UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

MARINA STUDART ALENCAR FALCÃO

**Efeito de antioxidantes na resistência adesiva à microtração do
esmalte bovino clareado após 7 dias e 6 meses de armazenamento**

BAURU
2013

MARINA STUDART ALENCAR FALCÃO

**Efeito de antioxidantes na resistência adesiva à microtração do
esmalte bovino clareado após 7 dias e 6 meses de armazenamento**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli

BAURU
2013

F181e Falcão, Marina Studart Alencar
Efeito de antioxidantes na resistência adesiva à
microtração do esmalte bovino clareado após 7 dias
e 6 meses de armazenamento. Falcão/Marina
Studart Alencar Falcão. – Bauru, 2013
72 p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Rafael Francisco Lia
Mondelli

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos
fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

DEDICATÓRIA

*À minha mãe **Gláucia**, por seu amor incondicional, por seu exemplo de luta e determinação. Você é minha fortaleza e é em você que me espelho para me tornar uma pessoa melhor a cada dia. Se cheguei até aqui, o mérito é todo seu. Muito obrigada por sempre me apoiar e por ter permitido que mais um sonho meu se tornasse realidade.*

*Ao meu irmão **Rafael**, meu grande amigo, meu parceiro, o homem da nossa família. Rafa, essa conquista também é sua! Obrigada por ter “segurado as pontas” em minha ausência; por ter me proporcionado o consultório mais lindo que já vi; por seu apoio constante em minhas decisões. Espero muito um dia poder retribuir tudo que você tem feito por mim.*

*Ao meu avô **José Wilson**, que com certeza foi fonte de inspiração para que eu seguisse carreira acadêmica. Obrigada por ser tão presente, por torcer sempre por mim. Você é o meu exemplo de professor, pela sua dedicação e amor à profissão.*

*À minha avó **Niedja**, que foi presença sólida em todas as etapas da minha vida e que tanta falta me faz. Sei que a senhora está participando de tudo e está toda orgulhosa! Obrigada por tudo. Obrigada por ter cuidado tão bem de mim e do Rafa.*

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de agradecer primeiro a **Deus**, pelo dom da vida e por estar sempre em meu caminho, iluminando e guiando-me às escolhas certas.

A toda minha **família Studart Alencar** em especial as tias **Denise**, **Fátima**, **Regina** e **Malú** pelo carinho de sempre.

Às minhas lindinhas **Derez** e **Detinha**, pelo carinho, amor e dedicação a todos da nossa família.

À minha madrinha **Ana Cláudia**, por seu amor e exemplo de generosidade. Obrigada tia, por ser minha “segunda mãe”, por fazer o possível e o impossível por mim, por torcer sempre pela minha felicidade.

À minha grande amiga-irmã e sócia **Roberta**, por sua amizade e incansável incentivo em minhas decisões. Obrigada por ter me apoiado desde o início da minha jornada aqui em Bauru, por ter cuidado tão bem do nosso consultório, por ser essa amiga que eu posso contar a todo o momento. Agora estaremos novamente juntas e sei que vamos longe!

Ao meu namorado **Tiago**, pela felicidade e leveza que sua presença trouxe à minha vida. Você foi peça fundamental para que eu conseguisse chegar até aqui! Obrigada pela paciência, pelo apoio, pela força! Juntos, conseguimos driblar a distância e tornar um amor tão despretensioso de início em uma relação sólida, baseada no respeito e confiança. Amo muito você.

À **família Bruno Borges**, por ter me acolhido tão bem. Apesar da distância, conseguimos estreitar nossos laços afetivos e hoje os considero como parte da minha família.

À minha tia de coração, **Sandra Xímenes**, pelo constante incentivo e orientação desde o início de minha carreira.

Aos meus grandes amigos de Fortaleza, em especial, **Carol, Nereu, Igor, Paula, Ticiane, Márcia e Lissa** por estarem sempre presentes, dividindo comigo alegrias e tristezas.

Às amigas **Anna Júlia e Laís**, por terem me recepcionado tão bem em sua casa desde a especialização até o início do mestrado. A convivência com vocês foi um dos maiores presentes que tive em Bauru e espero levar essa amizade por toda vida.

Aos meus amigos de mestrado, **Ana Flávia, Carla, Carlos, Damaris, Diana, Juan, Odair, Rafael e Raphaela** pela troca de experiências profissionais e de vida. Aprendi muito com cada um de vocês! Apesar de sermos completamente diferentes, acredito que foi a soma de personalidades que tornou nossa turma tão especial. Os momentos de descontração pós-seminários, em especial aqueles no Maracangalha ou cachaçaria Água Doce, deixarão muitas saudades.

Aos amigos **Diana e Endrigo**, meus “pais” bauruenses, pela acolhida e preocupação constante com meu bem estar e segurança. Dianita, muito obrigada por tudo, por sempre estar comigo nos momentos que mais precisei. Obrigada pelos conselhos, pelos puxões de orelha, pelas caronas, pelas conversas, pelos lanchinhos e almoços de domingo, pelas idas ao shopping... enfim, sem você minha estadia aqui em Bauru teria sido muito mais difícil! Amo muito vocês e sei que iremos manter essa amizade para o resto da vida apesar da distância Fortaleza-Natal.

Aos colegas de doutorado e pós-doutorado, em especial, **Carol, Elaine, Guilherme, Kiki, Juliana, Larissa e Leslie**. Muito obrigada pela ajuda de vocês. Obrigada pelos conselhos, pela troca de experiências, pela parceria, por terem nos ensinado a mexer em máquinas que nunca havíamos visto, por sempre nos acalmarem na tensão pré-seminário dizendo: “calma, vai dar tudo certo”.

Ao quarteto nordestino formado por mim, *Diana, Kiki e Larissa*. Meninas, vocês são muito especiais, cada uma com seu jeitinho foi me conquistando. Quando me lembro de alguma história nossa é impossível não ficar com um sorriso no rosto, até porque a nossa amizade é isso, sinônimo de alegria e descontração! Obrigada por sempre estarem dispostas a me ajudar! Vocês farão muita falta no meu dia a dia!

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Rafael Francisco Lía Mondelli*, pelos ensinamentos, pela paciência e confiança em mim depositada. Com o senhor dei meus primeiros passos como professora, concretizando um grande sonho. Muito obrigada por todas as oportunidades e pelo convívio agradável desde a época da especialização.

Aos professores do departamento de Dentística e Materiais Odontológicos:

Prof^a. Dra. Ana Flávia Borges

Prof. Dr. Aquira Ishikiríama

Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone

Prof. Dr. Eduardo Batista Franco

Prof. Dr. José Mondelli

Prof^a. Dr.^a Linda Wang

Prof^a. Dr.^a. Maria Fídela de Lima Navarro

Prof^a. Dr.^a. Maria Teresa Atta

Prof. Dr. Paulo Francischone

Prof. Dr. Rafael Francisco Lía Mondelli

Prof. Dr. Sérgio Kiyshí Ishikiríama

Muito obrigada pelos ensinamentos e pela paciência durante as aulas e clínicas. A dedicação e amor que vocês têm à Odontologia é algo que quero seguir sempre como exemplo.

À Prof^a. Dr.^a Lúcia Wang, por estar sempre disposta a me ajudar mesmo quando não dispunha de tempo. Muito obrigada pela colaboração desde o início até o final dessa pesquisa. Sua ajuda foi fundamental para que eu chegasse até aqui. Aprendi muito com a senhora e espero um dia ser uma professora tão dedicada como você.

À Prof^a. Dr.^a Maria Teresa Atta, por seu exemplo de ética com a profissão, alunos e pacientes. Foi um privilégio trabalhar com a senhora durante as clínicas do PAE.

Aos funcionários do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos: Nelson, Charlene, Audria, Natália, Rita, Elísio, Zuleica, Sandrinha e Alcides. Muito obrigada pela calorosa acolhida, vocês foram fundamentais para essa conquista.

À Beth, pela disponibilidade em fazer as correções ortográficas desta dissertação.

Aos funcionários do CIP-I (Centro Integrado de Pesquisa I), em especial ao Renato Murbach, por estar sempre disposto a ajudar.

Ao Edimauro, pela disponibilidade em realizar a microscopia eletrônica de varredura.

Aos demais funcionários da faculdade, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Às alunas da prática profissionalizante, Adriana, Camila, Martha e Tamires. Vocês sempre estiveram dispostas a me ajudar, seja à noite, horário de almoço ou finais de semana. Devo muito dessa conquista a vocês. Muito obrigada por tudo!

Aos alunos da graduação, em especial às turmas XLVIII e XLIX. Obrigada pela amizade e pela confiança. Vocês foram peças fundamentais para o nosso aprendizado como futuros docentes!

*Aos **pacientes** atendidos durante as clínicas. Fica aqui minha gratidão pela confiança depositada.*

*À Universidade de São Paulo, na pessoa do magnífico reitor **Prof. Dr. João Grandino Rodas**.*

*À Faculdade de Odontologia de Bauru, na pessoa de seu digníssimo diretor **Prof. Dr. José Carlos Pereira**.*

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro para execução desta pesquisa.

RESUMO

Este estudo “in vitro” avaliou o efeito do bicarbonato de sódio 10% (BS) e do hidrogel de ascorbato de sódio 10% (AS) na resistência adesiva à microtração de uma resina composta unida à superfície de esmalte bovino clareado com peróxido de hidrogênio 35% (PH). Cento e vinte superfícies de esmalte vestibular com dimensões de 4mmX4mm de incisivos bovinos foram planificadas e separadas em cinco grupos: C - não clareado e restaurado; OI - clareado com PH e restaurado imediatamente; O7 - clareado com PH, armazenado por 7 dias em água destilada e restaurado; OBS - clareado com PH, BS 10% durante 5 min e restaurado; OAS - clareado com PH, AS 10% durante 15 min e restaurado. O gel de PH (Total Blanc Office, Nova DFL) foi aplicado duas vezes de 20 minutos em cada espécime e as restaurações foram confeccionadas com sistema adesivo restaurador (Natural Bond DE + Natural Look, Nova DFL). Após uma semana, os espécimes foram seccionados para obtenção de palitos com 1,00 mm² de área média e submetidos ao teste de microtração em máquina de teste universal a 0,5mm/min, imediatamente e após 6 meses. As falhas foram avaliadas em estereomicroscópio digital (200x) e classificadas em: adesiva, coesiva em esmalte, coesiva em resina e mista. Os dados foram analisados por ANOVA a dois critérios e teste de Tukey para comparações múltiplas (p<0,05). Os valores médios de resistência adesiva (MPa ± DP; imediatamente / 6 meses) foram: C (24,22 ± 7,74 Ba / 20,13 ± 6,43 BCa); OI (18,29 ± 5,88 Ca / 25,85 ± 5,23 Ab); O7 (40,88 ± 7,95 Aa / 24,61 ± 7,83 ABb); OBS (19,95 ± 5,67 BCa / 15,94 ± 5,57 CDa); OAS (24,43 ± 6,43 Ba / 13,69 ± 5,58 Db). Das estratégias antioxidantes avaliadas após 7 dias, os grupos OAS e OBS não diferiram estatisticamente do grupo C, nem OBS diferiu estatisticamente do grupo OI. Nesse período de avaliação, somente o grupo O7 apresentou diferença significativa em relação aos demais grupos. Após 6 meses de envelhecimento, apenas O7 e OBS apresentaram desempenho semelhante estatisticamente ao grupo C. O percentual de falhas (7 dias / 6 meses) foi: adesiva (65,26% / 67,06%); coesiva em esmalte (14,74% / 24,71%); coesiva em resina (1,58% / 2,35%); mista (18,42% / 5,88%). Em função dos resultados apresentados, a estratégia mais segura é aguardar 7 dias após o clareamento para a realização de restaurações adesivas. Quando não for possível aguardar este tempo, a aplicação de bicarbonato de sódio 10% por 5 minutos sobre o esmalte clareado deve ser feita.

Palavras-chave: Esmalte dentário. Clareamento dental. Peróxido de hidrogênio. Antioxidantes. Bicarbonato de sódio. Resistência à tração.

ABSTRACT

Effect of antioxidants on bleached enamel microtensile bond strength after 7 days and 6 months storage

This "in vitro" study evaluated the effect of 10% sodium bicarbonate (SB) and 10% sodium ascorbate (SA) hydrogel on the composite resin microtensile bond strength of bleached bovine enamel with 35% hydrogen peroxide (HP). One hundred and twenty buccal enamel surfaces with dimensions of 4mmX4mm of bovine incisors were flattened and separated into five groups: C - not bleached and restored, OI - bleached with HP and immediately restored; O7 - bleached with HP, stored for 7 days in distilled water and restored; OBS - bleached with HP, 10% SB for 5 min and restored; OAS - bleached with HP, 10% SA for 15 min and restored. HP gel (Total Blanc Office, Nova DFL) was applied twice for 20 minutes on each specimen and the restorations were performed with an adhesive restorative system (Natural Bond DE + Natural Look, Nova DFL). After a week, the specimens were sectioned into sticks with a 1.00 mm² average area and submitted to a microtensile test in a universal testing machine at 0.5 mm/min, immediately and after 6 months. The failures were evaluated in a digital stereoscope (200x) and classified as: adhesive, cohesive in enamel, cohesive in resin and mixed. Data was analyzed by two-way ANOVA and Tukey's test for multiple comparisons ($p < 0.05$). The average values of the bond strength (MPa $\pm$ SD; immediately / 6 months) were: C (24.22 $\pm$ 7.74 Ba / 20.13 $\pm$ 6.43 BCa) OI (18.29 $\pm$ 5.88 Ca / 25.85 $\pm$ 5.23 Ab); O7 (40.88 $\pm$ 7.95 Aa / 24.61 $\pm$ 7.83 ABb), OBS (19.95 $\pm$ 5.67 BCa / 15.94 $\pm$ 5.57 CDa), OAS (24.43 $\pm$ 6.43 Ba / 13.69 $\pm$ 5.58 Db). Among the antioxidant strategies evaluated after 7 days, the OAS and OBS groups did not differ from group C and neither OBS group differed from the OI group. In the same evaluation period, only the O7 group presented a significant difference compared to the other groups. After 6 months of aging, only the O7 and OBS groups performed statistically similar to group C. The percentage of failures (7 days / 6 months) was: adhesive (65.26% / 67.06%); cohesive in enamel (14.74% / 24.71%); cohesive in resin (1.58% / 2.35%); mixed (18.42% / 5.88%). According to the results presented, the safety strategy is waiting 7 days after bleaching for the adhesive restorative procedures. When this waiting period is not possible, 10% sodium bicarbonate should be applied for 5 minutes on the bleached enamel.

Key words: Dental enamel. Tooth bleaching. Hydrogen peroxide. Antioxidants. Sodium bicarbonate. Tensile strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1	- Máquina de corte Isomet Low Speed Saw	36
Figura 2	- Corte do dente bovino utilizando dois discos separados por espaçador de 4mm	36
Figura 3	- Obtenção de espécime com dimensões de 4X4mm	36
Figura 4	- Espécime fixado no disco de acrílico para planificação da dentina	37
Figura 5	- Politriz Metalográfica	37
Figura 6	- Espécime antes da planificação do esmalte utilizando a Politriz Metalográfica	38
Figura 7	- Espécime depois da planificação do esmalte utilizando a Politriz Metalográfica	38
Figura 8	- Gel clareador Total Blanc Office (Nova DFL)	39
Figura 9	- Aplicação do gel clareador à base de peróxido de hidrogênio 35%	39
Figura 10	- Aplicação passiva da solução de bicarbonato de sódio 10%	40
Figura 11	- Aplicação passiva do hidrogel de ascorbato de sódio 10%	40
Figura 12	- Condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 30seg	41
Figura 13	- Aplicação do sistema adesivo convencional de 2 passos Natural Bond DE	41
Figura 14	- Aplicação de incrementos de 1mm de resina composta microhíbrida	41
Figura 15	- Restauração finalizada apresentando 4mm de altura	41
Figura 16	- Secção do conjunto dente-restauração no sentido vestíbulo-lingual	42

Figura 17 - Secção do conjunto dente-restauração no sentido mésio-distal	42
Figura 18 - Obtenção de palitos com dimensões de 1mm X 1mm	42
Figura 19 - Palito fixado pelas extremidades com adesivo à base de cianocrilato ao dispositivo tipo Bencor	43
Figura 20 - Teste sob força de tração, perpendicular à interface adesiva, à velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura do palito.....	43
Figura 21 - Estereomicroscópio digital utilizado (DINO-LITEplus digital microscope)	44
Figura 22 - Falha do tipo adesiva	49
Figura 23 - Falha do tipo coesiva em esmalte.....	49
Figura 24 - Falha do tipo mista.....	49
Figura 25 - Foto em MEV (500X) do espécime polido e condicionado com ácido fosfórico 37% por 30seg	57
Figura 26 - Foto em MEV (500X) do espécime polido, clareado com peróxido de hidrogênio 35% por 40min e condicionado com ácido fosfórico 37% por 30seg	57

- GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico comparativo das médias de resistência adesiva dos grupos avaliados após 7 dias e após 6 meses.....	47
Gráfico 2 - Porcentagem (%) dos tipos de falhas para os diferentes grupos experimentais nos diferentes tempos de armazenamento	50

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- QUADROS

Quadro 1 - Materiais utilizados.....	35
Quadro 2 - Grupos estudados.....	38
Quadro 3 - Composição da saliva artificial.....	41

- TABELAS

Tabela 1 - Valores de média (MPa) e desvio-padrão de resistência adesiva dos grupos avaliados nos dois tempos de armazenamento	47
Tabela 2 - Relação entre ocorrência e o tipo de falha nos dois tempos de armazenamento.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Por cento
<	Menor
°C	Graus Celsius
AS	Ascorbato de sódio
BS	Bicarbonato de sódio
DP	Desvio-padrão
g	Gramas
h	Horas
HP	Hydrogen peroxide
kgf	Quilograma força
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
n°	número
MPa	Mega pascal
p	Nível de significância
PH	Peróxido de hidrogênio
SB	Sodium bicarbonate
SA	Sodium ascorbate
SD	Standard deviation
seg	segundos
x	vezes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	HISTÓRICO DO CLAREAMENTO	21
2.2	REAÇÃO QUÍMICA DO CLAREAMENTO.....	22
2.3	DURABILIDADE DAS RESTAURAÇÕES ADESIVAS EM ESMALTE	23
2.4	ASPECTOS DA RESISTÊNCIA ADESIVA EM DENTES CLAREADOS	24
2.5	EFEITO DE ANTIOXIDANTES NA RESISTÊNCIA ADESIVA APÓS CLAREAMENTO	26
2.6	TESTE DE RESISTÊNCIA ADESIVA POR MICROTRAÇÃO	28
3	PROPOSIÇÃO	29
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1	MATERIAIS	35
4.2	MÉTODOS	35
4.2.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
4.2.2	PREPARO E PADRONIZAÇÃO DOS ESPÉCIMES	36
4.2.3	GRUPOS ESTUDADOS.....	38
4.2.4	CLAREAMENTO DOS ESPÉCIMES	39
4.2.5	APLICAÇÃO DOS AGENTES ANTIOXIDANTES.....	39
4.2.6	PROCEDIMENTO RESTAURADOR	40
4.2.7	PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICROTRAÇÃO.....	42
4.2.8	ENSAIO MECÂNICO DE MICROTRAÇÃO	42
4.2.9	ANÁLISE DE MICROSCOPIA ÓPTICA.....	43
4.2.10	ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
5	RESULTADOS.....	45
5.1	RESISTÊNCIA ADESIVA	47
5.2	TIPOS DE FRATURA	48
6	DISCUSSÃO	51
7	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS.....	65

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais comuns em Odontologia relacionados à estética é a pigmentação ou escurecimento dentário, que apresenta como opção de tratamento conservador o clareamento (ARCARI et al. 2007; BITTENCOURT et al. 2010).

Os mecanismos de ação dos agentes clareadores não estão completamente esclarecidos (KIHN, 2007; MINOUX; SERFATY, 2008). No entanto, sabe-se que o clareamento é baseado em uma reação de oxidação complexa em que radicais livres de oxigênio, devido ao seu baixo peso molecular, conseguem infiltrar-se através do esmalte e dentina (HAYWOOD; HEYMANN, 1989; GREGUS; KLAASSEN, 1995; SULIEMAN, 2008; MINOUX; SERFATY, 2008). Esta reação só é possível porque os tecidos duros da estrutura dentária são permeáveis aos agentes clareadores (MC EVOY, 1989; BITTENCOURT et al. 2010) que reagem com os pigmentos promovendo a abertura de seus anéis de carbono, transformando-os em cadeias intermediárias mais claras (HAYWOOD; HEYMANN, 1989; JOINER, 2006; JOINER, 2007).

Nas técnicas de clareamento, há uma variação no tipo de agente clareador e velocidade do processo, porém todas as técnicas têm em comum a liberação de oxigênio como ponto principal da reação (JOINER, 2007; KIHN, 2007).

Após o procedimento clareador, os profissionais frequentemente necessitam substituir restaurações anteriores antigas, uma vez que sua cor não se altera com o clareamento. Dessa forma, a interação do procedimento clareador com outros tratamentos dentários, especialmente as restaurações adesivas, deve ser considerada (BITTENCOURT et al., 2010). Vale ressaltar que o comportamento destas, idealmente, deve ser semelhante ao das restaurações em resina composta realizadas sobre esmalte, que apresentam excelente desempenho clínico, sendo mais estáveis e duradouras ao longo dos anos (YOSHIDA et al., 2004; DE MUNCK et al., 2005).

Acredita-se que o oxigênio residual permanece na superfície dentária ou até mesmo no interior da estrutura após o clareamento. Dessa forma, a polimerização dos monômeros resinosos pode ser inibida pela presença do oxigênio, prejudicando o selamento marginal e promovendo o início do processo de microinfiltração

marginal e na redução da resistência adesiva das restaurações (DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; MURAGUCHI et al. 2007; BITTENCOURT et al. 2010).

Contudo, com o passar do tempo, o oxigênio residual lentamente se dissipa à medida em que a reação de oxidação termina. Desta forma, a abordagem geral é adiar qualquer procedimento restaurador adesivo por um tempo após o clareamento, já que a redução da resistência adesiva apresenta caráter temporário. O intervalo de tempo para serem realizados os procedimentos restauradores após o clareamento, segundo a literatura, pode variar de 24 h a 4 semanas (TITLEY; TORNECK; RUSE 1992; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; CAVALLI et al. 2001; MURAGUCHI et al. 2007; GÖKÇE et al., 2008; BITTENCOURT et al. 2010).

Com o objetivo de diminuir esse intervalo de tempo, encontram-se na literatura outras técnicas para solucionar esses problemas na resistência adesiva aos dentes clareados. Cvitko et al. (1991) propuseram a remoção do esmalte superficial, Barghi e Godwin (1994) trataram o esmalte clareado com álcool antes da restauração, enquanto Kalili et al. (1991) e Sung et al. (1999) sugeriram o uso de adesivos com solventes orgânicos.

Os produtos antioxidantes, ou seja, que teriam a ação de remover ou reduzir o oxigênio residual, se configuram como uma estratégia interessante (LAI et al. 2001; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; GARRIDO, 2011). O ascorbato de sódio é um dos agentes antioxidantes mais investigados, entretanto, apesar de sua eficiência (KIMYAI; VALIZADEH, 2006; GÖKÇE et al., 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; LAI et al. 2001; GARRIDO 2011; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011), ainda há controvérsias de sua ação (SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009). Garrido (2011) sugere que esta substância seria capaz de melhorar a resistência adesiva, apesar de não recuperá-la totalmente.

Outra solução antioxidante que vem sendo testada é o bicarbonato de sódio 10%. Tostes (2010) apontou o uso da solução de bicarbonato de sódio 10% como uma possível alternativa de tratamento prévio à restauração em dentes clareados, devendo ser objeto de mais estudos.

Como existem poucas pesquisas que comprovam o poder antioxidante da solução de bicarbonato de sódio 10%, este trabalho teve como objetivo avaliar a ação dessa solução, aplicada durante 5 minutos previamente ao procedimento restaurador, em dentes clareados com peróxido de hidrogênio 35%. Além disso, levando em consideração o levantamento bibliográfico a respeito do hidrogel de

ascorbato de sódio 10%, este também foi avaliado para fins comparativos entre as duas substâncias. A resistência adesiva dos espécimes foi avaliada por testes de microtração em dois períodos: após 7 dias e 6 meses.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico do clareamento

Há mais de um século, foram desenvolvidos os primeiros estudos sobre clareamento, que sugeriam que íons cloro seriam responsáveis pela eliminação de manchas na estrutura dentária de dentes despulpados (DWINELLE, 1850). Com o decorrer dos anos, inúmeras pesquisas foram realizadas testando o efeito clareador de diferentes substâncias como o ácido oxálico, dióxido de hidrogênio, ácido clorídrico, peróxido de carbamida e peróxido de hidrogênio (HOWELL, 1980).

Com o intuito de acelerar a reação química do clareamento através de uma fonte de calor, alguns autores ativaram o peróxido de hidrogênio com um instrumento aquecido, idealizando a técnica de clareamento em consultório para dentes vitais (ABBOT, 1918; AMES, 1937).

A técnica de clareamento caseiro foi introduzida inicialmente em dentes despulpados e preconizava uso do perborato de sódio misturado com água no interior da câmara pulpar (SPASSER, 1961). Para dentes vitais, a técnica foi primeiramente descrita por um ortodontista, que ao prescrever bochechos à base de peróxido de carbamida (Glyoxide) observou que esta solução além do poder antisséptico tinha um efeito clareador. Contudo, a técnica caseira só foi mundialmente aceita depois da publicação dos estudos de Haywood e Heyman (1989) que aplicaram peróxido de carbamida 10% em moldeiras individualizadas para uso noturno. Essa técnica ficou conhecida como “vital guard bleaching technique”.

Apesar de ser utilizada desde 1900, a técnica de clareamento em consultório foi modificada em 1991 com a introdução de géis de peróxido de hidrogênio 35% ativados por fontes de luz, eliminando o uso de instrumentos aquecidos para acelerar a reação (SULIEMAN, 2008).

Atualmente, ambas as técnicas continuam a ser utilizadas e podem inclusive ser associadas para intensificar os resultados. O peróxido de hidrogênio apresenta concentrações que variam de 10 a 38% e geralmente é utilizado na técnica em consultório, seja associado ou não a uma fonte de luz. Já o peróxido de carbamida,

normalmente é utilizado na técnica caseira em concentrações mais baixas em torno de 10 a 22% (JOINER, 2007; KIHN, 2007; GÖKÇE et al. 2008). Independente da técnica utilizada, o efeito clareador esperado deve ser o mesmo (MONDELLI et al., 2012).

2.2 Reação química do clareamento

Os primeiros relatos a respeito da reação do clareamento foram descritos por Kirk (1889), que afirmou que o sucesso do clareamento estava atrelado à quebra de pigmentos através de um agente químico. Classificou o agente clareador em oxidante quando os pigmentos eram destruídos pela remoção do hidrogênio e em redutor quando o oxigênio era removido. Dentre as substâncias oxidantes, citou o peróxido de hidrogênio, cloro e o permanganato de potássio reduzido pelo ácido oxálico.

O peróxido de hidrogênio vem sendo aplicado com sucesso na Odontologia ao longo dos anos, contudo o seu mecanismo de ação no clareamento ainda não foi completamente elucidado (KIHN, 2007; MINOUX; SERFATY, 2008). Além disso, existem controvérsias em relação a sua efetividade quando associado às condições do meio, como pH, temperatura, presença de alguns íons, ativação com luz visível e luz ultravioleta (YOUNG et al., 2012).

Por apresentar alto poder oxidante, o peróxido de hidrogênio em meio alcalino se dissocia, formando radicais livres tais como ânions de perhidroxila (GREGUS; KLAASSEN, 1995; SULIEMAN, 2008; MINOUX; SERFATY, 2008). Em outras situações, novos radicais livres podem ser originados por clivagem homolítica do peróxido de hidrogênio, seja pela ruptura da ligação O-H ou da O-O, dando origem às moléculas instáveis de $H^+ + OOH^-$ e $2OH^-$ (hidroxila), respectivamente (COTTON; WILKINSON, 1972; GREGUS; KLAASSEN, 1995). Quando a reação de clareamento é iniciada fotoquimicamente pelo uso de luz ou laser, a quantidade destes radicais livres é ainda maior (KASHIMA-TANAKA, 2003).

Por serem instáveis, essas moléculas atuam na quebra de ligações duplas de carbono nas longas cadeias orgânicas dos pigmentos, resultando em cadeias menores (JOINER, 2006; JOINER, 2007). Uma vez que os pigmentos apresentam seu tamanho reduzido, estes podem ser eliminados através da estrutura dentária ou

então passam absorver uma menor quantidade de luz, aparentando mais claros (DAHL; PALLESEN, 2003).

Já em relação ao peróxido de carbamida, este nada mais é que uma associação do peróxido de hidrogênio à ureia. Trata-se de uma ligação fraca e, uma vez em meio aquoso, o peróxido de carbamida é quebrado e libera radicais livres capazes de infiltrar-se tanto pelo esmalte como pela dentina produzindo o efeito do clareamento (SULIEMAN, 2008). A uréia pode ainda ser decomposta em dióxido de carbono e amônia, elevando o pH do meio (BUDAVARI et al., 1989; DAHL; PALLESEN, 2003). Em meio básico, uma menor quantidade de energia de ativação se faz necessária para a formação de radicais livres, tornando assim a velocidade da reação mais rápida e com resultados mais satisfatórios quando comparados aos obtidos em meio ácido (COTTON; WILKINSON, 1972; SUN, 2000; SULIEMAN, 2008).

Atualmente, novas técnicas e produtos vêm sendo desenvolvidos (HIRATA, 2011), contudo, o sucesso do clareamento depende principalmente da concentração do agente clareador e da sua capacidade em quebrar as moléculas cromatogênicas orgânicas (DAHL; PALLESEN, 2003). Isto só é possível devido à permeabilidade das estruturas dentárias, que permitem que o gel clareador, de baixo peso molecular, se infiltre no interior do esmalte e da dentina (MC EVOY, 1989; BITTENCOURT et al., 2010). Além disso, o tempo e o número de sessões em que os dentes escurecidos foram expostos ao gel clareador, bem como tipo de alteração cromática, cor inicial do dente e idade do sujeito influenciam no resultado final do clareamento (DAHL; PALLESEN, 2003; KIHN, 2007).

2.3 Durabilidade das restaurações adesivas em esmalte

Atualmente, a maior deficiência dos procedimentos restauradores adesivos é sua durabilidade limitada em meio bucal (PEUMANS et al., 2005). A cavidade oral é um meio extremamente dinâmico, pois sofre constantes alterações de temperatura, pH, cargas mastigatórias, tornando o desempenho a longo prazo das restaurações adesivas um grande desafio (DE MUNCK et al., 2003). A degradação marginal reduz a durabilidade da restauração em resina composta e está intimamente relacionada

com sua exposição ao meio aquoso (SANO et al., 1999; ARMSTRONG; KELLER; BOYER, 2001).

A maioria dos trabalhos promove o envelhecimento das restaurações através de seu armazenamento em meio aquoso, o que pode levar à redução na resistência adesiva mesmo após períodos relativamente curtos (ARMSTRONG; KELLER; BOYER, 2001; DE MUNCK et al., 2003). A redução na durabilidade de união pode estar relacionada à degradação dos componentes da interface adesiva por hidrólise, permitindo que a água infiltre e reduza as propriedades mecânicas da matriz polimérica (FERRACANE; BERGE; CONDON, 1998).

A união esmalte-resina obtida através de sistemas adesivos convencionais é considerada a mais estável ao longo dos anos (DE MUNCK et al., 2005). Acredita-se que a retenção micromecânica é um pré-requisito para se alcançar altos valores de resistência adesiva. A adesão química adicional pode ser benéfica em termos de durabilidade, assegurando uma adaptação do material aos tecidos dentários, reduzindo a microinfiltração (SANO et al., 1999). A união ao substrato pode ser através das fibras colágenas e dos cristais de hidroxiapatita, sendo a primeira obtida apenas através de ligações de hidrogênio, que são relativamente mais fracas e instáveis, principalmente em meio aquoso. O cálcio presente na hidroxiapatita pode atuar como um receptor para a formação de fortes ligações iônicas, tornando a ligação ao esmalte mais estável e duradoura (YOSHIDA et al., 2004).

2.4 Aspectos da resistência adesiva em dentes clareados

Independente do gel clareador, seja peróxido de hidrogênio ou de carbamida, e de sua concentração, a resistência adesiva ao esmalte recém-clareado apresenta valores reduzidos em diferentes níveis (STOKES et al., 1992; BARCELLOS et al., 2010). Ao avaliar o tempo de exposição ao gel clareador, Torneck et al. (1990) sugerem que o efeito do clareamento na resistência adesiva é tempo dependente e afirmam que mesmo após 5 minutos de exposição ao peróxido de hidrogênio 35% já ocorre uma na redução da resistência de união.

Essa exposição ao gel clareador provoca alterações na superfície do esmalte, dando origem a porosidades e a um precipitado esbranquiçado. Quanto maior for o tempo de exposição, mais evidentes são essas alterações, que podem, de alguma

forma, interferir na retentividade de restaurações adesivas (TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988).

Como o peróxido de hidrogênio se decompõe em íons hidroxila e de oxigênio (COTTON; WILKINSON, 1972; GREGUS; KLAASSEN, 1995; MINOUX; SERFATY, 2008; SULIEMAN, 2008), uma vez presente no esmalte e na dentina, o oxigênio residual inibe a polimerização completa da resina composta, trazendo prejuízos ao selamento marginal da restauração e, conseqüentemente, reduzindo os valores de resistência adesiva (DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; MURAGUCHI et al. 2007; BITTENCOURT et al. 2010).

Ao avaliar fraturas de espécimes clareados submetidos a teste de tração e cisalhamento, Torneck et al. (1990) verificaram inúmeras áreas sem o embricamento mecânico da resina e Titley et al. (1991) afirmaram que além dos tags de resina serem menos numerosos, estes são porosos, pouco definidos e mais curtos quando comparados aos do esmalte não clareado (TITLEY et al., 1993). Esses dados são compatíveis com a grande maioria das falhas que são do tipo adesivas, sugerindo uma interação do agente clareador e da resina composta na superfície do esmalte ou próximo a esta (TORNECK et al. 1990; ADIBFAR et al., 1992). Para chegar nesta região, o peróxido de hidrogênio residual é transportado pela via interprismática, sendo assim, o efeito do clareamento na resistência adesiva também é influenciado pela própria anatomia do dente, pela extensão, profundidade e maturidade do esmalte (TORNECK et al. 1990).

Estudos revelam que o peróxido de hidrogênio residual é eliminado quando o esmalte fica imerso em água ou saliva antes da realização de procedimentos adesivos, elevando os valores de resistência adesiva dos dentes clareados (TORNECK et al. 1990). Adifbar et al. (1992) afirmaram que mesmo curtos períodos de imersão são capazes de eliminar o peróxido residual, contudo, só a lavagem e secagem logo após o clareamento não são eficazes para removê-lo completamente.

O peróxido de hidrogênio é instável na presença de água, sendo assim, a imersão dos dentes clareados em saliva dilui o oxigênio residual e também eleva o pH superficial, alterando as características da superfície mineral do esmalte, restaurando assim os valores de resistência adesiva (TORNECK et al. 1991; TITLEY et al. 1993; BITTENCOURT et al. 2010). A eliminação dos produtos do peróxido residual é dependente do tempo, e segundo a literatura pode variar de 24 horas a 4 semanas (TITLEY; TORNECK; RUSE, 1992; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994;

CAVALLI et al., 2001; MURAGUCHI et al., 2007; GÖKCE et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2010).

Bittencourt et al. (2010) avaliaram em estudo realizado “in situ” que as restaurações realizadas após 7, 14 e 21 dias do clareamento apresentaram valores de resistência adesiva similares ao do grupo controle (sem clareamento). Dessa forma, indica-se que se espere no mínimo uma semana após o clareamento para a realização de procedimentos adesivos (GÖKCE et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2010).

Em algumas situações clínicas o paciente, por falta de tempo ou pela possibilidade do deslocamento de uma restauração estética durante o procedimento clareador, pode necessitar da realização das restaurações adesivas imediatamente após o clareamento. Nesses casos específicos, o profissional pode lançar mão das substâncias antioxidantes com o intuito de evitar que a resistência adesiva da restauração seja afetada negativamente.

2.5 Efeito de antioxidantes na resistência adesiva após clareamento

As alterações na composição mineral da superfície do esmalte após o clareamento são reversíveis em virtude do potencial oxirredutor dos componentes orgânicos presentes em sua matriz. Especula-se que, temporariamente, ocorra uma troca de íons na matriz de hidroxiapatita do esmalte clareado. Essa troca iônica é termodinamicamente desfavorável, contudo este processo pode ser revertido com a aplicação de antioxidantes (LAI et al., 2002).

Os antioxidantes podem ter mais de um mecanismo de ação para a eliminação completa ou diminuição de radicais livres, podendo atuar das seguintes formas: remoção de oxigênio ou diminuindo a sua concentração local, remoção de íons metálicos reagentes e de oxigênio reativo, como oxigênio nascente (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), varrendo radicais livres iniciadores, quebrando a cadeia de uma sequência iniciada, estabilizando ou removendo o íon oxigênio na sua forma mais reativa, chamada singlet (GUTTERIDGE, 1994).

Um dos agentes antioxidantes mais investigados é o ascorbato de sódio. Lai et al. (2002) verificaram que os valores de resistência adesiva foram elevados quando se aplicou o gel ascorbato de sódio 10% no esmalte clareado, afirmando

que esta substância seria capaz de neutralizar e reverter os efeitos oxidantes dos agentes clareadores. Ao restaurar o potencial oxirredutor do substrato, o ascorbato de sódio permite que a polimerização do adesivo ocorra sem a interferência de radicais livres, melhorando a resistência adesiva (LAI et al., 2001; KIMYAI; VALIZADEH, 2006).

Apesar da forma de apresentação em gel liberar a substância química mais lentamente que a solução (KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008), todas as formas do ascorbato de sódio, seja em solução ou hidrogel, bem como suas diferentes concentrações, 10 ou 20%, são eficazes na restauração da resistência adesiva após o clareamento (KIMYAI; VALIZADEH, 2006; DABAS; PATIL; UPPIN, 2011).

Não há um consenso na literatura em relação ao tempo de aplicação do ascorbato de sódio podendo este variar de 10 minutos até 8 horas (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; KIMYAI; VALIZADEH 2006; GÖKCE et al., 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; DABAS; PATIL; UPPIN, 2011; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011). Autores afirmam que, à medida em que se aumenta o tempo de aplicação do ascorbato de sódio, a resistência adesiva também aumenta (KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; DABAS; PATIL; UPPIN, 2011), contudo Gökce et al. (2008) verificaram que apenas 10 minutos eram suficientes para restaurar os valores de resistência adesiva, ressaltando ainda que esse tempo de aplicação é clinicamente aceitável.

Uma vez que o ácido ascórbico e seus sais derivados são amplamente utilizados na indústria alimentícia como antioxidantes, é improvável que seu uso intraoral traga prejuízos à saúde do paciente (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; KAYA; TURKUN, 2003).

Outras substâncias antioxidantes também vêm sendo testadas, como a catalase, alfa-tocoferol e bicarbonato de sódio, mostrando-se potencialmente eficazes em neutralizar os radicais livres provenientes do clareamento (TORRES; KOGA; BORGES, 2006; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; TOSTES, 2010).

A solução aquosa de bicarbonato de sódio tem sido indicada pelo fabricante para neutralizar os efeitos adversos do gel clareador nos tecidos moles. O alto pH do bicarbonato de sódio, em torno de 8,67, pode desestabilizar a molécula do peróxido de hidrogênio, acarretando em sua decomposição e inativação (TORRES; KOGA; BORGES, 2006). Além disso, o bicarbonato de sódio é de fácil obtenção, uma vez que vem na maioria dos kits de clareamento, não altera os resultados obtidos e ainda possui estabilidade química suficiente para ser armazenado (TOSTES, 2010).

Tostes (2010) avaliou a efetividade do bicarbonato de sódio (solução 10% e jato) como antioxidante e concluiu que apenas a solução, aplicada durante 5 minutos, foi capaz de restaurar os valores de resistência adesiva ao esmalte clareado, discordando dos resultados obtidos por Sasaki, Flório e Basting (2009). O autor afirmou ainda que o jato de bicarbonato de sódio deixou partículas impregnadas no interior estrutura do esmalte, impedindo a formação dos tags de resina o que acarretou em menores valores de resistência adesiva (TOSTES, 2010).

2.6 Teste de resistência adesiva por microtração

A resistência adesiva da resina composta unida ao esmalte clareado pode ser avaliada por inúmeros testes, sendo os testes de microtração e cisalhamento são os mais relatados na literatura (LAI et al., 2002; KIMYAI; VALIZADEH 2006; TORRES; KOGA; BORGES, 2006; ARCARI et al. 2007; MURAGUCHI et al. 2007; GÖKÇE et al. 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; MINOUX; SERFATY, 2008; CHUANG et al., 2009; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; BARCELLOS et al., 2010; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011; LAGO; DE FREITAS; NETTO, 2011; ROCHA GOMES TORRES et al., 2012).

O teste de microtração vem sendo amplamente utilizado desde que foi introduzido por Sano et al. (1994) e os valores são obtidos pela razão entre a carga (kgf) no momento da fratura e a área de secção transversal do espécime em mm². Esse método permite a obtenção de inúmeros espécimes a partir de um único dente e ainda consegue medir a resistência adesiva em regiões específicas em pequenas áreas de superfície, em torno de 1mm² (SCHERRER; CESAR; SWAIN, 2010; LI et al., 2011).

Outra grande vantagem desse método de avaliação de resistência adesiva é que este apresenta uma distribuição mais uniforme da carga em menor área de superfície, gerando a maior parte das falhas na interface adesiva (SANO et al., 1994). Pashely et al.(1999) afirmaram que o teste de microtração é ideal para avaliar o desempenho, a longo prazo, da união das restaurações adesivas aos subtratos dentários.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo “*in vitro*” teve como objetivo avaliar o efeito do bicarbonato de sódio a 10% e do hidrogel de ascorbato de sódio 10% como agentes antioxidantes, na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino previamente clareado com peróxido de hidrogênio a 35%. A resistência adesiva dos espécimes foi avaliada por teste de microtração em dois períodos (7 dias e 6 meses), testando as seguintes hipóteses nulas:

- 1 Não há diferença na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado, em função da aplicação ou não de estratégias antioxidantes;
 - 2 Não há diferença na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado, em função do tempo de envelhecimento dos espécimes (7 dias ou 6 meses).
-

4 Materiais e Métodos

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Quadro 1: Materiais utilizados

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE	CLASSIFICAÇÃO
Total Blanc Office	Seringa A: Peróxido de hidrogênio 35% Seringa B: Espessante, extratos vegetais, amida, agente sequestrante, glicol, corante e água	Nova DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil	Agente clareador
Solução de Bicarbonato de sódio 10%	Bicarbonato de sódio 10%, conservante e água	Nova DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil	Antioxidante
Hidrogel de ascorbato de sódio 10%	Ascorbato de sódio a 10%, carbopol 2,5%, ajuste do pH 7,0 com trietanolamina.	Pharmácia Specifica, farmácia de manipulação, Bauru, SP, Brasil.	Antioxidante
Alpha Etch	Ácido fosfórico, dióxido de silicone Coloidal, solução a 1% de azul de metileno, glicerina bidestilada e água deionizada	Nova DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil	Condicionador dental
Natural Bond DE	PMGDM, TEGDMA, HEMA, PHFA, canforoquinona, 4-EDAMB, butil hidroxitolueno e etanol	Nova DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil	Adesivo convencional de 2 passos
Natural Look	Bisfenol A diglicidilmetacrilato, bisfenol A dietoximetacrilato, trietileneglicol dimetacrilato, cristais de bário atomizados, sílica amorfa hidrofóbica e canforoquinona	Nova DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil	Resina microhíbrida

4.2 Métodos

4.2.1 Delineamento experimental

Este trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa “*in vitro*”. Dois fatores foram avaliados: estratégia antioxidante (em cinco níveis: sem clareamento, clareamento e clareamento seguidos de tempo de espera de 7 dias, solução de bicarbonato de sódio 10% e hidrogel de ascorbato de sódio 10%) e tempo (em dois níveis: 7 dias e 6 meses) associados ao efeito do clareamento com peróxido de hidrogênio 35%. A principal variável de resposta foi a análise de resistência adesiva por microtração complementada por microscopia óptica.

4.2.2 Preparo e Padronização dos Espécimes

Cento e vinte coroas de incisivos bovinos foram selecionadas, mantidas e renovadas em solução supersaturada de timol a 0,1%. Uma análise prévia das dimensões méso-distal e do comprimento original foi realizada para que fossem selecionadas unidades similares. Dentes com trincas, rachaduras ou fissuras na superfície da coroa foram excluídos da amostra.

Os dentes foram fixados com cera pegajosa (Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil) em um dispositivo para adaptação na máquina de corte manual Isomet Low Speed Saw (South Bay Technology Inc., Buehler, Lake Bluff, IL, EUA - Figura 1) e seccionados nos sentidos méso-distal e inciso-cervical com dois discos diamantados dupla face (Extec Dia, Wafer blade 5"x. 015x1/2, cód. 12240, Extec Corp, Enfield, CT, USA) separados por um espaçador de 4mm, em baixa velocidade e sob refrigeração contínua, obtendo-se um fragmento quadrangular de 4 x 4 mm (Figuras 2 e 3). Neste momento, os fragmentos que apresentaram rachaduras e defeitos estruturais foram descartados, bem como a face palatina foi excluída.

Figura 1: Máquina de corte Isomet Low Speed Saw.

Figura 2: Corte do dente bovino utilizando dois discos separados por espaçador de 4mm.

Figura 3: Obtenção de espécime com dimensões de 4X4mm.

Para padronização das superfícies de esmalte, os espécimes foram planificados e polidos com discos de lixa de água. Para isso, os fragmentos foram fixados com cera pegajosa em bastão no centro de um disco de acrílico (30 mm de diâmetro por 6 mm de espessura) com a face externa do espécime voltada para o disco (Figura 4). Em seguida, o conjunto (espécime/disco) foi adaptado à Politriz Metalográfica (Aropol 2V, Arotec S.A. Indústria e Comércio - Cotia, SP, Brasil - Figura 5) para planificar primeiramente a dentina com disco de lixa de carbetto de silício de granulação 400 (Norton Abrasivos - São Paulo, SP, Brasil). A Politriz Metalográfica foi acionada em baixa velocidade por 1 minuto, com peso de 172g sobre os espécimes e refrigeração abundante.

Figura 4: Espécime fixado no disco de acrílico para planificação da dentina.

Figura 5: Politriz Metalográfica

Em seguida, os espécimes foram retirados dos discos e fixados novamente, porém, desta vez, com a face interna voltada para o disco para a planificação e polimento da superfície de esmalte (Figura 6). Para a planificação foram utilizados discos de lixa de carbetto de silício de granulações 320 e 400 (Norton Abrasivos - São Paulo, Brasil) e para o polimento as granulações 600 e 1200, sendo despendidos, em média, 4 minutos para cada lixa. As superfícies de esmalte foram aplainadas cuidadosamente para que não houvesse exposição da dentina (Figura 7). Esse controle foi realizado com estereomicroscópio com lente de 40x de aumento (Zeiss, Stemi 2000-C, AxioCam MRc (Carl Zeiss Microimaging GMBH - Göttingen, Alemanha). Após esse controle, com o intuito de remover os resíduos dos grânulos das lixas, os espécimes já planificados e polidos foram inseridos no ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D - Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 5 minutos, lavados em água corrente e secos com gaze.

Figura 6: Espécime antes da planificação do esmalte utilizando a Politriz Metalográfica.

Figura 7: Espécime depois da planificação do esmalte utilizando a Politriz Metalográfica.

4.2.3 Grupos estudados

Após o preparo padronizado dos espécimes, os 120 selecionados foram divididos aleatoriamente em cinco grupos (Quadro 2).

Quadro 2: Grupos estudados

GRUPOS	TRATAMENTOS
Grupo C (controle positivo)	Sem clareamento com procedimento restaurador
Grupo OI (controle negativo)	Clareamento com Peróxido de Hidrogênio 35% seguido de procedimento restaurador imediato.
Grupo O7	Clareamento com Peróxido de Hidrogênio 35%, armazenamento dos espécimes durante 7 dias em água destilada seguido de procedimento restaurador.
Grupo OBS	Clareamento com Peróxido de Hidrogênio 35% + aplicação de bicarbonato de sódio 10% por 5 min + procedimento restaurador imediato.
Grupo OAS	Clareamento com Peróxido de Hidrogênio 35% + aplicação de hidrogel de ascorbato de sódio 10% por 15 min + procedimento restaurador imediato.

4.2.4 Clareamento dos Espécimes

Inicialmente, foi realizada a profilaxia dos espécimes com escova de Robinson e pedra pomes fina em baixa rotação (Kavo do Brasil S.A. Indústria e Comércio - Joinville, SC, Brasil). Em seguida, os dentes foram lavados com água deionizada e secos com jatos de ar.

O gel clareador Total Blanc Office (Figura 8), à base de peróxido de hidrogênio 35%, foi manipulado e aplicado sobre as superfícies de esmalte nos grupos OI, O7, OBS e OAS durante 20 minutos (Figura 9). Após esse período, o gel foi removido e uma nova camada de gel foi aplicada por mais 20 minutos. Após o procedimento clareador, os espécimes foram lavados e imersos em água destilada.

Figura 8: Gel clareador Total Blanc Office (Nova DFL).

Figura 9: Aplicação do gel clareador à base de peróxido de hidrogênio 35%.

4.2.5 Aplicação dos agentes antioxidantes

A solução de bicarbonato de sódio 10%, que acompanha o kit do gel clareador, foi aplicada passivamente com “microbrush” nas superfícies de esmalte previamente clareadas do grupo OBS (Figura 10) durante 5 minutos de acordo com o estudo de Tostes (2010).

No grupo OAS, uma camada uniforme de hidrogel de ascorbato de sódio 10% foi aplicada com “microbrush” de forma passiva durante 15 minutos (GÖKCE et al., 2008) no esmalte clareado dos espécimes (Figura 11).

Figura 10: Aplicação passiva da solução de bicarbonato de sódio 10%.

Figura 11: Aplicação passiva do hidrogel de ascorbato de sódio 10%.

4.2.6 Procedimento restaurador

Previamente à realização das restaurações, os espécimes foram lavados com água deionizada e separados de acordo com o tratamento recebido.

Inicialmente, o condicionamento das superfícies de esmalte foi realizado com ácido fosfórico 37% (Alpha Etch, Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) durante 30 segundos, seguido de lavagem abundante pelo mesmo tempo de aplicação (Figura 12). As superfícies foram secas com jatos de ar e foi aplicado o sistema adesivo convencional de 2 passos Natural Bond DE, de acordo com as orientações do fabricante, em duas camadas (Figura 13), favorecendo a evaporação do solvente com leves jatos de ar seguido de fotoativação (Radi Cal, SDI, Victoria, Austrália - $1000\text{mW}/\text{cm}^2$) durante 20 segundos.

A restauração foi realizada com a resina composta microhíbrida Natural Look em incrementos de 1 mm de altura, obtendo-se uma coroa de 4mm. Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos com o mesmo aparelho fotoativador (Figuras 14 e 15).

Figura 12: Condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 30seg.

Figura 13: Aplicação do sistema adesivo convencional de 2 passos Natural Bond DE.

Figura 14: Aplicação de incrementos de 1mm de resina composta microhíbrida.

Figura 15: Restauração finalizada apresentando 4mm de altura.

Os espécimes foram imersos em saliva artificial de acordo com Vieira et al. (2005) e armazenados em estufa a 37°C durante 7 dias.

Quadro 3: Composição da saliva artificial

SUBSTÂNCIAS	FÓRMULA MOLECULAR	CONCENTRAÇÃO (g)
Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,5 mM (0,3542g)
Fosfato de sódio dibásico dihidratado	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,9 mM (0,1601g)
Cloreto de potássio	KCl	0,15M (11,1825g)
Tris (hidroximetil) aminometano	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2$	0,02M (2,4228g)
Fluoreto de sódio	NaF	0,05 ppm (500µl)
Água destilada		Q.S.P
pH		7,0

(Laboratório de Bioquímica, FOB-USP, Bauru, SP, Brasil)

4.2.7 Preparo dos espécimes para o teste de microtração

Após os 7 dias do procedimento restaurador, os espécimes foram secos e fixados com cera pegajosa em dispositivo cilíndrico adaptado à mesma máquina de corte utilizada no início da pesquisa. Primeiramente, o conjunto dente-restauração foi seccionado no sentido vestibulo-lingual, obtendo-se fatias em torno de 1mm de espessura (Figura 16). Em seguida, modificando a posição inicial do dispositivo em 90°, as fatias foram cortadas no sentido mesio-distal, determinando palitos com dimensões aproximadas de 1mm X 1mm (Figuras 17 e 18).

Figura 16: Secção do conjunto dente-restauração no sentido vestibulo-lingual.

Figura 17: Secção do conjunto dente-restauração no sentido mesio-distal.

Figura 18: Obtenção de palitos com dimensões de 1mm X 1mm.

Foram obtidos, em média, 4 palitos por espécime, sendo metade destes submetida ao teste de microtração imediato e a outra metade de palitos avaliada após 6 meses. Até o momento da realização do teste, os palitos foram armazenados em saliva artificial dentro de estufa (Estufa 502, Fanem, São Paulo, Brasil) de acordo com o período de avaliação de cada grupo, sendo realizada semanalmente a renovação da saliva.

4.2.8 Ensaio mecânico de microtração

Passado o período de armazenamento, cada espécime foi fixado individualmente pelas extremidades com adesivo à base de cianocrilato (Super bonder Flex Gel Control, Loctite, São Paulo, SP, Brasil) ao dispositivo tipo Bencor da máquina Instron 3342 (Instron Co., Canton, MA, USA - Figura 19) e testado sob

força de tração, perpendicular à interface adesiva, a velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura do palito (Figura 20). Após a fratura, o espécime foi removido do dispositivo de ensaio com uma lâmina de bisturi nº12. A área transversal de união correspondente à fratura foi medida utilizando paquímetro digital (Messen Sensor Technology Co,Guangdong, China).

Figura 19: Palito fixado pelas extremidades com adesivo à base de cianocrilato ao dispositivo tipo Bencor.

Figura 20: Teste sob força de tração, perpendicular à interface adesiva, à velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura do palito.

A tensão necessária para ocasionar a ruptura dos espécimes foi obtida pela razão entre a carga (kgf) no momento da fratura e a área de secção transversal do espécime em mm². Em seguida, os valores foram convertidos em MPa.

4.2.9 Análise de Microscopia Óptica

Após a ruptura do espécime, as superfícies fraturadas de cada palito foram avaliadas com o auxílio de um estereomicroscópio digital (200x DINO-LITEplus digital microscope, AnMo Eletronics Corporation, Hsinchu, China – Figura 21) para identificar o tipo de fratura resultante. As falhas foram classificadas como:

Falha adesiva: quando a fratura foi localizada na interface substrato/material restaurador;

Falha coesiva em esmalte: quando a fratura ocorreu no substrato (esmalte);

Falha coesiva em resina composta: quando a fratura ocorreu no material restaurador;

Falha mista: quando houve uma combinação de fratura adesiva e coesiva.

Figura 21: Estereomicroscópio digital utilizado (DINO-LITEplus digital microscope).

4.2.10. Análise estatística

Os dados foram tabelados considerando as seguintes variáveis: estratégia antioxidante e tempo. Com a distribuição normal, as análises foram realizadas pelo teste de ANOVA dois critérios e comparações múltiplas com Tukey, ambos com $p < 0,05$.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Resistência Adesiva

Os valores de média e desvio-padrão de resistência adesiva após os diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de média (MPa) e desvio-padrão de resistência adesiva dos grupos avaliados nos dois tempos de armazenamento

GRUPO	7 DIAS (MÉDIA e DP)	6 MESES (MÉDIA e DP)
C (C+)	24,22 (7,74) Ba	20,13 (6,43) BCa
OI (C-)	18,29 (5,88) Ca	25,85 (5,23) Ab
O7	40,88 (7,95) Aa	24,61 (7,83) ABb
OBS	19,95 (5,67) BCa	15,94 (5,57) CDa
OAS	24,43 (6,43) Ba	13,69 (5,58) Db

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre linhas ($p < 0,05$)
 Letras minúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas entre colunas ($p < 0,05$)
 N=12

As comparações entre os diferentes tratamentos nos dois tempos de armazenamento também podem ser visualizadas no gráfico 1.

Gráfico 1: Gráfico comparativo das médias de resistência adesiva dos grupos avaliados após 7 dias e após 6 meses

Considerando-se o fator tempo, encontrou-se diferença estatisticamente significativa para os valores de resistência adesiva nos grupos OI, O7 e OAS. Nos grupos O7 e OAS houve uma diminuição dos valores de adesão após seis meses de armazenamento enquanto no grupo OI, após esse mesmo período de armazenamento, houve aumento estatisticamente significativo na média da resistência adesiva.

Após os 7 dias, o grupo OI mostrou-se capaz de reduzir a resistência de união comparativamente ao grupo C. Entretanto, aos 6 meses de armazenamento, OI aumentou os valores de resistência de união quando comparado ao C.

Das estratégias antioxidantes avaliadas após 7 dias, os grupos OBS e OAS não diferiram estatisticamente do grupo C ($p>0,05$) e o grupo OBS também não diferiu estatisticamente do grupo OI. A única estratégia que apresentou diferença estatisticamente significativa dos demais grupos foi o grupo O7, com média de resistência de união 40,88 MPa ($p<0,0001$).

Nos grupos armazenados durante 6 meses, apenas O7 e OBS comportaram-se de maneira significativamente semelhante ao grupo C. Das estratégias antioxidantes, o grupo OAS foi o que apresentou valores de resistência adesiva mais baixos, porém não foram estatisticamente diferentes do OBS.

5.2 Tipos de Fratura

Após os dois tempos de armazenamento, em todos os grupos houve predominância de falhas adesivas (figura 22). Em relação às falhas coesivas em esmalte (figura 23), estas foram mais predominantes após o envelhecimento do grupo C e grupo O7 nos dois tempos. As falhas mistas (figura 24) foram mais evidentes após o armazenamento de 7 dias do grupo C.

Figura 22: Falha do tipo adesiva

Figura 23: Falha do tipo coesiva em esmalte

Figura 24: Falha do tipo mista

A relação entre ocorrência e tipo de falha está ilustrada na tabela 2 e no gráfico 2.

Tabela 2 - Relação entre ocorrência e o tipo de falha nos dois tempos de armazenamento

TIPO DE FALHA	% DE FALHAS (7 DIAS)	% DE FALHAS (6 MESES)
ADESIVA	65,26%	67,06%
COESIVA EM ESMALTE	14,74%	24,71%
COESIVA EM RESINA	1,58%	2,35%
MISTA	18,42	5,88%

Gráfico 2: Porcentagem (%) dos tipos de falhas para os diferentes grupos experimentais nos diferentes tempos de armazenamento

6 *Discussão*

6 DISCUSSÃO

O clareamento de dentes vitais é amplamente utilizado na prática odontológica e vem sendo consolidado como um tratamento seguro ao longo dos anos (DAHL; PALLESEN, 2003; GÖKÇE et al. 2008; LI, 2011). Possivelmente, isso se deve à ausência de estudos que evidenciem danos macroscópicos na estrutura dentária decorrentes deste procedimento (ATTIN et al. 2004a). Além disso, há um consenso na literatura de que ocorrem alterações microestruturais após a exposição ao gel clareador, entretanto são danos considerados mínimos tendo em vista que o procedimento deve ser indicado de forma sensata e realizado de acordo com as instruções do fabricante (ATTIN et al. 2004a; ATTIN et al. 2004b; JOINER, 2007) .

Um ponto crítico do clareamento é a presença de oxigênio residual no interior da estrutura dentária (GREGUS; KLAASSEN, 1995; SULIEMAN, 2008; MINOUX; SERFATY, 2008) que interfere na polimerização dos monômeros resinosos, trazendo prejuízos na resistência adesiva das restaurações em resina composta realizadas logo após esse procedimento (DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; MURAGUCHI et al. 2007; BITTENCOURT et al. 2010). Dessa forma, o ideal é que sejam esperados no mínimo 7 dias para realizar as restaurações adesivas (GÖKÇE et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2010). Nesse contexto, outras estratégias têm sido estudadas com intuito de diminuir esse tempo de espera, dentre as quais se destaca a aplicação de substâncias antioxidantes (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; KIMYAI; VALIZADEH, 2006; TORRES; KOGA; BORGES, 2006; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; TOSTES, 2010).

Em inúmeras situações clínicas o clareamento é a primeira etapa de um plano de tratamento que envolve procedimentos restauradores estéticos, tais como a confecção de facetas diretas, fechamento de diastemas, reanatomização e restaurações em resina composta. Novos estudos se fazem necessários para avaliar o desempenho das restaurações adesivas, imediato e a longo prazo, diante da aplicação de antioxidantes em esmalte recém clareado. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da solução de bicarbonato de sódio a 10% e do hidrogel de ascorbato de sódio 10% na resistência adesiva de um sistema

restaurador adesivo ao esmalte bovino, previamente clareado com peróxido de hidrogênio a 35% em dois períodos de armazenamento.

Para este estudo, foram selecionados dentes bovinos devido à semelhança morfohistológica ao dente humano, por serem mais facilmente obtidos (NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA, 1983; SALEH; TAYMOUR, 2003; REIS et al., 2004) e por apresentarem uma extensa área vestibular plana que facilitou o desenvolvimento da pesquisa (MELLBERG, 1992; MONDELLI et al., 2009). A superfície do esmalte bovino é rugosa e apresenta irregularidades acentuadas, com periquimáceas mais numerosas e mais profundas, por isso inicialmente foi realizada uma planificação e regularização das superfícies do esmalte para que estas fossem padronizadas corretamente (MONDELLI et al., 2009).

De forma geral, quando o esmalte é o substrato de estudo, o sistema adesivo de eleição é o convencional de 2 passos (REIS et al., 2004; TORRES; KOGA; BORGES, 2006; LI et al., 2011; CANEPELLE et al., 2012; ROCHA GOMES TORRES et al., 2012; SEM TUNC et al., 2012). Sendo assim, nesse estudo optou-se por um sistema adesivo convencional de 2 passos à base de etanol, tendo em vista seu excelente desempenho e durabilidade da interface adesiva quando aplicado sobre esmalte (DE MUNCK et al., 2005).

De acordo com a literatura, dentre os testes que avaliam o comportamento das restaurações adesivas em esmalte clareado, destacam-se o teste de cisalhamento (KIMYAI; VALIZADEH 2006; TORRES; KOGA; BORGES, 2006; MURAGUCHI et al. 2007; GÖKÇE et al. 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011) e de microtração (LAI et al., 2002; ARCARI et al. 2007; CHUANG et al., 2009; BARCELLOS et al., 2010; LAGO, DE FREITAS; NETTO, 2011; ROCHA GOMES TORRES et al., 2012) . Na presente pesquisa, foi utilizado o teste de microtração levando em consideração que os valores obtidos podem ser correlacionados mais precisamente aos achados clínicos (HEINTZE, 2013). Além disso, esse teste permite que um maior número de espécimes seja obtido a partir de um único dente e que haja distribuição mais uniforme de estresse em uma menor área de superfície (SANO et al., 1994). De acordo com Pashley et al. (1999) e Heintze (2013), o teste de microtração é ideal para avaliar a resistência adesiva a longo prazo, por isso enquadrrou-se perfeitamente neste estudo para a avaliação das restaurações adesivas em esmalte clareado após envelhecimento de 6 meses.

Para análise da resistência adesiva imediata, a abordagem geral é que o teste seja realizado, no mínimo, após 24 horas da obtenção dos espécimes. Neste trabalho, os palitos foram submetidos ao teste de microtração após 7 dias da confecção da restauração por motivos operacionais, diante da grande quantidade de espécimes e pouca disponibilidade de horários vagos no laboratório. A realização do teste nesse período não trouxe prejuízos na obtenção de resultados, pois, de acordo com Ruyter e Svendsen (1978) e Burrow et al. (1994) somente após as primeiras 24 horas é que as ligações adesivas obtidas durante a polimerização são consideradas completas.

De acordo com os resultados encontrados, houve redução significativa nos valores de resistência adesiva do grupo OI comparados aos valores do grupo C quando o tempo de armazenamento foi 7 dias. Contudo, após 6 meses de envelhecimento, ocorreu exatamente o oposto, ou seja, os valores do grupo OI foram significativamente maiores que os do grupo C, rejeitando a hipótese nula de que não há diferença na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado em função do tempo de envelhecimento dos espécimes.

Os valores de resistência adesiva imediata do grupo C apresentaram média de $24,22 \pm 7,74$ MPa e estão de acordo com a média de valores encontrados para outros estudos de microtração realizado sob as mesmas condições (REIS et al., 2004; BARCELLOS et al., 2010; LAGO; DE FREITAS; NETTO, 2011; SEM TUNC et al., 2012). Os espécimes do grupo OI apresentaram valores de resistência adesiva reduzidos após 7 dias, corroborando com dados da literatura de que há prejuízos no desempenho de uma restauração adesiva realizada em esmalte recém clareado (LAI et al., 2002; GÖKÇE et al. 2008; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011; ROCHA GOMES TORRES et al., 2012). Essa redução na resistência adesiva pode ser atribuída a alterações na superfície de esmalte pela formação de precipitado que pode influenciar negativamente no processo adesivo (TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988) ou devido à presença de oxigênio residual que inibe a polimerização completa e formação adequada dos tags de resina (DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; MURAGUCHI et al. 2007; BITTENCOURT et al. 2010).

O aumento na média de resistência adesiva após o envelhecimento no grupo OI ($25,85 \pm 5,23$ MPa) não pode ser comparado e completamente interpretado devido à ausência de dados na literatura sobre o desempenho das restaurações adesivas em esmalte clareado ao longo do tempo. Provavelmente, após 6 meses de

envelhecimento ocorreu a liberação do oxigênio residual, proporcionando aumento na média de resistência adesiva com valores estatisticamente semelhantes ao grupo O7.

Das estratégias antioxidantes avaliadas imediatamente, a única que apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo C foi o grupo O7, com valores superiores de média de resistência de união ($40,88 \pm 7,95$ MPa). O armazenamento em água destilada por 7 dias após o clareamento foi suficiente para eliminação do oxigênio residual. Além disso, o aumento significativo na média de resistência adesiva, mesmo após a exposição ao peróxido de hidrogênio, pode ser associado à melhora no padrão de condicionamento da superfície de esmalte (TORNECK et al., 1991). O condicionamento com ácido fosfórico pode remover cálcio e fosfato do esmalte, aumentando a rugosidade e a área de superfície a ser restaurada (SILVERSTONE et al., 1975), entretanto, não é capaz de alterar a camada proteica, podendo esta afetar negativamente a união adesiva com a resina composta. A exposição prolongada do esmalte ao peróxido de hidrogênio em maiores concentrações torna essa camada proteica mais suscetível à dissolução através da lavagem e secagem (WOLFF; DEAN, 1986). Além disso, a exposição prolongada ao peróxido de hidrogênio seguido de condicionamento ácido pode aumentar a porosidade do esmalte, resultando em melhor retenção da restauração e maiores valores de resistência adesiva (TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988; TORNECK et al., 1991).

Através da análise de microscopia eletrônica de varredura, verificou-se que a superfície de esmalte foi modificada em virtude dos diferentes tratamentos recebidos, corroborando os estudos de Titley, Torneck e Smith (1988) e Torneck et al. (1991). O espécime que foi polido e condicionado com ácido fosfórico 37% (figura 25) apresentava aspecto menos poroso e rugoso quando comparado ao espécime exposto ao peróxido de hidrogênio 35% durante 40 minutos seguido da aplicação de ácido fosfórico 37% (figura 26).

Figura 25: Foto em MEV (500X) do espécime polido e condicionado com ácido fosfórico 37% por 30seg

Figura 26: Foto em MEV (500X) do espécime polido, clareado com peróxido de hidrogênio 35% por 40min e condicionado com ácido fosfórico 37% por 30seg

Após os 6 meses de envelhecimento, o grupo O7 apresentou uma redução significativa na média de resistência adesiva ($24,61 \pm 7,83$ MPa), porém é um valor aceitável que se encontra na média de valores relatados na literatura para a adesão em esmalte (REIS et al., 2004; BARCELLOS et al., 2010; LAGO; DE FREITAS; NETTO, 2011; SEM TUNC et al., 2012).

Em algumas situações como, por exemplo, quando ocorre deslocamento da restauração antiga ou até mesmo devido a compromissos inadiáveis do paciente, o profissional encontra-se impossibilitado de aguardar os 7 dias após o clareamento

para realizar o procedimento restaurador. Nesse contexto, algumas técnicas encontram-se disponíveis na literatura para recuperar a resistência adesiva em dentes clareados, tais como: remoção do esmalte superficial (CVITKO et al., 1991), aplicação de álcool no esmalte clareado (BARGHI; GODWIN, 1994), uso de adesivos com solventes orgânicos (KALILI et al., 1991; SUNG et al., 1999) e aplicação de substâncias antioxidantes (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; KIMYAI; VALIZADEH 2006; TORRES; KOGA; BORGES, 2006; GÖKCE et al., 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; SASAKI; FLÓRIO; BASTING, 2009; TOSTES, 2010; DABAS; PATIL; UPPIN, 2011; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011). Apesar das técnicas recuperarem os valores de resistência adesiva, a restauração imediata dificulta a seleção da cor, visto que para que ocorra a estabilização do novo croma é necessário esperar 7 dias após o procedimento clareador.

Dentre as substâncias antioxidantes, pode-se dizer que o ascorbato de sódio tem sido um dos mais estudados e apresenta sua eficácia suportada por muitos estudos laboratoriais (LAI et al., 2001; LAI et al., 2002; KIMYAI; VALIZADEH 2006; GÖKCE et al., 2008; KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008; DABAS; PATIL; UPPIN, 2011; KHOROUSHI; AGHELINEJAD, 2011). Na presente pesquisa, o ascorbato de sódio foi aplicado na forma de hidrogel, apesar da liberação mais lenta da substância química (KAYA; TÜRKÜN; ARICI, 2008), mesmo assim, foi eficaz no aumento da resistência adesiva. Este agente foi aplicado durante 15 minutos, levando em consideração que apenas 10 minutos seriam suficientes para garantir sua efetividade de acordo com Gökce et al. (2008).

Com base nos resultados encontrados, o grupo OAS foi capaz de recuperar a resistência adesiva após 7 dias, apresentando média de $24,43 \pm 6,43$ MPa, com valor significativamente semelhante ao grupo C. Todavia, os resultados confrontam com os estudos de Sasaki, Flório e Basting (2009), que afirmaram que esta substância não era eficaz para esse propósito. Garrido (2011) afirmou ainda que o ascorbato de sódio não era capaz de recuperar a resistência adesiva completamente, o que não está em concordância com o presente estudo.

Ao analisar os resultados do grupo AOS, após o envelhecimento, verificou-se redução estatisticamente significativa da resistência adesiva quando comparada ao seu valor após 7 dias e, quando comparado ao grupo C após 6 meses, também apresentou diminuição estatisticamente significativa no valores de resistência adesiva.

Outra substância recentemente estudada é o bicarbonato de sódio, que acompanha a maioria dos kits de clareamento em forma de solução (TOSTES, 2010) e tem o intuito de neutralizar os efeitos adversos do gel clareador em tecidos moles (TORRES; KOGA; BORGES, 2006). Como existem poucos estudos na literatura que comprovam seu poder antioxidante, a aplicação da solução de bicarbonato de sódio sobre esmalte clareado foi o principal objetivo deste trabalho.

Baseando-se no tempo de aplicação realizado no estudo de Tostes (2010), a solução de bicarbonato de sódio foi também aplicada por 5 minutos para fins comparativos. Após 7 dias o grupo OBS apresentou média de resistência adesiva de $19,95 \pm 5,67$ MPa, na qual não diferiu estatisticamente do grupo C e OI. Avaliando apenas os valores da média de resistência adesiva, pode-se dizer que esta estratégia antioxidante apresentou desempenho satisfatório. Contudo, é importante salientar que durante a obtenção dos palitos do grupo OBS houve maior perda prematura de espécimes, pois, no momento em que o disco de corte atingia a interface adesiva havia o desprendimento da restauração, reduzindo o tamanho da amostra deste grupo. Enquanto nos outros grupos a média de palitos foi de 80, no grupo OBS foram obtidos 56 palitos, o que denota, provavelmente, que o embricamento mecânico do sistema adesivo ao esmalte clareado não foi tão eficaz.

Ao avaliar o desempenho do grupo OBS após 6 meses, com média de resistência adesiva de $15,94 \pm 5,57$ MPa, verificou-se que este não diferiu estatisticamente de sua média na avaliação imediata, nem do grupo C após envelhecimento, diferentemente de OAS.

Em todos os grupos, os palitos que apresentaram falhas prematuras durante o armazenamento, a força de resistência adesiva foi considerada zero (HEINTZE, 2013), uma vez que nenhuma carga foi necessária para ocasionar o rompimento da interface adesiva.

Interpretando os tipos de fraturas com estereomicroscópio digital, houve predominância das falhas adesivas em todos os grupos e nos dois períodos de armazenamento. Segundo Sano et al. (1994), devido à pequena área de superfície do espécime, as maiores tensões ocorrem na periferia da interface adesiva, aumentando a probabilidade de defeitos que levam à propagação de falhas adesivas.

Em relação às falhas coesivas em esmalte, estas foram mais predominantes após o envelhecimento do grupo C e no grupo O7 nos dois tempos de avaliação. De acordo com Scherrer, Cesar e Swain (2010), a falha coesiva pode ocorrer no teste de microtração devido a erros no alinhamento do palito em relação ao eixo longitudinal do dispositivo ou a partir da introdução de microfissuras durante o corte dos espécimes.

Através da interpretação dos resultados obtidos, pode-se afirmar que as duas hipóteses nulas foram rejeitadas, ou seja, tanto a aplicação de antioxidantes como o tempo de envelhecimento (7 dias ou 6 meses) são capazes de interferir positiva ou negativamente nos valores de resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado.

Apesar da aplicação de substâncias antioxidantes nos grupos OAS e OBS terem refletido em resultados imediatos satisfatórios, semelhantes estatisticamente ao grupo C, são bastante reduzidos quando comparados aos valores do grupo O7 nos dois períodos de avaliação. Sendo assim, a estratégia mais segura continua sendo aguardar 7 dias após o clareamento para a realização do procedimento restaurador.

Apenas em situações muito específicas, em que não for possível esperar uma semana, o profissional deve realizar a aplicação da solução de bicarbonato de sódio durante 5 minutos, em função de esta substância antioxidante ter apresentado desempenho semelhante ao grupo C na avaliação após 7 dias e 6 meses. Além da recuperação dos valores de resistência adesiva após o clareamento, a facilidade de obtenção desta substância junto aos kits de clareamento viabiliza sua utilização na clínica.

Seria importante que mais estudos avaliassem o efeito das substâncias antioxidantes ao longo prazo, para fins comparativos com o presente estudo, e assim, tornar possível aplicá-las seguramente na prática clínica.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, a estratégia mais segura para a realização de restaurações adesivas é aguardar 7 dias após a exposição do esmalte ao peróxido de hidrogênio 35%. Quando não for possível aguardar este tempo, deve ser feita a aplicação de bicarbonato de sódio 10% por 5 minutos sobre o esmalte clareado.

As duas hipóteses nulas devem, portanto, ser rejeitadas, pois:

- 1 Há diferença na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado, em função da aplicação ou não de estratégias antioxidantes;
 - 2 Há diferença na resistência adesiva de um sistema restaurador adesivo ao esmalte bovino clareado, em função do tempo de envelhecimento dos espécimes (7 dias ou 6 meses).
-

Referências

REFERÊNCIAS

- Abbot CH. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. *J Allied Dent Soc.* 1918;13:259.
- 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.
- Ames JW. Removing stains from mottled enamel. *J Am Dent Assoc.* 1937;24:1674-7.
- Arcari GM, Araújo E, Baratieri LN, Lopes GC. Microtensile bond strength of a nanofilled composite resin to human dentin after nonvital tooth bleaching. *J Adhes Dent.* 2007; 9(3):333-40.
- Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. The influence of water storage and C-factor on the dentin-resin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin. *Dent Mater.* 2001;17(3):268-76.
- Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater.* 2004;20(9):852-61.
- Attin T, Müller T, Patyk A, Lennon AM. Influence of different bleaching systems on fracture toughness and hardness of enamel. *Oper Dent* 2004;29:188-95.
- Barcellos DC, Benetti P, Fernandes Junior VVB, Valera MC. Effect of carbamide peroxide bleaching gel concentration on the bond strength of dental substrates and resin composite. *Oper Dent.* 2010;35(4):463-9.
- Barghi N, Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthet Dent.* 1994;6(4):157-61.
- Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, de Oliveira Lima Arsati YB, França FM, Flório FM et al. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc.* 2010;141(3):300-6.
- Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE. The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 1989.
- Burrow MF, Tagami J, Negishi T, Nikaido T, Hosoda H. Early tensile bond strengths of several enamel and dentin bonding systems. *J Dent Res.* 1994;73(2):522-8.
- Caneppele TM, Torres CR, Sassaki A, Valdetaro F, Fernandes RS, Prieto de Freitas C, Batista GR. Effects of surface hydration state and application method on the bond strength of self-etching adhesives to cut enamel. *J Adhes Dent.* 2012;14(1):25-30.
-

Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent*. 2001;26(6):597-602.

Chuang SF, Chen HP, Chang CH, Liu JK. Effect of fluoridated carbamide peroxide gels on enamel microtensile bond strength. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(4):435-41.

Cotton FA, Wilkinson G. Oxygen. In: *Advances in inorganic chemistry*. A comprehensive text. Interscience Publisher. 1972; 403-20.

Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ Jr, Pires JA. Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent*. 1991;3(3):100-2.

Dabas D, Patil AC, Uppin VM. Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *J Conserv Dent*. 2011;14(4):356-60.

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

De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2003;82(2):136-40.

De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005;84(2):118-32.

Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. *Dent Mater*. 1994;10(1):33-6.

Dwinelle WW. Ninth Annual Meeting of American Society of Dental Surgeons. Article X. *Am J Dent Sci*. 1850;1:57-61.

Ferracane JL, Berge HX, Condon JR. In vitro aging of dental composites in water--effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater Res*. 1998;42(3):465-72.

Garrido AMR. Avaliação in vitro do efeito do hidrogel de ascorbato de sódio e ácido ascórbico na resistência adesiva da resina composta ao esmalte dental bovino clareado com peróxido de hidrogênio 35% [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2011.

Gökce B, Comlekoglu ME, Ozpinar B, Turkun M, Kaya AD. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a luting resin to bleached enamel. *J Dent*. 2008;36(10):780-5.

Gregus Z, Klaassen CD. Mechanisms of toxicity. In: *Cassarett and Doull's Toxicology, the basic science of poisons*. 1995: 35-74.

Gutteridge JM. Biological origin of free radicals, and mechanisms of antioxidant protection. *Chem Biol Interact.* 1994;91(2-3):133-40.

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

Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 2013;29(1):59-84.

Hirata R. Clareamento dental: conceitos e substâncias clareadoras. In: Hirata R. *TIPS: dicas em odontologia estética.* São Paulo: Artes Médicas; 2001. p575.

Howell RA. Bleaching discoloured root-filled teeth. *Br Dent J.* 1980;148:159-62.

Joiner A. Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent.* 2007;35(12):889-96. .

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

Kalili T, Caputo AA, Mito R, Sperbeck G, Matyas J. In vitro toothbrush abrasion and bond strength of bleached enamel. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1991;3(5):22-4.

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.

Kaya AD & Turkun M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent.* 2003;28(6) 825-29.

Kaya AD, Türkün M, Arici M. Reversal of compromised bonding in bleached enamel using antioxidant gel. *Oper Dent.* 2008;33(4):441-7.

Khoroushi M, Aghelinejad S. Effect of postbleaching application of an antioxidant on enamel bond strength of three different adhesives. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16(7):990-6.

Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):319-31.

Kimyai S, Valizadeh H. The effect of hydrogel and solution of sodium ascorbate on bond strength in bleached enamel. *Oper Dent.* 2006;31(4):496-9.

Kirk EC. The chemical bleaching of teeth. *Dent Cosmos.* 1889;31:273.

Lago AD, de Freitas PM, Netto NG. Evaluation of the bond strength between a composite resin and enamel submitted to bleaching treatment and etched with Er:YAG laser. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(2):91-5.

Lai SC, Mak YF, Cheung GS, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, et al. Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin. *J Dent Res.* 2001;80(10):1919-24.

- Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH et al. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res*. 2002;81(7):477-81.
- Li J, Li H, Yun X, Fok AS. A comparison of bond strengths measured using cantilever bending and micro-tensile methods. *Dent Mater*. 2011;27(12):1246-51.
- McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth. II. Current techniques and their clinical application. *Quintessence Int*. 1989;20(6):379-84.
- Mellberg JR. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic activity in situ. *J Dent Res*. 1992;71 Spec No:913-9. Review.
- Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: biologic adverse effects-a review. *Quintessence Int*. 2008;39(8):645-59.
- Mondelli RF, Azevedo JF, Francisconi PA, Ishikiriama SK, Mondelli J. Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. *Eur J Esthet Dent*. 2009;4(4):396-403.
- Mondelli RF, de Azevedo JF, Francisconi AC, de Almeida CM, Ishikiriama SK. Comparative clinical study of the effectiveness of different dental bleaching methods - two year follow-up. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(4):435-43.
- Muraguchi K, Shigenobu S, Suzuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater*. 2007;26(6):875-81.
- Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983;62(10):1076-81.
- Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent*. 1999;1(4):299-309.
- Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005;21(9):864-81.
- Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line SR. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. *J Adhes Dent*. 2004;6(2):117-21.
- Rocha Gomes Torres C, Caneppele TM, Del Moral de Lazari R, Ribeiro CF, Borges AB. Effect of dental surface treatment with Nd:YAG and Er:YAG lasers on bond strength of resin composite to recently bleached enamel. *Lasers Med Sci*. 2012 Jul;27(4):755-60.
- Ruyter IE, Svendsen SA. Remaining methacrylate groups in composite restorative materials. *Acta Odontol Scand*. 1978;36(2):75-82.
-

Saleh F, Taymour N. Validity of using bovine teeth as a substitute for human counterparts in adhesive tests. *East Mediterr Health J.* 2003;9(1-2):201-7.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.* 1994;10(4):236-40.

Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999;78(4):906-11.

Sasaki RT, Florio FM, Basting RT. Effect of 10% sodium ascorbate and 10% alpha-tocopherol in different formulations on the shear bond strength of enamel and dentin submitted to a home-use bleaching treatment. *Oper Dent.* 2009;34(6):746-52.

Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.* 2010;26(2):78-93.

Sen Tunc E, Bayrak S, Tuloglu N, Ertas E. Evaluation of microtensile bond strength of different fissure sealants to bovine enamel. *Aust Dent J.* 2012;57(1):79-84.

Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 1975;9(5):373-87.

Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY State Dent J.* 1961;27:332-4.

Stokes AN, Hood JA, Dhariwal D, Patel K. Effect of peroxide bleaches on resin-enamel bonds. *Quintessence Int.* 1992;23(11):769-71.

Suliman MA. An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontol 2000.* 2008;48:148-69.

Sun G. The role of lasers in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000;44:831-50.

Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Prosthet Dent.* 1999;82(5):595-9.

Titely K, Torneck CD, Smith D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J Endod.* 1988;14(2):69-74.

Titely KC, Torneck CD, Ruse ND, Krnec D. Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J Endod.* 1993;19(3):112-5.

Titely KC, Torneck CD, Ruse ND. The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res.* 1992;71(1):20-4.

- Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Chernecky R, Adibfar A. Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod.* 1991;17(2):72-5.
- Torneck CD, Titley KC, Smith DC, Adibfar A. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endod.* 1990;16(3):123-8.
- Torneck CD, Titley KC, Smith DO, Adibfar A. Effect of water leaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Endod* 1991;17(4):156-160.
- Torres CRG, Koga AF, Borges AB. The effects of anti-oxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci.* 2006;5(16):971-6
- Tostes BO. Avaliação do efeito do bicarbonato de sódio para tratar o esmalte após o clareamento dental com peróxido de hidrogênio a 35% visando melhorar a resistência adesiva no procedimento restaurador imediato [dissertação]. Campinas (SP): Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic; 2010.
- Vieira AE, Delbem AC, Sassaki KT, Rodrigues E, Cury JA, Cunha RF. Fluoride dose response in pH-cycling models using bovine enamel. *Caries Res.* 2005;39(6):514-20.
- Wolff SP, Dean RT. Fragmentation of proteins by free radicals and its effect on their susceptibility to enzymic hydrolysis. *Biochem J.* 1986 Mar 1;234(2):399-403.
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004;83(6):454-8.
- Young N, Fairley P, Mohan V, Jumeaux C. A study of hydrogen peroxide chemistry and photochemistry in tea stain solution with relevance to clinical tooth whitening. *Journal of Dentistry* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2012.07.016>
-