino (H₂O₂ 35%/LED/café). O clareamento caseiro constituiu na aplicação diária de 1 mm de gel clareador de PC 16%, por um período de 6 h por 28 dias. O clareamento em consultório constituiu da aplicação semanal de gel clareador de H₂O₂ 35%, realizado em 3 sessões. Em cada fragmento foi aplicado 1 mm de espessura do agente clareador e ativado por LED por um período de 18 min com intervalos. A eficiência do tratamento clareador foi medida pela fotorreflectância. Foi realizada análise de variância no esquema fatorial 2 x 3 (dente x pigmento) com medidas repetidas em 8

tempos e Tukey 5%. Os autores concluíram que não houve diferenças na eficiência do gel clareador quando utilizado em dentes bovinos e em dentes humanos, obtendo-se resultados satisfatórios em ambos os tratamentos clareadores.

Alves, em 2006, avaliou quantitativamente a efetividade do clareamento dental em esmalte bovino comparando-se diferentes técnicas de clareamento: peróxido de carbamida a 10% e peróxido de hidrogênio a 35% ativado com lâmpada halógena e sistema LED/LASER, através de análise de fotorreflectância. Foram obtidos 45 espécimes a partir de 15 incisivos bovinos, medindo $4 \times 4 \times 4 \text{ mm}^2$, divididos em 3 grupos: **G1** - PC a 10%; **G2** – H₂O₂ a 35% + Lâmpada halógena; **G3** - H₂O₂ a 35% + LED/LASER. Os blocos foram armazenados em saliva artificial durante todo o experimento. Para o clareamento caseiro foram feitas aplicações diárias de gel clareador de PC a 10% por um período de 4 horas, durante 28 dias. A aplicação do H₂O₂ a 35% ativado com lâmpada halógena e sistema LED/LASER foi realizada em sessão única. Previamente ao tratamento clareador foi realizada a leitura inicial de fotorreflectância em um espectrofotômetro. Após o término do tratamento clareador foram realizadas as leituras finais. Os resultados indicaram diferenças significativas entre os grupos testados. Os autores concluíram que todos os agentes clareadores testados, independente da técnica utilizada, foram capazes de promover o clareamento dental, sendo que o melhor resultado foi obtido com o H₂O₂ a 35% ativado com Sistema LED/LASER.

O objetivo do estudo de Pinelli et al. (2006), foi avaliar a efetividade de diferentes técnicas de clareamento dental em fragmentos dentais bovinos com PC 18% e H₂O₂ 35% através da análise de fotorreflectância. Foram confeccionados 30 espécimes separados em três grupos experimentais: **G1** – Simply White (Colgate) PC 18%, **G2** – Whiteness HP (FGM) - H₂O₂ 35%, **G3** – Whiteness HP MAXX (FGM) - H₂O₂ 35%. Os espécimes de cada grupo receberam uma leitura inicial que foi considerada como controle. Para o clareamento dentário foram

seguidas as recomendações de cada fabricante. Para ativação foi utilizado o sistema LED/LASER Biolux (Bioart). Os espécimes permaneceram armazenados em saliva artificial, e foram mantidos em estufa a 37°C durante todo o experimento. No **G1**, o agente clareador foi aplicado no fragmento dental através de um pincel, aguardando-se 30 s para secagem. Após 12 h o clareamento descrito anteriormente foi repetido, num ciclo de 24 h por 14 dias. Para os grupos 2 e 3, em cada sessão de clareamento, foram realizadas três aplicações dos agentes. Foram realizadas leituras de fotorelectância após 14 dias (2ª sessão) do tratamento clareador. Os testes estatísticos ANOVA e Tukey a 5% foram aplicados aos grupos experimentais e encontraram-se diferenças estatísticas significativas para todas as técnicas entre as leituras iniciais e finais de fotorelectância. Os resultados permitiram concluir que todos os agentes clareadores utilizados, independente da técnica e concentração, foram capazes de promover o clareamento dental.

O trabalho de Schiavoni et al. (2006), visou comparar a permeabilidade do esmalte humano e bovino, através de um método de coloração histoquímica. Para tal, obtiveram-se 20 fragmentos de esmalte (4x4x3 mm) de cada substrato (humano, proveniente de terceiros molares inclusos, e bovino, proveniente de incisivos inferiores). Cada fragmento teve uma área de 4,5 mm² delimitada em sua superfície superior e as demais faces impermeabilizadas com um esmalte ácido resistente. Para análise da permeabilidade, os espécimes foram submetidos a um método de coloração histoquímica, utilizando-se soluções de sulfato de cobre e de ácido rubeânico. Da região delimitada, obtiveram-se três secções, cujas imagens foram digitalizadas sob microscopia óptica. Mensurou-se, então, a penetração dos íons cobre em relação à espessura total do esmalte. O teste t demonstrou a inexistência de diferença significativa entre os valores de permeabilidade observados para o esmalte humano e bovino (p=0,6295). Os autores puderam, deste modo, concluir que o esmalte bovino representa uma alternativa viável ao esmalte humano em estudos

de permeabilidade, avaliada através de um método de coloração histoquímica.

Camargo et al. (2007), compararam a penetração do peróxido de hidrogênio a 38% na câmara pulpar de dentes humanos e bovinos submetidos ao clareamento pela técnica ambulatorial. Foram utilizados 140 dentes, sendo 70 terceiros molares humanos (grupo A) e 70 incisivos bovinos (grupo B). Os dentes foram subdivididos em A1 e B1 (restaurados com resina composta), A2 e B2 (restaurados com cimento de ionômero de vidro), A3 e B3 (restaurados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina), A4, B4, A5 e B5 não foram restaurados. Uma solução tamponante de acetato foi colocada na câmara pulpar, e o agente de clareamento foi aplicado por 40 min, como se segue: A1-A4 e B1-B4, exposição ao peróxido de hidrogênio a 38% e A5 e B5, imersão em água destilada. A solução tampão foi transferida para um tubo de vidro com solução de leuco-cristal violeta e uma peroxidase foi adicionada, produzindo uma solução azul. A densidade óptica da solução azul foi determinada por espectrofotometria e convertida em microgramas equivalentes de peróxido de hidrogênio. Os resultados mostraram um alto nível de penetração de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar de dentes bovinos e humanos no grupo restaurado por cimento de ionômero de vidro. A penetração dos agentes clareadores na câmara pulpar foi maior nos dentes humanos em todas as situações experimentais. Os autores concluíram que, a penetração dos agentes clareadores depende do material restaurador, e sob as condições do estudo, os dentes humanos foram mais susceptíveis à penetração dos agentes clareadores na câmara pulpar que os dentes bovinos.

Para avaliar a influência dos peróxidos sobre o esmalte bovino, Ushigome et al. (2009), realizaram um trabalho utilizando 67 dentes bovinos. 27 deles foram utilizados para observação da morfologia da superfície de esmalte e rugosidade, enquanto os outros 40 foram utilizados para mensurar a perda mineral, a nanodureza e para a

avaliação da morfologia de uma secção transversal dos espécimes. Os dentes bovinos foram cortados na altura do limite amelo-cementário, polidos com lixas de granulação 1200 e lavados em ultrassom com água destilada durante 2 minutos. Após serem secos com jatos de ar, a porção da câmara pulpar foi preenchida com resina. Delimitou-se uma área de 3X5 mm da superfície vestibular, localizada a 5 mm do bordo incisal, a qual foi coberta com fita adesiva, em seguida a área externa a essa delimitação foi coberta com esmalte para unhas. Após secagem do esmalte a fita adesiva foi removida e a área delimitada foi exposta à soluções de peróxido de carbamida e peróxido de hidrogênio a 10% e a 30%, por períodos de 30 min e 180 min. Cada espécime foi colocado imerso em 10 ml da solução correspondente e mantido a 30°C. Decorrido o período correspondente a cada grupo os espécimes foram lavados em água destilada e secos com jatos de ar. A rugosidade foi analisada por microscopia eletrônica de varredura utilizando-se 3 espécimes para cada condição criada e um espécime não submetido ao tratamento clareador foi usado como controle. Para mensuração da dissolução mineral, 5 espécimes de cada condição criada foi submetido a espectroscopia de emissão atômica. Para a mensuração da nanodureza foram feitas 3 edentações em cada área submetida às soluções de peróxido e à área coberta com esmalte de unhas. A avaliação da morfologia da secção transversal foi feita por microscopia eletrônica de varredura. Os dados obtidos foram analisados pelo teste ANOVA e Scheffes a 5%. A nanodureza e as alterações na morfologia se mostraram menores quando analisada a uma profundidade de 2 µm, porém não mostraram alterações para as análises na profundidade de 50 µm independentemente da concentração utilizada ou do tempo de imersão. Concentrações mais altas de peróxidos, afetaram o esmalte em maior profundidade, embora essa profundidade tenha sido apenas de 5 µm mesmo com tempo de imersão de 180 min. A rugosidade superficial do esmalte aumentou devido à dissolução de componentes do esmalte, sendo o aumento da

erosão proporcional ao tempo de imersão na solução. E o peróxido de carbamida induziu uma erosão completa enquanto o peróxido de hidrogênio induziu uma erosão parcial, limitada a áreas que aparentemente correspondem às bordas dos prismas de esmalte. Os resultados indicam portanto, que embora o contato com os peróxidos tenha induzido à erosão, a diminuição da nanodureza e as alterações na morfologia ficaram limitadas a uma profundidade menor que 50 μm abaixo da superfície externa.

Tschoope et al. (2009), utilizaram dentes bovinos para avaliar a influência de géis de clareamento que contêm ou não flúor em sua composição, em remineralizar dentes previamente submetidos a desmineralização. Foram utilizados 60 dentes bovinos, dos quais foram obtidos 120 espécimes. Estes espécimes tiveram um quarto de sua área superficial coberta por esmalte para unhas, a qual serviu como controle, e em seguida foram desmineralizados em solução de pH 4.95, a 37,8°C, durante 10 dias. Subsequentemente, os espécimes foram armazenados em uma solução remineralizadora (pH 7.0), por 16 h diárias, durante 14 dias, enquanto para as 8 h remanescentes foram aplicados diferentes géis de clareamento, sendo obtidos os seguintes grupos: **G1** – Controle, não recebeu tratamento clareador; **G2** – PC 10%, sem flúor (Opalescence regular - Ultradent); **G3** – PC 10%, com flúor (Opalescence PF - Ultradent); **G4** – PC 10%, sem flúor (Nite White ACP – Discus Dental) e **G5** – PC 10%, com flúor (Nite White ACPF – Discus Dental). Decorrido o período de clareamento, metade da área clareada de cada espécime foi coberta com esmalte para unhas, e armazenada em solução para remineralização por mais 3 semanas. As diferenças nos valores de perda mineral ($\Delta\Delta Z$) e lesões erosivas (ΔLD) foram avaliadas por microradiografias. Após as avaliações de 2 semanas e 5 semanas, tanto os valores de $\Delta\Delta Z$ quanto de ΔLD não se mostraram significativamente diferentes dos controles. Para os espécimes tratados com Nite White ACPF os resultados de perda mineral foram bem menores do que para os

espécimes tratados com Nite White ACP e maiores do que para os espécimes tratados com Opalescence regular. Os espécimes tratados por duas semanas com Opalescence regular e Opalescence PF mostram uma diminuição do valor de $\Delta\Delta Z$ quando comparados ao grupo controle, enquanto que para o grupo tratado com Nite White ACPF não foram observadas diferenças significativas. A aplicação do Nite White ACP mostrou um aumento nos valores de $\Delta\Delta Z$ em comparação ao grupo controle. Diante destes resultados os autores concluíram que os géis que contêm flúor em sua composição não influenciaram na remineralização.

2.4 Avaliação da Cor

O modelo adotado neste estudo para mensuração da cor foi o método CIE $L^*a^*b^*$. Este modelo foi proposto pela Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), uma organização destinada à padronização em áreas como cor e aparência, que definiram em 1931, a partir de uma fonte de luz padronizada, como o sistema visual humano respondia a uma dada cor. Em 1976, a CIE definiu um sistema matemático para descrever as três dimensões da cor dentro de um espaço de cor, denominado **CIE $L^*a^*b^*$** , que se baseia na teoria de percepção de cor a partir de três diferentes receptores de cor nos olhos (vermelho, verde e azul), sendo atualmente considerado como um padrão internacional para mensurações de cor (Comission International de L'Eclairaige). O modelo **CIE $L^*a^*b^*$** representa um espaço de cor uniforme, com distâncias iguais correspondendo a igual percepção das diferenças de cor. Neste espaço tridimensional de cor existem três eixos ou coordenadas, o **L**, o **a** e o **b** (Figura 1). O valor de **L*** é a medida de luminosidade ou claridade de um objeto e é quantificado numa escala tal

que o preto perfeito tem um valor de L^* igual a zero, enquanto que o branco total tem um valor de L^* igual a 100. Existem ainda dois componentes cromáticos que representam a variação de matiz e croma. O eixo a^* é medido do avermelhado (a^* positivo) ao esverdeado (a^* negativo), variando respectivamente de +120 a -120. O eixo b^* é medido do amarelado (b^* positivo) ao azulado (b^* negativo), variando respectivamente de +120 a -120. As coordenadas a^* e b^* aproximam-se de zero para as cores neutras (branco, cinza) e aumentam em magnitude para as cores mais saturadas e intensas. Este sistema permite a definição numérica da cor e a diferenciação existente entre duas cores. A vantagem do sistema **CIE $L^*a^*b^*$** é que as diferenças de cor podem ser expressas em unidades, que podem ser relacionadas à percepção visual e significância clínica (O'Brien et al., 1997).

Na Figura 1 podemos observar uma representação gráfica deste modelo. Portanto, L^* expressará a brancura do dente; o b^* expressará o amarelamento e o a^* expressará o avermelhamento.

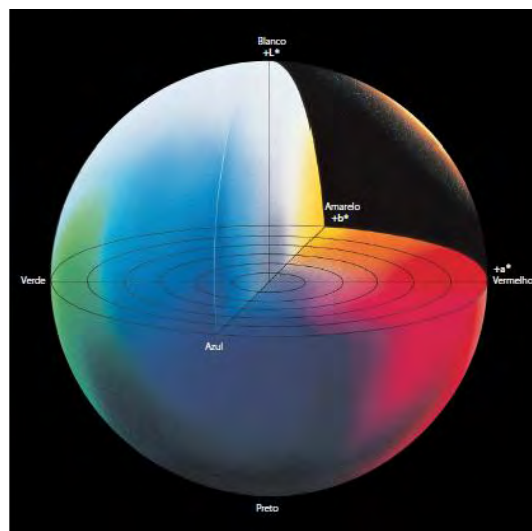


Figura 1 - Modelo **$L^*a^*b^*$** : $L^* = 100$ (branco); $L^* = 0$ (preto); a^* = eixo vermelho ao verde; b^* = eixo amarelo ao azul.

Saleski (1972), apresentou uma revisão sobre os conceitos da cor, ressaltando que, para a avaliação da cor, é fundamental

que se considere todos os elementos envolvidos. Dentre esses elementos, o observador seria a parte mais complexa e confusa, pois duas pessoas não vêem a cor exatamente uma como a outra, mas sim, de forma similar, nunca idêntica. Além disso, 8% dos homens e 5% das mulheres apresentam algum grau de deficiência visual, desde a total cegueira até algum problema com determinados comprimentos de onda. Dependendo do grau de deficiência, essas pessoas não têm condições de se envolverem em trabalhos onde a percepção visual é crítica. Para controlar as variáveis do observador temos que controlar a maneira como o objeto se apresenta ao observador, controlando as variáveis do objeto e da fonte de luz. O autor também salientou sobre a importância da textura superficial. Diversas texturas dos materiais podiam dar um aspecto de cor diferente, embora tivessem cores idênticas. Isso se referia ao metamerismo geométrico. Dois pedaços de madeira com superfícies diferentes, uma polida e uma rugosa, pintados com uma mesma tinta, pareciam diferentes de alguns ângulos de visão. Mudando o ângulo podíamos ver uma borda mais escura que outra. Alguns pontos de superfície rugosa refletiram diferentemente. A superfície rugosa apareceu mais escura que a superfície lisa, pois, a polida, refletiu todos os raios que incidiram sobre ela, dando aspecto mais claro nessa superfície. Esse exemplo demonstra o fato que os olhos são facilmente enganados quando comparam cores de objetos de composição, forma e textura diversas, sob diferentes condições, pois eles não separam os fatores e sim vêem o conjunto. Se dois objetos têm forma similar, composição e textura idênticas e são vistos com um mínimo contraste, em um mesmo ângulo, alguma diferença percebida, será essencialmente na cor.

Schwabacher e Goodkind, em 1990, mediram as coordenadas tri-dimensionais da cor de 2832 dentes humanos, *in vivo*, e plotaram em um espaço cilíndrico de matiz, luminosidade e saturação, usando um programa específico. As escalas Vita, Bioform e uma escala

de E.B.Clark foram comparadas com os dentes naturais. As escalas de cores não se igualaram bem com o espaço de cores dos dentes humanos, e as deficiências foram observadas no matiz amarelo-vermelho, altas luminosidades e altas saturações. No entanto, os pontos dos dentes naturais estavam em configuração estreita parecida com uma banana, sugerindo que uma escala de cores representativa para selecionar cor em dentes naturais poderia ser gerada com os limites da amostra.

Wassow e Schuman, em 1992, julgando ser a visão da cor em odontologia um assunto de suma importância, reuniram 170 pessoas da comunidade da Universidade do Tennessee (75 homens e 75 mulheres), e testaram sua visão para cor. Como resultados tiveram 9,3% dos homens e 9% das mulheres com deficiência visual para cor. Isso significou um ponto fraco na tomada de cor, evidenciando a necessidade de ajuda da equipe e o uso de aparelhos. Os resultados também mostraram não haver distinção étnica quanto à habilidade para tomada de cor.

Lenhard (1996) realizou um estudo com o objetivo de obter informações sobre as mudanças de cor em 25 incisivos humanos extraídos após o clareamento com gel de peróxido de carbamida a 10%. Utilizando um colorímetro, o autor registrou as mudanças de cor no espaço de cor $L^*a^*b^*$ após cada período de clareamento. O colorímetro utilizado foi o Castor (Nordmetetec GmbH). A área de leitura é bem pequena (0,7 mm) permitindo a leitura das diferentes áreas do mesmo dente. As mudanças observadas foram dependentes do tempo de clareamento, da área dental e da cor inicial. A mudança de cor mais significativa foi observada na região incisal da coroa dental, seguida pela região média e cervical. O autor observou que o clareamento causou uma alteração de cor na direção do azul do espaço de cor, um aumento dos valores de L^* , ou seja, da “claridade”, e também pouca alteração nos valores de a^* .

O'Brien et al. (1997), realizaram um estudo utilizando 95 dentes anteriores extraídos e armazenados em saliva artificial e, com espectrofotômetro, mediram a diferença de cor entre os terços incisal, médio e cervical. Lembraram que a superfície do dente tem brilho, textura e forma variáveis, por isso o posicionamento do dente no aparelho seria muito importante. A comparação entre terço gengival e incisal mostrou ΔE de até 8,2; entre gengival e médio de 4,4 unidades de ΔE e entre médio e incisal 4,9. Assim, usando o Sistema de Munsell, os autores puderam afirmar que o matiz era mais amarelo na região incisal em 55% dos casos (52 dentes), era menos amarelo ou mais vermelho em 40% (38 dentes), enquanto o matiz de 5 dentes não foi alterado. A saturação foi maior na gengival e a luminosidade na incisal. A saturação foi mais intensa na região incisal de 7 dentes (7%) e menos intensa em 88% deles.

Horn et al., em 1998, apresentaram uma pesquisa com a proposta de comparar um método objetivo com um método subjetivo de avaliação da cor do dente utilizando o espectrofotômetro de esfera SP78 e a análise visual humana. Vinte dentes superiores completamente desenvolvidos e extraídos tiveram o valor L^* (luminosidade) lidos pelo SP78 no dia 1 e novamente 14 dias depois. Paralelamente, cinco avaliadores humanos tentaram encontrar a cor dos dentes em uma escala de cores Vita, também nos dias 1 e 14. Os valores de L^* lidos no SP78 foram comparados entre aqueles obtidos no dia 1 e aqueles lidos no dia 14. Os resultados da avaliação humana da cor do dente foram comparados entre os avaliadores e entre eles próprios todo o tempo. Finalmente a habilidade dos avaliadores humanos para selecionar a cor do dente foi comparada com os resultados obtidos com o SP78. O SP78 reproduziu leituras de L^* dentro do erro padrão da máquina em 16 dos 20 dentes (80%). Em contraste, a concordância inter-avaliador expressada como concordância da maioria (3, 4 ou 5 de 5 concordâncias de avaliadores) foi somente 10 de 20 dentes (50%) no dia 1, e 13 de 20 dentes (65%) no dia 14. A concordância intra-avaliador sobre o período

experimental variou de 20 a 60%. Os resultados deste estudo confirmam que a avaliação humana da cor do dente não é confiável e que o espectrofotômetro de esfera SP78 pode prover um método mais previsível e apurado da avaliação da cor do dente *in vitro*. Segundo os autores, estes achados abrem um novo campo de investigação para testar a efetividade de materiais e técnicas em dentes descoloridos por clareamento.

Russel et al. (2000), observaram que os dentes tornam-se mais claros quando estão secos. Assim, realizaram um estudo para quantificar as mudanças de cor dos dentes e o tempo requerido para a cor do dente voltar ao normal. A cor de um incisivo central superior de cada um de 7 indivíduos foi mensurada utilizando um espectrofotômetro de reflectância antes e após a aplicação de dique de borracha, e em outros 7 indivíduos antes e após obter moldagem em polivinil-siloxano. As mudanças nos valores de L*, a* e b* foram estatisticamente significantes quando da aplicação de dique de borracha, e no valor de L* quando feita a impressão. Os resultados demonstraram que os dentes tornaram-se mais claros e menos saturados de cor após o dique de borracha e mais claros após a moldagem. Os valores originais foram recuperados após 30 min.

Em 2000, White et al., realizaram um estudo, com a utilização de microscopia eletrônica de varredura e espectrofotometria, a fim de examinar os efeitos do clareamento dental na ultra-estrutura do esmalte e da dentina de dentes humanos *in vitro*. Os géis utilizados foram: Opalescence gel (PC a 10%); Crest Whitestrips gel (H₂O₂ a 5,3%); Gel a base de Perclorato de Sódio a 5% e um Gel controle a base de Glicerina. Terceiros molares humanos foram extraídos e suas coroas seccionadas em quatro quadrantes iguais, cada um referente a um tipo de gel clareador aplicado no estudo. Para a avaliação da cor dos dentes foi utilizado o espectrofotômetro PR 650 Spectra Scan (Photo Research Inc), que obtinha a análise de uma área circular de 2 mm. As secções de cada

dente foram clareadas por 0, 15 e 30 horas. Após o tratamento os espécimes foram limpos e sua cor recebeu uma nova avaliação com o espectrofotômetro. A cor dos dentes foi expressa nos parâmetros L^* e b^* , do sistema CIE $L^*a^*b^*$, não sendo avaliado neste estudo as variações no parâmetro a^* devido a pequena influência sobre a mudança de cor no clareamento, segundo os autores. Os resultados mostram que o tratamento produziu mudanças claras na luminosidade e no amarelo dos espécimes clareados com os géis estudados, exceto no gel à base de glicerina, correspondente ao aumento nos valores de L^* e uma diminuição nos valores de b^* . O gel a base de Perclorato apresentou os melhores resultados, correspondente à variação de 13 unidades para L^* e 22 unidades para b^* . Quanto à microscopia, nenhuma mudança na ultraestrutura do esmalte e da dentina foi encontrada.

Paul et al., em 2002, apresentaram um estudo em que compararam a análise visual e a espectrofotométrica de dentes humanos. Os autores testaram a hipótese que a avaliação espectrofotométrica é comparável com a determinação visual humana. Três operadores sem deficiência visual para cor selecionaram a cor do terço médio do incisivo central superior de 30 pacientes, utilizando a Escala Vita Classical. Os mesmos dentes foram medidos por meio de um espectrofotômetro de reflectância. Na avaliação humana as 3 seleções de cor só coincidiram em 26,6% das vezes. Na avaliação pelo espectrofotômetro, as seleções coincidiram em 83,3% das vezes. Segundo os autores, os resultados sugerem que a análise de cor por espectrofotometria é mais acurada e mais reproduzível comparada à avaliação visual.

Baltzer (2004), publicou um estudo sobre o espectrofotômetro Easy Shade (Vita). De acordo com o autor, o aparelho produz resultados constantes e altamente precisos. Este espectrofotômetro pode ser associado a outros sistemas de avaliação, como as escalas de cor Vita 3D, e têm a vantagem que os componentes externos que podem afetar a visualização natural da cor de um dente,

como o tipo de fonte de luz externa, paciente utilizando batom, cor da pele, não são capturados pelo Easy Shade, pois tal sistema reconhece apenas a tonalidade básica do dente em questão. O aparelho deve ser utilizado de acordo com as instruções do fabricante, colocando-se o filme plástico sobre a ponta de mensuração toda vez que for realizar alguma medição, o qual não altera a captura da cor e torna o procedimento higiênico, e o profissional deve ter o cuidado de posicionar a ponta da sonda calibradora perpendicularmente e próximo ao dente. Segundo o autor, o espectrofotômetro medirá o valor da luz, intensidade e tonalidade do dente (valor, croma e matiz), informando ao dentista a posição na escala Vita e na escala Vita 3D Master e, também, informando o valor dos parâmetros L^* , a^* e b^* (CIE $L^*a^*b^*$). O autor conclui, ao final do artigo, que o espectrofotômetro Easy Shade é uma ferramenta eficiente para auxiliar na determinação da cor e na reprodução de um dente.

Também em 2004, Joiner, realizou uma revisão da literatura a respeito da cor dos dentes e sobre os métodos de avaliação e medição da mesma. De acordo com o autor, a cor de um dente está associada com a absorção, reflexão e dispersão da luz incidida sobre o dente. Ainda discorrendo sobre a cor, o autor descreve os termos matiz, saturação e luminosidade e indica o Sistema CIE $L^*a^*b^*$ como um dos melhores métodos para se avaliar a tonalidade de um dente, por ter a propriedade de quantificar as diferenças de cor, melhorando a compreensão. A revisão descreve vários métodos utilizados atualmente para avaliar a cor dos dentes, como as escalas de cor em papel, resina ou porcelana, espectrofotômetros, colorímetros e análise de imagens fotográficas.

Tsubura e Yamaguchi, em 2005, realizaram um estudo para investigar o efeito clínico do clareamento caseiro, comparando um novo agente (Polanight – SDI) com o mais popular dos géis clareadores caseiros (Opalescence – Ultradent), ambos contendo 10% de PC. Os autores selecionaram 58 pacientes voluntários, os quais receberam

moldeiras de clareamento individuais, para que pudessem usar os agentes clareadores à noite, por 8 horas, durante duas semanas. Os géis foram aplicados de acordo com a recomendação dos fabricantes, sendo que o gel Polanight foi aplicado nos dentes localizados na região superior direita e o gel Opalescence na região superior esquerda, ambos englobando do incisivo central superior até o segundo pré-molar. A cor dos dentes, antes do clareamento e após o tratamento, foi registrada pelo colorímetro Shofu Shade Eye NCC (Shofu), o qual era posicionado a 5 mm abaixo da margem cervical. Este aparelho permitiu que a cor dos dentes fosse transformada em valores correspondentes aos parâmetros L^* , a^* , b^* , definidos pela *Commission Internationale d'Eclairage*. A comparação entre a cor inicial e final mostrou haver uma maior diferença para os valores de ΔL^* e Δb^* , apesar de não haver diferença significativa entre os géis utilizados. O sistema Polanight porém apresentou as maiores diferenças entre os valores iniciais e finais de ΔL^* e Δb^* , sugerindo aos autores maior eficiência no procedimento clareador.

Braun et al., em 2007 realizaram uma pesquisa com o objetivo de verificar se a eficácia do clareamento para dentes vitais depende da concentração do agente de peróxido de carbamida. Os dentes anteriores de 30 pessoas foram clareados pelo método caseiro com concentração de 10%, 17% ou 0% (controle) de peróxido de carbamida por 1 semana em um estudo duplo-cego. As cores dos dentes foram determinadas no espaço de cor LCh (luminosidade, matiz e saturação) utilizando-se uma escala de cor visual e um espectrofotômetro (SpectroShade™, MHT, Niederhasli, Suíça). As diferenças em luminosidade (ΔL), matiz (ΔC) e saturação (Δh) foram medidas para avaliar os tratamentos. Após 2 semanas sem clareamento, as cores foram medidas novamente para avaliar a estabilidade da cor conseguida com o clareamento. As primeiras mudanças na escala de cor puderam ser observadas após 3 dias no grupo de 17% e após 7 dias no grupo de 10%. Após 1 semana, em ambos, 17% ($\Delta L=2,80$; $\Delta C=-3,33$; $\Delta h=0,21$) e 10%

($\Delta L=2,61$; $\Delta C= -2,54$; $\Delta h=0,09$) os valores de luminosidade e saturação foram significativamente diferentes do controle ($\Delta L=0,13$; $\Delta C=0,14$; $\Delta h=0,21$). Entre as concentrações de 10% e 17% não foram encontradas diferenças significativas. Duas semanas após o tratamento uma regressão nos valores de cor foi observada nos grupos teste. Os autores concluíram que a maior concentração de agente clareador permitiu um efeito mais rápido com maiores mudanças na luminosidade e saturação. Porém, após o clareamento diário por 1 semana, um efeito similar pode ser conseguido. Após o tratamento com ambas as concentrações, uma regressão da cor resultante pôde ser observada.

Dozic et al., em 2007 avaliaram *in vitro* e *in vivo* o desempenho de 5 aparelhos de medição de cor. Os aparelhos utilizados foram ShadeScan, EasyShade, Ikam, IdentaColor II e Shade Eye. Na avaliação *in vitro* paletas da Escala Vita Lumin, cores A1, A2, A3,5 e A4 foram medidas 5 vezes com cada aparelho por 2 operadores. No estudo *in vivo*, o incisivo central superior direito de 25 estudantes de odontologia foi medido com cada aparelho, por um operador. Foram verificadas a exatidão e a precisão de cada aparelho. A exatidão é a medida de quão parecido o valor medido é do real, neste caso, a diferença de cor entre o padrão da escala Vita e o medido por cada aparelho. A precisão expressa a repetibilidade do aparelho, isto é, quanto mais preciso, menor é a diferença de cor entre as medições. No estudo *in vitro* não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes operadores. A precisão verificada foi o EasyShade > ShadeScan >Ikam >ShadeEye > IdentaColor II. No estudo *in vivo* o EasyShade e o Ikam foram mais precisos que o ShadeScan. Com respeito à exatidão, não houve diferenças entre Shadescan, Ikam e EasyShade. O IdentaColor II foi considerado sem exatidão. Os autores concluíram que na situação clínica, o EasyShade e Ikam foram mais confiáveis. Os outros aparelhos testados foram mais confiáveis *in vitro* que *in vivo*.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi comparar cinco tipos de agentes químicos catalisadores, em três diferentes concentrações para cada um deles, adicionados a um gel de Peróxido de Carbamida a 10%, quanto à sua eficiência no clareamento dental realizado pela técnica caseira.

4 MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, e foi aprovado sob o protocolo de número 040/2009-PA/CEP (Anexo 1).

4.1 Preparo dos espécimes

Foram utilizados nesse estudo 145 dentes incisivos bovinos, retirados de mandíbulas de animais recém-abatidos. Após a extração, os resíduos de ligamento periodontal foram removidos com uma lâmina de bisturi nº 18, sendo então armazenados em solução de timol a 0,1%, sob refrigeração, até o momento do uso (Wiegand et al., 2005) (Figura 2-A). Antes da utilização dos dentes para a preparação dos espécimes, eles foram examinados em estereomicroscópio para certificação da ausência de trincas ou outros defeitos de superfície (Jones et al., 1999).

Para que se conseguisse preparar espécimes com uma quantidade exata de esmalte e dentina, o limite amelodentinário precisava ser exposto. Para tal, os dentes foram seccionados a 4 mm do bordo incisal, para remoção deste terço (Figura 2-B e 2-C). A seguir, foi feito outro corte paralelo ao primeiro, 9 mm abaixo em direção ao limite amelocementário (Figura 2-D). Desta forma, obtivemos um corte do terço médio do incisivo bovino (Figura 2-E e 2-F).

Após esta etapa, foram feitos dois cortes paralelos ao longo eixo do dente, no sentido vestibulo-lingual, próximos aos ângulos axiais, (Figura 2-G e 2-H), tendo por objetivo expor o limite amelo-dentinário nas laterais dos fragmentos e separar a porção vestibular a ser utilizada, da lingual que foi descartada (Figura 3-A).

Posteriormente, foi feita uma secção inciso-cervical do segmento vestibular, separando-o em 2 e resultando portanto em 2 fragmentos (Figura 3-B e 3-C). Todas as secções descritas acima foram feitas em torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) com disco diamantado (Dremel, Breda, Holanda) montado em mandril.

Empregando-se uma ponta diamantada 1090 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) montada em caneta de alta-rotação, foram desgastadas faixas de dentina das regiões correspondentes à borda incisal e margem cervical, criando-se um degrau de 1 mm exatamente na região do limite amelo-dentinário (Figura 3-D e 3-E). A seguir o degrau foi desgastado lateralmente, sobrando apenas uma projeção de esmalte de 2 mm de largura (Figura 3-F, 3-G e 3-H).

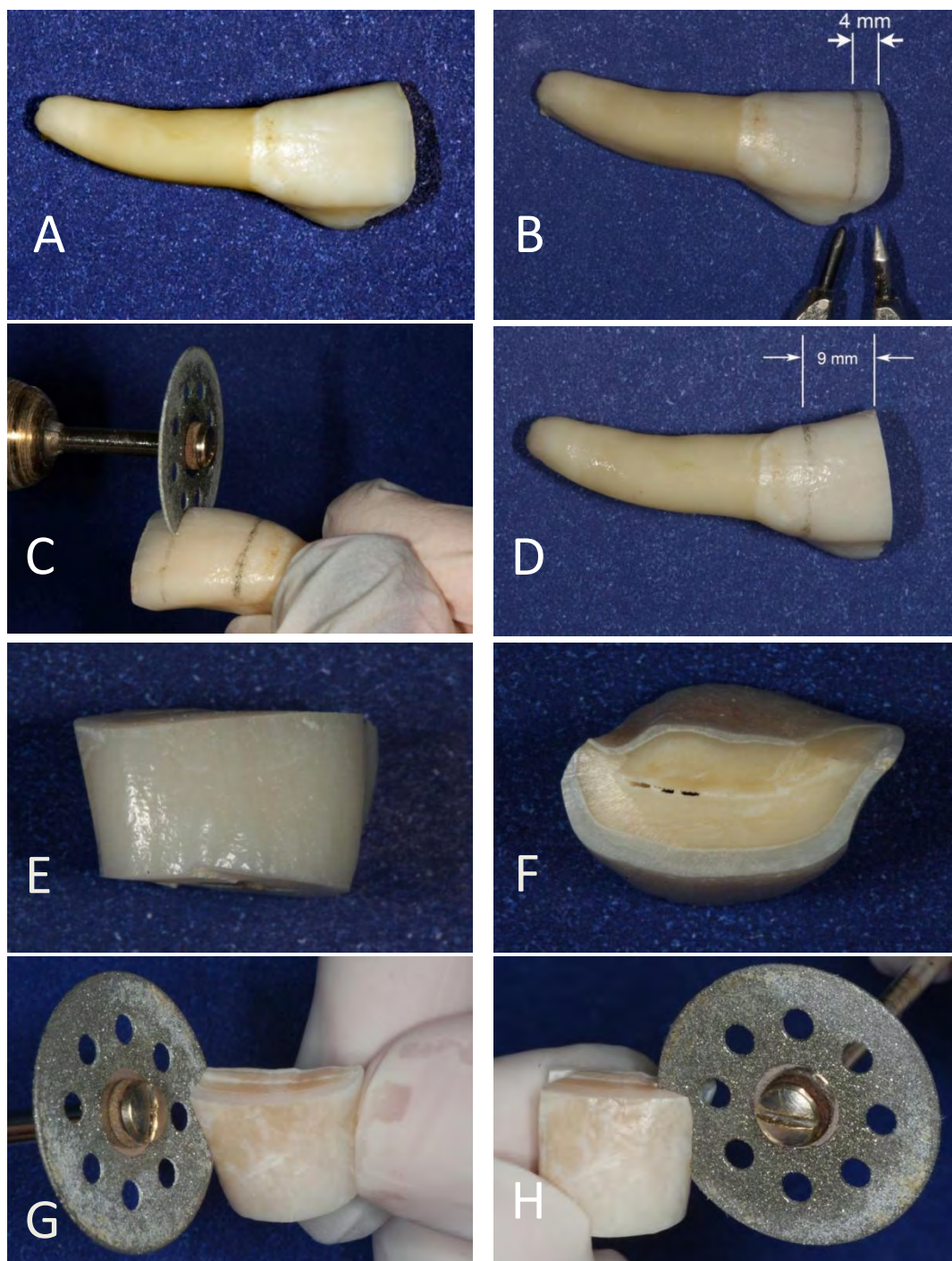


Figura 2 – Preparo dos espécimes. A) Dente bovino após extração e limpeza; B) Marcação para o corte da borda incisal; C) Corte da Borda incisal; D) Marcação para o corte do terço médio; E) Fragmento a ser utilizado – vista vestibular; F) Vista incisal; G e H) Cortes para exposição do limite amelo-dentinário.

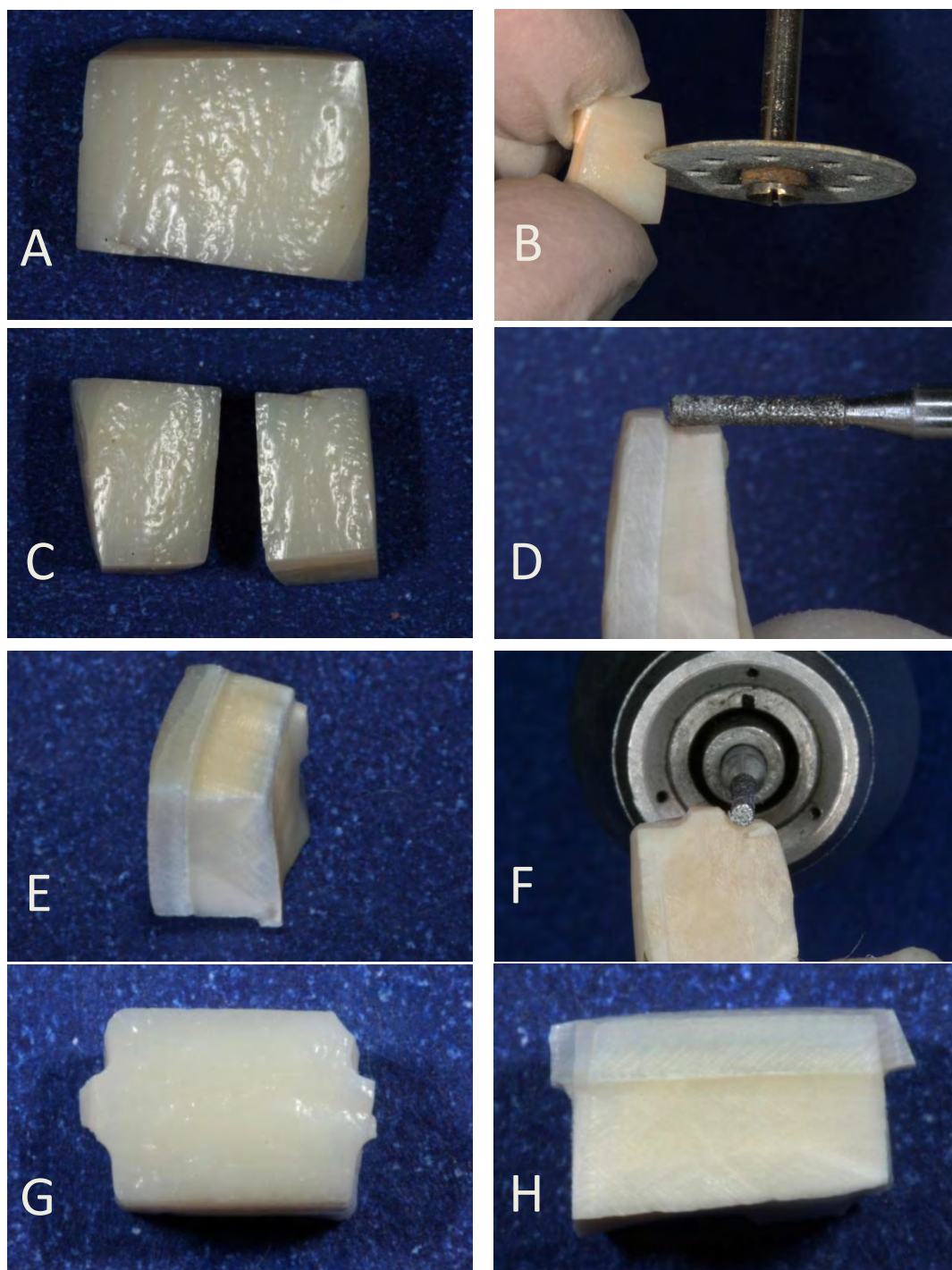


Figura 3 – Preparo dos espécimes. A) Fragmento utilizado no estudo; B) Secção incisocervical do segmento vestibular; C) Fragmento Vestibular seccionado; D) Confeção do degrau no limite amelo-dentinário E) Vista lateral do degrau no limite amelo-dentinário; F) Desgaste para criação da projeção de esmalte; G) Vista vestibular do fragmento preparado; H) Vista lateral.

A finalidade da confecção destas projeções é para que os espécimes fossem apoiados e fixados sobre uma morsa cuja superfície é exatamente paralela à base (Figura 4-A, 4-C e 4-D), deste modo, a morsa foi então levada à mesa de um delineador paralelômetro modelo B2 (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil). Ao braço articulado do delineador, foi fixada uma peça reta acoplada em micro-motor de baixa rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil) (Figura 4-B). Para efetuar a padronização da espessura de esmalte em exatamente 1,1 mm foi empregada uma ponta diamantada em forma de roda com 1,4 mm de diâmetro (PM57, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) conforme ilustrado nas Figuras 4-C e 4-D. Realizada a planificação da superfície de esmalte, foi utilizada uma broca trefina de 3 mm de diâmetro interno (Dentoflex, São Paulo, SP, Brasil), com a ponta revestida por diamante, adaptada na peça reta e esta movimentada no sentido vertical, obtendo-se assim discos de esmalte e dentina com 3 mm de diâmetro (Figura 4-E e 4-F).

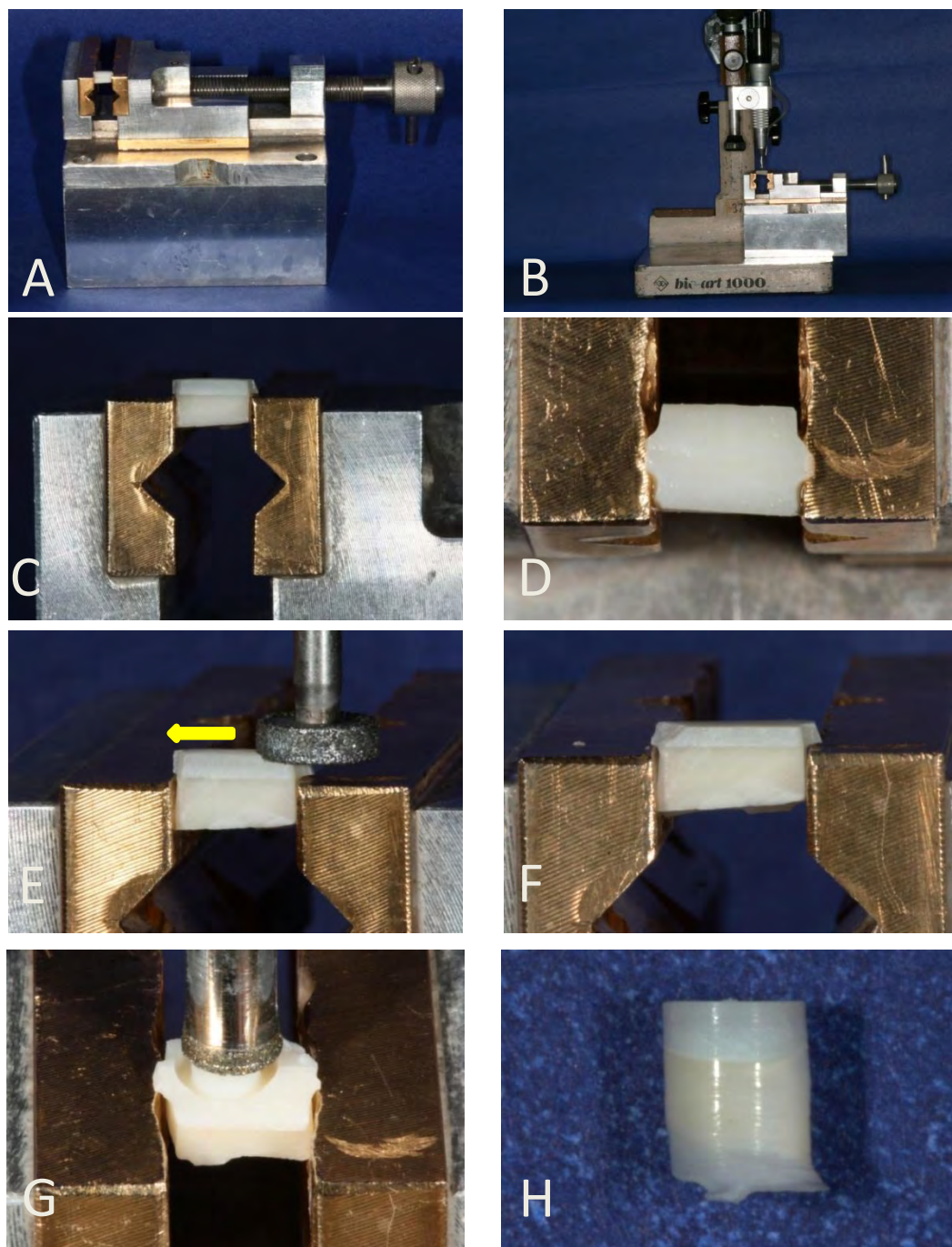


Figura 4 – Planificação do esmalte e corte dos discos. A) Morsa com superfície paralela à base; B) conjunto delineador-peça reta-morsa; C) Fragmento posicionado na morsa – vista superior; D) Vista lateral; E) Planificação do esmalte a 1,1 mm do limite amelo-dentinário; F) Esmalte planificado; G) Utilização da trefina para confecção do disco de esmalte-dentina; H) Disco de esmalte-dentina obtido de fragmento de dente bovino.

Para padronização da espessura da dentina os espécimes foram posicionados em um dispositivo metálico para desgaste que possui uma perfuração de tamanho ligeiramente maior que o espécime, e um parafuso que permite o ajuste da profundidade do orifício, o qual foi ajustado em 2,1 mm (Figura 5-A), utilizando-se um paquímetro digital (Starret, Itu, SP, Brasil).

Os espécimes foram posicionados neste dispositivo, de forma que o esmalte ficasse voltado para baixo. Sendo assim, toda a dentina remanescente permanecia para fora do orifício e era então desgastada em uma lixa d'água de granulação 1200 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), acoplada a uma politriz circular (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR) (Figura 5-B). Feito este desgaste, o dispositivo era ajustado para 2 mm e os espécimes então posicionados com a dentina voltada para a parte interna, deixando para fora o esmalte, o qual foi polido com lixa d'água de granulação 2500 e 4000 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), aplicadas por 20 s cada uma delas (Figura 5-C), restando assim espécimes de esmalte e dentina com 1 mm de espessura de cada tecido (Figura 5-D).

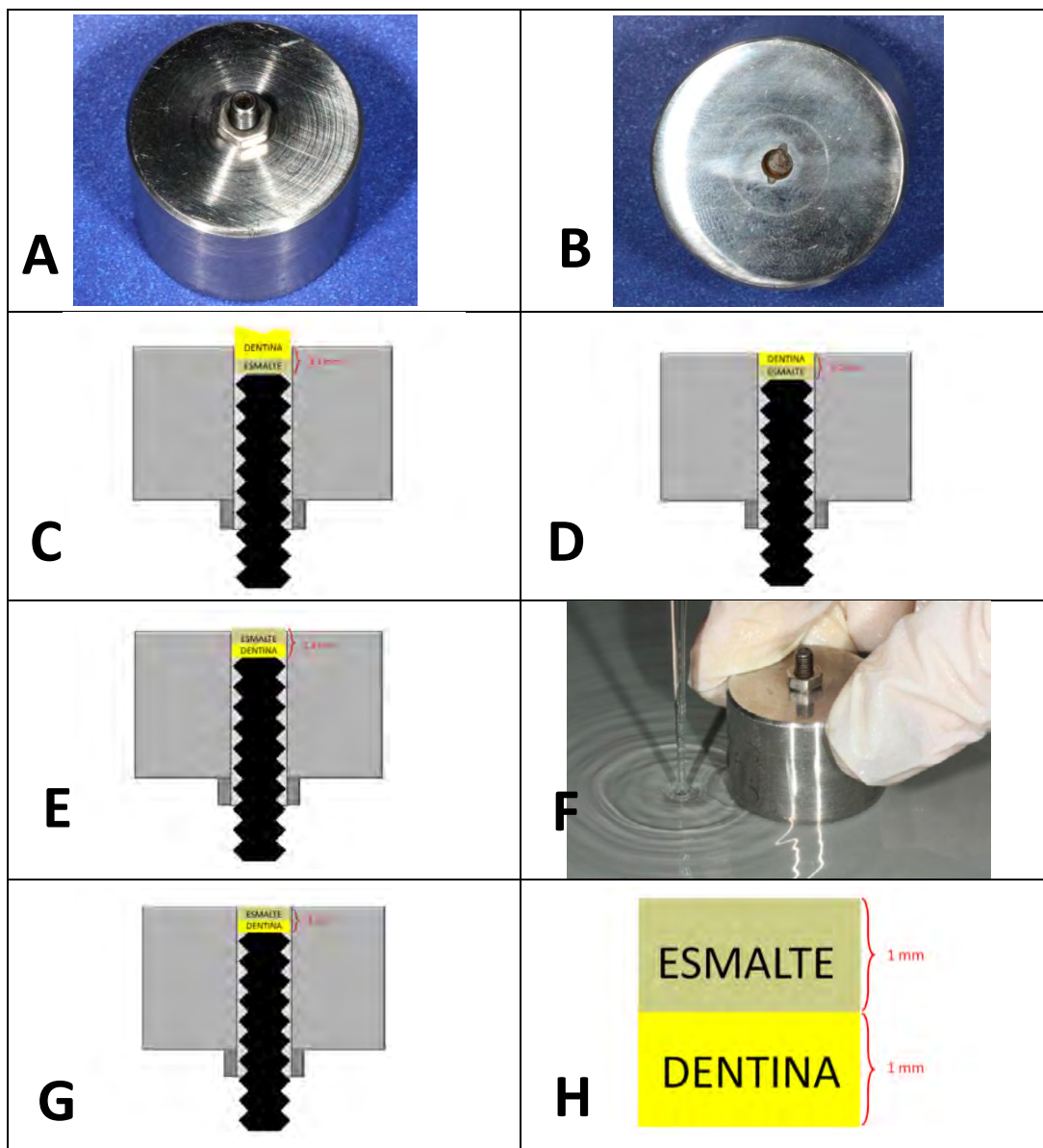


Figura 5 - Desgaste e polimento das superfícies de esmalte e dentina. A) Dispositivo utilizado (superfície); B) Dispositivo utilizado (base); C) Disco de esmalte e dentina logo após o corte pela trefina, posicionado no dispositivo de desgaste. D) Após a planificação da dentina; E) Disco posicionado com o esmalte voltado para cima, para o polimento; F) Uso da politriz para polimento dos discos; G) Após o polimento do esmalte; H) Dimensões do disco de esmalte-dentina após polimento.

Na porção lateral dos espécimes foi confeccionada uma marcação empregando-se a ponta diamantada esférica 1011 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), em alta rotação (Kavo, Joinville, SC, Brasil) com o longo eixo da broca posicionado perpendicularmente à superfície do esmalte (Figura 6–A). Este orifício tem a profundidade de $\frac{1}{2}$ diâmetro da ponta diamantada e o objetivo de sua realização é padronizar a posição do espécime no momento da leitura (Figura 6–B).

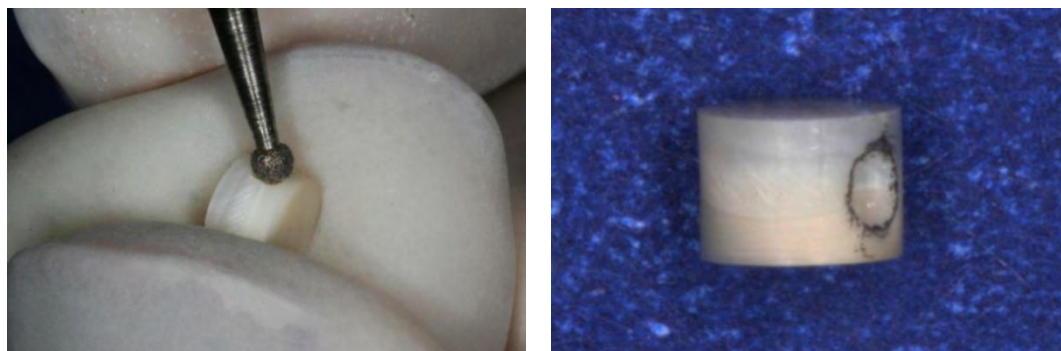


Figura 6 – Marcação dos espécimes. A) confecção da marcação na lateral do espécime com ponta esférica; B) Marcação realizada.

Confeccionados os espécimes, eles foram imersos em água deionizada e levados a um banho de ultra-som por 10 min (Ultrasonic Cleaner, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a remoção de todos os resíduos. Após este passo, os espécimes foram armazenados em solução de timol a 0,1% por 7 dias para rehidratação.

4.2 Mensuração da cor

Após obtenção dos espécimes foram realizados os procedimentos para tomada da cor inicial de cada um deles, para tal foi utilizado o aparelho espectrofotômetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japão)*, que possui uma esfera de integração (Figura 7). Este espectrofotômetro tem 2 tamanhos de área de leitura/iluminação: “MAV” – Medium Area View, na qual a área de leitura é de 8 mm e a iluminação é 11 mm; e “SAV” – Small Area View, na qual a área de leitura é de 3 mm e a iluminação é 6 mm. Para este trabalho, foi selecionada a área SAV. A cor e a distribuição espectral foram medidos de acordo com o Sistema CIE $L^*a^*b^*$, através do software On Color QC (Cyber Chrome, Stone Ridge, NY, EUA) onde foi regulado o iluminante padrão D65 no modo de reflectância, com inclusão do ultra violeta, o ângulo do observador a 2° e a reflexão especular incluída (SCI).

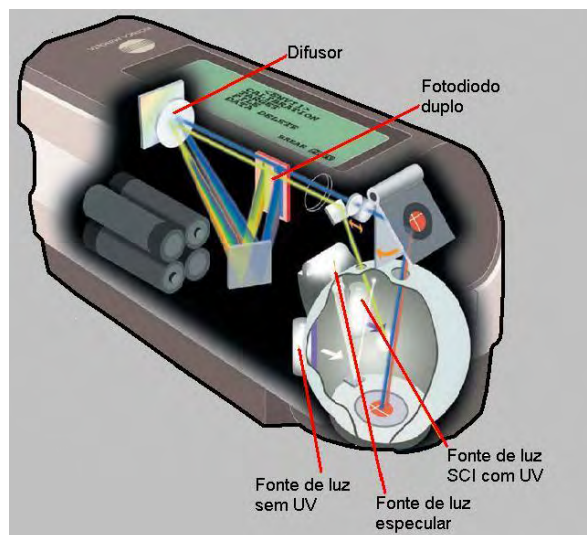


Figura 7 – Vista interna do espectrofotômetro 2600d Konica Minolta.

* Aparelho espectrofotômetro da Disciplina de Dentística, Departamento de Odontologia Restauradora da FOSJC-UNESP.

Antes da leitura de cor dos espécimes, o aparelho foi calibrado com os padrões branco e preto fornecidos pelo fabricante juntamente com o aparelho. Para permitir a reprodutibilidade do posicionamento do espécime em relação à janela de leitura do aparelho, a base original do espectrofotômetro foi moldada com silicona pesada (Optosil, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha) e reproduzida em resina epóxi. Na área de leitura foi preparado um dispositivo que permite o posicionamento do fundo branco de leitura, confeccionado em resina epóxi associada ao dióxido de titânio, este fundo branco foi posicionado na base do dispositivo, para que desta maneira existisse uma padronização da leitura a ser feita. (Figura 8-D). O uso do fundo branco foi sugerido por Lee et al. (2006), pois sendo o dente um substrato turbido, possivelmente haverá passagem de luz por meio deste, e sendo o fundo de cor branca essa luz seria refletida novamente. Sobre esse, foi posicionada uma base em silicone com um orifício central que permite o posicionamento exato do espécime de 2 mm, de forma que a superfície do esmalte fique plana à superfície do silicone. Isso permite que todo o espécime seja lido pelo aparelho e evite o fenômeno de “*edge loss*”, que ocorre quando uma máscara é usada para ler materiais turbidos como a estrutura dental. Na Figura 8, é mostrada uma ilustração esquemática desse fenômeno, mostrando os possíveis caminhos de reflexão da luz.

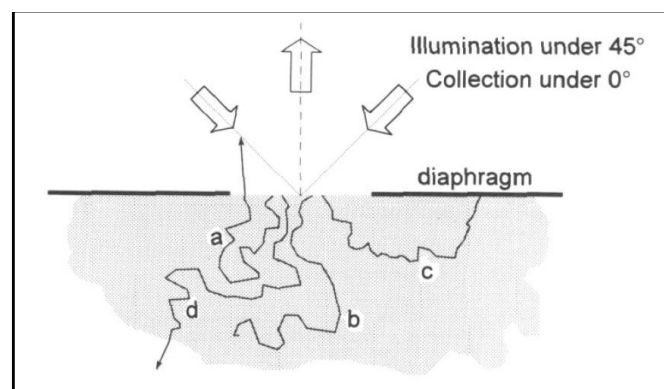


Figura 8 – Esquema do Fênômeno Edge-Loss. Esquema de iluminação e detecção para espectrofotômetros com máscaras de leitura menores que o diâmetro do espécime.

Os espécimes foram removidos da solução de timol a 0,1%, e imediatamente posicionados no orifício do dispositivo de silicone (Figura 9-B). A marcação na porção lateral do espécime foi posicionada de forma a coincidir com uma marcação feita no silicone, mantendo assim o espécime sempre na mesma orientação dos prismas de esmalte, na leitura inicial, antes do procedimento clareador e nas leituras finais depois da realização do procedimento clareador (Figura 9-C). O aparelho foi ajustado para fazer 3 leituras consecutivas, calculando automaticamente os valores médios de L^* , a^* e b^* (Figura 9-E).

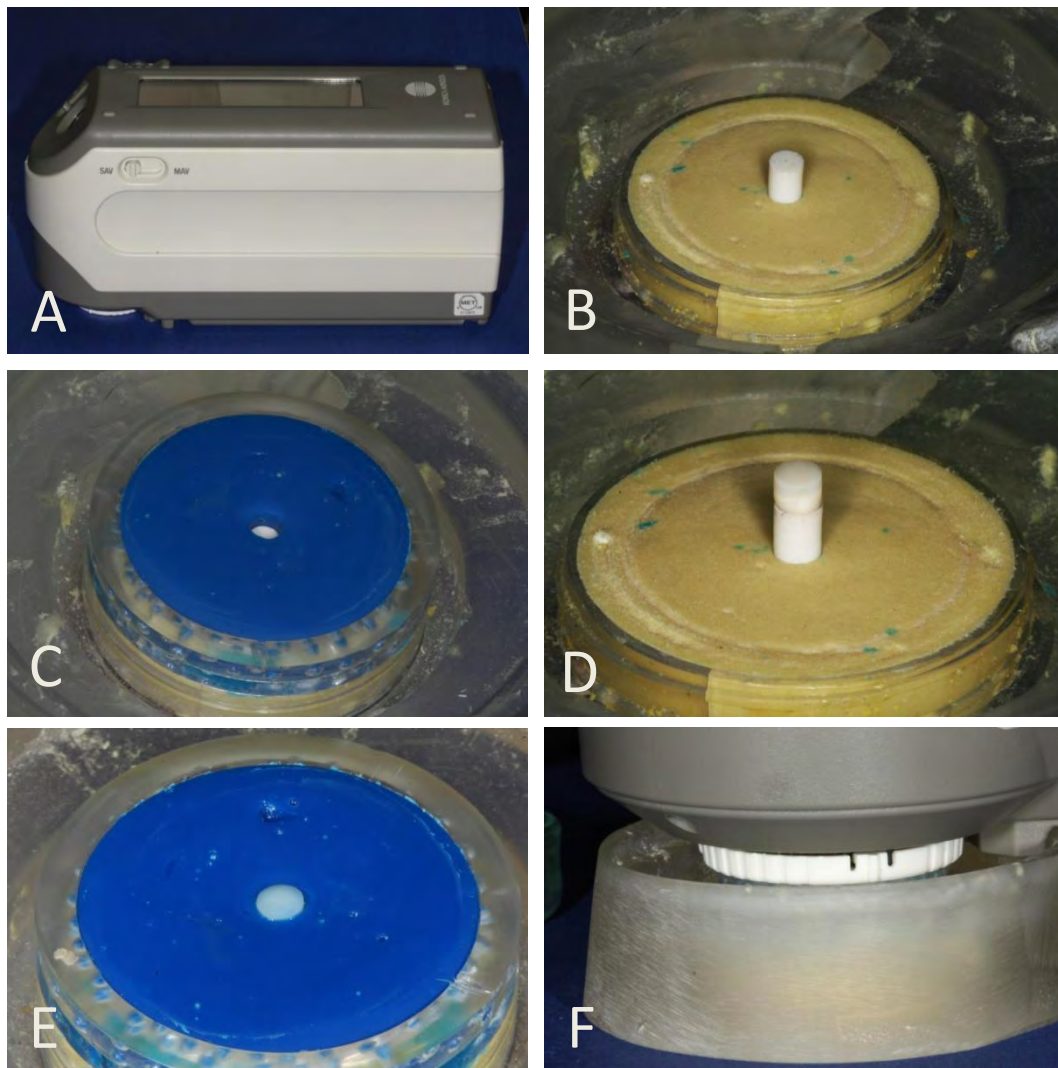


Figura 9 – Mensuração da Cor. A) Espectrofotômetro CM-2600d Konica Minolta B) Dispositivo em silicona pesada para posicionamento do fundo branco de resina epóxi; C) Dispositivo de silicone para posicionamento dos espécimes; D) Fundo branco posicionado, com espécime sobre ele; E) Espécime em posição; F) Espectrofotômetro posicionado para leitura.

4.3 Divisão dos grupos

Após realizada a mensuração inicial da cor de cada espécime, o valor médio de L^* de cada um deles foi utilizado para a distribuição estratificada em grupos e subgrupos de acordo com o agente ativador a ser utilizado e a concentração deste (Figura 10).

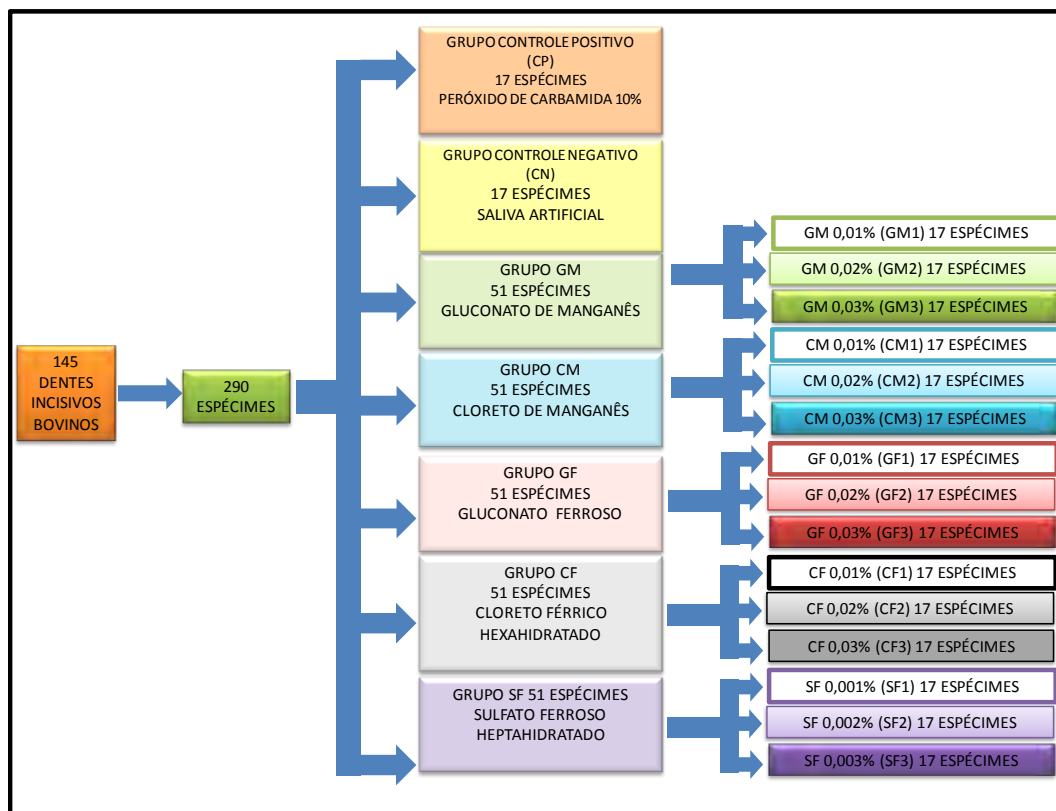


Figura 10 – Divisão dos grupos

Foi determinado um grupo para controle positivo (**CP**), onde o tratamento clareador foi realizado apenas pelo gel de Peróxido de carbamida a 10%, e um grupo para controle negativo (**CN**), onde os espécimes permaneceram imersos apenas em solução de saliva artificial,

conforme a formulação proposta por Gohring et al. (2004), durante todo o período de clareamento dos outros dentes, sendo esta solução substituída a cada 24h. Os grupos CP e CN apresentaram 17 espécimes cada um.

Os demais grupos foram denominados de acordo com o ativador químico utilizado, sendo eles:

- Gluconato de manganês **(GM)**;
- Cloreto de manganês **(CM)**;
- Gluconato ferroso **(GF)**;
- Cloreto férrico **(CF)**;
- Sulfato ferroso **(SF)**.

Os detalhes dos agentes ativadores químicos testados são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Ativadores químicos utilizados

GRUPO	AGENTE CATALISADOR	FÓRMULA	FABRICANTE	CAS
GM	Gluconato de Manganês	$(\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COO})_2\text{Mn}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Purac Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil	7544100
CM	Cloreto de Manganês	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Vetec Química Fina, Rio de Janeiro, RJ, Brasil	13446-34-9
GF	Gluconato Ferroso	$(\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COO})_2\text{Fe}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Purac Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil	299-29-6
CF	Cloreto Férrico Hexahidratado	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Vetec Química Fina Rio de Janeiro, RJ, Brasil	10025-77-1
SF	Sulfato Ferroso Heptahidratado	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Lab Synth Ltda. Diadema, SP, Brasil	77-82-63-0

Cada grupo que recebeu agente ativador químico foi dividido em 3 subgrupos de 17 espécimes cada, de acordo com as concentrações de cada ativador utilizado, sendo elas de 0,01%, 0,02% e 0,03% para os

grupos GM, CM, GF e CF, e de 0,001%, 0,002% e 0,003% para o grupo SF.

4.4 Tratamento Clareador

Para o clareamento dos espécimes utilizou-se um gel experimental de peróxido de carbamida a 10% apresentado em 2 seringas separadas. Na seringa A foi colocado um gel de peróxido de carbamida a 20% a base de carbopol, enquanto na seringa B foi colocado outro gel com uma composição similar, mas sem peróxido de carbamida, e contendo os agentes ativadores químicos a serem testados (Figura 11-A). No momento da aplicação as duas seringas foram conectadas através de um adaptador plástico, sendo os êmbolos movimentados para um lado e para o outro por 10 vezes, resultando num gel homogêneo contendo peróxido de carbamida a 10% (Figura 11-B e 11-C). O conteúdo foi então transferido para apenas uma seringa, a qual recebia uma ponta aplicadora para que o gel fosse depositado sobre os espécimes (Figura 11-D).

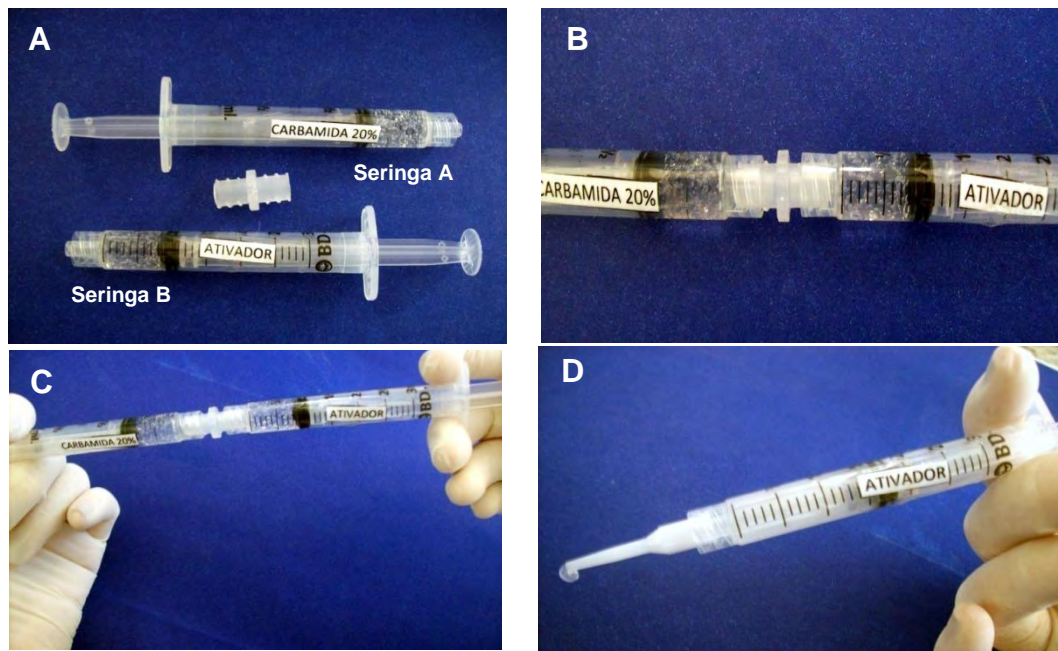


Figura 11 – Manipulação do gel clareador. A) Seringa A - PC a 20% e Seringa B - agente químico ativador; B) Seringas acopladas; C) Mistura dos géis; D) Ponta para aplicação do gel após misturados os conteúdos das seringas.

Os espécimes receberam o tratamento clareador seguindo os mesmos procedimentos para todos os grupos, a diferenciação se deu apenas pelo agente ativador químico adicionado ao gel de peróxido de carbamida a 10%, conforme foi descrito anteriormente.

Os espécimes foram posicionados em bases confeccionadas em silicone de condensação (Xantopren VL plus, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha), de modo que apenas a porção superficial do esmalte ficasse exposta, para que assim não existisse contato do gel clareador com a porção dentinária (Figuras 12-A e 12-B).



Figura 12 – Dispositivo de silicone para acomodação dos espécimes. A) Espécimes posicionados no dispositivo; B) Vista aproximada.

O gel foi levado à superfície do esmalte através de uma seringa acoplada com ponta aplicadora, e foi depositada sobre a superfície do esmalte uma camada de 2 mm de gel clareador, o qual permaneceu em contato com os espécimes por um período de 8 h. Decorrido este período, o gel foi removido por meio de uma cânula de sucção ligada a uma bomba a vácuo (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) e os espécimes lavados com leves jatos de água/ar, e imersos em solução de saliva artificial, manipulada segundo a fórmula descrita por Gohring et al. (2004), durante um período de 16 h. Após este período, repetiu-se a sequência de aplicação do gel clareador da mesma maneira descrita anteriormente, durante 7 dias. Após decorridos esse período, os espécimes foram mantidos imersos em solução de saliva artificial por um período de 24 h e foram realizadas as leituras da cor obtida até então. Foram então realizados mais 7 dias de tratamento clareador, da mesma maneira como realizado na semana anterior, totalizando 14 dias de tratamento. Posteriormente, os espécimes foram novamente imersos em solução de saliva artificial por um período de 24 h após as quais foi realizada então a leitura final de cor dos espécimes da mesma maneira descrita anteriormente para a leitura inicial. As diferenças nos valores de L (ΔL), a (Δa) e b (Δb), assim como a variação geral da cor (ΔE) foi calculada automaticamente pelo software On Color QC.

4.5 Planejamento Estatístico

Segundo a proposta deste estudo, as hipóteses de nulidade avaliadas foram:

- Os agentes ativadores químicos não influenciam a efetividade do gel clareador dental a base de peróxido de carbamida a 10%;
- A concentração dos ativadores químicos utilizados não influenciou na efetividade do gel clareador.

Para a análise estatística foi utilizado o teste de análise de variância ANOVA de medidas repetidas para comparar 2 fatores: grupos (diferentes agentes químicos e suas concentrações) e tempo (1 semana e duas semanas), e a interação entre eles. Para a determinação dos contrastes foi aplicado o teste Tukey ao nível de significância 5%.

5 RESULTADOS

Os resultados da análise da variância (ANOVA) de medidas repetidas para os parâmetros ΔL , Δa , Δb e ΔE , estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da Anova de medidas repetidas

Parâmetro	Fatores	SS	GL	MS	F	p*
Delta L	Grupos	294,962	16	18,435	5,6619	0,0000*
	Momento	2,346	1	2,346	1,6017	0,2067
	Grupo X momento	38,102	16	2,381	1,6261	0,0618
Delta a	Grupos	20,8594	16	1,3037	8,328	0,0000*
	Momento	0,5762	1	0,5762	13,443	0,0002*
	Grupo X momento	1,1599	16	0,0725	1,691	0,0480*
Delta B	Grupos	751,96	16	47	9,561	0,0000*
	Momento	18,91	1	18,91	14,008	0,0002*
	Grupo X momento	21,16	16	1,32	0,98	0,4789
Delta E	Grupos	588,73	16	36,8	8,917	0,0000*
	Momento	10,31	1	10,31	10,94	0,0010*
	Grupo X momento	18,03	16	1,13	1,196	0,2704

* Diferenças significativas

Para a comparação entre os grupos, diferenças significantes foram obtidas para os parâmetros ΔL , Δa , Δb e ΔE . Para o momento de avaliação, diferenças significantes foram observadas para os parâmetros Δa , Δb e ΔE . Para a interação entre esses dois fatores, diferenças significantes foram obtidas apenas para o parâmetro Δa .

Na Tabela 2 são apresentados os valores de média e desvio padrão (DP) e os resultados do Teste de Tukey para o parâmetro ΔL .

Tabela 2 – Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o parâmetro Delta L

1 semana				2 semanas						
Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*		Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*		
CN	0,18	1,65	A		CN	-0,32	1,68	A		
CF3	1,29	0,93	A	B	CF3	1,39	0,93	A	B	
GM3	1,38	1,50	A	B	CM2	1,46	1,19	A	B	C
CM2	1,50	1,28	A	B	GF2	1,47	0,90	A	B	C
GF3	1,56	1,40	A	B	CM3	1,49	1,17	A	B	C
CF2	1,63	1,94	A	B	GF3	1,63	1,43		B	C
GM1	1,65	1,26	A	B	CF1	1,70	1,63		B	C
GF1	1,66	1,46	A	B	GM3	1,76	1,27		B	C
CM3	1,67	0,91	A	B	SF1	1,77	1,12		B	C
GF2	1,70	1,17	A	B	CM1	2,12	2,34		B	C
CF1	1,83	1,22	A	B	CP	2,33	1,53		B	C
SF1	1,89	1,14	A	B	SF3	2,34	1,88		B	C
CM1	1,97	1,59		B	CF2	2,34	2,05		B	C
CP	2,06	1,25		B	GM2	2,43	1,61		B	C
GM2	2,24	2,10		B	GM1	2,65	1,47		B	C
SF3	2,62	1,64		B	GF1	3,09	2,07		B	C
SF2	3,96	2,08		C	SF2	3,28	1,83			C

* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes

Considerando os valores obtidos para o parâmetro ΔL , para o tempo de uma semana de clareamento, o grupo SF2 apresentou maior variação de cor quando comparado ao CP, não sendo estatisticamente diferente dos grupos SF3 e GM2. Os demais grupos, não apresentaram diferenças estatísticas significantes em relação ao grupo CP. Apenas os grupos CM1, CP, GM2, SF3 e SF2 apresentaram diferenças estatísticas significantes em relação ao grupo CN. Para o tempo de duas semanas, embora os grupos SF2, GF1, GM1, GM2, CF2 e SF3 apresentem uma média numericamente maior que o CP, essa

diferença não foi estatisticamente significativa. Todos os grupos apresentaram diferenças significantes quando comparado com o grupo CN, exceto os grupos CF3, CM2, GF2 e CN3.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de média e desvio padrão e os resultados do Teste de Tukey para o parâmetro Δa .

Tabela 3 – Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o parâmetro Delta a

1 semana				2 semanas			
Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*	Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*
CN	0,05	0,17	A	CN	0,05	0,13	A
GF3	0,55	0,30	B	GF3	0,55	0,24	B
GF1	0,58	0,24	B	CF3	0,65	0,24	B C
GM3	0,59	0,25	B	GM3	0,65	0,22	B C
CM1	0,64	0,29	B	GF1	0,66	0,39	B C
CF3	0,65	0,30	B	GM2	0,67	0,38	B C
GF2	0,66	0,21	B	CF2	0,70	0,34	B C
SF1	0,73	0,28	B	GF2	0,72	0,20	B C
GM2	0,74	0,40	B	SF2	0,76	0,44	B C
CF2	0,75	0,35	B	SF3	0,77	0,42	B C
SF2	0,76	0,42	B	CM3	0,84	0,52	B C
CP	0,76	0,26	B	CM1	0,85	0,35	B C
CM2	0,77	0,34	B	CF1	0,89	0,32	B C
SF3	0,78	0,35	B	SF1	0,90	0,28	B C
CM3	0,80	0,35	B	CM2	0,93	0,27	C
GM1	0,81	0,32	B	GM1	0,94	0,33	C
CF1	0,84	0,27	B	CP	1,01	0,21	C

* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes

Analisando os resultados obtidos para o parâmetro Δa , nota-se que para o tempo de uma semana de clareamento, todos os grupos apresentaram diferenças significantes quando comparados ao grupo CN, embora não tenham apresentado diferenças significantes em relação ao grupo CP. Para o tempo de 2 semanas de tratamento clareador, todos os grupos apresentaram maior variação de cor

estatisticamente maior quando comparados com o grupo CN, e o grupo GF3 apresentou uma variação de cor significativamente inferior ao grupo CP.

Na Tabela 4 são mostrados os valores de média e desvio padrão e os resultados do Teste de Tukey para o parâmetro Δb .

Tabela 4 – Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o parâmetro Delta b

1 semana				2 semanas			
Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*	Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*
CP	-5,66	1,21	A	CP	-5,95	1,61	A
CM1	-5,52	1,52	A	CF1	-5,91	1,55	A
CF2	-5,50	1,99	A	CM1	-5,82	1,75	A
GM3	-5,46	1,26	A	CM3	-5,69	1,48	A
GM2	-5,35	1,32	A	CF2	-5,60	2,17	A
CF1	-5,30	1,53	A	GF2	-5,51	2,41	A
CM3	-5,19	1,45	A	CF3	-5,49	2,12	A
CM2	-5,18	1,34	A	GM3	-5,27	1,82	A
SF3	-4,84	1,38	A	SF1	-5,20	1,29	A
SF1	-4,75	1,75	A	GM2	-5,18	1,14	A
GF3	-4,73	1,66	A	CM2	-5,14	1,62	A
GM1	-4,69	1,53	A	SF2	-5,06	1,65	A
CF3	-4,65	3,90	A	SF3	-5,03	1,68	A
GF2	-4,56	2,99	A	GM1	-4,90	2,04	A
GF1	-4,45	1,11	A	GF1	-4,84	1,61	A
SF2	-4,25	1,56	A	GF3	-4,60	1,91	A
CN	-0,03	1,00	B	CN	-1,09	0,54	B

* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes

Para o parâmetro Δb , todos os grupos apresentaram maior variação de cor estatisticamente significativa quando comparados com o grupo CN, tanto para o tempo de uma semana quanto para de duas semanas, embora não apresentem diferenças significantes em relação ao grupo CP.

Na Tabela 5 estão descritos os valores de média e desvio padrão e os resultados do Teste de Tukey para o parâmetro ΔE .

Tabela 5 – Valores de média (\pm DP) e resultados do teste de Tukey para o parâmetro Delta E

1 semana				2 semanas			
Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*	Grupos	Média	\pm DP	Conjuntos homogêneos*
CN	1,70	0,93	A	CN	1,89	0,93	A
GF1	5,03	0,97	B	GF3	5,18	1,68	B
GM1	5,25	1,31	B	GM3	5,57	1,93	B
GF3	5,28	1,34	B	CM2	5,59	1,49	B
SF1	5,40	1,33	B	SF1	5,69	1,23	B
GF2	5,60	1,62	B	CF3	5,80	2,06	B
CM2	5,62	1,20	B	GF2	5,88	2,25	B
CM3	5,65	1,17	B	GM1	5,91	1,78	B
CF1	5,80	1,52	B	GM2	5,93	1,40	B
GM3	5,84	1,35	B	SF3	5,98	1,43	B
CF3	5,86	2,25	B	CM3	6,09	1,38	B
SF3	5,86	1,15	B	GF1	6,18	1,38	B
CF2	5,98	2,32	B	SF2	6,31	1,79	B
CM1	6,07	1,65	B	CF2	6,35	2,41	B
SF2	6,16	1,75	B	CF1	6,39	1,70	B
GM2	6,17	1,47	B	CM1	6,60	1,98	B
CP	6,25	0,94	B	CP	6,73	1,26	B

* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significantes

Pôde-se notar durante a avaliação dos resultados obtidos para o parâmetro ΔE que todos os grupos apresentaram maior variação de cor estatisticamente significativa quando comparados com o grupo CN, tanto para o tempo de uma semana quanto para o de duas semanas, embora não tenham apresentado diferenças significantes em relação ao grupo CP.

As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram respectivamente os valores de ΔL , Δa , Δb e ΔE para os resultados obtidos após a primeira e a segunda semana de clareamento, ilustrando os resultados apresentados nas tabelas anteriores.

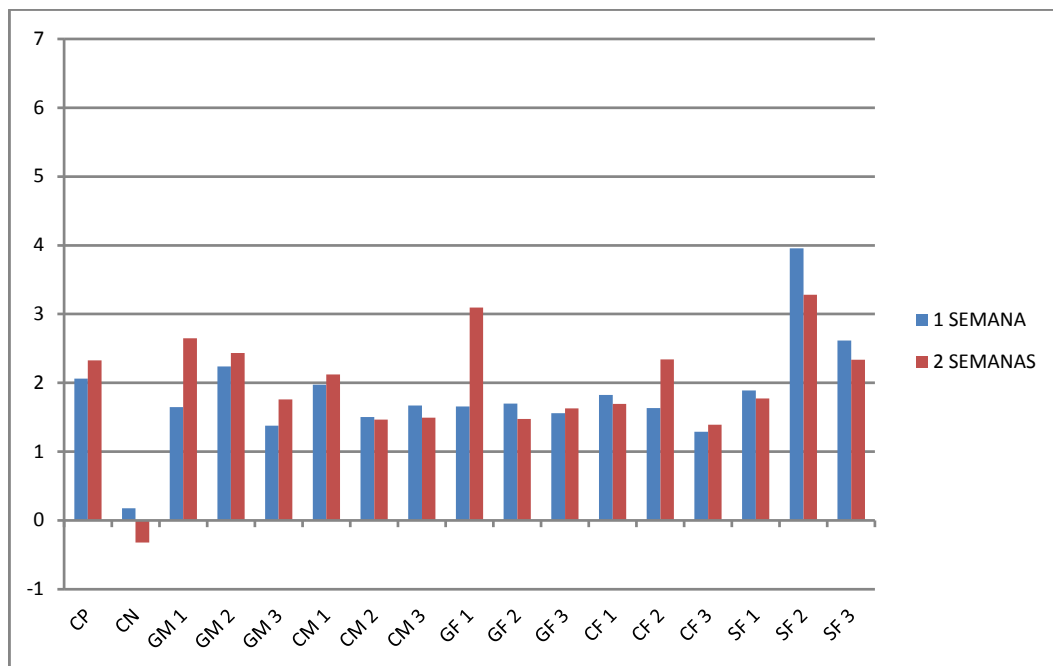


Figura 13- Valores de ΔL obtidos para os diferentes grupos

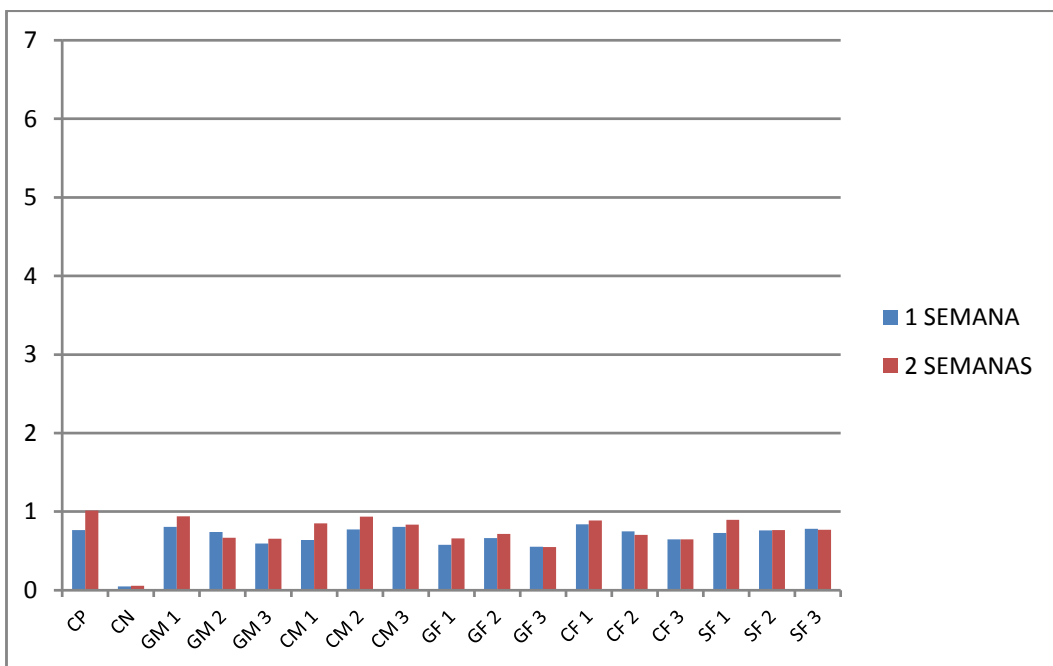


Figura 14 – Valores de Δa obtidos para os diferentes grupos

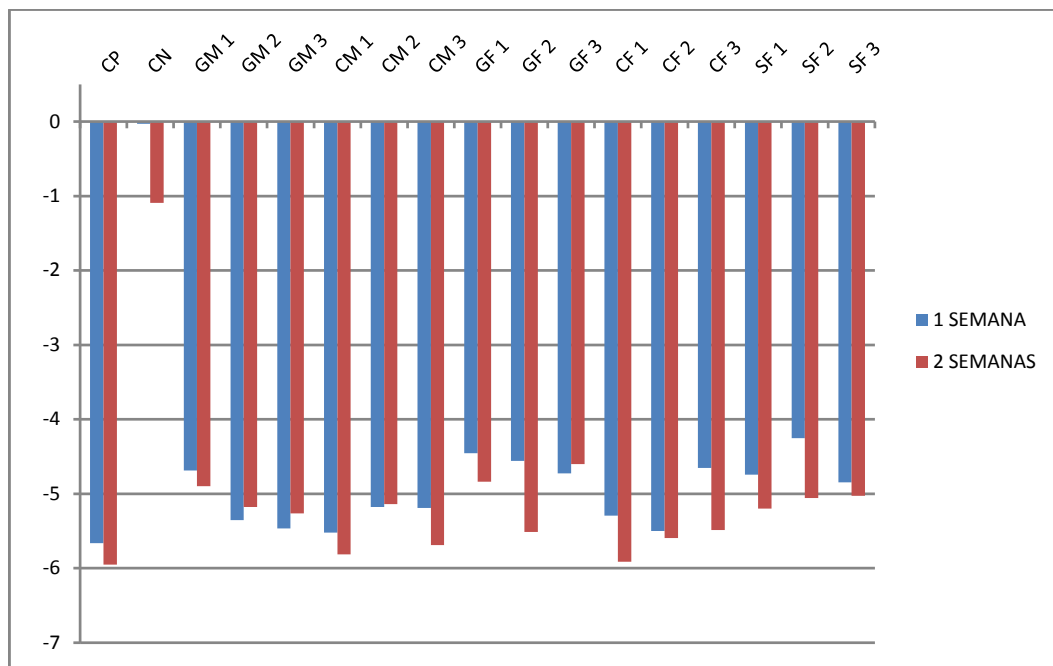


Figura 15- Valores de Δb obtidos para os diferentes grupos

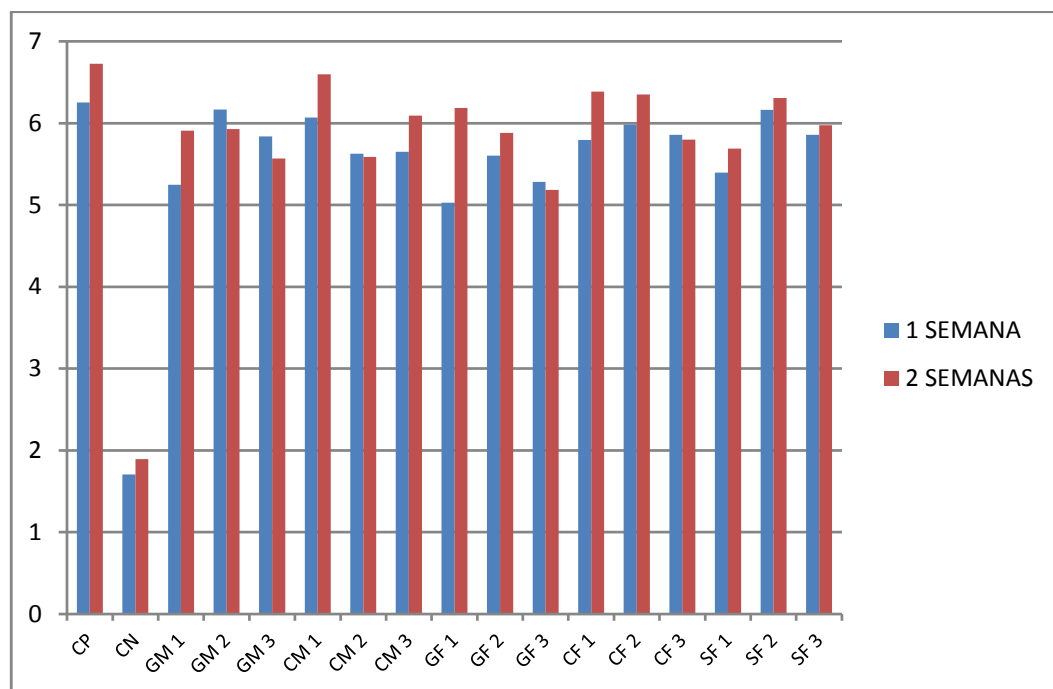


Figura 16- Valores de ΔE obtidos para os diferentes grupos

6 DISCUSSÃO

Neste estudo optamos por utilizar dentes bovinos pela facilidade de obtenção, de padronização, pela grande quantidade de dentes utilizados e por motivos éticos (Adibfar et al., 1992). Há vários trabalhos na literatura que utilizaram dentes bovinos em estudos de clareamento. Kwon et al.(2002), estudaram o efeito do peróxido de hidrogênio na morfologia e na reflectância de luz do esmalte bovino. Candido et al.(2005) também utilizaram dentes bovinos para avaliar a permeabilidade do esmalte exposto a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio (10% e 35%) e peróxido de carbamida (10%, 16% e 20%).

Em relação à similaridade dos dentes humanos e bovinos no tocante à microestrutura, Esser et al. (1998) e Kwon et al.(2002) relataram que os dentes bovinos apresentam propriedades físicas e químicas muito similares às dos dentes humanos como composição, densidade, dureza Vickers, podendo, contudo, apresentar valores da coordenada L* maiores que o dente humano, devido à diferença na reflectância superficial, explicada pelas diferenças na dieta humana e bovina. Schilke et al. (2000), mostraram em seu trabalho que há correspondência entre as camadas dentinárias das coroas de molares decíduos e permanentes e as coroas de incisivos bovinos, não havendo diferenças significativas em relação ao número de túbulos por mm^2 e ao diâmetro dos mesmos. Tagami et al. (1989), mostraram que a permeabilidade da dentina coronal de incisivos bovinos é semelhante ao da dentina próxima à junção amelo-cementária dos dentes humanos. Schiavoni et al. (2006) também descreveram que o esmalte bovino

representa uma alternativa viável ao esmalte humano em estudos de permeabilidade, ao realizarem uma pesquisa em que objetivaram comparar a permeabilidade do esmalte humano e bovino, através de um método de coloração histoquímica. Neste estudo, a espessura do esmalte foi padronizada em 1 mm, visando reproduzir a espessura encontrada em dentes incisivos superiores humanos (Harris; Hicks, 1998; Murray et al., 2002)

Avaliou-se a efetividade do clareamento dental nesta pesquisa, através da avaliação da mudança de cor dos espécimes. Para esta mensuração, foi utilizado o espectrofotômetro CM-2600d (Konica Minolta, Osaka, Japão). A percepção das cores feita somente pelo olho humano pode gerar inúmeras diferenças, visto que a cor depende de três fatores para ser percebida: o objeto, a luz que incide sobre este e o observador, que pode sofrer diversas influências externas que comprometam a correta percepção visual, portanto, para a correta avaliação das cores é necessário que se estabeleça uma padronização para a mensuração, que pode ser feita através da utilização de um espectrofotômetro. A análise espectrofotométrica de cores acontece através de múltiplos sensores, no caso do equipamento utilizado nesta pesquisa, são 40 sensores, os quais medem a reflectância espectral de um objeto em cada comprimento de onda ou em determinados intervalos estreitos de comprimentos de onda. Esses valores são processados por um microcomputador, que através de uma integral, calcula os valores dos dados da reflectância espectral. Na Figura 17 pode-se observar os gráficos de reflectância espectral de um espécime utilizado neste estudo, antes e após o clareamento.

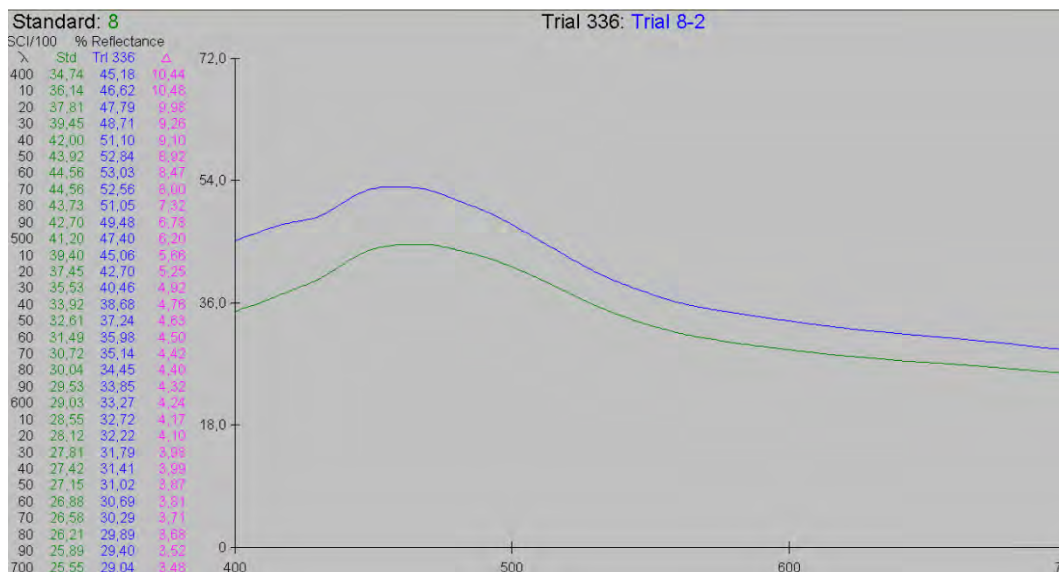


Figura 17 – Gráficos de reflectância espectral de um espécime utilizado no estudo, antes e após o clareamento

Vários pesquisadores utilizaram espectrofotômetros e colorímetros em suas pesquisas, (Frysh et al., 1995; Lenhard, 1996; O'Brien et al., 1997; Horn et al., 1998; Jones et al., 1999; Carvalho et al., 2002; Gallagher et al., 2002; Alves et al., 2006; Dietschi et al., 2006; Travassos et al., 2010; Wiegand et al., 2005; Caneppele, 2008; Vieira et al., 2008). A grande vantagem do uso de colorímetros ou espectrofotômetros em relação à visão humana é a objetividade da leitura, segundo Paul et al. (2002), a determinação espectrofotométrica das cores é mais precisa e mais reprodutível em comparação com a avaliação visual (83,3% comparado a 26,6%). Horn et al. (1998) ao realizarem um estudo em que compararam a avaliação de cor do dente utilizando um espectrofotômetro e a análise visual humana, verificaram que a avaliação humana da cor do dente não é confiável e que o espectrofotômetro pode prover um método mais previsível e apurado da avaliação da cor do dente *in vitro*. Na literatura também são propostos outros métodos objetivos para avaliação da cor, como a análise fotográfica.

A maneira pela qual os colorímetros efetuam a leitura das cores, corresponde às funções do olho humano; é o método denominado tristímulus. O olho humano pode ver a luz na região visível do espectro eletromagnético, todavia, luz não é o mesmo que cor. A luz é definida como a "radiação que estimula a retina do olho e torna possível a visão", essa por sua vez, é transmitida ao cérebro, e então forma-se o conceito de cor como sendo a resposta do cérebro à informação recebida do olho. Os colorímetros seguem este mesmo princípio, mas como eles sempre fazem suas medições utilizando a mesma fonte de luz e o mesmo método de iluminação, a partir de sensores calibrados para terem a sensibilidade do olho humano, as condições de medição serão sempre as mesmas, independentemente das condições de iluminação externas, o que faz com que medições sejam extremamente simples e precisas. Os colorímetros são dotados de três sensores que recebem a luz do objeto e transmitem a informação a um microcomputador, que traduz essa informação em valores numéricos. Já o espectrofotômetro, além da informação numérica da cor, fornece também o gráfico da reflectância espectral da cor, e como é dotado de múltiplos sensores de alta precisão capazes de medir a reflectância espectral de um objeto em cada comprimento de onda ou em determinados intervalos estreitos de comprimentos de onda, e há a possibilidade de inclusão de dados de diversos iluminantes. Dessa forma, o espectrofotômetro pode fornecer dados com maior precisão que os fornecidos por um colorímetro tristímulus. Estes dados são calculados pelo microcomputador do instrumento através de uma integral, que calcula os valores tristímulus dos dados da reflectância espectral (Konica Minolta, 2010). Outros parâmetros que podem ter influência sobre os valores registrados são de incluir ou excluir a reflexão especular, para usar ou não a luz UV e o ajuste do ângulo do observador, o que pode ser determinado de maneiras diferentes em diversos estudos realizados. Portanto, os valores absolutos do ΔE de diferentes estudos não podem

ser comparados, a menos que seja utilizado o mesmo dispositivo, com os mesmos ajustes e com a mesma zona de leitura (Torres et al., 2010).

Segundo Bolt et al. (1994), a utilização de uma máscara com janela de medição menor que o diâmetro do espécime é prejudicial para a correta mensuração de objetos túrbidos como dentes, pois ao penetrar a luz se espalha lateralmente sob a máscara. Sendo assim, a quantidade de luz re-emitida para a superfície e lida pelo aparelho é menor do que aquela que seria captada se não houvesse a janela de medição, desta forma gerando leituras errôneas sobre a cor do objeto avaliado. Esse fenômeno é denominado “*edge loss*” ou perda de margens.

Para determinar a influência do diâmetro da área de leitura usando máscaras, foi realizado um estudo piloto com amostras de 6 mm de diâmetro, porém foram realizadas leituras em áreas de 2, 3 e 6 mm de diâmetro antes e após o clareamento. A partir deste estudo piloto, observou-se que quanto menor a área de leitura, menores os valores de ΔE observados, o que indica que os valores registrados são altamente influenciados pelo fenômeno de perda de margens. Para evitar este inconveniente, neste estudo ao invés de uma máscara, o espécime foi colocado dentro de um casulo de silicone, sendo a totalidade do espécime lida pelo aparelho.

O espectrofotômetro utilizado forneceu as leituras da cor dos espécimes em valores das coordenadas L^* , a^* e b^* conforme o modelo de cor CIE $L^*a^*b^*$. A partir destes valores, o software utilizado, calculou automaticamente os valores de ΔL , Δa , Δb , isto é, a diferença entre duas leituras e também o ΔE , que é diferença total da cor. Há uma discussão intensa nos estudos de avaliação de cor em clareamento dental, sobre qual coordenada retrata melhor o clareamento. Inclusive, Li (2003) relata que o desafio mais crítico na avaliação da cor com espectrofotômetros e colorímetros é a falta de métodos para interpretar os dados dos aparelhos em relação às mudanças de cor em estudos que

avaliam a eficácia de sistemas de clareamento. Bengel (2003) observou que após o clareamento as maiores mudanças ocorrem nos valores das coordenadas L^* e b^* , sendo que a coordenada b^* seria a mais relevante na avaliação do tratamento clareador. Para o autor, os valores de ΔE não expressam a mudança total da cor. Observa-se um aumento nos valores de L^* , ou seja, os dentes tendem para o branco, bem como uma diminuição nos valores de b^* , tendendo os dentes a ficar menos amarelos. Porém para Koertge et al. (1998), mudanças que recebem um valor menor que 1 para o ΔE , não são identificadas a olho nu pelos examinadores. Sendo assim, quanto maior for o valor de ΔE , mais eficiente terá sido o processo. Neste estudo, pode-se notar que os valores de ΔE apresentados mostraram que houve variação de cor estatisticamente significativa para todos os grupos testados quando comparados ao grupo CN, que não recebeu o tratamento clareador, indicando a confiabilidade do método.

Para Dietschi et al. (2006), quando se analisa as 3 coordenadas de cor separadamente, os valores de L^* , os quais representam a claridade das amostras, parece ser o parâmetro mais significativo, enquanto os valores de a^* e b^* que representam a saturação, são menos úteis para fazer comparações entre produtos ou condições experimentais. Também para Carvalho et al. (2002), os valores da coordenada L^* são os mais importantes parâmetros para o clareamento dental. Lenhard (1996) observou pouca alteração nos valores da coordenada a^* , uma alteração nos valores de b^* na direção do azul e também um aumento da claridade, com o aumento de L^* . Karpinia et al. (2002), observaram, em seus estudos sobre clareamento, uma melhora significativa do amarelamento (Δb) e da claridade (ΔL) após o procedimento clareador. Luo et al. (2005), com o objetivo de encontrar um método mais efetivo de interpretar os dados dos espectrofotômetros, propôs uma modificação do índice WIC para avaliação do clareamento. Este índice foi proposto pela CIE, porém não é específico para avaliação

de clareamento dental. Os autores também relatam que das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* , separadamente, a coordenada b^* é a mais importante para avaliação do clareamento dental. De acordo com os resultados obtidos a partir deste estudo, o parâmetro ΔL , foi o que mostrou maior variação de cor entre os grupos testados, enquanto o parâmetro Δa mostrou diferenças dos grupos apenas em relação ao grupo CN, não expressando diferenças significativas entre os diferentes agentes químicos utilizados.

A utilização de saliva artificial para armazenamento dos espécimes teve como objetivo promover uma condição experimental mais próxima de uma condição *in vivo*. Candido et al.(2005), Alves et al.(2006) e Caneppele e Torres (2009), também utilizaram saliva artificial para o armazenamento dos espécimes em seu estudos de clareamento. Candido et al.(2005) constataram que a exposição à saliva apresentou um papel importante na redução da permeabilidade do esmalte dentário durante o tratamento clareador. A solução de saliva artificial utilizada em nosso estudo foi manipulada de acordo com a fórmula descrita por Gohring et al. (2004), a qual não apresenta Fluoreto de Sódio em sua composição, e apresenta pH 6,4, acima do pH crítico para o esmalte, de maneira a não interferir em alguma possível desmineralização do esmalte que pudesse acontecer durante o tratamento. Dessa forma, a variação observada no grupo controle negativo (CN), se deve à variação do próprio aparelho.

Embora Cardoso et al. (2007), ao avaliarem vários tempos de aplicação do peróxido de carbamida, concluíram que o tempo de oito horas diárias de uso deveria ser substituído por uma ou duas, já que houve uma similaridade nos resultados de mudança de cor nestes períodos comparado ao regime de 8 h, optou-se neste estudo por um protocolo de utilização já consagrado na literatura, utilizando o período de oito horas diárias, proposto primeiramente por Haywwod e Heymann (1989) e também utilizado por outros autores (Leonard et al., 1987; Zekonis et al., 2003). A utilização do gel clareador por duas semanas

também é proposta em vários trabalhos (Jones et al., 1999; Mokhlis et al., 2000; Gallagher et al., 2002), sendo até mesmo descrito por Matis (2009), em sua revisão de literatura, como o tratamento mais eficaz.

Para entender como a utilização de ativadores químicos originados de substâncias contendo metais de transição, como o ferro e o manganês, podem melhorar o processo de clareamento dental, tornando-o mais eficaz em menos tempo, deve-se primeiramente compreender como o PC atua ao ser utilizado no clareamento dental. Sabe-se que o PC será decomposto em H_2O_2 . Segundo Torres et al. (2007), o H_2O_2 é uma substância instável, que se decompõe facilmente no meio ambiente, liberando radicais livres, que são substâncias instáveis e muito reativas, possuindo em sua estrutura um elétron desemparelhado. Na tentativa de se tornarem estáveis estes procuram obter elétrons de outras moléculas que possam vir a entrar em contato com eles, que, no caso dos dentes a serem clareados, são as moléculas dos pigmentos e corantes incorporados à matriz dentinária. Tais pigmentos são compostos por duplas ligações e/ou anéis benzênicos em suas cadeias carbônicas, as quais, por serem longas e complexas, fazem com que mais luz seja absorvida e menos refletida, trazendo ao dente um aspecto escurecido. Desta forma, quando o gel de H_2O_2 é aplicado sobre o dente, os radicais livres originários de sua decomposição, difundem-se livremente através da matriz orgânica do esmalte, devido à sua permeabilidade e ao seu baixo peso molecular, chegando à dentina onde encontram as longas cadeias de pigmentos, com as quais podem se ligar e conquistar o elétron procurado. Ao doar este elétron, as complexas cadeias carbônicas se quebram, originando cadeias mais simples, que absorvem menos luz, e, portanto são mais claras, tornando o pigmento invisível. Quando em contato com os tecidos e fluídos orgânicos, o H_2O_2 se dissocia de diferentes maneiras, podendo formar apenas água e oxigênio, ou água e íon oxigênio (O^{2-}), ou radicais livres hidroxila ($HO\bullet$) ou radicais livres perhidroxila ($HOO\bullet$) e íon hidrogênio (H^+). A obtenção destes diferentes

produtos depende do pH do meio em que ocorre a reação e da presença de ativadores.

Apesar de instável, o H_2O_2 se decompõe lentamente, sendo interessante, nos casos em que é utilizado como um agente clareador, que existam meios que interfiram nesta reação, aumentando a sua velocidade, para que a liberação dos radicais livres seja mais eficiente e, conseqüentemente, o processo de clareamento seja mais rápido. Tais meios são representados pelo aumento de temperatura, aumento do pH do meio, utilização de enzimas como as catalases e peroxidases e interação com metais de transição (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb, Mn) dentre outros (Chen et al.,1993; Torres et al.,2007).

O efeito dos sais de metais está relacionado com a interferência destes ativadores químicos na energia de ativação da reação de dissociação de H_2O_2 , atuando como catalisadores, que irão aumentar a velocidade das reações e reduzir a quantidade mínima de energia cinética das moléculas de reagentes necessários para a reação começar, oferecendo outro caminho de menor energia (Masterton et al., 1990). O papel de catalisador dos derivados de ferro, por sua vez, é resultante de uma reação entre o íon Fe^{3+} , proveniente do cloreto férrico e o íon Fe^{2+} , proveniente do sulfato ferroso, com o H_2O_2 , através de uma reação conhecida como Reação de Fenton ou reação de Haber-Weiss (Haber, 1934; Kashima-Tanaka et al., 2003). Henry John Horstman Fenton descobriu em 1894 que vários metais têm propriedades especiais de transferência de oxigênio, que melhoram a utilização de peróxido de hidrogênio. Desde esta descoberta, o ferro catalisado a partir do peróxido de hidrogênio tem sido chamado de reação de Fenton. Após a adição de ferro a uma solução de peróxido de hidrogênio, as duas substâncias reagem para gerar radicais hidroxila de acordo com as seguintes equações: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \text{ ----> } \text{Fe}^{3+} + \bullet\text{OH} + \text{OH}^-$; $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 \text{ ----> } \text{Fe}^{2+} + \bullet\text{OOH} + \text{H}^+$.

A adição de um dos íons ferro citados fará com que ocorra uma reação chave, que aumenta a força oxidativa do H_2O_2 , resultando em um aumento da velocidade de degradação do mesmo, causando a formação de radicais livres mais rapidamente. Se tal reação ocorrer em um pH entre 3 e 6, ocorrerá uma reação cíclica, sustentando desta forma a produção do radical hidroxila (Bishop et al., 1968; Travassos et al., 2010).

A reação de Fenton foi inicialmente utilizada no tratamento de solos agrícolas e de resíduos industriais em uma tentativa de eliminar os compostos tóxicos presentes. A adição de um dos íons de ferro faz com que ocorra um aumento na força oxidativa do peróxido de hidrogênio, resultando em um aumento da sua velocidade de degradação, fazendo com que os radicais livres ajam de forma mais rápida (Bishop, 1968; Parsons, 2004). Kawamoto e Tsujimoto (2004) observaram que a adição de um agente quelante que remove íons metálicos em solução de H_2O_2 faz com que o montante de $\bullet OH$ gerado diminua linearmente. Dahlston et al. (1997) relataram que a produção de radicais livres $\bullet OH$ foi significativamente aumentada pela presença de descoloração do dente causadas por produtos de sangue em relação aos dentes não-descoloridos e que isso pode estar relacionado com o ferro disponível para a catálise de produção de radicais hidroxila.

Há diferenças, no entanto, na maneira pela qual compostos derivados de manganês agem em relação aos derivados de ferro. Sendo assim, quando da mistura de gluconato e cloreto de manganês com peróxido de hidrogênio, estes ativadores químicos agiram de uma forma simples, acelerando a degradação do peróxido, formando água e os radicais livres, sem, no entanto, dissociar-se ou participar na reação, o que não ocorre com o ferro, que acaba participando da reação, fazendo intercâmbios de elétrons (Masterton et al., 1990). Gaffar, (1997) estudou a eficácia de um gel clareador contendo 35% de Peróxido de Hidrogênio, que foi misturado com gluconato de manganês, a fim de

acelerar a decomposição do peróxido e aumentar a velocidade de liberação de radicais livres. Os resultados obtidos indicaram que a presença do ativador químico aumentou a eficácia do peróxido de hidrogênio da ordem de cerca de 1,5 a 8 vezes. Travassos et al. (2010) relatou que o gluconato de manganês foi eficaz em aumentar o efeito de branqueamento. Tais resultados, não condizem com os encontrados no presente estudo, o que provavelmente ocorra devido a diferença do protocolo adotado.

Como pode ser visto na Figura 13, o sulfato ferroso foi efetivo apenas com relação ao parâmetro ΔL , não apresentando efetividade significativa em relação aos demais parâmetros (Figuras 14, 15 e 16). As diferenças entre os resultados podem ser também relacionadas com a quantidade de sais adicionados ao gel clareador, sua solubilidade e reatividade, de acordo com a proposta deste estudo de testar diferentes concentrações de agentes ativadores químicos. Por exemplo, o sulfato ferroso na concentração de 0,002% foi a substância mais reativa no branqueamento, enquanto os outros ativadores produziram efeitos similares. Este fato pode ser explicado pela reação química do sal metálico com o peróxido utilizado, e a concentração aplicada. Para a determinação das concentrações utilizadas neste estudo, tomou-se como base, estudos pilotos anteriores onde diferentes concentrações foram utilizadas, tanto mais baixas, como mais altas. A partir destes estudos, notou-se que em concentrações muito baixas, não foram observados efeitos visíveis a olho nu nas condições de apresentação do gel, ou seja, não houve maior formação de bolhas, denotando que não haveria um aumento na liberação dos radicais livres. Já quando utilizadas concentrações muito altas, a liberação do oxigênio livre possivelmente ocorra muito rapidamente, e este seja consumido precocemente, inviabilizando a sua ação como clareador. Além do que esta ação confere ao gel uma consistência espumosa, dificultando a aplicação clínica do mesmo. Considerando estes fatos expostos, utilizou-se neste estudo

concentrações que se mostraram capazes de reagir com o PC, porém sem interferir na forma de apresentação do gel. Estudos complementares, avaliando diferentes concentrações devem ser realizados para o estabelecimento de valores adequados.

Toh, em 1993, realizou um estudo para avaliar a efetividade do tratamento clareador utilizando um sistema de clareamento com ativação dual (Hi-Lite-Shofu), o qual utiliza como ativação química um composto derivado do manganês (sulfato de manganês) e um composto derivado do ferro (sulfato ferroso). Após realizar três sessões de clareamento, utilizando em metade dos pacientes a ativação luminosa e na outra metade a ativação química, os autores analisaram os resultados obtidos e concluíram não haver diferenças estatísticas entre a ativação dual, utilizando luz e a ativação apenas química do gel. Freedman, em 2004, inventou um composto ativador químico para aumentar a decomposição do gel de H_2O_2 a 35%, utilizado para clareamento. O ativador químico consistia de gluconato de manganês adicionado a uma solução básica. A intenção do autor foi fazer com que a reação de degradação do Peróxido sofresse a influência, ao mesmo tempo, de um catalisador derivado de um metal de transição e da elevação do pH, obtendo desta forma a liberação dos radicais livres necessários para a quebra das longas cadeias de pigmentos de maneira mais eficaz.

Banerjee e Friedman (2005) desenvolveram um gel clareador que era combinado ao cloreto de manganês no momento da aplicação, a fim de aumentar a liberação dos radicais livres e, conseqüentemente, melhorar a eficiência do clareador. No momento do uso, através de um *Microbrush* saturado da solução ativadora, o Cloreto de Manganês foi misturado ao gel clareador e, utilizando o mesmo pincel, a mistura foi aplicada nos dentes a serem clareados. Após três minutos em contato com os dentes, o gel apresentava ainda o mesmo aspecto, porém após 6, 10 e 15 minutos de aplicação, a mistura mostrava aspecto

com abundantes bolhas, resultantes da rápida e abundante liberação do Oxigênio. Tais bolhas são resultantes da liberação do O_2 originadas da decomposição do H_2O_2 e desta forma servem como um indicador da reação. Desta forma, assim como o autor citado, neste estudo, o gel era formado pela mistura das duas soluções no momento de sua aplicação, fazendo com que se obtivesse um aumento do pH acompanhado da ação do agente ativador químico, resultando no aumento na velocidade de decomposição do peróxido.

Como se observou em diversos estudos, o uso da ativação química foi efetiva em aumentar a eficácia do tratamento clareador. Contudo, no presente estudo, nenhum agente empregado, nas diferentes concentrações testadas, foi efetivo. A principal diferença entre os estudos é o fato de utilizarem a ativação química em géis de Peróxido de Hidrogênio a 35%, usado para a técnica no consultório, na qual o produto é aplicado em geral por um período aproximado de 1 h. Entretanto, quando utilizado no clareamento caseiro, o gel permanece sobre a superfície dental por longos períodos, sendo assim qualquer efeito catalisador acaba se tornando irrelevante, pois os radicais livres têm o tempo necessário para realizar a oxidação dos pigmentos.

Estudos complementares laboratoriais e clínicos, comparando o clareamento empregando a ativação química em relação a outros meios de ativação, devem ser realizados, tanto para confirmação dos resultados obtidos a partir deste estudo, quanto em relação aos efeitos indesejáveis passíveis de ocorrência como sensibilidade e irritação dos tecidos gengivais e pulpares, e a influência sobre os tecidos dentais, além da estabilidade dos resultados obtidos, de modo que um tratamento mais seguro com a mesma eficiência possa ser oferecido.

Há que se considerar ainda, que tão importante quanto a obtenção dos resultados para a adição dos reagentes químicos, foi a padronização de uma metodologia adequada e eficiente para a avaliação precisa das variações de cor, visto que há diversos protocolos que vêm

sendo adotados, muitas vezes não trazendo relevância clínica para os resultados obtidos, devido à incapacidade de reprodução das condições necessárias em ambiente laboratorial.

7 CONCLUSÃO

Baseados na metodologia empregada e de acordo com a análise estatística dos resultados, concluiu-se que:

a) A presença dos ativadores químicos não resultou em um clareamento significativamente maior que o uso do PC a 10% sem ativação;

b) A concentração dos ativadores químicos utilizados não exerceu influência significativa sobre a eficácia do tratamento.

8 REFERÊNCIAS

Adibfar A, Steele A, Torneck CD, Titley KC, Ruse D. Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. *J Endod.* 1992; 18(10):488-91.

Al Shethri S, Matis BA, Cochran MA, Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Oper Dent.* 2003; 28(5): 488-95.

Alves G, Cesar I, Rego M, Liporoni PCS. Análise da efetividade clareadora dos peróxidos de hidrogênio e carbamida no esmalte dental através da fotorelectância [abstract Pa 256]. *Braz Oral Res.* 2006; 20(suppl):183.

Attia ML, Aguiar FB, César ICR, Gomes ACO, Munin E, Liporoni PCS. Comparação de dentes bovinos e humanos frente a duas técnicas clareadoras e manchamentos – análise de fotorreflectância. *Braz Oral Res.* 2006; 20(suppl): 77.

Auschill TM, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler NB. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent.* 2005; 30(2): 156-63.

Baltzer A, Jinoian VK. The determination of tooth colors. *Quint Zahnt.* 2004; 30(sp. repr): 726-740.

Banerjee A, Friedman J. Dental bleaching gel composition and activator. US Patent 6908607 Jun 21. (2005). 6908607.

Bengel WM. Digital photography and the assessment of therapeutic results after bleaching procedures. *J Esthet Restor Dent.* 2003; 15 (Suppl 1): S21-32; discussion S32.

Bishop DF. Hydrogen peroxide catalytic oxidation of refractory organics in municipal wastewaters. *Env Eng Chem Process Des & Develop.* 1968; 7: 1110-17.

Bolt RA, Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Phys Med Biol.* 1994; 39(7): 1133-42.

Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater.* 2007; 23(2):165-9.

Camargo SE, Valera MC, Camargo CH, Gasparoto Mancini MN and Menezes MM. Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *J Endod.* 2007; 33(9):1074-7.

Candido A, Araujo J, Silva C, Souza F, Guimarães R. Avaliação da permeabilidade do esmalte exposto a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida. *Odontol Clín-cient.* 2005; 4(3): 207-11.

Caneppele TM, Torres CR. Influence of surfactants on the effectiveness of bleaching gels. *Clin Oral Investig.* 2009. DOI 10.1007/s00784-009-0358-1.

Cardoso PC, Godoy FS, Oliveira MT, Baratieri LN. Influência do tempo de aplicação de um gel clareador a base de peróxido de carbamida a 10% na cor dos dentes – um estudo in vitro. *Cienc Odontol Bras.* 2007; 10(1):78-83.

Carvalho E, Robazza C, Lage-Marques J. Análise espectrofotométrica do clareamento dental interno utilizando laser e calor como fonte catalisadora. *Pesquisa Odontológica Brasileira.* 2002; 16(4):337-342.

Chen J, Xu J, Shing C. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 1993; 69(1):46-48.

Commission Internationale de L'Eclairage: Recommendations on uniform color spaces. Color difference equations. Psychometric color terms. Suppl 2 to CIE pub 15 (E-13.1) 1971/(TC-1.3), 1978 Paris: Bureau Central de la CIE, 1978.

Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2003; 14(4): 292-304.

Dahlstrom SW, Heithersay GS, Bridges TE. Hydroxyl radical activity in thermo-catalytically bleached root-filled teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1997; 13(3): 119-25.

Delfino CS, Chinelatti MA, Carrasco-Guerisoli LD, Batista AR, Froner IC, Palma-Dibb RG. Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(4): 284-8.

Dietschi 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.

Dozic A, Kleverlaan CJ, El-Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color-measuring devices. *J Prosthodont.* 2007; 16(2):93-100.

Esser M, Tinschert, J, Marx, R. Material characteristics of the hard tissues of bovine versus human teeth. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1998;**53**:5

Freedman B. Booster and activator composition for tooth-whitening agents. US Patent 0191188 Sep 30. (2004).

Frysh H, Bowles WH, Baker F, Rivera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH on hydrogen peroxide bleaching agents. *J Esthet Dent.* 1995;7(3):130-3.

Gaffar A. Oral compositions having accelerated tooth whitening effect. United States Patent Application Publication US PD n° 5648064. Jul. 15,1997.

Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden L, Mason S, Felix H. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent*. 2002; 13(6):219-24.

Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. *J Dent*. 2004; 32(3):235-40.

Goldstein RE. In-office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc*. 1997; 128 Suppl:11S-15S.

Grobler SR, Hayward R, Wiese S, Moola MH, van W Kotze TJ. Spectrophotometric assessment of the effectiveness of Opalescence PF 10%: a 14-month clinical study. *J Dent*. 2010; 38(2):113-7.

Haber FW. The catalytic decomposition of hydrogen peroxide by iron salts. *Proc R Soc Lond Ser A Math Phys Sci*. 1934; 143:19.

Harris EF, Hicks JD. A radiographic assessment of enamel thickness in human maxillary incisors. *Arch Oral Biol*. 1998;43(10):825-31.

Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int*. 1992; 23(7): 471-88.

Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*. 1989; 20(3):173-6.

Heymann HO, Swift EJ, Jr., Bayne SC, May KN, Jr., Wilder AD, Jr., Mann GB, et al. Clinical evaluation of two carbamide peroxide tooth-whitening agents. *Compend Contin Educ Dent*. 1998; 19(4):359-62, 364-6, 369 passim; quiz 376.

Horn DJ, Bulan-Brady J, Hicks ML. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 1998; 24(12):786-90.

Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent. 2004; 32 (Suppl 1): 3-12.

Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. J Dent. 2006;34(7):412-9.

Jones AH, Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Cobb DS. Colorimetric assessment of laser and home bleaching techniques. J Esthet Dent. 1999; 11(2):87-94.

Karpinia KA, Magnusson I, Sagel PA, Zhou X, Gerlach RW. Vital bleaching with two at-home professional systems. Am J Dent. 2002;15 Spec No: 13A-18A.

Kashima-Tanaka M, Tsujimoto Y, Kawamoto K, Senda N, Ito K, Yamazaki M. Generation of free radicals and/or active oxygen by light or laser irradiation of hydrogen peroxide or sodium hypochlorite. J Endod. 2003; 29(2):141-3.

Kawamoto K; Tsujimoto Y. Effects of the hydroxyl radical and hydrogen peroxide on tooth bleaching. J Endod. 2004; 30(1):45-50.

Koertge TE, Brooks CN, Sarbin AG, Powers D, Gunsolley JC. A longitudinal comparison of tooth whitening resulting from dentifrice use. J Clin Dent. 1998; 9(3):67-71.

Konica Minolta Sensing Inc. Precise color communication: Color control from perception to instrumentation; [Internet] c2007-2010 [acesso em maio 2010]. Disponível em: http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf

Kwon YH, Huo MS, Kim KH, Kim SK, Kim YJ. Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel. J Oral Rehabil. 2002; 29(5):473-7.

Lee YK, Lu H, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater.* 2006; 22(7):653-60.

Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127(11):1618-24; quiz 65.

Leonard Jr. RH, Haywood VB, Phillips C. Risk factors for developing tooth sensitivity and gingival irritation associated with nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1997; 28(8):527-34.

Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study. *Quintessence Int.* 1998; 29(8):503-7.

Ley M, Wagner T, Bizhang M. The effect of different fluoridation methods on the red wine staining potential on intensively bleached enamel in vitro. *Am J Dent.* 2006; 19(2):80-4.

Li Y. Tooth color measurement using Chroma Meter: techniques, advantages, and disadvantages. *J Esthet Restor Dent.* 2003; 15 Suppl 1: S33-41.

Masterton W, Slowinski E, Stanitski C. *Principles of Chemistry.* Rio de Janeiro: Ed Guanabara;1990.

Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int.* 1998; 29(9): 555-63.

Matis BA, Cochran MA, Eckert G. Review of the effectiveness of various tooth whitening systems. *Oper Dent.* 2009 Mar-Apr;34(2):230-5.

Matthews AB; Smith-Reynolds K. Dental whitening. US Patent 20050214232 Sep 29. (2005).

Mokhlis GR, Matis BA, Cochran MA, Eckert GJ. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131(9):1269-77.

Murray PE, Stanley HR, Matthews JB, Sloan AJ, Smith AJ. Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002; 93(4):474-82.

O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dent Mater.* 1997; 13(3): 179-85.

Parsons S. *Advanced oxidation process for water and wastewater treatment.* London, IWA Publishing, 2004.

Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002; 81(8): 578-82.

Pinelli M, Alves GL, César ICR, Munin E, Liporoni PCS. Análise do grau de clareamento dos agentes Simply White, Whiteness HP, Whiteness HP Maxx através de fotorreflectância. [abstract la 48]. *Braz Oral Res.* 2006;Sep; 20(Suppl): 76

Reis M. *Química integrada.* São Paulo: Ed. FTD; 1993. Cap. 5, p.162-9; Cap. 8,297-301; Cap. 12, p.469-472.

Russell MD, Gulfranz M, Moss BW. *In vivo* measurement of colour changes in natural teeth. *J Oral Rehabil.* 2000; 27(9):786-92.

Saleski CG. Color, light, and shade matching. *J Prosthet Dent.* 1972; 27(3):263-8.

Schiavoni RJS, Turssi CP, Carrasco LD, Pécora JD, Serra MC, Froner IC. Estudo comparativo da permeabilidade do esmalte humano e bovino. *Braz Oral Res.* 2006; 20(Suppl):161.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol.* 2000; 45(5):355-61.

Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent.* 1990; 64(4):425-31.

Sulieman M, Addy M, Rees JS. Development and evaluation of a method *in vitro* to study the effectiveness of tooth bleaching. *J Dent.* 2003;31(6): 415-22.

Sulieman M, Addy M, MacDonald E, Rees JS. The effect of hydrogen peroxide concentration on the outcome of tooth whitening: an *in vitro* study. *J Dent.* 2004; 32(4):295-9.

Sulieman M, Addy M, Rees JS. Surface and intra-pulpal temperature rises during tooth bleaching: an *in vitro* study. *Braz Dent J.* 2005; 199(1):37-40; discussion 32.

Tagami J, Tao L, Pashley DH, Horner JA. The permeability of dentine from bovine incisors *in vitro*. *Arch Oral Biol.* 1989; 34(10):773-7.

Toh CG. Clinical evaluation of a dual-activated bleaching system. *Asian J Aesthet Dent.* 1993;1(2):65-70.

Torres CRG, Borges AB, Kubo C, Gonçalves S, Araújo R, Celaschi S, et al. *Clareamento dental com fontes híbridas LED/Laser.* São Paulo: Editora Santos; 2007.

Torres CRG, Wiegand A, Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy. *J Dent.* (No prelo 2010)

Travassos AC, Torres C, Barcellos DC. *In vitro* assessment of chemical activation efficiency in dental bleaching by the in-office technique. *Oper Dent.* 2010, 35-3, 287-294.

Tschoppe P, Neumann K, Mueller J, Kielbassa AM. Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent*. 2009;37(2):156-62.

Tsubura S, Yamaguchi R. Clinical Evaluation of a new bleaching product "Polanight" in a Japanese population. *Odontol Clín-cient*. 2005; 93:52-5.

Ushigome T, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Kawada E, Oda Y. Influence of peroxide treatment on bovine enamel surface--cross-sectional analysis. *Dent Mater J*. 2009; 28(3):315-23.

Vieira GF, Arakaki Y, Caneppele TM. Spectrophotometric assessment of the effects of 10% carbamide peroxide on enamel translucency. *Braz Oral Res*. 2008;22(1):90-5.

Viscio D, Gaffar A, Fakhry-Smith S, Xu T. Present and future technologies of tooth whitening. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 2000;(28):S36-43; quiz S49.

Wasson W, Schuman N. Color vision and dentistry. *Quintessence Int*. 1992; 23(5): 349-53.

White DJ, Kozak KM, Zoladz JR, Duschner HJ, Gotz H. Effects of tooth-whitening gels on enamel and dentin ultrastructure--a confocal laser scanning microscopy pilot study. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 2000;(29):S29-34; quiz S43.

Wiegand A, Vollmer D, Foitzik M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clinical Oral Investigations*. 2005; 9(2):91-7.

Zekonis R, Matis BA, Cochran MA, Al Shetri SE, Eckert GJ, Carlson TJ. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent*. 2003; 28(2):114-21.

Zhao J. Whitening Compound. US Patent 20050042185 Feb 24. (2005).

ANEXO A – Documento de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

 **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas
CEP 12201-970 – F. (12) 3947-9028 / 9037
Fax (12) 3947-9010 / sigotti@fosjo.unesp.br / Guedes@fosjo.unesp.br

 **CERTIFICADO**
Comitê de Ética em Pesquisa
Envolvendo Animais

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº **040/2009-PA/CEP**, sobre **“Efeito da ativação do gel de peróxido de carbamida a 10% no clareamento dental”** sob responsabilidade de **GRAZIELA RIBEIRO BATISTA**, tendo como orientador o Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 11 de novembro de 2009



Profa.Titular YASMIN RODARTE CARVALHO
Coordenadora

Batista GR. Effect of chemical activation of 10% carbamide peroxide gel in tooth bleaching [Dissertation]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – Universidade Estadual Paulista; 2010.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of chemical activating agents, to increase the effectiveness of the home bleaching technique, using 10% carbamide peroxide gel. Were used 145 bovine incisors and from each tooth were obtained 2 discs of enamel-dentin from the buccal surface, through a trephine bur, totaling 290 specimens, which had 1 mm of enamel, 1mm of dentin and 3 mm of diameter for each. The initial measurement of the color of specimens was made by a spectrophotometer CM 2600d (Konica Minolta), using the CIE L* a* b* system. The specimens were divided into groups in a stratified manner according to the value of L*. For all the tested groups was used a 10% carbamide peroxide gel, and was determined a positive control group (CP), where there was no chemical agent added, a negative control group (CN), where the specimens were submerged in a solution of artificial saliva, without receiving any kind of bleaching gel and the other groups were subdivided according to the type of chemical activator added to the gel and the concentration of agent, namely: GM - Manganese Gluconate, CM - Manganese chloride, GF - Ferrous gluconate, CF - Ferric Chloride, SF - Ferrous Sulfate. For each agent were tested 3 different concentrations, resulting in 3 subgroups. On the enamel surface of these specimens, were applied the bleaching gel and kept for a period of 8 h, after which, they were washed and immersed in artificial saliva for 16 h, and then were made new applications of bleaching gel for 14 subsequent days. Color assessments were made 7 days after the bleaching treatment beginning, and again after 14 days of bleaching treatment beginning. The data were analyzed by the test of repeated-measures ANOVA and Tukey's test. The obtained results showed statistically significant differences ($p = 0.0000$) for the values of ΔL , Δa , Δb and ΔE among the

tested groups, regarding evaluation time significant differences were noted for the parameters Δa ($p = 0.0002$), Δb (0.0002) and ΔE (0.0010) and for the interaction between groups and evaluation time only Δa parameter presented significant difference ($p = 0.0480$). The NC group showed the lower values for all the groups and the experimental groups did not show statistical differences from the PC group. It was concluded that the addition of chemical activators did not result in a bleaching significantly greater than the use of 10% PC without activation, and that the concentration of chemical activators used did not show significant influence on the effectiveness of treatment.

Keywords: *Tooth bleaching. Chemical activation. Spectrophotometry.*