



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

CRISTIANE DOS SANTOS SOUZA

**EFEITO DA ATIVAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO GEL
CLAREADOR NA VELOCIDADE DE PENETRAÇÃO DO
PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO – estudo *in vitro***

2013

CRISTIANE DOS SANTOS SOUZA

**EFEITO DA ATIVAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO GEL CLAREADOR NA
VELOCIDADE DE PENETRAÇÃO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO –
estudo *in vitro***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia, UNESP- Univ. Estadual Paulista, Campus de São José dos Campos, como parte das exigências para a obtenção do grau de CIRURGIÃO DENTISTA.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

Co-orientadora: Profa. Dra. Taciana Marco Ferraz Caneppele

São José dos Campos

2013

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, 30 de setembro de 2013.

Cristiane dos Santos Souza

E-mail: cristiane.souza@fosjc.unesp.br

BANCA EXAMINADORA

Prof. Assist. Dr. Carlos Rocha Gomes Torres

Departamento de Odontologia Restauradora

Profa. Assist. Dra. Alessandra Buhler Borges

Departamento de Odontologia Restauradora

Prof. Assist. Dr. Cesar Rogerio Pucci

Departamento de Odontologia Restauradora

São José dos Campos, 30 de setembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais a quem honro pelo esforço com o qual mantiveram seus filhos na escola. A meus amigos pelo incentivo e ao Professor Carlos Rocha Gomes Torres pela sabedoria e dedicação com o qual me orientou neste trabalho, levando em consideração os problemas que fazem parte do contexto de seus alunos, sendo sensível às diversas situações que lhes foram apresentadas.

AGRADECIMENTOS

Considero este trabalho de conclusão de curso como o resultado de uma longa caminhada e agradeço de antemão a todos que estiveram e estão próximos de mim, fazendo desta vida valer cada vez mais a pena.

Agradeço a minha família por sua capacidade de acreditar e investir em mim, especialmente a meus irmãos Cleber e Clayton, que me apoiaram nos momentos de dificuldade pelos quais passamos.

Ao Wesley, com quem amo compartilhar a vida, obrigada pelo carinho, paciência e compreensão.

Ao curso de Odontologia, que me propiciou bons momentos e experiências, e as pessoas com quem convivi nestes espaços ao longo desses anos. Sentirei saudades...

Aos meus colegas de classe com os quais dividimos angústias e alegrias nas comemorações. Desejo a todos sucesso pessoal e profissional.

Aos meus professores, que contribuíram para minha formação com seus conhecimentos, dentre eles o professor João Carlos Bacigalupo, por seus ensinamentos. E, sobretudo aos professores Carlos Rocha Gomes Torres e Taciana Marco Ferraz Caneppele, agradeço aos dois pela assistência dada e dedicação ao longo de todas as etapas.

E a FAPESP, pelo apoio institucional e financeiro.

Muito Obrigada a todos!

“A esperança é o sonho do homem acordado”.

Aristóteles

Efeito da ativação física e química do gel clareador na velocidade de penetração do peróxido de hidrogênio: estudo *in vitro*.

Influence of chemical and physical activation of hydrogen peroxide bleaching gel on its speed of penetration: in vitro study.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ativação física e química na velocidade de penetração do peróxido de hidrogênio presente em géis clareadores de diferentes concentrações através do esmalte e da dentina. Foram utilizados 120 dentes incisivos bovinos, dos quais foram obtidos discos de esmalte e dentina da face vestibular, com seis mm de diâmetro. As amostras foram divididas em seis grupos: G1 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 20%; G2 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 20% com ativação por luz; G3 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 20% alterado com Gluconato de Manganês; G4 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 35%; G5 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 35% com ativação por luz; G6 – gel de Peróxido de Hidrogênio a 35% alterado com Gluconato de Manganês. Os espécimes foram colocados em um suporte (casulo) transparente no qual havia uma substância evidenciadora de peróxido de hidrogênio logo abaixo e em contato com o espécime. Após os procedimentos de aplicação do gel definidos para cada grupo, uma câmera filmadora foi posicionada e acionada sua gravação para monitoramento do tempo de penetração do peróxido em cada espécime. A gravação foi finalizada após mudança da coloração do líquido evidenciador de todos os espécimes e os tempos foram anotados para comparações. Após análise dos dados, a ANOVA demonstrou que a concentração e o tipo de ativação do gel influenciou significativamente o tempo de difusão do peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio a 35% demonstrou um

tempo de difusão menor comparado aos grupos com o gel a 20%. A fotoativação do peróxido de hidrogênio diminuiu significativamente o tempo de difusão comparado à ativação química. O maior tempo de difusão foi obtido com o peróxido de hidrogênio a 20% quimicamente ativado. O tempo de penetração foi dependente da ativação e concentração do peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio mais concentrado penetrou mais rapidamente nas amostras.

PALAVRAS-CHAVE

Peróxido de hidrogênio; Clareamento; velocidade de penetração; Esmalte e dentina.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of physical and chemical activation on the speed of penetration of hydrogen peroxide bleaching agents present in different concentrations through the enamel and dentin. One hundred and twenty bovine incisors were used, which were obtained enamel/dentin discs of the buccal surface, with 6 mm in diameter. The samples were divided into six groups: G1 - Hydrogen Peroxide Gel 20%, G2 - Hydrogen Peroxide Gel 20% with light activation, G3 - Hydrogen Peroxide Gel 20% with Manganese Gluconate; G4 - Hydrogen Peroxide Gel 35%; G5 - Hydrogen Peroxide Gel 35% with the light activation and G6 - Hydrogen Peroxide Gel 35% with Manganese Gluconate. The specimens were placed in a transparent support on which there was a substance sensitive to hydrogen peroxide immediately below and in contact with the specimen. After the procedures for applying the gel for each group, one video camera was positioned and operated to monitor the time of penetration of peroxide in each specimen. The recording ended after changing the color of the

fluid revealed in all specimens and times were noted for comparison. ANOVA analysis showed that concentration and type of activation of bleaching gel significantly influenced the diffusion time of hydrogen peroxide ($P < 0.05$). 35% hydrogen peroxide showed the lowest diffusion times compared to the groups with 20% hydrogen peroxide gel. The light activation of hydrogen peroxide decrease significantly the diffusion time compared to chemical activation. The highest diffusion time was obtained with 20% hydrogen peroxide chemically activated. The diffusion time of hydrogen peroxide was dependent on activation and concentration of hydrogen peroxide. The higher concentration of hydrogen peroxide diffused through dental tissues more quickly.

KEYWORDS

Hydrogen peroxide; Bleaching; speed of penetration; Enamel and dentin.

INTRODUÇÃO

A odontologia vive, nos dias de hoje, um período de intensa valorização à estética bucal, resultante da visão atual dos padrões de beleza que dominam a sociedade. Desta forma, procedimentos odontológicos estéticos como o clareamento dos dentes experimentam grande desenvolvimento tecnológico e procura pelos pacientes [1].

Além de ser um tratamento não invasivo, o clareamento dental traz resultados satisfatórios para os pacientes, possui reduzido tempo despendido e facilidade técnica para o profissional, atendendo desta maneira, requisitos exigidos por quem recebe o tratamento e por quem o realiza. Sua utilização tem por objetivo resolver problemas estéticos advindos do escurecimento dental, provocados por causas

patológicas, traumáticas, ingestão de alimentos cromogênicos, usuários de tabaco, entre outros [2,3].

O tratamento clareador utiliza-se de vários tipos de agentes que podem ser administrados em diversas concentrações. Mas em todas as substâncias usadas, o agente clareador será direta ou indiretamente o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o qual, ao se decompor em radicais livres, dá início à reação de clareamento. Esses radicais liberados oxidam os pigmentos impregnados no tecido dental, quebrando cadeias grandes de coloração escurecidas em cadeias menores e mais claras [2,3].

O procedimento de clarear os dentes pode ser executado de diversas maneiras, podendo ser realizado no consultório, sob supervisão direta do dentista, ou em casa através de moldeiras ou com tiras obtidas em farmácias e supermercados, que mantêm o gel clareador em íntimo contato com os dentes por um período definido pelo profissional ou pelo fabricante do produto. Ambos os tipos apresentam vantagens e desvantagens. A vantagem do tratamento caseiro consiste no fato de usar géis com menor concentração de H_2O_2 , além de possuir menor custo. As suas desvantagens seriam o tempo necessário para se alcançar resultados satisfatórios, a confecção de moldeira individual e a irritação da gengiva marginal [4]. O clareamento em consultório, por sua vez, é vantajoso devido à supervisão direta do profissional, não necessita moldeiras, permite maior proteção dos tecidos moles e por mostrar resultados em tempo menor que o do caseiro, apesar de ter alto custo e da maior concentração de H_2O_2 [3]. A concentração do peróxido nas duas modalidades consiste em um maior ou menor efeito sobre o tecido pulpar, uma vez que há evidências de penetração dos agentes clareadores através da estrutura dentária, e conseqüentemente irritação tecidual ou alteração na estrutura dentária, podendo ocasionar sensibilidade dentária durante o clareamento [5,6].

Para que a liberação dos radicais livres resultantes da degradação de H_2O_2 seja mais rápida, os profissionais têm utilizado dispositivos que transferem energia ao peróxido, aumentando a decomposição do mesmo, isto é, as fontes ativadoras não são as responsáveis pelo clareamento do elemento dental, elas apenas incrementam a ativação do gel clareador que é o verdadeiro responsável pelo clareamento dental, e conseqüentemente aumenta a velocidade de penetração do gel na estrutura dental [7]. Em geral, as fontes mais utilizadas são as Lâmpadas Halógenas, Diodo Emissor de Luz (LED), Arco de Plasma e o Laser [3,8].

Entretanto, esses dispositivos têm sofrido críticas quanto à transmissão de calor para as estruturas dentais gerando questionamentos quanto a sua segurança em ocasionar danos ao tecido pulpar e efetividade quanto ao seu uso. Sendo assim, a possível alternativa quanto à ativação física do gel seria a ativação química, encontrada em trabalhos de Torres et al.[6], Travassos et al.[3], e Batista et al.[9]. A ativação química consiste na incorporação de agentes químicos, derivados de metais como o manganês e o ferro, ou de enzimas como a catalase e a peroxidase. As substâncias derivadas destes compostos podem atuar reagindo com o H_2O_2 , acelerando a produção de radicais livres, tornando o clareamento mais rápido, diminuindo os possíveis efeitos danosos associados à aplicação de fontes de calor. Embora a ativação química seja vantajosa nesse aspecto, alguns autores concluíram não ser significativa sua influência exercida no clareamento dental [6,9]. Além disso, pode haver alguma influência na penetração do peróxido de hidrogênio uma vez que está prevista para acontecer uma reação entre ele e o ativador químico [6]. Entretanto, devido aos riscos representados pela transmissão de calor na ativação por luz e pela falta de estudos que demonstrem sua eficiência, a possibilidade de se usar métodos mais seguros para estimular a formação

de radicais livres será avaliada nesse estudo quanto a sua velocidade de penetração.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da ativação física e química na velocidade de penetração do peróxido de hidrogênio presente em géis clareadores de diferentes concentrações através do esmalte e da dentina.

As hipóteses de nulidade testadas são:

- a concentração do peróxido de hidrogênio não interfere na velocidade de penetração do agente clareador;
- a utilização de luz ou ativador químico não interfere na velocidade de penetração do agente clareador.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo dos espécimes

Foram utilizados 120 dentes incisivos bovinos retirados de mandíbulas de animais recém-abatidos. Os resíduos periodontais foram removidos e os dentes armazenados em solução de timol a 0,1 sob-refrigeração a 4 °C até o uso. A raiz foi removida em torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil) com disco diamantado (Dremel, Breda, Holanda) montado em mandril.

O preparo dos espécimes foi realizado com a Máquina para Corte de Amostras Circulares (Figura 1 A). Esta máquina permite um corte rápido, pois possibilita o alinhamento da superfície antes do corte. Brocas tipo trefina com 6 mm de diâmetro interno foram fabricadas sob encomenda e as margens cobertas com diamante aglutinado.

Para a padronização da espessura do esmalte e da dentina (Figuras 2 e 3) foi desenvolvido um cilindro metálico. Neste método, a amostra removida do dente bovino é colocada no orifício com a dentina voltada para baixo e o limite amelo-dentinário é alinhado com a superfície, girando o parafuso central na porção inferior (Figura 2 A e B). A seguir é colocado o delimitador de desgaste, levando a amostra à politriz (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, BR) com lixa d'água de granulação 1200, obtendo-se exatamente 1,1 mm de esmalte (Figura 2 C). A profundidade do orifício é então padronizada e travada em 2,1 mm (Figura 3 A e B) e o espécime é posicionado com o esmalte desgastado voltado para baixo (Figura 3 C). A seguir realiza-se o desgaste na politriz (Figura 3 D e E), obtendo-se um espécime com exatamente 1,1 mm de esmalte e um de dentina (Figura 3 F). O orifício é então ajustado e travado a uma profundidade de 2 mm e a superfície de esmalte posicionada para cima e polida com as lixas de granulação 2500 e 4000 (Fepa-P, Panambra, São Paulo, SP, Brasil), aplicadas por 20s, obtendo-se um espécime com 1 mm de esmalte e um de dentina.

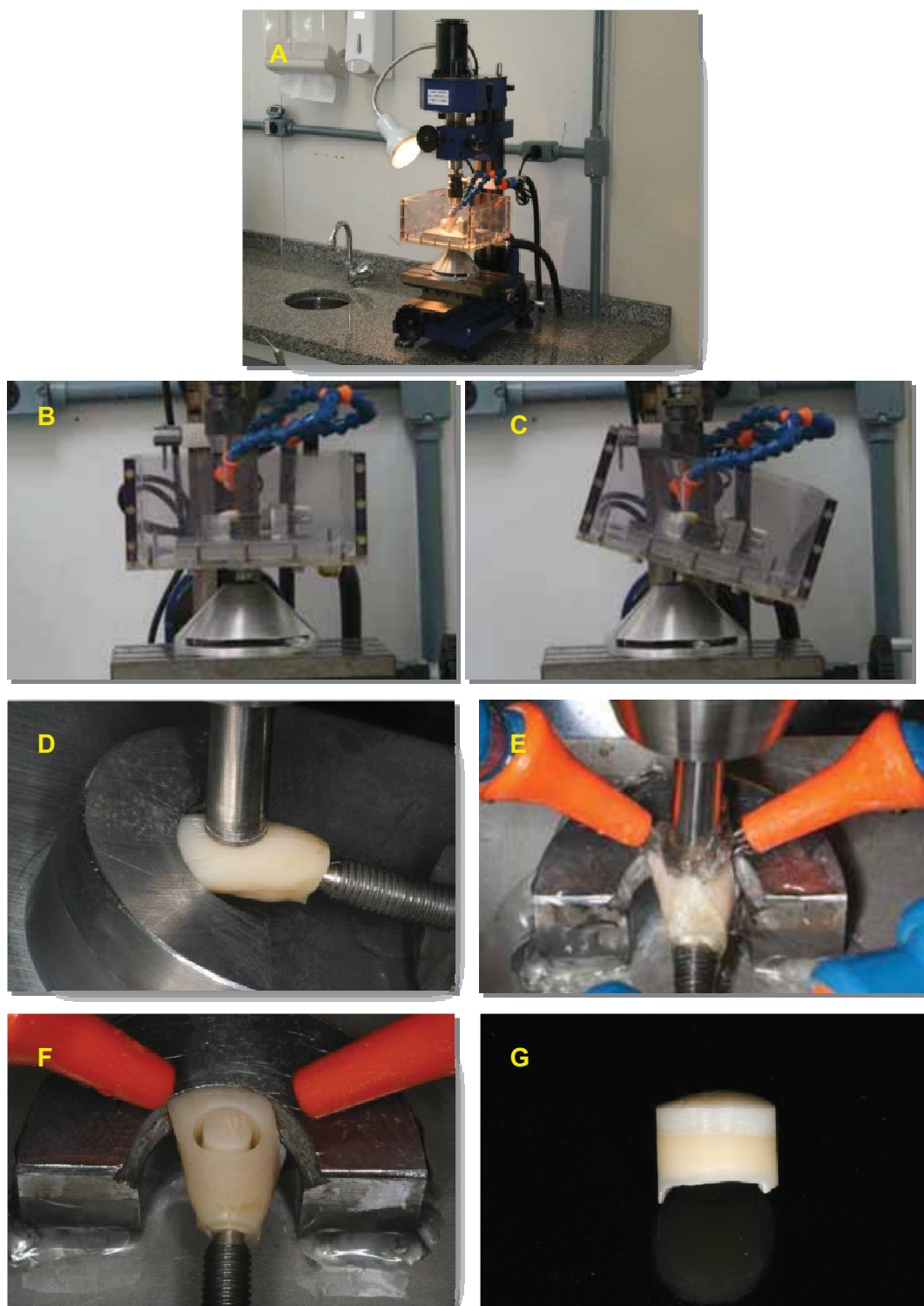


Figura 1 – A) Máquina para corte de amostras circulares (UNESP – São José dos Campos); B, C e D) Alinhamento da câmara de coleta de água para que a superfície vestibular do incisivo ficasse perpendicular ao longo eixo da trefina; E e F) Corte do espécime circular; G) Espécime cortado.

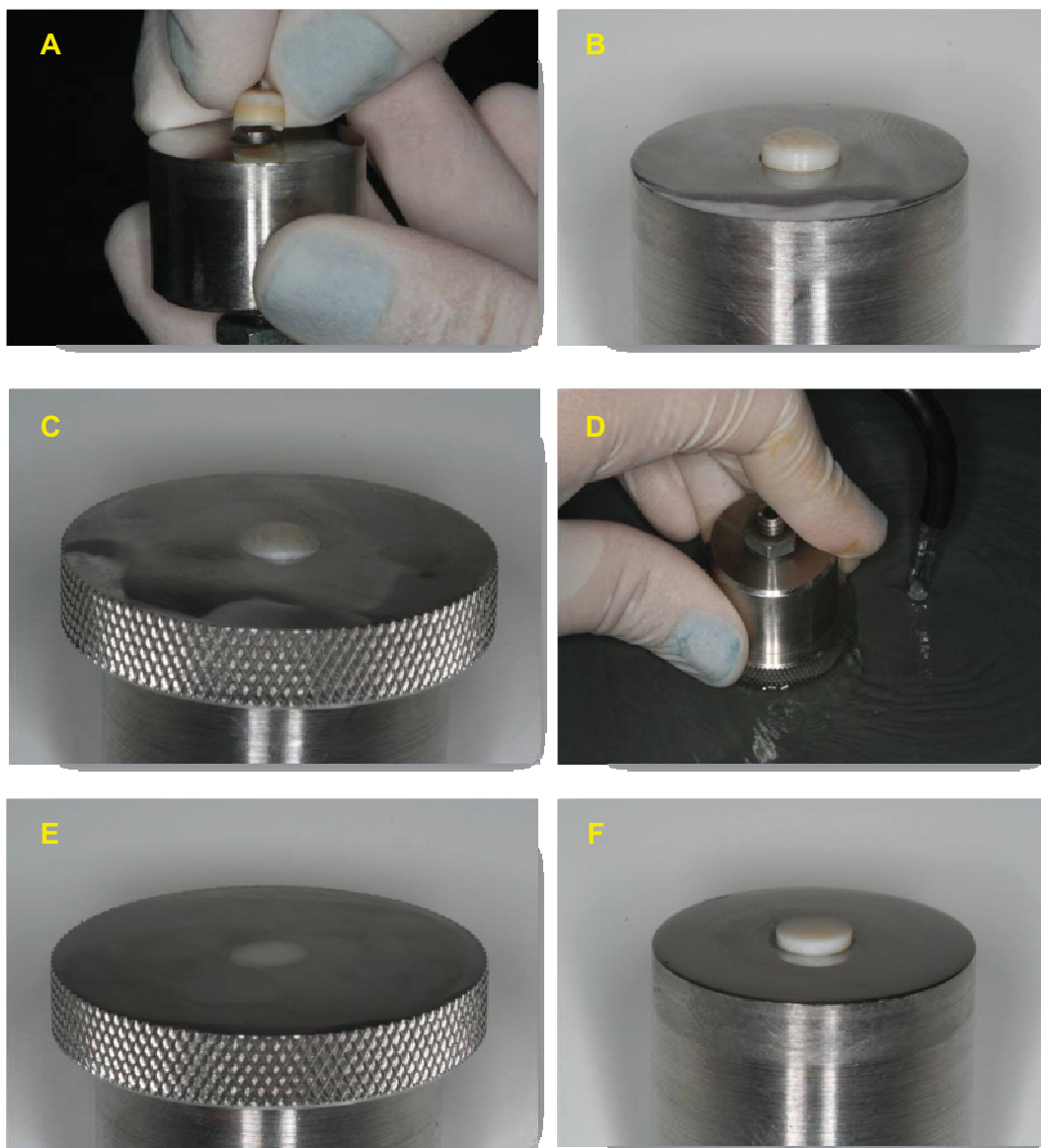


Figura 2 – Padronização da espessura de esmalte e dentina. A e B) Posicionamento da amostra no orifício e alinhamento da superfície do suporte de desgaste com o limite amelo-dentinário; C) Adaptação do anel para padronizar o desgaste da camada de esmalte; D) Desgaste na politriz; E) Superfície de esmalte planificada na altura correta; F) Remanescente de esmalte de 1,1 mm.

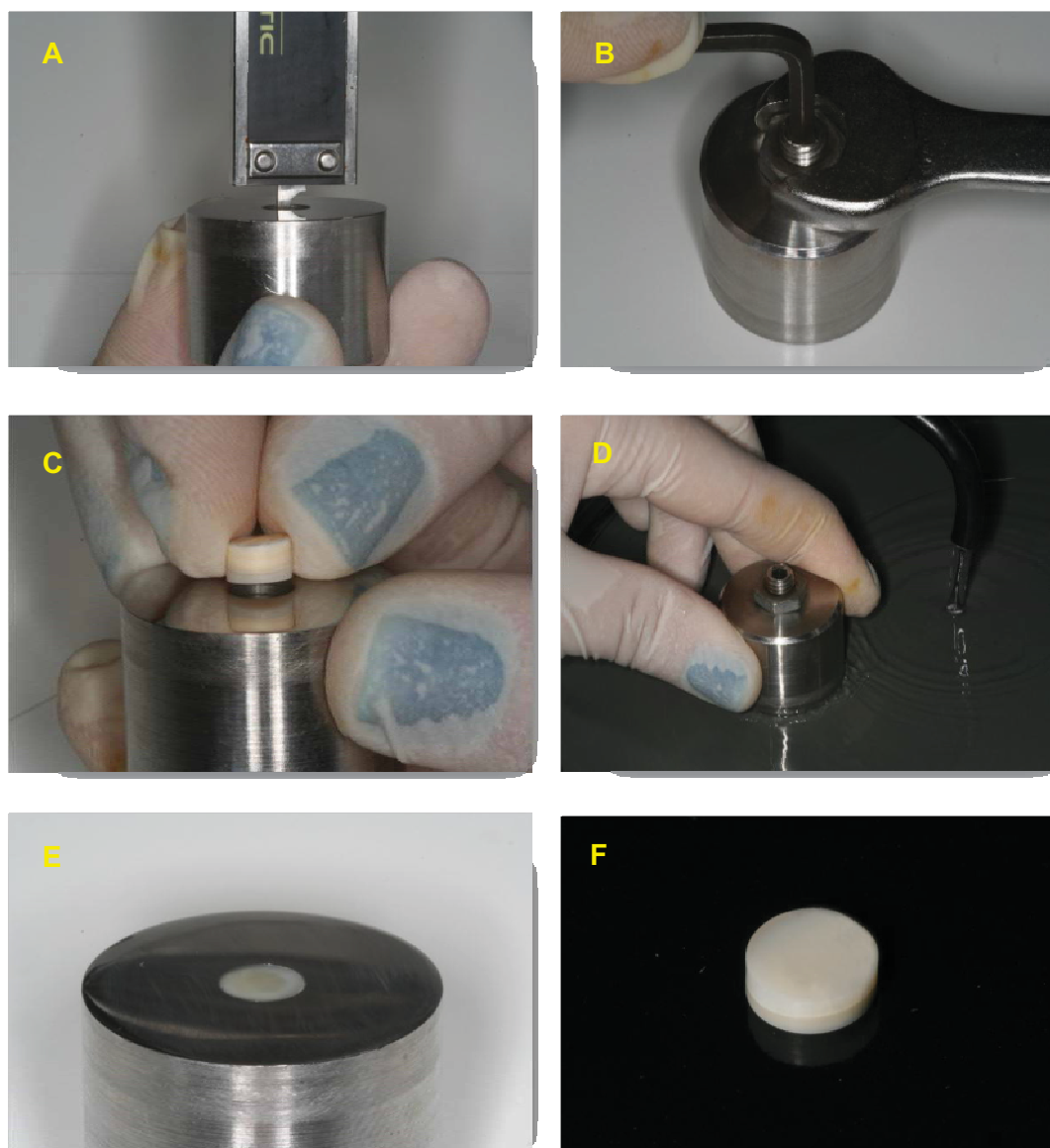


Figura 3 – Padronização da espessura de esmalte e dentina. A)Ajuste da profundidade do orifício em 2 mm com paquímetro; B)Travamento do dispositivo; C)Colocação do espécime com esmalte para dentro do dispositivo; D)Desgaste da dentina; E)Superfície de dentina planificada; F)Espécime com as dimensões adequadas.

Divisão dos grupos

Os 120 discos de esmalte e dentina confeccionados foram distribuídos igualmente e aleatoriamente em dois grupos. Em um deles foi utilizado um gel clareador a 20% e no outro a 35%. Cada grupo foi dividido em três subgrupos: - ativado por luz (Bright Max II, MM Optics Ltda, São Carlos, SP, Brasil), - ativado quimicamente pelo gluconato de manganês (Purac, Campo de Goytacazes, RJ, Brasil, CAS: 7544100), e - sem ativação, resultando assim nos seguintes grupos experimentais:

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 20% (G1): nenhum ativador foi adicionado.

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 20% ativado por luz (G2): após aplicação do gel foi feita a ativação por luz (leds azuis), no qual a fonte de emissão de luz ativadora foi aplicada em toda extensão do gel, de forma homogênea e a distância de 1 mm. A luz foi aplicada três vezes, por 3 minutos, com intervalo de 30 segundos entre cada ativação.

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 20% com Gluconato de Manganês (G3): foi adicionado 0,01g de gluconato de manganês ((CH₂OH(CHOH)₄COO)₂Mn.2H₂O) Gluconal, e após a mistura ao peróxido de hidrogênio, o gel resultante possuirá uma concentração de 0,025% da substância ativadora.

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 35% (G4): nenhum ativador foi adicionado.

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 35% ativado por luz (G5): após aplicação do gel foi feita a ativação por luz (leds azuis), no qual a fonte de emissão de luz ativadora foi aplicada em toda extensão do gel, de forma homogênea e a distância de 1 mm. A luz foi aplicada três vezes, por 3 minutos, com intervalo de 30 segundos entre cada ativação.

Grupo do Peróxido de Hidrogênio a 35% com Gluconato de Manganês (G6): foi adicionado 0,01g de gluconato de manganês $((\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COO})_2\text{Mn}\cdot 2\text{H}_2\text{O})$ Gluconal, e após a mistura ao peróxido de hidrogênio, o gel resultante possuirá uma concentração de 0,025% da substância ativadora.

A figura 4 ilustra o delineamento experimental do trabalho.

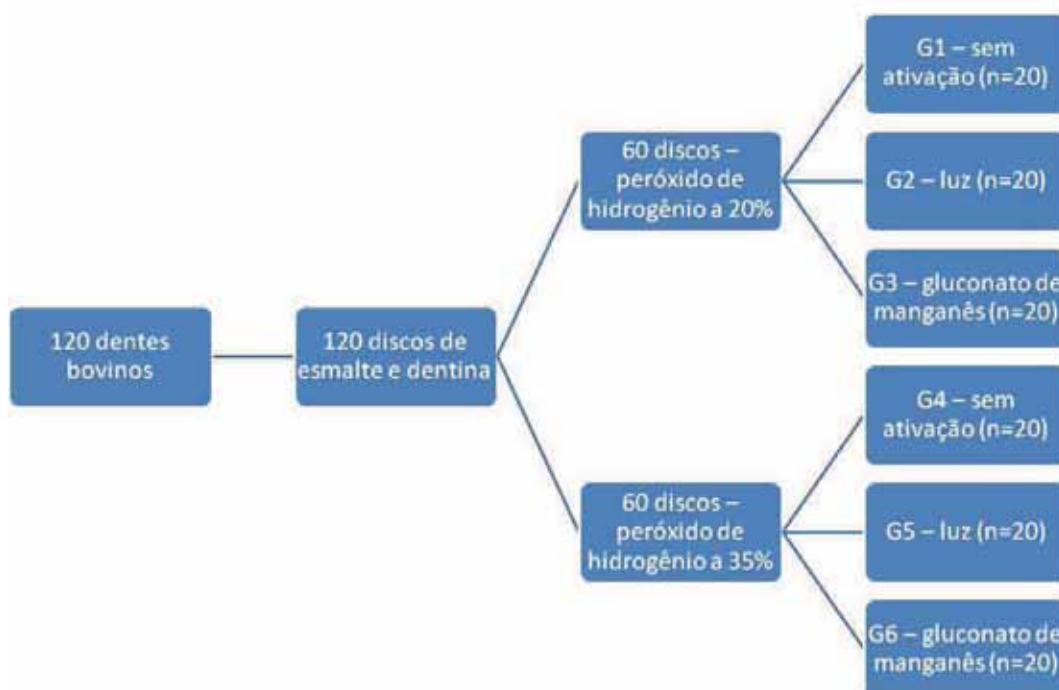


Figura 4 – Delineamento experimental.

O produto utilizado nos dois grupos foi o gel de peróxido de hidrogênio. Entretanto, para cada grupo o gel se diferenciou por possuir concentrações diferentes, de 20 ou 35%.

Mensuração do peróxido de hidrogênio

Os procedimentos para realizar o clareamento dos dentes foram semelhantes para todos os grupos, variando apenas em relação se foi empregado um ativador e qual foi usado. Para que fosse possível o

processo de clareamento e conseqüentemente identificar a velocidade da penetração do peróxido no disco de esmalte e dentina, um dispositivo com câmaras pulpares simuladas foi desenvolvido. Um padrão em metal com o local exato para o assentamento da amostra foi confeccionado, o qual foi a seguir moldado e vazado em resina epóxi (Arotec S/A Ind. e Comércio, Cotia, SP, Brasil) (Figura 5 A e B). Tampas fenestradas com rosca e um orifício central foram usinadas. Para realização do experimento, as câmaras pulpares simuladas foram preenchidas com a solução evidenciadora de peróxido (reagente enzimático) (Figura 5 C). Os espécimes foram levados em posição e sobre ele foi colocado um anel tipo O'ring (Figura 5 D e E). A tampa fenestrada foi rosqueada para garantir um perfeito vedamento (Figura 5 F e G).

Após fixação no casulo, os espécimes receberam o gel clareador formado pela mistura das soluções contidas em dois frascos manipuladas em nosso laboratório. Para que o gel fosse formado, a solução ácida de um frasco que contém espessante acrílico e peróxido de hidrogênio será misturada a solução aquosa e básica do segundo frasco. Nos grupos em que há ativação química o ativador foi adicionado ao último frasco. Para obter o gel clareador final, três partes da solução ácida e uma parte da solução básica foi pipetada (LabMate Soft HTL, Polônia) dentro de um frasco de mistura, de acordo com o grupo, formando o gel correspondente (Figura 5 H, I e J).

Com a formação do gel definido para cada grupo, o mesmo foi aplicado sobre a superfície de esmalte em uma camada uniforme de cerca de 2 mm, recebendo ou não a fotoativação (Figura 5 K, L e M).

Após cinco minutos de aplicação, o gel de cada espécime foi agitado com o auxílio de um pincel micro-brush (Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), com o propósito de dissipar bolhas presentes para

que não interferissem na liberação dos reagentes. Ao transcorrer dez minutos de aplicação, o gel foi aspirado e a superfície das amostras foi lavada com spray de ar/água deionizada (Figura 5 N) e a superfície foi seca com papel absorvente. O processo de aplicação do gel se repetiu totalizando três vezes e após a lavagem da última aplicação foi colocado saliva artificial sobre os espécimes com a finalidade de manter o esmalte hidratado (Figura 5 O). No momento em que se encerrou a aplicação do gel iniciou-se o monitoramento do tempo através de gravação em vídeo feito por uma câmera posicionada próximo ao casulo, e o tempo necessário para que o reagente enzimático mudasse de cor foi registrado em minutos (Figura 5 P, Q e R).

Obtenção da substância evidenciadora de peróxido de hidrogênio

O método utilizado por Torres et al [6] foi aplicado para medir a concentração de peróxido de hidrogênio em solução. Este método é uma análise fotométrica baseada na reação de 4-aminoantipirina e fenol com H_2O_2 e fenol com H_2O_2 , catalisada pela peroxidase. O peróxido inorgânico é oxidado pela peroxidase, liberando oxigênio que atuará como agente oxidante mudando a cor da solução de transparente para rosa. Foram utilizados como reagente enzimático a aminofenazona (4-aminoantipirina; 4mmol L⁻¹), fenol (24mmol L⁻¹) e peroxidase (0,4 U mL⁻¹), dissolvido em tampão fosfato 0,1 molar com pH 7,0, e então serão armazenados a 4°C.

A substância evidenciadora foi colocada no casulo com a ajuda de uma pipeta, e logo acima do líquido e em contato com ele será fixado o espécime. O aprisionamento de bolhas entre o líquido e o espécime seria prejudicial na evidenciação da mudança de coloração e para que não ocorra, o posicionamento foi feito de forma cautelosa.

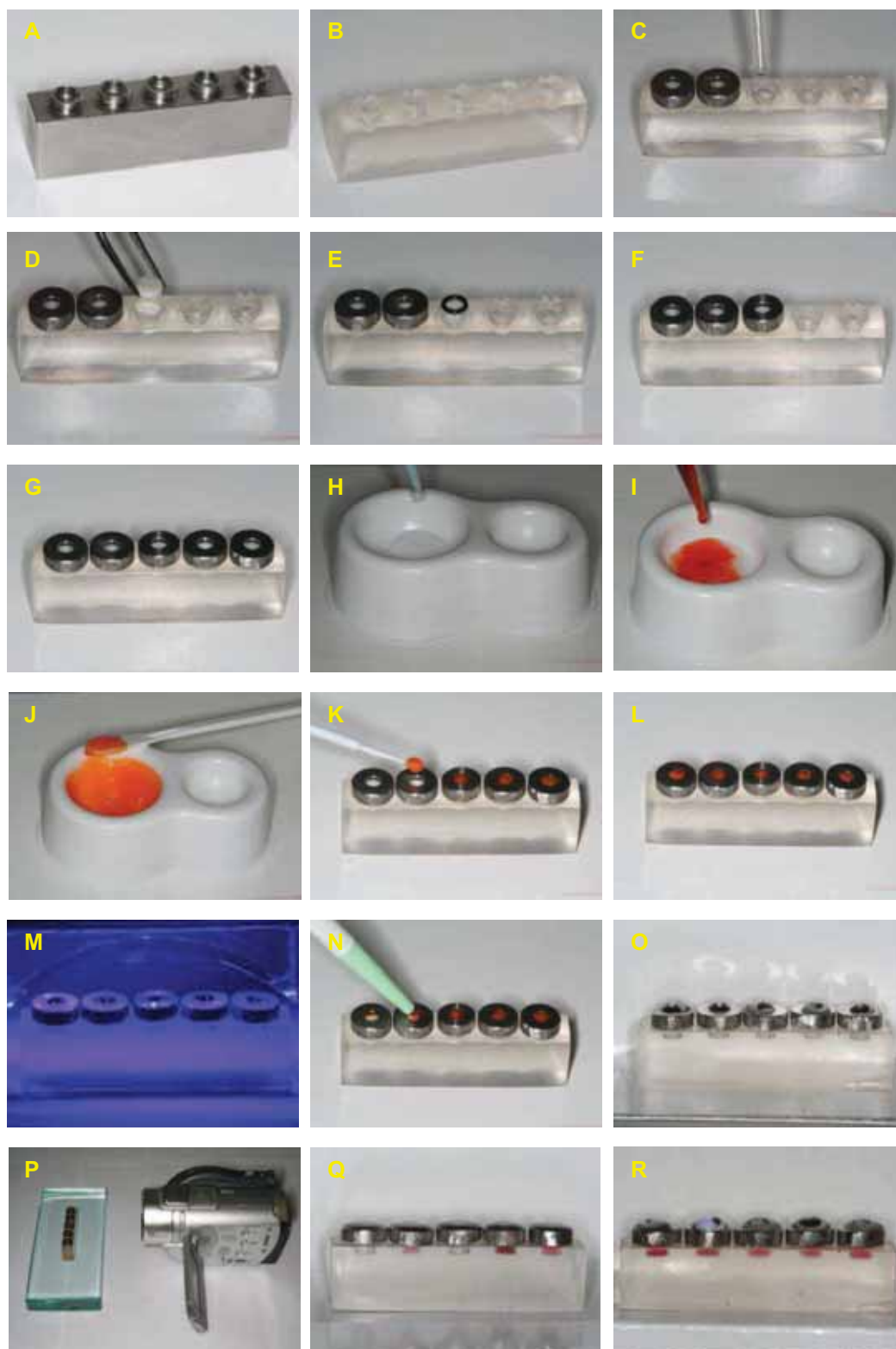


Figura 5 - Passos para mensuração da penetração do peróxido de hidrogênio. A) Padrão usinado em aço inox; B) Réplica em resina epóxi; C) Aplicação do reagente enzimático na câmara pulpar simulada; D) Posicionamento do espécime; E) Colocação do anel de vedação tipo O'ring; F) Tampa fenestrada posicionada; G) Espécimes prontos para o ensaio; H, I e J) Mistura dos componentes do gel clareador; K e L) Aplicação do gel; M) Ativação com luz; N) Aspiração do gel da superfície das amostras; O) Amostras recobertas com saliva artificial; P) Filmagem do experimento para registro do tempo de penetração; Q e R) Mudança de cor do reagente enzimático após o contato com o peróxido de hidrogênio.

Monitoramento em vídeo

Para acompanhar o progresso com um monitoramento mais preciso, uma câmera filmadora foi utilizada (Sony DCR-DVD 405, Sony Corporation, Japan). Essa câmera foi posicionada próxima ao casulo de modo que o ângulo de filmagem permitiu a visualização da alteração de cor na substância evidenciadora. A gravação foi finalizada somente após os líquidos de todos os espécimes enquadrados no filme tiveram sua coloração alterada pela penetração do peróxido de hidrogênio e os tempos foram anotados para comparações.

RESULTADOS

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância a 2 fatores. Os resultados são apresentados na Tabela 1. Podem-se observar diferenças significativas para os dois fatores analisados e para interação entre eles.

Tabela 1 – Resultados da ANOVA a dois fatores

Fator	SS	DF	MS	F	p
Concentração	27452	1	27452	29,563	0,0000*
Ativação	11071	2	5536	5,961	0,0034*
Concentração*Ativação	7600	2	3800	4,092	0,0192

* diferenças significantes

Na Tabela 2 observam-se os resultados do teste de Tukey para o fator concentração. Pode-se constatar que a média de tempo necessário para o peróxido de hidrogênio atingir a câmara pulpar simulada é significativamente maior para o gel clareador menos concentrado.

Tabela 2 – Resultados do teste de Tukey para o fator Concentração

Concentração	Média	DP	Conjuntos Homogêneos
PH35%	89,07	25,70	A
PH20%	119,32	38,08	B

Na Tabela 3 observam-se os resultados do teste de Tukey para o fator ativação. Pode-se constatar que, ao se analisar todas as concentrações conjuntamente, o a fotoativação reduziu ligeiramente o tempo de penetração em relação ao grupo controle, mas não de forma significativa. A adição do ativador químico aumentou ligeiramente a média do tempo de penetração em relação ao grupo controle, embora não significativamente. Uma diferença significativa foi observada somente da ativação química em relação à fotoativação.

Tabela 3 – Resultados do teste de Tukey para o fator Ativação

Ativação	Média	DP	Conjuntos Homogêneos
FOTO	92,33	25,24	A
SEM ATIVAÇÃO	104,40	36,07	A B
QUÍMICA	115,85	40,93	B

Na Tabela 4 observam-se os resultados do teste de Tukey para a interação entre todos os grupos e subgrupos. Analisando-se o gel a 35% separadamente, observa-se que os dois modos de ativação não resultaram em diferenças significativas no tempo de penetração em relação ao grupo controle. Contudo, quando o gel a 20% foi empregado, diferenças significativas foram observadas apenas entre o grupo que recebeu a fotoativação em relação ao grupo que recebeu a ativação química.

Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey para a interação entre os grupos.

Concentração	Ativação	Média	DP	Conjuntos Homogêneos	
PH35%	FOTOATIVAÇÃO	87,60	23,26	A	
PH35%	SEM ATIVAÇÃO	87,80	26,23	A	
PH35%	QUÍMICA	91,80	28,46	A	
PH20%	FOTOATIVAÇÃO	97,05	26,81	A	B
PH20%	SEM ATIVAÇÃO	121,00	37,45		B C
PH20%	QUÍMICA	139,90	37,56		C

As médias do tempo de penetração para cada grupo podem ser vistas na Figura 6.

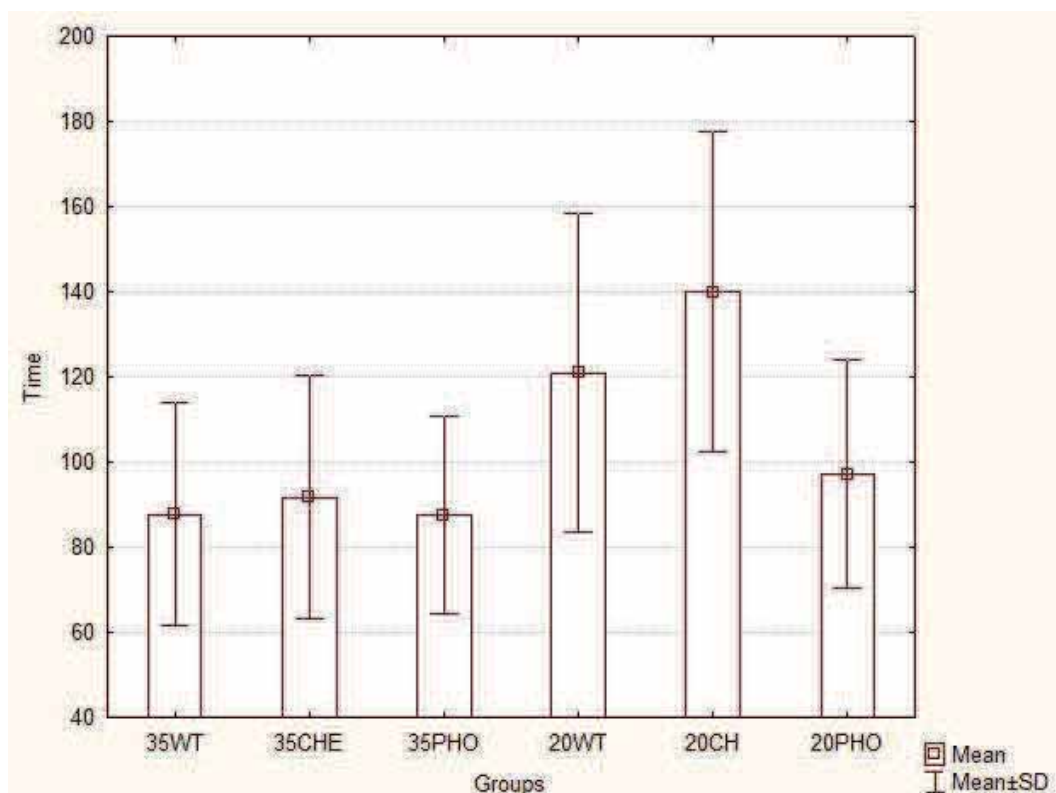


Figura 6 – Gráfico das médias de tempo de penetração em minutos para os diferentes grupos. (WT-sem ativação, CHE – ativação química, PHO – fotoativação).

DISCUSSÃO

Ambas as hipóteses deste estudo foram aceitas, a concentração e o modo de ativação do gel afetou o tempo de penetração através do esmalte e dentina.

O peróxido de hidrogênio a 35% penetrou mais rápido no esmalte e na dentina do que o gel a 20%. Um recente estudo [13] investigou o tempo de penetração necessário para que o peróxido de hidrogênio atravessasse o esmalte e a dentina por um espectroscópio micro-Raman. Os autores observaram que o peróxido de hidrogênio penetrou no esmalte e alcançou a dentina, oxidando os componentes orgânicos e modificando os componentes minerais. O aumento acentuado da banda

de Raman próximo da junção esmalte/dentina é devido ao fato de ser esta a maior porção orgânica da camada dentinária, demonstrando desta forma a afinidade do peróxido de hidrogênio aos componentes orgânicos.

Pode ser especulado que a renovação dos fluidos da polpa poderia diminuir a toxicidade do peróxido de hidrogênio ao alcançar a câmara pulpar. Assim quanto mais tempo leva o peróxido de hidrogênio para alcançar a câmara pulpar menos tóxico é o produto, porque há um tempo maior para diluir e degradar o peróxido que alcança a polpa. Além disso, alguns estudos mostraram diferenças não significativas em relação à mudança de coloração quando comparados gel de baixa concentração aos de maior concentração [14,15], e, portanto os agentes de baixa concentração talvez causem menos detrimientos à polpa sem prejudicar a eficácia.

Neste estudo, a ativação por luz diminuiu o tempo de penetração para o gel de peróxido a 20% mas não para o de 35%. Ativação por luz leva ao aquecimento do gel. Ao aumentar a temperatura, as moléculas se movem rapidamente, e todo o sistema adquire mais energia cinética. De acordo com a teoria das colisões moleculares, durante uma colisão, parte de uma energia cinética é usada, então as ligações são enfraquecidas e se quebram, fazendo possível a reação. Portanto, com a temperatura aumentada as colisões entre as moléculas do gel tornam-se mais frequentes, aumentando a probabilidade de clivagens de ligação e reações, acelerando a velocidade de difusão [16].

O resultado dos estudos *in vivo* que compararam o clareamento de dentes vitais com e sem ativação de luz são controversos em relação a real contribuição da irradiação de luz para o resultado final do clareamento dental [17,18]. Dias ribeiro et al. [12] descobriu que o gel de peróxido de hidrogênio a 35% associado com ativação por luz apresentou efeitos citotóxicos caracterizados por dano direto aos

odontoblastos e uma redução na sua atividade metabólica. Para esses autores, de um ponto de vista biológico, a aplicação de luz ou calor no gel clareador para catalizar a reação de degradação do peróxido de hidrogênio e aumento da velocidade do clareamento do dente é questionável.

A ativação química testada aumentou o tempo de penetração para o peróxido de hidrogênio a 20%. É possível que quanto mais rápido ocorre a difusão do peróxido pelo esmalte e dentina, maior é a sua quantidade presente na polpa quando considerado o mesmo período de tempo.

Quando gluconato de manganês é adicionado ao gel clareador, sais metálicos decompõem o peróxido de hidrogênio formando radicais livres que reagem com as estruturas dentais [6]. Esta decomposição pode ser vista quando o gel é misturado e uma quantidade considerável de bolhas de oxigênio é formada. Portanto, uma menor quantidade de moléculas de peróxido de hidrogênio foi capaz de reagir com a câmara pulpar artificial. Porém, apenas para a concentração de 20%, a ativação química produziu um aumento significativo no tempo de penetração (tabela 4). Para a concentração de 30% existe uma maior disponibilidade de peróxido de hidrogênio, então é como se a quantidade disponível de gluconato de manganês não fosse capaz de influenciar a taxa de penetração do peróxido. Em um estudo anterior, quando gluconato de manganês foi adicionado ao gel clareador, uma menor concentração de peróxido de hidrogênio foi observado nas polpas simuladas, porém a eficácia de clareamento foi aumentada [6].

Devido as dificuldades em se obter dentes humanos com características ideais para o experimento, incisivos bovinos foram utilizados, provendo discos com espessura de esmalte e dentina padronizados. As propriedades físicas e químicas do substrato bovino,

tais como composição, densidade, e microdureza, são muitos similares ao esmalte humano [19]. Substratos bovinos e humanos também são procurados por ter comportamento similar em relação a coloração e efeitos do clareamento [20].

Além do mais, dentina bovina permite melhor padronização das condições de permeabilidade, considerando a maior variação das características de permeabilidade da dentina humana, a conductibilidade hidráulica e difusão do fluxo da água se mostraram similares entre a dentina humana e bovina [21]. Deste modo, a dentina bovina próxima a junção cimento esmalte é considerada uma alternativa aceitável para dentina humana coronária para os estudos *in vitro* de permeabilidade transdentinária [21].

O método espectrofotométrico foi utilizado anteriormente para mensurar a concentração de peróxido de hidrogênio dentro da câmara pulpar [6,22,23]. Neste estudo, este método foi utilizado não para mensurar concentração mas para mostrar o exato momento em que o peróxido de hidrogênio atingiu a câmara pulpar simulada.

O aumento do tempo de penetração pode provavelmente diminuir os efeitos negativos do procedimento de clareamento do tecido pulpar. É importante levar em conta que estudos *in vitro* podem ter valores limitados para simular condições clínicas. Na polpa vital, a pressão do fluido pulpar é capaz de reduzir a difusão de produtos químicos para dentro [24]. Além disso, existem mecanismos suficientes na polpa que protegem o tecido dos radicais livres gerados da reação do peróxido de hidrogênio, e por esse motivo os níveis disponíveis de peróxido podem ser reduzidos significativamente [25]. Mais estudos devem ser conduzidos para determinar a influência do tempo de penetração na quantidade de peróxido de hidrogênio que realmente atinge a polpa, assim como a relevância na citotoxicidade no tecido pulpar.

CONCLUSÃO

Considerando as limitações do estudo *in vitro*, pode-se concluir que o peróxido de hidrogênio a 35% penetra mais rápido na câmara pulpar do que a 20% e a ativação química do peróxido de hidrogênio a 20% com gluconato de manganês aumenta o tempo de penetração do gel através do esmalte e da dentina.

REFERÊNCIAS

1. Al Shethri S, M.B., Zekonis R, Stropes M. A clinical evaluation of two in-office bleaching products. *Operative Dentistry*, 2003. 28-5: p. 488-495.
2. Caneppele TM, T.C. Influência do clareamento dental na cor, translucidez e fluorescência do esmalte e dentina [tese]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2011.
3. Travassos AC, T.C. Eficiência da ativação química no clareamento dental em consultório (estudo *in vitro*) [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista; 2007.
4. Marson FC, S.L., Araujo FO, Araújo E. Avaliação clínica do clareamento dental pela técnica caseira. *Dental Press Estét.* 2005. p. 84-90.
5. Benetti, A.R. Avaliação da penetração de agentes clareadores no interior da câmara pulpar. Universidade Estadual Paulista: São José dos Campos. 2003: p.137.

6. Torres CR., W.A., Sener B, Attin T. Influence of chemical activation of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on its penetration and efficacy - in vitro study. J Dent. 2010: p. 838-846.
7. Zanin FA, J.A., Bassoukou IH. Novo protocolo com LEDs verdes para o clareamento dental, RGO. 2006: p. 340-344.
8. Walsh, L.J. Safety issues relating to the use of hydrogen peroxide in dentistry. Australian Dental Journal 2000: p. 257-269.
9. Batista GB, T.C. Efeito da ativação química do gel de peróxido de carbamida a 10% no clareamento dental [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista; 2010.
10. Carracho HG, J.L. Clareamento vital com diferentes agentes clareadores e fontes ativadoras - estudo in vivo [tese]. Porto Alegre (RS): PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL; 2007.
11. Goldstein CE, Goldstein RE, Feinman RA, and Garber DA. Bleaching vital teeth: state of the art. Quintessence International, 1989. vol.20, no 10, pp. 729-737.
12. Dias Ribeiro AP, Sacono NT, Lessa FCR, et al. Citotoxic effect of a 35% hydrogen peroxide bleaching gel on odontoblast like MDPC-23 cells. Oral surgery, Oral Medicine, Oral Patology, Oral Radiology and Endodontology, 2009. vol. 108, no 3, pp. 458-464.
13. Ubaldini AL, Baess ML, Medina Neto A, Sato F, Bento C, and Pascotto RC.. Hydrogen peroxide diffusion dynamics in dental tissues, Journal of Dental Research, 2013. vol.92, no.7, pp.661-665.
14. Ward M and Felix H. A clinical evaluation comparing two h₂o₂ concentrations used with a light assisted chairside tooth whitening

- system. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 2012. vol.33, no.4, pp. 286-291.
- 15 Gallagher A, Maggio B, Bowman J, Borden I, Mason, and Felix H. Clinical study to compare two in office (chairside) whitening systems. *Journal of Clinical Dentistry*, 2002. vol.13, no.6, pp.219-224.
 - 16 Jeffery GH, Bassett J, Mendham J, and Denney RC. *Voguel's Text Book of Quantitative Chemical Analysis*, 1989, chapter 2.
 - 17 Hein DK, Ploeger, Hartup JK, Wagstaff RS, Palmer TM, and Hansen ID. In-office vital tooth bleaching- what do lights add. *Compendium of Continuing Education in Dentistry A*, 2003. vol.24, no.4, pp.340-352.
 - 18 Wiegand A, Drebensteld S, Roos M, Magalhães AC, and Attin T. 12 Month color stability of enamel, dentine, and enamel-dentine samples after bleaching. *Clinical Oral Investigations*, 2008. vol.12, no.4, pp.303-310.
 - 19 Esser M, Tinschert J, and Marx R. Material characteristics of the hard tissues of bovine versus human teeth (in German). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 1998. vol.53, no.10, pp.713-717.
 - 20 Attia ML, Aguiar FH, Mathias P, Ambrosano GM, Fontes CM, and Liporoni PC. The effect of coffee solution on tooth color during home bleaching applications. *American Journal of Dentistry*, 2009. vol.22, no.3, pp.175-179.
 - 21 Schamalz G, Hiller KA, Nunez LJ, Stoll J, and Weis K. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. *Journal of Endodontics*, 2001. vol.27, no.1, pp. 23-30.

- 22 Berger SB, Tabchoury CP, Ambrosano GM, and Gianini M. Hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber and dental permeability after bleaching. *General Dentistry*, 2013. vol.61, no.3, pp.e21-e25.
- 23 Bharti R, and Wadhvani K. Spectrophotometric evaluation of peroxide penetration into the pulp chamber from whitening strips and gel: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 2013. vol.16, no.2, pp.131-134.
- 24 Matthews B, and Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Archives of Oral Biology*, 1994. vol.39, pp.S87-S95.
- 25 Tse CS, Lynch E, Blake DR, and Williams DM. Is home tooth bleaching gel cytotoxic. *Journal of Esthetic Dentistry*, 1991. vol.3, no.5, pp.162-168.