UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ANA MIRIAM GARRIDO DE LA ROSA

Avaliação *in vitro* do efeito do hidrogel ascorbato de sódio e ácido ascórbico na resistência adesiva da resina composta ao esmalte dental bovino clareado com peróxido de hidrogênio 35%

BAURU
2011

ANA MIRIAM GARRIDO DE LA ROSA

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 apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Área de concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Sergio Kiyoshi Ishikiriama

BAURU
2011

Garrido, Ana Miriam De La Rosa

G193a

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% / Ana Miriam Garrido De La Rosa. – Bauru, 2011.

150 p. : il. ; 30cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Sergio Kiyoshi Ishikiriama

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

Assinatura:

Data: ____/____/____

“Fé é pisar no primeiro degrau, mesmo que você não veja a escada inteira”.

Martin Luther King Jr

DADOS CURRICULARES

ANA MIRIAM GARRIDO DE LA ROSA

17/08/1982	Nascimento em Higüey, La Altagracia – República Dominicana
2001 – 2006	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Autónoma de Santo Domingo – República Dominicana
2007 – 2009	Curso de Especialização em Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2008 – 2008	Aperfeiçoamento em Implantodontia pelo Instituto de Ensino Odontológico, Bauru – SP
2008 – 2008	Aperfeiçoamento em Prótese Sobre Implante pelo Instituto de Ensino Odontológico, Bauru – SP
2008 – 2008	Participação do Programa de Capacitação Profissional em Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
2008 – 2009	Aperfeiçoamento em Periodontia pela Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas, Bauru – SP
2009 – 2011	Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas Aplicadas, Área de Concentração: Dentística pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho às pessoas que são a motivação e
o suporte na minha vida.*

A meu Deus; **Jeová**: para ti é toda a glória e honra de tudo quanto sou e tenho, principalmente a minha família, as pessoas mais admiráveis e importantes do caminho da minha vida.

Aos meus avós: **Simona Corporán, Ciriaco Garrido, Miriam Cedano e Silvério De La Rosa**, vocês a quem nunca tenho chamado de avós porque sempre têm sido verdadeiros pais para mim, principalmente mamãe Simona; não tenho palavras para lhes dizer o quanto são importantes, quanto os amo e agradeço.

Aos meus pais: **Euclides Garrido e Blasina De La Rosa**, que de alguma forma ou de outra estão sempre presente, obrigada pelo amor e carinho.

Aos meus irmãos: **Kerlin Starlin Garrido, Juan Jairo De La Rosa, Danny De La Rosa, Isabel Denisse Garrido e José Euclides Garrido**, obrigada pelos momentos de felicidade e amor incondicional.

A meus tios **Manuela De La Rosa e Francisco Garrido**, minha sincera gratidão pelo apoio constante, obrigada por me considerar uma filha, eu também amo vocês como se fossem meus pais. Tio Francisco, nosso relacionamento é único. Obrigada por estar sempre presente.

Aos demais familiares principalmente aos tios e tias: **Altagracia Garrido, Braulio Garrido, Hilda Garrido, Patricia Garrido, Kelvin Garrido, Juan Carlos e Bolívar**, e aos meus primos e primas: **Felipa Corporán, Jefry Garrido, Jean Carlos Garrido, Ayleen Garrido, Danessa Garrido, Aydee Garrido, Piery Garrido, Karen Garrido, Kenyi Garrido, Sonia Garrido, Enmanuel Peña** e aos anjinhos da família **Sarah Patricia Garrido e Braulito Garrido**, obrigada por me fazer sempre passar por momentos de alegria.

A vocês que de forma sábia, humilde e amorosa me ensinaram a não desistir e a lutar por tudo quanto almejo na minha vida; vocês que durante o tempo que estivemos longe sempre foram presentes nos meus pensamentos e no meu coração. Muito Obrigada por seu amor, apoio constante e incondicional e pelas orações fortalecedoras. Amo vocês.

Muito Obrigada!

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado”.

Roberto Shinyashiki

AGRADECIMENTOS

Aos professores,

Ao meu orientador **Prof. Dr. Sergio Kiyoshi Ishikiriama**, pela tranquilidade, simpatia, conhecimentos e sobretudo pela paciência com que me orientou para que hoje nós conseguíssemos concluir este trabalho. Agradeço, também, pela confiança em mim depositada, por ser mais do que orientador, um amigo e por aguentar meu “*portunhol*”. A você, meus sinceros agradecimentos repletos de respeito e carinho.

Aos professores das Disciplinas de Dentística e Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru, **Prof. Dr. Eduardo Batista Franco, Prof. Dr. José Mondelli, Prof. Dr. Rafael Lia Mondelli, Prof^a. Dr^a. Maria Teresa Atta, Prof^a. Dr^a. Linda Wang, Prof. Dr. José Carlos Pereira, Prof^a. Dr^a. Fidela Navarro, Prof. Dr. Paulo Silveira Francischone, Prof^a. Dr^a. Ana Flávia Sanches Borges, Prof. Dr. Carlos Eduardo Francischone e Prof. Dr. Halim Nagem**, de cada um de vocês guardo boas lembranças que me fizeram crescer nesses dois anos e que nunca esquecerei. Muito obrigada a todos pelo convívio amistoso, ensinamentos concedidos e oportunidades ao longo do curso.

Ao **Prof. Dr. Marcos Antonio Hungaro, Prof. Pereira Lauris e Prof. Heitor Marques Honório** pela imensa ajuda e paciência na análise estatística desta pesquisa.

“Mestre não é aquele que aprendeu a ensinar, mas aquele que ensina a aprender”.

Marcelo Soriano

AGRADECIMENTOS

Aos queridos amigos,

A os companheiros de turma que aos poucos, na convivência pelos seminários, clínicas, passeios, jantares e baladas se tornaram meus amigos. **Ana Carolina Trentino**, admiro muito você pelo jeito corajoso com que afronta as vicissitudes; **Yvette Alania Salazar**, amiga quase irmãzinha, você simplesmente é um ser maravilhoso, muito obrigada por tua amizade; **Larissa Merinho, Gabriela Oliveira, Marcela Charantola Rodrigues, Maria Cristina Freitas, Luciana Mascarenhas, Victor Acosta Servian, Guilherme Cardia e Enio Ratton**, obrigada pela amizade e por todos os momentos inesquecíveis que compartilhamos nesses dois anos. Desejo para vocês muito sucesso em suas vidas pessoais e profissionais.

Aos colegas do doutorado, **Flavia Nasham, Lourdes Chiok, Leonardo Cunha, Luciana Francischone, Luciana Mendonça, Ronnal e Renato Cilli**. Sempre que precisei vocês estiveram pronto para me ajudar, especialmente a **Leslie Casas** (minha mami) por ter demonstrado ser amiga colaboradora em todos os momentos. Muito obrigada!.

As minhas “*roomates*”, **Carolina Filpo e Laysi Grullon**, muito obrigada pelo convívio, pelas conversas, apoio incondicional, enfim, muito obrigada, amigas, por me suportar em esse tempo todo, adoro vocês!.

Aos tantos amigos que fiz aqui em Bauru, entre eles **Orly, Yeisa, Mily, Wendy, Owaldito, Paty, Eugenio, Santi, Emilia, Emely, Francina, Johana, Manuela, Fabiano, Felipe, Karina, Montse, Natanael, Brigitte, Anita, Jenny, Adriana, Claudio, Joarez, Queize**, especialmente, **Zenaida, Claudia, Monica, Aldo, Carlos, Valeria, Fabiola, Román, Liz, Nérida, Ramara, Payaso, Jorge Luis e Priscila**, por tantos momentos inesquecíveis.

Agradecimentos especiais a **Diego Mauricio Bravo Calderón**, por sua amizade, carinho e apoio nesses anos. Muito obrigada pelos detalhes e o mais precioso deles, o nosso “cachofilinho” Mauri, que ainda que estivesse pouco tempo conosco fisicamente, sempre estará assim como você, em um lugar especial no meu coração. Muito obrigada.

A meus amigos **Annetty Sanchez, Cristian Nina, Raquel Mejia, Nikauris Acosta, Yahaira Mejia e Heiris Caminero**, por me ensinaram que a distância não é capaz de afastar a amizade sincera.

“A amizade é a sombra da tarde que cresce, até que o sol da vida se ponha...”.

La Fontaine

Aos funcionários,

Aos funcionários do **Departamento de Dentística, Materiais Dentário e Endodontia** da Faculdade de Odontologia de Bauru, **Rita, Ângela, Dito, Maria, Mauro, Zuleica, Alcides, Sandrinha, Lô e Ligia**, que sempre estiveram dispostos a colaborar com um sorriso nos lábios. Minha gratidão especial ao **Nelson**, muito obrigada pela sua amizade e carinho com que sempre me tratou. Também ao **Edimauro**, por me ajudar ao microscópio eletrônico de varredura.

Aos funcionários da **Secretaria de Pós-graduação** da Faculdade de Odontologia de Bauru, **Hebe, Cleuza, Meg, Leticia e Fátima**, muito obrigada pelo auxílio em todo os momentos.

Aos funcionários da **Biblioteca** da Faculdade de Odontologia de Bauru, em nome de **Cybelle de Assumpção Fontes**, agradeço a todos.

Aos funcionários do **Departamento de Bioquímica** da Faculdade de Odontologia de Bauru, **Thelma, Ovídio, Larissa e Aline**, muito obrigada por sua ajuda sempre que eu precisei.

Aos funcionários do **CIP-I (Centro Integrado de Pesquisa I)** da Faculdade de Odontologia de Bauru, por permitir a realização de uma grande parte desta pesquisa. Especialmente agradeço ao **Renato Murback**, por toda a ajuda no ensaio mecânico de microcisalhamento.

A **Giane Quitela** do **Centro Cultural** da Faculdade de Odontologia de Bauru, muito obrigada pelos ensinamentos sobre pintura, que me permitiram desafogar a saudade.

Ao **Grupo de Dança do Ventre Lu Pola** da Faculdade de Odontologia de Bauru, muito obrigada pelo convívio e apoio nos momentos precisos. Adorei conhecê-las e compartilhar com vocês, mulheres maravilhosas.

Ao **Alexandre** do **Complexo Esportivo** da Faculdade de Odontologia de Bauru, muito obrigada pelos ensinamentos sobre musculação e pelas divertidas aulas de aeróbicas.

Ao **Salvador** no **Centro de xerox**, que sempre esteve preste a ajudar com um sorriso nos lábios.

Aos **funcionários do Bandejão**, adorei sempre seu cardápio, vou sentir saudades dele.

A **Eloisa** e ao **Bonné**, pelo auxílio nas correções gramaticais e formatação deste trabalho. Sem vocês não tivesse conseguido. Muito Obrigada!.

Aos **pacientes**, muita obrigada pela paciência, permitindo que fizéssemos intermináveis seções de fotos.

Aos **alunos de graduação**, pela compreensão em deixar que nos aprendêssemos com vocês.

A **todas as demais pessoas** que não mencionei, mas que de uma forma ou de outra me ajudaram na realização deste trabalho e estiveram presentes no decorrer da minha passagem por Bauru, minha sincera gratidão.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

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

À **Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo**, na pessoa do seu digníssimo diretor, **Prof. Dr. José Carlos Pereira**.

À **Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP**, na pessoa de seu digníssimo presidente, **Prof. Dr. Paulo César Rodrigues Conti**.

Ao **Curso de Pós-graduação – Área de Concentração em Dentística da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP**, na pessoa de seu digníssimo coordenador, **Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli**.

Ao **Programa de Estudos Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG)**, pela bolsa de Mestrado a mim concedida. Permanecerei eternamente agradecida.

Ao **Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP)**, órgão de fomento deste trabalho. Muito obrigada.

“Não há palavras que possam descrever o profundo agradecimento que sinto por vocês, que fizeram da minha passagem por Bauru uma vitória e experiência inesquecível”.

Muito obrigada!

Ana Miriam Garrido De La Rosa

RESUMO

Acredita-se que o uso de agentes antioxidantes poderia auxiliar na restituição da resistência adesiva diminuída após o clareamento dental. O objetivo deste estudo “*in vitro*” foi avaliar o efeito do hidrogel de ascorbato de sódio a 10% e 20% e hidrogel de ácido ascórbico a 10%, aplicados por 15 minutos imediatamente após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide Sensy-DMC) (PH) na resistência adesiva imediata (24 horas) e tardia (7 dias) de uma resina composta (RC) ao esmalte bovino. Foram utilizadas 45 superfícies de esmalte de incisivos bovinos e distribuídas em 9 grupos com 5 em cada uma, sobre as quais foram confeccionados 4 corpos de prova ($n= 20$), de acordo com o tratamento: G1: sem clareamento (controle) + RC; G2: PH + 24h + RC; G3: PH + 7 d + RC; G4: PH + hidrogel de ascorbato de sódio 10% + 24h + RC; G5: PH + hidrogel de ascorbato de sódio a 10% + 7 d + RC; G6: PH + hidrogel de ascorbato de sódio a 20% + 24h + RC; G7: PH + hidrogel de ascorbato de sódio a 20% + 7 d + RC; G8: PH + hidrogel de ácido ascórbico a 10% + 24h + RC; G9: PH + hidrogel de ácido ascórbico a 10% + 7 d + RC. Foram confeccionados cilindros de (0,8x1mm), utilizando o sistema adesivo Single Bond™ 2 e a resina composta Z100 (3M ESPE) e submetidos ao teste de resistência adesiva ao microcisolamento na máquina de ensaios universal (EMIC) com célula de carga de 50N a uma velocidade de (0,5mm/min). Posteriormente foram observados os tipos de fraturas em um estereomicroscópio com aumento de 40x. A seguir, os valores de resistência adesiva ao microcisolamento foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância a um critério (ANOVA) e do teste de Tukey para comparações múltiplas, com nível de significância de 5%. Os resultados foram: G1: $24,34^{ab} \pm 5,182$; G2: $15,27^c \pm 7,170$; G3: $16,65^c \pm 7,614$; G4: $20,30^{bc} \pm 7,071$; G5: $17,77^{bc} \pm 8,135$; G6: $18,03^{bc} \pm 4,016$; G7: $19,60^{bc} \pm 6,396$; G8: $20,03^{bc} \pm 3,941$; G9: $17,63^{bc} \pm 3,390$. De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir que: a técnica de clareamento dental com peróxido de hidrogênio a 35% promoveu uma diminuição estatisticamente significativa na resistência adesiva da resina composta ao esmalte bovino nos procedimentos realizados 24 horas e 7 dias após o clareamento dental.

Tanto o tratamento com hidrogel de ascorbato de sódio como com o hidrogel de ácido ascórbico, independente da concentração e tempo de espera, foram capazes de melhorar a resistência adesiva da resina composta ao esmalte bovino clareado. Entretanto, ambos os tratamentos com agentes antioxidantes não foram capazes de recuperá-la.

Palavras-chave: Ácido Ascórbico. Antioxidantes. Clareamento dental. Peróxido de Hidrogênio. Resinas compostas. Resistência ao Cisalhamento.

ABSTRACT

In vitro evaluation of the effect of sodium ascorbate and ascorbic acid hydrogel in microshear bond strength of composite resin to bovine enamel bleached with 35% hydrogen peroxide

It is referred that the use of antioxidants may improve the decreased bond strength after bleaching treatment. The aim of this *in vitro* study was to evaluate the effect of 10% and 20% sodium ascorbate hydrogel and 10% ascorbic acid hydrogel applied for 15 minutes immediately after 35% hydrogen peroxide bleaching (HP) (Lase Peroxide Sensy-DMC). 45 bovine incisors enamel surfaces divided into 9 groups were used. Four specimens were made on each surface ($n = 20$) according to the different treatments: G1: without bleaching (control group) + RC; G2 : HP + 24 h + RC; G3: HP + 7 d+ RC; G4: HP + 10% sodium ascorbate hydrogel + 24 h + RC; G5: HP + 10% sodium ascorbate hydrogel + 7 d + RC; G6: HP + 20% sodium ascorbate hydrogel + 24h + RC; G7: HP + 20% sodium ascorbate hydrogel + 7 d + RC; G8: HP + 10% ascorbic acid hydrogel + 24 h + RC; G9: HP + 10% ascorbic acid hydrogel + 7 d + RC. Cylinder restorations (0.8x1mm) were made using Single Bond™ 2 and Z100 (3M ESPE). Microshear bond strength test was performed using a universal testing machine (EMIC) with a 50N load at a crosshead speed of 0.5mm/min. Failure modes were assessed using a stereomicroscope (40x) showing mainly adhesive failures. Data were analyzed by ANOVA and Tukey analysis for multiple comparisons at the significance level of 5%. The results were: G1: 24.34 ± 5.182 ab G2: 15.27 ± 7.170 c; G3: 16.65 ± 7.614 c, G4: 20.30 ± 7.071 bc; G5: 17.77 ± 8.135 bc G6: ± 18.03 bc 4.016; G7: 19.60 bc ± 6.396 ; G8: 20.03 bc ± 3.941 ; G9: 17.63 ± 3.390 bc. According to the results obtained it can be concluded that: the 35% hydrogen peroxide tooth whitening technique promoted a statistically significant decrease in bond strength of resin composite to enamel performed 24 hours and 7 days after bleaching. Both treatment with sodium ascorbate hydrogel and ascorbic acid hydrogel, independent of concentration and time, were able to improve the bond strength of composite resin to bleached bovine enamel, however, both antioxidants were not able to retrieve it.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 4.1 -	Agente clareador Lase Peroxide Sensy (DMC – São Carlos, Brasil).....	75
Figura 4.2 -	A) Hidrogel de ascorbato de sódio a 10%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas – Bauru, Brasil); B) Hidrogel de ascorbato de sódio a 20%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas – Bauru, Brasil); C) Hidrogel de ácido ascórbico 10% pH 7,0 (Bauru Fórmulas– Bauru, Brasil)	76
Figura 4.3 -	A) Sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 (3M ESPE – St. Paul, MN, USA); B) Condicionador Dental Gel (Denstply - Rio de Janeiro, Brasil); C) Resina composta Z100 - 3M (ESPE - – St. Paul, MN, USA)	76
Figura 4.4 –	Sequência de fixação e corte dos fragmentos: A) Dente fixado com godiva termoativada em uma base de acrílico; B) Máquina de cortes manual Isomet Low Speed Saw; C) Dois discos diamantados dupla face para a realização dos cortes; D, E) Cortes nos sentidos inciso-cervical e méso-distal; F) Fragmento antes de ser tirado do dente; G) fragmento quadrangular obtido com dimensões de 7 x 7 mm.....	79
Figura 4.5 –	A) Espécime fixado com cera pegajosa no centro de um disco de acrílico; B) Politriz Metalográfica (Aropol 2V, Arotec S.A. Indústria e Comércio - Cotia, SP, Brasil); C) Planificação e o polimento dos espécimes.....	81
Figura 4.6 -	A) Espécime fixado sobre uma placa de cera nº 7 com a superfície de esmalte voltada para baixo e um cilindro PCV posicionado de forma tal que o espécime se mantivesse no centro do cilindro; B) Resina epóxica (Redelease - São Paulo, SP, Brasil); C) Espécime incluído no cilindro preenchido com resina epóxica	82

Figura 4.7 –	Sequencia ilustrativa do tratamento de clareamento: A) A superfície de esmalte condicionada com ácido fosfórico a 37% por 40s, lavada e seca; B e C) Combinação de 3 gotas de peróxido de hidrogênio a 35% para 1 gota de espessante até formar um gel; D e E) aplicação do gel sobre a superfície de esmalte com espessura de 1 mm aproximadamente; F) Ativação por 3 min com uma fonte de luz híbrida LED/Laser (Whitening Lase II – DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brasil) a uma distância de aproximadamente 5 mm da superfície; G) Espécime após 15 minutos de aplicação.....	87
Figura 4.8 –	Aplicação do antioxidante	88
Figura 4.9 –	Sequência de obtenção das matrizes de Tygon, A) Tubo plástico Tygon® (Tygon tubing, TYG-030, Saint-Gobain Performance Plastic, Miami Lakes, FL, USA); B) Corte do tubo Tygon através de um dispositivo especial e uma lâmina; C) Matriz de 1 mm de altura por 0,8 mm de diâmetro interno	90
Figura 4.10 –	Sequência dos procedimentos adesivos para a obtenção dos corpos de prova: A) Condicionamento ácido com gel de ácido fosfórico a 37% (Dentsply - Petrópolis, RJ, Brasil) por 30s; B) Aplicação de duas camadas finas do sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 - (3M ESPE - Califórnia, USA) por 15s; C e D) Colocação das matrizes de Tygon e posterior fotopolimerização do adesivo por 15s; E) Inserção de resina composta Z100 (3M ESPE - St. Paul, MN, USA) no interior de cada matriz e fotopolimerizada por 40s e os espécimes foram imersos em saliva artificial a $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durante 24h; F) Remoção das matrizes de Tygon; G) Corpos de prova pronto para ser testados.....	92
Figura 4.11 –	Esquema lateral ilustrativo do dispositivo e corpos de prova adaptados à máquina de ensaio para o teste de resistência adesiva ao microcisalhamento	93
Figura 4.12 –	Ensaio mecânico de microcisalhamento: A) Máquina de ensaios universal EMIC; B) Dispositivo para adaptar os corpos de prova para o teste de resistência adesiva ao microcisalhamento; C) Espécime em posição, com a alça de fio ortodôntico laçando o corpo de prova para tracionamento.....	94

Figura 4.13 –	Análise dos tipos de fratura: A) Estereomicroscópio, com aumento de 40 (Zeiss, Stemi 2000-C); B) Espécimes prontos para serem levados ao MEV; C) Microscópio eletrônico de varredura (MEV) (JEOL JSM T220A)	95
Figura 5.1 –	Fotomicrografias em MEV com aumento de 100x: A) representativa de uma fratura do tipo adesiva; B) representativa de uma fratura do tipo mista com falha coesiva em resina (CR)	103

GRÁFICOS E QUADROS

Quadro 4.1 –	Especificações técnicas dos materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.	77
Quadro 4.2 –	Distribuição e descrição dos grupos a serem avaliados.	83
Quadro 4.3 –	Composição da saliva artificial	89
Gráfico 5.1 -	Gráfico de Box-Plot representando os valores médios, máximo, mínimo e desvio-padrão de resistência adesiva ao microcisolamento de cada grupo testado (valores em MPa)	100
Gráfico 5.2 -	Distribuição total dos tipos de fraturas observadas pelos grupos após o teste de resistência adesiva ao microcisolamento segundo os tipos de fraturas resultantes	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 -	Tabela descritiva das médias de resistência adesiva em MPa, desvio-padrão (DP) e número de corpos de prova (n), e teste de Tukey ($p = 0,003$).	100
Tabela 5.2 -	Análise dos tipos de fraturas observadas pelos grupos após o teste de resistência adesiva ao microcisolamento.	102

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

A	Área
ANOVA	Análise de Variância
Bis-EMA	Bisfenol-A-Glicidil
Bis-GMA	Bis-fenol-A-Glicidil metacrilato
DP	Desvio- Padrão
Dr.	Doutor
Dr ^a .	Doutora
EMIC	Equipamentos e Sistemas de Ensaios Ltda
EUA	Estados Unidos de América
FDA	Food and Drug Administration
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
G6	Grupo 6
G7	Grupo 7
G8	Grupo 8
G9	Grupo 9
ISO	International Standar Organization
Ltda.	Limitada
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
n	Número de corpos de prova
n°	Número
p	Nível de significância
Prof.	Professor
Prof ^a .	Professora
Q.S.P	Quantidade suficiente para um litro
RC	Resina Composta
S.A.	Sociedade anônima
SP	Estado de São Paulo
T	Tensão
TEGDMA	Trietilenoglicol metacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
USA	United States of America

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
+	Mais
<	Menor que
=	Igual
>	Maior que
±	Mais ou menos
$C_6H_7NaO_6$	Ascorbato de sódio
$C_6H_8O_6$	Ácido ascórbico
Ca	Cálcio
cm ²	Centímetro quadrado
F	Força
g	Grama
g/mol	Grama/mol (massa molar)
h	Hora
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
Kgf	Quilogramas força
Mg	Miligramas
min	Minutos
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm/min	Milímetros por minuto
mol	Mols, quantidade de material
MPa	Megapascal
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro
N	Newton(s)
Na	Sódio
nm	Nanômetro
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico
r	Raio
s	Segundos
W	watts, potência, fluxo de energia
π	pi

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 Etiologia das alterações cromáticas dentárias	27
2.2 Evolução das técnicas de clareamentos a base de peróxidos	28
2.3 Mecanismo de ação dos agentes clareadores a base de peróxidos	30
2.4 Estudos de efeitos dos agentes clareadores sobre as estruturas dentárias	32
2.5 Efeitos dos agentes clareadores na resistência adesiva e as técnicas propostas para reverter essa redução	37
2.6 Considerações gerais sobre agentes antioxidantes	51
2.7 Efeito dos agentes antioxidantes a base de ascorbato de sódio e ácido ascórbico na resistência adesiva à estrutura dentária oxidada por agentes clareadores.....	52
2.8 Teste de resistência ao microcissalhamento.....	64
2.9 Seleção do espécime	67
3 PROPOSIÇÃO	69
4 MATERIAIS E MÉTODOS	73
4.1 Materiais utilizados	75
4.2 Métodos.....	77
4.2.1 Delineamento experimental.....	77
4.2.2 Seleção dos dentes	78
4.2.3 Obtenção dos fragmentos de esmalte bovino	79
4.2.4 Padronização das superfícies de esmalte	80
4.2.5 Inclusão dos espécimes	81
4.2.6 Distribuição dos grupos	83
4.2.6.1 Descrição dos tratamentos de cada grupo	84

4.2.7 Descrição do tratamento de clareamento dental	86
4.2.8 Preparo dos géis de antioxidantes	87
4.2.9 Aplicação do antioxidante.....	88
4.2.10 Armazenamento dos espécimes	89
4.2.11 Procedimentos adesivos para a obtenção dos corpos de prova.....	89
4.3 Ensaio mecânico de microcisolamento	92
4.3.1 Análise dos tipos de fratura	94
4.4 Análise estatística.....	95
5 RESULTADOS.....	97
5.1 Resultados da resistência adesiva ao microcisolamento	99
5.2 Resultados da análises dos tipos de fraturas	101
6 DISCUSSÃO	105
7 CONCLUSÕES	121
REFERÊNCIAS.....	125
APÊNDICE.....	139

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A exigência estética imposta pela sociedade moderna inclui sorrisos saudáveis e harmônicos. Qualquer alteração na aparência estética pode provocar implicações psicológicas que variam desde uma simples forma de disfarçar o problema, até a introversão total do indivíduo, anulando a desenvoltura social. Uma alteração verificada frequentemente e que afeta consideravelmente a estética do sorriso é a mudança na cor dos dentes (GOLDSTEIN; GARBER, 1995; BARATIERI *et al.*, 1996; HATTAB; QUDEIMAT; AL-RIMAWI, 1999; WATTS; ADDY, 2001; MONDELLI, 2003).

Existem inúmeros recursos a fim de solucionar as alterações cromáticas nos dentes tais como: facetas de resina composta ou porcelana, até elementos isolados de cerâmica ou metalocerâmica. Todas elas, de um modo geral, se traduzem em interações invasivas e restauradoras sobre a estrutura dental implicando, com isso, alguns problemas como desgaste da estrutura dentária e a necessidade de boas adaptações cervicais, tanto nos procedimentos diretos quanto indiretos, condição esta que nem sempre se consegue (BARATIERI *et al.*, 2002).

Entretanto, tendo em vista a valorização de procedimentos dentais cada vez menos invasivos, a técnica de clareamento dental, associada ou não a outros tratamentos, é uma alternativa bastante conservadora, tanto para dentes polpados quanto despulpados (ARENS, 1989; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; MONDELLI, 2003).

Porém deve-se alertar o paciente de que, concluído o tratamento clareador, intervenções estéticas adicionais podem ser necessárias tais como, substituições de restaurações ou próteses antigas, visto que as mesmas, na grande maioria dos casos, passam a apresentar características de cor diferentes das dos dentes clareados (HEYMANN, 1997; MIGUEL *et al.*, 2004) ou mesmo a realização de novas restaurações diretas ou indiretas para complementar as deficiências estéticas remanescentes.

Existem, na odontologia, diferentes técnicas para clarear os dentes. Dentre elas estão o clareamento caseiro e o clareamento em consultório, ambas consistindo na aplicação de agentes clareadores à base de peróxido de hidrogênio ou de carbamida, em diferentes concentrações, tempos de aplicação, com ou sem ativação por luz (BARKHORDAR; KEMPLER; PLESH, 1997). No entanto, considera-se que o verdadeiro agente clareador é o peróxido de hidrogênio, já que o peróxido de carbamida decompõe-se em ureia e peróxido de hidrogênio (TITLEY *et al.*, 1992; ROTSTEIN *et al.*, 1996). .

Portanto, independente da técnica e do produto utilizado, o mecanismo de ação desses agentes clareadores é o mesmo (HEYMANN, 2005), porém pouco conhecido. Ponderar-se que seja baseado em uma complexa reação de óxido-redução provocada pelo peróxido de hidrogênio, permitindo a liberação de radicais livres de oxigênio que penetram através das porosidades dos prismas de esmalte atingindo a dentina. Os radicais livres, por meio de um processo químico leva substâncias complexas, compostas de anéis de carbonos (pigmentos), a se converterem em substâncias abertas mais simples e mais claras, convertendo-as eventualmente em dióxido de carbono e água, liberados juntamente com o oxigênio nascente. (BARATIERI, 1994; 2005; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; LYNCH *et al.*, 1995).

Conseqüente do mecanismo de ação dos agentes clareadores, têm sido relatadas alterações morfológicas nas estruturas mineralizadas (LEWINSTEIN *et al.*, 1994; ROTSTEIN *et al.*, 1996; ZALKIND *et al.*, 1996; HEGEDUS *et al.*, 1999; SPALDING; TAVEIRA; DE ASSIS, 2003).

Essas alterações no esmalte consistem na diminuição considerável na quantidade de cálcio e fósforo (ROTSTEIN *et al.*, 1996), além de modificarem a morfologia da maioria dos cristais da camada superficial quando comparados ao esmalte não submetido ao clareamento (ZALKIND *et al.*, 1996; PERDIGÃO *et al.*, 1998; CAVALLI *et al.*, 2004).

Entretanto, essas mudanças não são clinicamente significantes, uma vez que a variação normal na morfologia dos dentes pode ultrapassar os efeitos dos agentes

clareadores sobre os dentes (POTOCNIK; KOSEC; GASPERSIC, 2000; SPALDING; TAVEIRA; DE ASSIS, 2003; PARK *et al.*, 2004).

Existe ainda, outro efeito adverso preocupante relacionado com os clareamentos e que se tornou o motivo principal desta pesquisa. Muitos estudos têm mostrados uma redução considerável na resistência adesiva de restaurações de resina composta ao esmalte, quando o procedimento adesivo é realizado imediatamente após o clareamento, independente da concentração dos peróxidos ou do tipo de técnica (TITLEY *et al.*, 1988; STOKES *et al.*, 1992; GARCIA-GODOY *et al.*, 1993; LAI *et al.*, 2001; TURKUN; KAYA, 2004; GOKCE *et al.*, 2008; COMLEKOGLU *et al.*, 2010; DIETRICH *et al.*, 2010; HUSSAIN; WANG, 2010; LIMA *et al.*, 2010; ERGUN KUNT *et al.*, 2011).

Segundo Ruse *et al.* (1990), as mudanças na composição da superfície de esmalte decorrentes da exposição ao peróxido de hidrogênio a 35% não é significativa o suficiente para causar uma diminuição na resistência adesiva.

Para outros autores, os efeitos adversos do clareamento dental na resistência adesiva entre o material restaurador e os substratos dentais são causados pelo oxigênio residual acumulado tanto na superfície de esmalte clareado quanto na estrutura dentinária, precisamente na matriz de colágeno e nos túbulos dentinários (TORNECK *et al.*, 1990; TITLEY *et al.*, 1991; PERDIGAO *et al.*, 1998; LAI *et al.*, 2001, 2002; SILVA, 2005) o que poderia causar dificuldades de penetração da resina composta (TITLEY *et al.*, 1991; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; SUNDFELD *et al.*, 2005) assim como na sua polimerização (RUEGGEBERG; MARGESON, 1990; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994).

Estudos afirmam que a redução da resistência adesiva após o tratamento clareador é tempo-dependente, sendo maior o prejuízo quando os testes de resistência adesiva são realizados imediatamente após o uso do agente clareador (TORNECK *et al.*, 1990). Todavia, não existe consenso na literatura sobre o real período de espera a fim de que ocorram a liberação do oxigênio residual e radicais livres, e os valores de resistência adesiva retornem ao original depois do clareamento. Segundo o reportado, pode levar variação de 24 horas até 4 semanas (TITLEY *et al.*, 1991; TITLEY; TORNECK; RUSE, 1992; VAN DER VYVER; LEWIS;

MARAIS, 1997; CAVALLI *et al.*, 2001; BASTING *et al.*, 2004; DIETRICH *et al.*, 2010).

Nesse sentido, visando a reduzir o tempo de espera para a realização dos procedimentos restauradores adesivos, algumas técnicas têm sido sugeridas: remoção da camada de esmalte superficial (CVITKO *et al.*, 1991); tratamento do esmalte com álcool (BARGHI; GODWIN, 1994) assim como a utilização de adesivos contendo solventes orgânicos (PERDIGÃO *et al.*, 1998; SUNG *et al.*, 1999). Porém, outras pesquisas observaram que essas medidas não são suficientes para reverter a diminuição dos valores de resistência da resina composta ao esmalte clareado (LAI *et al.*, 2002; SHINOHARA *et al.*, 2004; SILVA, 2005).

Como decorrência outra técnica foi sugerida, a qual engloba a utilização de substâncias redutoras e antioxidantes, tais como o ascorbato de sódio (LAI *et al.*, 2001, 2002; KAYA; TURKUN, 2003; KIMYAI; VALIZADEH, 2006; 2008; MAY *et al.*, 2010) e ácido ascórbico (MORRIS *et al.*, 2001; ERGUN KUNT *et al.*, 2011), supondo que estes antioxidantes atuariam neutralizando os efeitos oxidativos dos agentes clareadores.

Se o tratamento com agente antioxidante nos dentes recém-clareados pode restabelecer a resistência adesiva, poderia ser considerado uma alternativa para realizar os procedimentos adesivos em um tempo bem reduzido após o tratamento clareador. Tendo em vista a escassez de trabalhos e a falta de padronização entre os mesmos, certamente estudos complementares são necessários.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo “*in vitro*” foi avaliar, por meio do ensaio mecânico de microcissalhamento, o efeito do hidrogel de ascorbato de sódio a 10% e 20% e hidrogel de ácido ascórbico a 10%, na resistência adesiva imediata (24 horas) e tardia (7 dias) de uma resina composta à superfície de esmalte bovino clareado com peróxido de hidrogênio a 35%.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura apresentada a seguir foi dividida por assuntos, com a finalidade de torná-la mais didática. Assim como os termos alteração cromática, alteração de cor, escurecimento e pigmentação são termos similares.

2.1 Etiologia das alterações cromáticas dentárias

Para Hattab, Qudeimat e Al-Rimawi (1999) frequentemente, a primeira evidência de variação anormal percebida na dentição humana é uma diferença visível na cor dos dentes. A qual apresenta dois grandes desafios para os profissionais da odontologia. O primeiro é determinar a etiologia da mancha, e o segundo é o seu tratamento. Por tanto, eles fizeram uma revisão da literatura abordando a etiologia, apresentação clínica das manchas dentárias e descreveram as opções de tratamento. Encontraram que as manchas podem diferir na etiologia, aparência, composição, localização, gravidade e firmeza na adesão à superfície do dente e, sua intensidade pode ser agravada se houver defeitos de esmalte. Porém, basicamente, existem dois tipos de descolorações do dente: aquelas causadas por fatores extrínsecos e aquelas intrínsecas causadas por influências congênitas ou sistêmicas.

Assim também Watts e Addy (2001) realizaram uma extensa revisão da literatura ao longo de quatro décadas, sobre a coloração do dente. Concluíram que, o conhecimento da etiologia das alterações cromáticas é determinante para um diagnóstico correto ao examinar uma dentição com tal alteração e permite ao dentista explicar ao paciente a natureza exata da doença. Em alguns casos, o mecanismo de coloração pode ter efeito sobre o resultado e influenciar as opções de tratamento.

2.2 Evolução das técnicas de clareamentos a base de peróxidos

O uso de peróxido de hidrogênio como agente clareador data desde o século retrasado, evidenciado em estudos como o de Harlan (1884) que descreveu o que se acredita foi o primeiro uso de peróxido de hidrogênio, mas, naquela época foi chamado dióxido de hidrogênio. Abbot (1918) estabeleceu as bases das técnicas atuais ao introduzir um método efetivo a base de peróxido de hidrogênio a 35% ativado com luz e calor ("superoxol") para acelerar a reação química de clareamento.

Assim, também Ames (1937) idealizou a técnica de consultório para dentes vitais, usando uma solução peróxido de hidrogênio a 30% e éter em um algodão sob isolamento absoluto e ativando a reação com calor através de um instrumento aquecido durante 30 minutos. Porém, para obter resultados eram necessárias de 5 a 25 visitas. Spasser (1961) introduziu a técnica "*walking bleach*" a qual consistia na colocação de um mistura de perborato de sódio e água na câmara pulpar a mesma era fechada até a próxima visita do paciente. Alguns anos mais tarde Nutting e Poe (1963) modificaram a técnica "*walking bleach*" substituindo a água por peróxido de hidrogênio de 30% a 35% mais o perborato de sódio.

Outra técnica originou-se quando Klusmier (1968) observara que nos pacientes que ele tinha prescrito um antisséptico contendo peróxido de carbamida a 10%, aplicado em aparelhos ortodônticos removíveis com o intuito de melhorar a condição gengival, também resultava em um efeito clareador. A observação foi comunicada a outros colegas e foi considerado como o início da era de clareamento com moldeiras de uso noturno. Referente aos clareamentos realizados em consultório Feinman, Goldstein e Garber (1987) recomendaram o uso do peróxido de hidrogênio na concentração de 35% aliado a uma lâmpada de clareamento de alta intensidade. E para o clareamento interno o uso de solução de peróxido de hidrogênio da concentração de 35%.

Haywood e Heymann (1989) foram os primeiros a publicar a técnica preconizada por Klusmier (1968); a publicação consistiu num estudo clínico descrevendo o uso de moldeiras termoplásticas individualizadas para reter o gel de peróxido de carbamida a 10%, passando a ser chamada "*night guard vital bleaching*"

ou técnica de clareamento caseiro ou doméstico, já que era aplicada pelo próprio paciente em casa, durante a noite por aproximadamente 7 de horas, fizeram controles de 2 e 5 semanas; no entanto, a média de clareamento desejado foi atingido após 6 semanas de tratamento, porém já nas duas primeiras semanas já eram notados efeitos clareadores. Sem apresentar efeitos deletérios. A duração dos resultados estéticos não era conhecida para essa época, mas, excediam a 1 ano. Entretanto, por sua facilidade de tratamento, os dentes poderiam ser retratados quando necessário. Convertendo-se em uma das técnicas mais divulgadas, seguras e econômicas utilizada até hoje.

Goldstein e Garber (1995) publicaram um livro intitulado “*Complete Dental Bleaching*”, onde abordaram vários aspectos da clareamento dental, tais como ação química dos agentes clareadores, diagnóstico, plano de tratamento e as diferentes abordagens. Relataram que os clareadores mais utilizados são o peróxido de hidrogênio e o peróxido de carbamida e podem ser classificados em 3 categorias: 1) Aqueles contendo alta dosagem de peróxido de hidrogênio de 25% a 38% ou peróxido de carbamida a 35% apenas para o uso profissional no clareamento em consultório, por períodos curtos, que podem ser ativados por luz para acelerar o procedimento clareado; 2) materiais com baixa dosagem para a técnica de clareamento caseiro (peróxido de hidrogênio de 4% até 8% ou peróxido de carbamida de 10% a 22%, e 3) produtos sem receita médica contendo de 3% até 6% de peróxido de hidrogênio disponíveis aos consumidores para o uso em casa, via formatos de chicletes ou pinceis que tipicamente requerem ser usados duas vezes ao dia durante 2 semanas.

Gerlach (2000) descreveu um inovador sistema de clareamento caseiro *Crest Whitestrips* (Crest), composto por peróxido de hidrogênio a 6,5% impregnado em fitas plásticas que se aderem aos dentes, dispensando o uso de moldeiras personalizadas para carregar o peróxido além de facilitar a aplicação e diminuir o custo. Enquanto, Ayad *et al.* (2002) apresentaram em seu trabalho um sistema clareador caseiro o *Simple White Clear Whitening Gel* (Colgate-Palmolive) composto por peróxido de carbamida a 18% na forma líquida que é aplicado com um pincel próprio durante 30 minutos duas vezes ao dia.

2.3 Mecanismo de ação dos agentes clareadores a base de peróxidos

Kirk (1889) descreveu o que qualificou de possíveis mecanismos químicos de clareamento dental; em seu trabalho afirmou que o sucesso do clareamento dental estaria na destruição dos pigmentos que afetavam as estruturas dentais, por um agente químico suficientemente adequando para tal propósito. Classificou os agentes clareadores em duas classes: os oxidantes e os redutores; as primeiras destruiriam pigmentos pela remoção de hidrogênio; as segundas o fariam pela remoção do oxigênio. Dentre os agentes oxidantes, citou o peróxido de hidrogênio, os cloretos e o permanganato de potássio.

Segundo McEVOY (1989) o peróxido de hidrogênio é um forte agente oxidante. O mecanismo pelo qual o de peróxido hidrogênio funciona dentro do esmalte ou dentina não é totalmente conhecido; é provável, então, que ocorra uma oxidação dos pigmentos, causado pelo oxigênio liberado que removeria a mancha junto à limpeza mecânica para remover o oxigênio. Este processo tem sido chamado de "clareamento", referindo-se à sua iluminação e efeito de branqueamento. Sabe-se que é necessário que o peróxido de hidrogênio penetre dentro do esmalte e dentina para produzir esse resultado. Estudos apoiam esta hipótese, quando os dentes colocados em peróxido de hidrogênio demonstraram aumento da permeabilidade. Segundo Arwill (1969) isto tem sido atribuído ao baixo peso molecular do peróxido de hidrogênio e sua capacidade de desnaturar proteínas, aumentando assim o movimento de íons através do dente.

Segundo Haywood (1992) o peróxido de carbamida a 10% se degrada em peróxido de hidrogênio (3%) e urea (7%), porém pode ser considerado que seu ingrediente ativo é o peróxido de hidrogênio.

Conforme Heymann (2005) desde a introdução do clareamento vital com moldeiras de uso caseiro geralmente durante a noite, em 1989, a odontologia tem assistido a um aumento astronômico no interesse em clareamento dental. Como resultado, a pergunta mais freqüente é, qual é a melhor técnica de clareamento? No entanto, praticamente hoje todas as técnicas funcionam. Seja apenas utilizado um clareador de uso noturno, fitas clareadoras vendidas sem prescrição contendo, ou se

é feito um clareamento em consultório, os resultados finais podem potencialmente ser os mesmos. A similaridade dos resultados é possível porque o mecanismo de ação é o mesmo: oxidação dos pigmentos orgânicos ou cromógenos no dente. É presumido que, algumas abordagens de clareamento são mais rápidas do que outras, devido a diferenças no tempo de concentração do agente clareador e a duração do tempo de exposição.

Joiner (2006) fez uma revisão sistemática de estudos *in vivo* e *in vitro* relacionados sobre o clareamento de dentes vitais, o mecanismo de ação e os fatores que influenciam a eficácia do processo de clareamento. Para tal fim foram revisados os bancos de dados "Medline" e "ISI Web of Science" desde 1966 e 1974. Suas conclusões foram que: devido ao interesse dos pacientes pelo clareamento dental o número de produtos e processos nos últimos anos têm aumentado dramaticamente com um aumento concomitante das publicações sobre o tema. A literatura sugere que o mecanismo de clareamento por peróxido de hidrogênio ocorre por meio da difusão do peróxido através do esmalte causando a oxidação e, consequentemente, iluminação do esmalte e dentina. Os principais fatores que afetam a eficácia de clareamento dental com produtos que contêm peróxido são a concentração e tempo. Em geral, as concentrações altas são mais rápidas do que as concentrações baixas. No entanto, com tempo de tratamento prolongado as concentrações baixas podem aproximar a eficácia das concentrações altas. Sistemas alternativos ao peróxido têm recebido menor atenção. A eficácia dos sistemas ativados por luz versus sem luz em estudos clínicos são limitados e conflitantes. Outros fatores que podem influenciar o resultado do clareamento dental são o tipo de alteração cromática, cor inicial do dente e idade do sujeito.

Para Kihn (2007) o clareamento de dente vital, quando indicado corretamente, é um dos procedimentos estéticos mais seguro, conservadores, econômicos e eficazes atualmente disponíveis para os pacientes. Kihn neste artigo traçou a evolução da tecnologia, descreveu o que se sabe sobre o mecanismo de ação e explorou temas como toxicologia e efeitos colaterais associados com o clareamento dental. O artigo também descreveu os diversos sistemas de clareamento, em consultório, caseiro e aqueles de vendidos ao público sem supervisão do dentista. Também foram discutidos a combinação de tratamentos e os tratamentos ativados com luz; enfatizou que mais pesquisas são necessárias neste campo.

2.4 Estudos de efeitos dos agentes clareadores sobre as estruturas dentárias

Seghi e Denry (1992) avaliaram *in vitro* os efeitos do clareamento externo com peróxido de carbamida a 10% na resistência à fratura, na dureza e características de abrasão no esmalte dental humano. A aparente resistência à fratura do esmalte foi reduzida perto de 30% após o clareamento por um período de 12 horas, com mudanças não significantes na dureza superficial. O esmalte também exibiu diminuição na resistência à abrasão. Segundo os autores, este comportamento possivelmente ocorreu devido a uma alteração da matriz orgânica do esmalte sob a ação química do peróxido de hidrogênio.

Shannon *et al.* (1993) avaliaram o efeito de três produtos de clareamento a base de peróxido de carbamida a 10%, na microdureza e morfologia da superfície do esmalte. Setenta e dois blocos de esmalte foram submetidos a uma das três soluções de peróxido de carbamida ou a uma solução de saliva artificial durante 15 horas por dia por períodos de 2 e 4 semanas. Durante as restantes 9 horas, os espécimes foram expostos à saliva humana *in situ*. Embora as diferenças não fossem estatisticamente significantes, os valores de microdureza de todas as amostras tratadas duas semanas após o tratamento foram inferiores às amostras controle. Estas tendências, porém, não eram evidentes em 4 semanas. A avaliação de microscopia eletrônica de varredura revelaram alterações significativas na superfície da topografia do esmalte para as amostras tratadas com as soluções de clareamento por 4 semanas. As alterações mais graves foram encontradas nas amostras expostas às soluções de baixo pH.

Lewinstein *et al.* (1994) examinaram o efeito do peróxido de hidrogênio na concentração de 30% e uma pasta de perborato de sódio misturada com peróxido de hidrogênio em diferentes temperaturas e intervalos de tempo na microdureza do esmalte e da dentina. Dentes humanos foram divididos em quatro grupos de testes relacionados ao tratamento de superfície: peróxido de hidrogênio a 30% a 37 °C, peróxido de hidrogênio a 30% a 50 °C em uma câmara iluminada, uma pasta de perborato de sódio misturada com peróxido de hidrogênio a 37 °C, e uma pasta de

perborato de sódio misturado com peróxido de hidrogênio a 50 °C em uma câmara iluminada. Dentes tratados com água destilada em cada temperatura 37 °C ou 50 °C serviram como controle. Os resultados indicaram que o tratamento com peróxido de hidrogênio na concentração de 30% reduziu a microdureza do esmalte e da dentina. Essa redução foi estatisticamente significativa após 5 minutos de tratamento para a dentina e 15 minutos para o esmalte ($p < 0,05$). O tratamento com perborato de sódio misturado com peróxido de hidrogênio não alterou a microdureza do esmalte nem da dentina nas diferentes temperaturas e intervalos de tempo. Por isso, sugeriram limitar o uso de altas concentrações de peróxido de hidrogênio para fins de clareamento.

Rotstein *et al.* (1996) avaliaram *in vitro* os efeitos dos produtos clareadores usados comumente sobre os tecidos dentários duros. Selecionaram 21 pré-molares humanos, os dois terços apicais da raiz foram removidos e o restante do dente foi cortado longitudinalmente em dois segmentos iguais, limpos, secos e divididos em seis grupos experimentais de diferentes produtos clareadores: peróxido de hidrogênio a 30% (PH); peróxido de carbamida a 10% (PC), perborato de sódio (PS), *Nu-Smile* (NS), *Opalescence* (OP), e *DentlBright* (DB). Como grupo controle foram usadas seis amostras adicionais tratadas com solução salina. O tratamento consistiu na imersão dos espécimes no respectivo material a testar seguido de incubação a 37 °C durante 7 dias. Os espécimes foram lavados e secos em temperatura ambiente e preparados para análise histoquímica superficial. Foram medidos os níveis de cálcio, fósforo, enxofre e potássio do esmalte, dentina e cimento de cada espécime usando microscopia eletrônica de varredura e espectrômetro de energia dispersiva. No esmalte, foi encontrada uma redução significativa da proporção cálcio/fósforo (Ca/P) após o tratamento com PH. Na dentina, foi encontrada uma redução significativa na proporção Ca/P após o tratamento com PH, PC, DB, e OP. No cimento, foi encontrada uma redução significativa do Ca/P após tratamento com o PH, PC, NS, e OP. Também ocorreram mudanças no enxofre e nos níveis de potássio, mas geralmente não eram estatisticamente significativas. Redução significativa dos níveis de enxofre ocorreu só no cimento após o tratamento com PC e PS. Os níveis de enxofre aumentaram de forma significativa após o tratamento com NS. Uma redução significativa dos níveis de potássio ocorreu apenas na dentina após o tratamento com a PC. A redução dos níveis de cálcio/fósforo (Ca/P)

no esmalte, dentina e cimento indica que ocorre desmineralização nesses tecidos. Concluíram que os materiais clareadores podem causar alterações nos tecidos dentários duros e, portanto, estes devem ser usados com cautela.

Zalkind et al. (1996) avaliaram as alterações na morfologia superficial do esmalte humano, dentina, cimento após clareamento mediante microscopia eletrônica de varredura. Molares humanos foram cortados, limpos e divididos em 6 grupos experimentais. Cada grupo foi tratado por 7 dias a 37 °C, com um dos seguintes materiais clareadores: peróxido de hidrogênio a 30%, peróxido de carbamida a 10%, perborato de sódio, *Nu-Smile*, *Opalescence* e *DentlBright* e um grupo controle. Sob o microscópio eletrônico de varredura, os autores observaram que ocorreram alterações morfológicas nas estruturas dentárias após o tratamento com a maioria dos materiais clareadores, sendo que o cimento foi o tecido mais afetado, recomendando-se muita cautela durante o uso de tais produtos.

Bitter (1998) analisou *in vivo* os efeitos dois tipos de gel de clareamento contendo peróxido de carbamida a 16% e 35% sobre a superfície do esmalte em função do tempo, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Em 3 pacientes que se submeteriam à extração completa, para posterior reabilitação com prótese total, submeteu-os primeiramente a sessões de clareamento com peróxido de carbamida a 10%, pela técnica caseira, por 14 dias, com 30 minutos diários de exposição. Os resultados mostraram que a exposição aos agentes clareadores durante 14 dias criou uma alteração da superfície do esmalte e causou a exposição dos prismas de esmalte. Além disso, após a exposição por 21 até 90 dias, a avaliação no MEV mostrou alteração da superfície do esmalte, indicando a exposição da camada de esmalte prismático, freqüentemente até no esmalte profundo e possivelmente até a dentina. Segundo o autor, essas alterações no esmalte, provocadas pelos agentes clareadores baseados no peróxido de carbamida a 10% podem perdurar por longo tempo. Os pacientes devem ser informados quanto ao potencial dos agentes clareadores alterarem o esmalte.

Hegedus et al. (1999) avaliaram o efeito de três agentes clareadores contendo peróxido: *Opalescence*, *Nite White* e uma solução de peróxido de hidrogênio a 30% sobre as superfícies do esmalte mediante Microscopia de Força Atômica (MFA). Foram usados 15 incisivos humanos sem cáries e divididos

aleatoriamente em 3 grupos (n=5) de acordo com o agente clareador. A superfície vestibular de cada dente foi fotografada com MFA antes e após o tratamento. Cada agente clareador foi aplicado por 28 horas (em tratamentos individuais de 4 horas). Os espécimes foram examinados somente após as 28 horas de tratamento mostrando alterações nas superfícies no tratamento com os três peróxidos. Vários sulcos presentes no esmalte sem tratamento tornaram-se mais profundos após o procedimento clareador. Os quais foram mais acentuados no caso da solução de peróxido de hidrogênio a 30%. Concluíram que os agentes clareadores são capazes de causar alterações na superfície do esmalte. E hipotetizaram que o peróxido pode afetar a fase orgânica do esmalte, não apenas a superfície, mas também a estrutura interna do esmalte. Como resultado de seu baixo peso molecular, o peróxido de hidrogênio pode penetrar dentro do esmalte. Assim, os efeitos oxidativos internos são mais prováveis de ocorrer sob a superfície do esmalte onde há mais material orgânico presente.

Potocnik, Kosec e Gaspersic (2000) analisaram o efeito do peróxido de carbamida a 10% em subsuperfície de esmalte humano. Estudaram a microdureza, microestrutura e composição mineral de tal forma que o lado controle e o lado teste foram localizados no mesmo dente. Seis dentes foram seccionados longitudinalmente e a microdureza Vickers do esmalte foi medida. A microestrutura do esmalte foi analisada utilizando um microscópio eletrônico de varredura e submetidas à microanálise eletrônico para análise química de cálcio (Ca) e fósforo (P). A concentração de Ca em gel clareador foi medida por espectrofotometria e a concentração de P foi medida por fotometria. Os resultados mostraram que o gel clareador de peróxido de carbamida 10% não afetou significativamente a microdureza do esmalte. Análise de microscopia eletrônica de varredura mostrou alterações locais na microestrutura do esmalte semelhantes aos de cáries iniciais. A microanálise mostrou baixa concentração de Ca e P, além disso, a relação Ca:P foi reduzida. Conclui-se que o peróxido de carbamida a 10% causa mudanças locais, microestruturais e químicas no esmalte, porém não são clinicamente significativas.

Segundo Spalding, Taveira e De Assis (2003) vários sistemas de clareamento vital têm sido introduzidos em resposta à demanda em odontologia estética. Entretanto os agentes clareadores comumente utilizados são o peróxido de hidrogênio ou peróxido de carbamida para as técnicas de consultório ou caseira.

Apesar de que têm sido relatados resultados positivos em relação à capacidade de clareamento desses agentes, as preocupações continuam quanto ao seus efeitos sobre os tecidos dentais. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito desses agentes clareadores sobre a morfologia superficial do esmalte. Foram utilizados doze dentes extraídos de acordo com três protocolos experimentais: 1) os espécimes foram tratados com peróxido de hidrogênio a 35%; 2) após o tratamento com peróxido de hidrogênio a 35%, os espécimes foram imersos em saliva natural por uma semana; 3) o peróxido de hidrogênio a 35% foi aplicado uma vez e peróxido de carbamida 10% foi aplicado por uma semana (12h de peróxido de carbamida a 10% alternando com 12h em saliva). A avaliação de microscopia eletrônica de varredura revelou que a variação regional na morfologia da superfície do dente, algumas vezes ultrapassou os efeitos do peróxido utilizado de acordo com protocolos experimentais. O peróxido de hidrogênio a 35% teve uma tendência a promover um aumento na densidade das depressões. Precipitações foram observadas nas superfícies das amostras imersas em saliva natural de acordo com o protocolo 2. Superfície lisa e brilhante foi observada em amostras tratadas segundo o protocolo 3. Significado clínico: As diferenças entre vários artigos escritos sobre o assunto não puderam ser conciliadas por causa da falta de padronização de dados de referência em relação a fatores como a localização do dente, irrompido ou não e idade na cavidade oral. Este artigo demonstra que apesar das mudanças observadas na superfície do esmalte após o clareamento, a variação normal na morfologia dos dentes pode ultrapassar os efeitos do peróxido de hidrogênio 35% e peróxido de carbamida a 10% sobre os dentes. Assim, o clareamento conforme descrito no estudo pode ser considerado seguro para o esmalte.

Park *et al.* (2004) desenvolveram um trabalho para avaliar as alterações que ocorreram na superfície de esmalte dental bovino após clareamento com peróxido de hidrogênio a 30%. Antes do tratamento clareador os espécimes foram levados a um microscópio de força atômica para sua superfície ser digitalizada. Uma metade do espécime foi utilizada como controle, e a outra metade submetida ao tratamento clareador. Os espécimes foram clareados com peróxido de hidrogênio a 30% por um período contínuo de 120 horas. Foram avaliadas mudanças na composição e microdureza do esmalte mediante Espectrofotometria Raman e teste de dureza *Vickers*. Os resultados demonstraram que após o tratamento clareador os vértices

das bordas dos prismas de esmalte mantiveram-se inalterados exceto pela insignificante diminuição da intensidade; os valores da microdureza no esmalte não mostraram diferenças significantes quando comparados aos espécimes armazenados em água destilada. Baseado nos resultados deste estudo os autores concluíram que o peróxido de hidrogênio a 30% poderia ser um agente clareador seguro devido a seu efeito insignificante sobre a morfologia e estrutura dentária.

Cavalli *et al.* 2004 preocupados pelos efeitos adversos dos produtos clareadores contendo peróxido na superfície do esmalte dental; examinaram a média de rugosidade superficial do esmalte antes (*baseline*) e após um protocolo de clareamento em consultório e investigaram a influência de altas concentrações de peróxido de carbamida na morfologia superficial do esmalte. Superfícies lisas de esmalte foram submetidas a tratamento clareador com peróxido de carbamida com a 35% e a 37% ou a nenhum tratamento (n=10) e foram avaliadas com um perfilômetro. Oito amostras de cada grupo foram selecionadas aleatoriamente e imersas em solução de azul de metileno a 2%. Posteriormente, as amostras foram moídas e preparadas para as análises espectrofotométricas. Subsequentemente, dois espécimes de cada grupo foram examinados utilizando um microscópio eletrônico de varredura. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ($p>0,05$). A rugosidade média baseline foi estatisticamente semelhante para todos os grupos, no entanto, o peróxido de carbamida a 35% produziu superfícies mais ásperas do esmalte. As diferentes concentrações de peróxido de carbamida produziram semelhantes alterações morfológicas superficiais do esmalte.

2.5 Efeitos dos agentes clareadores na resistência adesiva e as técnicas propostas para reverter essa redução

Titley *et al.* (1988) realizaram estudo para comparar a força de adesão entre esmalte bovino, clareado ou não, e várias resinas compostas. Os tratamentos foram: 01) imersão em solução de peróxido de hidrogênio a 35%, por 60 minutos, seguido de condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37%, por 1 minuto (CA); 02) imersão em solução salina (cloreto de sódio 0,9%) por 60 minutos, seguido de CA;

03) amostras condicionadas por 60 segundos com gel de ácido fosfórico a 37% e então imersas em solução de peróxido de hidrogênio a 35%, por 60 minutos; 04) amostras condicionadas conforme descrito acima e então imersas em solução salina por 60 minutos. Executaram-se a adesão de cilindros de resina composta. A análise estatística dos resultados indicou que houve uma redução significativamente grande na força de adesão das resinas compostas quando o esmalte foi exposto ao peróxido de hidrogênio, quando comparado com as amostras que foram expostas à solução salina. Exame em microscópio eletrônico de varredura indicou que esta redução ocorreu primariamente na interface esmalte-resina composta.

Segundo Rueggeberg e Margeson (1990) o oxigênio inibe a polimerização vinílica nas resinas usadas na odontologia restauradora. Portanto, examinaram os efeitos da resina fluida aplicada em uma camada fina sobre o esmalte bovino condicionado, em câmara de ar, argônio e uma combinação dos dois. A comparação dos efeitos dos diferentes ambientes foi feita pela medição da resistência ao cisalhamento de cilindros de resina composta sobre esmalte bovino condicionado. A resina fluida polimerizada em câmara de ar apresentou uma espessura significativamente maior de material inibido do que a resina polimerizada em uma atmosfera de argônio.

Ruse *et al.* (1990) realizaram uma análise preliminar da superfície de esmalte bovino condicionada, clareada e normal. As análises foram realizadas com Espectroscopia de Fotoelétrons Excitados por Raios-X e Espectroscopia de Massa por Íons Secundários em superfícies de esmalte vestibular expostas a quatro diferentes tratamentos: 1) imersão em peróxido de hidrogênio 35% (H_2O_2) por 60 min; 2) imersão em ácido fosfórico (H_3PO_4) a 37% por 60s; (3) imersão em H_2O_2 35% por 60 min + água destilada por 2 min + H_3PO_4 37% por 60s; 4) imersão em H_3PO_4 a 37% por 60s + água destilada por 2 min + H_2O_2 a 35% por 60 minutos. E superfícies de esmalte e de hidroxiapatita sintética sem tratamento serviram como controle dos diferentes tratamentos. As análises indicaram que a exposição a H_2O_2 35%, além de aumentar o teor de nitrogênio, não produziu nenhuma outra mudança significativa na composição elementar de qualquer uma das superfícies de esmalte investigados. A exposição a H_3PO_4 a 37%, no entanto, produziu uma acentuada diminuição do cálcio e fósforo e concentrações de um aumento no carbono e nitrogênio. Estes resultados sugerem que a diminuição registrada na resistência de

união adesiva de resina para o esmalte tratado com H_2O_2 35% não é causada por uma mudança na composição elementar do tratamento na superfície do esmalte.

Torneck *et al.* (1990) realizaram testes de tração e de cisalhamento com o propósito de avaliar o efeito do tempo de exposição do peróxido de hidrogênio na adesão da resina composta ao esmalte bovino. Procurou-se verificar também se a ordem de realização do condicionamento ácido do esmalte (antes ou depois) interferia nos valores de adesão. Cilindros de resinas compostas microparticuladas (*Valux Small Particle Restorative*) de tamanho padronizado foram colados à superfície aplainada de esmalte de incisivos bovinos que haviam sido previamente submetidos a 04 tratamentos diferentes (n=8): a) imersão em peróxido de hidrogênio a 35%, condicionadas com gel de ácido fosfórico a 37% por 60 segundos; b) imersão em solução salina, condicionada com o ácido fosfórico a 37% por 60 segundos; c) condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, imersão em peróxido de hidrogênio; 04) condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, imersão em solução salina. Foram estudados dois períodos de imersão em peróxido de hidrogênio e solução salina (5 e 30 minutos). Os espécimes foram armazenados em água a 37° C por 1 e 7 dias antes do ensaio de tração e de cisalhamento. A análise estatística dos resultados indicara que houve uma redução significativa na resistência de união adesiva da resina quando o esmalte foi exposto ao peróxido de hidrogênio e esta redução foi, dentro dos limites deste estudo, dependente do tempo. A resistência de união não foi afetada pela ordem do condicionamento ácido nem pelo período de armazenagem em água. O exame de microscopia eletrônica de varredura das amostras submetidas à imersão em peróxido indicaram que as falhas adesivas ocorreram primariamente na interface adesiva resina-esmalte e que a resina não estava polimerizada apropriadamente, visto sua aparência menos homogênea e mais granular que os grupos tratados com solução salina. Os autores suspeitaram que estas alterações fossem causadas pela presença de peróxido residual ou substâncias relacionadas ao peróxido perto da superfície do esmalte.

Segundo Cvitko *et al.* (1991) o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% causa mudanças na superfície do esmalte que resultam em menor resistência de união da resina composta. Embora um estudo anterior em microscópio electrónico de varredura mostrasse que o clareamento caseiro com peróxido de

carbamida a 10% não causa mudanças na superfície, os resultados em este estudo indicaram que o clareamento com peróxido de carbamida reduz a resistência ao cisalhamento de compósitos ao esmalte condicionado. No entanto, a remoção da superfície do esmalte restabeleceu a resistência de união aos níveis normais.

Titely *et al.* (1991) determinaram através de microscopia eletrônica de varredura o efeito do peróxido de hidrogênio sobre a estrutura e habilidade de penetração da resina composta ao esmalte bovino condicionado com ácido fosfórico. Em uma investigação anterior as superfícies planificadas de esmalte de incisivos bovinos foram imersas em solução salina (controle) ou peróxido de hidrogênio a 35% (experimental) durante 5 ou 30 minutos antes ou após o condicionamento ácido com gel de ácido fosfórico a 37% por 60s. Um cilindro padronizados de resina fotopolimerizada foi colado a cada superfície do esmalte. Os espécimes foram armazenados em água a 37° C por 1 dia ou 7 dia após o qual a resistência de união da resina ao esmalte era testadas por força de tração até ocorrer a fratura. Dezesesseis dos espécimes (oito controle e oito experimental) foram selecionados aleatoriamente para avaliar a aparência dos (“tags”) de resina na interface resina-esmalte. Nos espécimes do grupo controle os “tags” estavam bem definidos e contíguos com a resina composta, que estava uniformemente aderida à superfície do esmalte. Nos espécimes experimentais, grandes áreas da superfície do esmalte estavam livres de resina. E quando os “tags” estavam presentes, apresentavam-se fragmentados, pouco definidos, e haviam penetrado em menor profundidade do que nos controles. As alterações observadas sugerem que pode haver interação entre a resina e peróxido residual que fica perto da superfície do esmalte.

Torneck *et al.* (1991) estudaram o efeito da aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% sobre a resistência de união de uma resina composta ao esmalte. Cilindros resina composta padronizados foram colados à superfície de esmalte vestibulares de incisivos bovinos que foram imersos em água bidestilada por 7 dias depois de ter sido a) imersos em peróxido de hidrogênio por 5, 30 ou 60 min seguido de condicionado com ácido fosfórico a 37% durante 60s; b) imersos em solução salina por 5, 30 ou 60 min seguido de condicionado com ácido fosfórico a 37% durante 60s; c) condicionado com ácido fosfórico a 37% por 60s seguido de imersão em peróxido de hidrogênio por 5, 30 ou 60 min) condicionado com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos seguido de imersão em solução salina por 5, 30 ou 60 min.

Antes de aplicar a resina à superfície do esmalte foi lavada com água por 1 minuto e secos com ar comprimido por 30 segundos. Os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 1 dia antes de serem submetidos aos testes de resistência ao cisalhamento e tração. Análise de variância revelou valores de resistência adesiva significativamente maiores ($p<0,005$) nos grupos tratados com peróxido de hidrogênio quando comparado com os espécimes tratados com solução salina. Uma interação significativa foi também observada entre solução de ensaio e a ordem de ataque. No exame de microscopia eletrônica de varredura, não houve diferença no padrão de fratura ou na qualidade da resina composta entre os espécimes. Os autores concluíram que a imersão do esmalte tratado com peróxido, em água a 37 °C por 7 dias, eliminou a redução na força de adesão observada quando o material restaurador era aplicado imediatamente após a exposição do esmalte ao peróxido de hidrogênio, e que o esmalte limpo e condicionado previamente permite melhor adesão da resina.

Titley, Torneck e Ruse (1992) pesquisaram o efeito do gel de peróxido de carbamida a 10% (PC) na resistência adesiva ao cisalhamento de uma resina de micropartícula no esmalte bovino. Os espécimes foram submetidos a 4 tratamentos diferentes variando o pH do gel e o tempo de aplicação: 1) imersão em PC, pH 4,7 por 3 horas; 2) imersão em PC, pH 4,7 por 6 horas; 3) imersão em PC, pH 7,2 por 3 horas; 4) imersão em PC, pH 7,2 por 6 horas. Para cada grupo experimental foi preparado um grupo controle imerso em solução salina. Em adição, 2 grupos preparados de acordo ao tratamento do grupo 4, foram deixados em água destilada por 1 e 7 dias respectivamente antes da aplicação da resina. Antes do teste de cisalhamento os espécimes foram armazenados por 7 dias em água destilada a 37 °C. A análise estatística indicou que houve uma redução muito significativa na resistência adesiva ao cisalhamento nos espécimes tratados com peróxido de carbamida em comparação aos controles. Não houve diferenças estatísticas nos tempos de aplicação do pH. Entretanto o armazenamento dos espécimes em água por 1 ou 7 dias devolveu a adesividade no esmalte. O exame da fratura no microscópio eletrônico de varredura indicou que a redução da adesão no esmalte estava relacionada às alterações em ambas as superfícies da interface adesiva resina-esmalte e qualidade da resina.

Stokes *et al.* (1992) estudaram, *in vitro*, o efeito de agentes clareadores a base de peróxido na resistência adesiva de resina composta ao esmalte. Trinta superfícies planificadas de esmalte de molares humanos foram divididas em três grupos: 1) controle sem tratamento; 2) esmalte tratado com peróxido de hidrogênio a 35% por 2 horas e 3) esmalte tratado com gel de peróxido de carbamida a 10% por 14 dias. Cilindros de resina composta fotopolimerizável foram colados e a resistência adesiva ao cisalhamento foi determinada para cada espécime. Os resultados mostraram que quando se utilizou peróxido de carbamida a 10% por 14 dias, houve uma diminuição da média de 16,2 Mpa (Controle) para 9,4 Mpa e quando o esmalte foi clareado com peróxido de hidrogênio a 35% por duas horas, a média caiu para 8,4 Mpa sendo estes valores significativamente inferiores aos dos controles. Concluíram que o clareamento externo com peróxido de hidrogênio a 35% ou peróxido de carbamida a 10% antes de procedimentos adesivo com resina pode reduzir a qualidade da união resina/esmalte.

Garcia-Godoy *et al.* (1993) estudaram o efeito do clareamento na resistência adesiva por força de cisalhamento de uma resina composta ao esmalte dental em dois tempos diferentes. Foram utilizados 45 molares permanentes humanos extraídos e distribuídos aleatoriamente em três grupos de 15 dentes cada: Grupo 1: condicionamento do esmalte com ácido fosfórico a 37% por 60s, aplicação do sistema adesivo e resina composta; Grupo 2: tratado com peróxido de hidrogênio 25% por 1 hora, condicionado por 60s, aplicação do sistema adesivo e resina composta; Grupo 3: tratado com peróxido de hidrogênio 25% por 24 horas, condicionado por 60s, aplicação do sistema adesivo e resina composta. Os dentes foram termociclados por 100.000 ciclos e realizado o teste de cisalhamento em uma máquina Instron a uma velocidade de 1 mm/min. Os resultados encontrados em MPa foram: Grupo 1: $12,86 \pm 4,83$, Grupo 2: $12,33 \pm 2,95$ e Grupo 3: $7,67 \pm 1,98$. ANOVA revelou que os Grupos 1 e 2 foram significativamente diferentes quando comparado com o Grupo 3 ($p < 0,001$). As fraturas no esmalte ocorreram em 53% no Grupo 1, 33% no Grupo 2, e 0% no Grupo 3. A conclusão do estudo revelou que a resistência ao cisalhamento de resinas compostas é significativamente reduzida após o clareamento do esmalte por 24 horas.

Titely *et al.* (1993) estudaram, *in vitro*, o efeito do peróxido de hidrogênio na resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta ao esmalte dental

humano. Cilindros de uma resina microparticulada fotopolimerizável foram confeccionados sobre 15 superfícies de esmalte de pré-molares humanos planificados e previamente submetidos a três diferentes tratamentos: a) imersão em peróxido de hidrogênio a 35% (PH) por 60 minutos; b) imersão em PH por 60 minutos seguidos por armazenamento em água destilada a 37° C por 1 dia antes da aplicação da resina e c) imersão em solução salina (S) por 60 minutos. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C por 7 dias antes do teste de resistência de união ao cisalhamento. A análise estatística dos dados indicou que houve uma redução muito significativa na resistência adesiva ao cisalhamento entre os espécimes tratados com PH e aqueles tratados com solução salina. A armazenagem dos espécimes tratados com PH em água por 1 dia, antes da aplicação da resina aparentemente devolveu a adesividade, mas não foi estatisticamente significante. O exame de microscopia eletrônica de varredura dos espécimes selecionados aleatoriamente indicou que a redução na resistência adesiva pode ser relacionada a alterações na habilidade da resina se aderir por se mesma nas superfícies tratadas com PH e com os possíveis efeitos do PH no sistema adesivo e na resina mesma.

Barghi e Godwin (1994) realizaram um estudo com a finalidade de desenvolver um método que controlasse e reduzisse o efeito do clareamento dental sobre a diminuição na adesão das resinas compostas ao esmalte dental. Para isso, testaram vários pré-tratamentos sob esmalte dental clareado, através da aplicação de soluções e sistemas adesivos contendo álcool etílico e acetona. Após a confecção dos corpos-de-prova com restauração em resina composta, estes foram estocados por uma semana em água à temperatura ambiente, e posteriormente submetidos ao teste de cisalhamento, na velocidade de 1 mm/min. Os resultados demonstraram que os efeitos adversos do clareamento dental podem ser reduzidos ou eliminados tratando-se a superfície de esmalte clareada com um carregador de água, como álcool ou acetona, ou utilizando-se um adesivo que apresente como solvente a acetona.

Dishman, Covey e Baughan (1994) avaliaram, *in vitro*, os efeitos do clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio a 25% na resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta confeccionadas em superfícies aplainadas de esmalte de molares humanos, imediatamente, 24 horas, 1 semana e

1 mês após o tratamento clareador. Os valores médios da resistência adesiva ao cisalhamento mostraram uma diminuição significativa na resistência adesiva no grupo restaurado imediatamente após o término do clareamento. Não entanto, a resistência adesiva voltou à normalidade após 1 dia e se manteve normal após 1 mes. O exame de microscopia eletrônica de varredura mostrou uma aparente diminuição na quantidade de “tags” de resina presente na interface esmalte/resina para o grupo restaurado imediatamente quando comparado com os outros grupos incluindo o controle. Os autores concluíram que a inibição da polimerização do agente adesivo da resina é o mecanismo provavelmente responsável pelos efeitos deletérios do clareamento na resistência adesiva.

Ben-Amar *et al.* (1995) avaliaram, *in vitro*, o efeito do gel de peróxido de carbamida 10% na resistência ao cisalhamento de resina composta ao esmalte e as eventuais alterações morfológicas nestas superfícies. Trinta dentes anteriores extraídos foram divididos em 2 grupos: controle e experimental. Foram confeccionadas moldeiras plásticas individualizadas para cada dente. Para o grupo experimental as mesmas foram preenchidas com gel de peróxido de carbamida a 10% (*Opalescence*), ficando os dentes incubados a 37 °C por 8 horas, lavados e as moldeiras substituídas por algodão embebido em água por 16 horas. Este procedimento foi repetido diariamente durante 21 dias. As amostras do grupo controle foram apenas tratadas com algodão embebido em água. Selecionados os dentes de ambos os grupos foram avaliados no microscópio eletrônico de varredura e 72 horas após do tratamento clareador foram executados os procedimentos adesivos sobre as superfícies de esmalte e realizado o teste de resistência ao cisalhamento. Os resultados demonstraram que o clareamento criou algumas porosidades do esmalte em um padrão semelhante ao condicionamento ácido e uma redução significativa na força de resina composta às superfícies de esmalte recém-clareadas.

Barkhordar, Kempler e Plesh (1997) avaliaram o efeito do clareamento dental em dentes desvitalizados na microinfiltração de restaurações de resina composta. Trinta e seis incisivos humanos extraídos, livres de caries e sem fraturas foram divididos em quatro grupos de nove dentes. Foram preparadas cavidades de acesso endodôntico, a câmara pulpar desbridada, os canais foram limpos e o tratamento do canal radicular foi concluído. As cavidades da polpa dos dentes do grupo 1

receberam uma bolinha de algodão e foram selados com Cavit. Grupos 2, 3 e 4 receberam uma mistura de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio por 3, 4 e 7 dias, respectivamente, selados com Cavit e armazenados em um ambiente úmido até ser utilizado. O Cavit e os outros materiais foram retirados, e as cavidades foram lavadas e restauradas com o sistema adesivo *Scotchbond Multipurpose* e a resina composta *Silux*. Os dentes foram termociclados, corados com nitrato de prata a 50%, e seccionados longitudinalmente; posteriormente a penetração do corante foi medida. Os resultados indicaram que o clareamento afectou negativamente o selamento marginal na interface dente/restauração, evidenciado pelo aumento da infiltração. A maior taxa de infiltração foi encontrada após a aplicação de 7 dias de clareamento.

Van der Vyver, Lewis e Marais (1997) avaliaram o efeito de um agente clareador à base de peróxido de hidrogênio ativado com luz sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de uma resina composta ao esmalte condicionado. Os espécimes foram divididos em 4 grupos. Grupo 1) os espécimes não clareados e serviram como controle; Grupo 2) os espécimes foram restaurados imediatamente após o clareamento; nos grupos 3 e 4 os espécimes foram restaurados a 1 e 2 semanas após o clareamento, respectivamente. A média da resistência adesiva ao cisalhamento em MPa dos grupos 2 ($14,2 \pm 4,9$), grupo 3 ($19,2 \pm 3,2$) e grupo 4 ($23,1 \pm 3,7$) foram significativamente inferiores ao valor obtido no Grupo 1 ($25,1 \pm 3,7$). Os autores sugeriram que os procedimentos adesivos sejam adiados 2 semanas após a realização de qualquer procedimento clareador.

Perdigão *et al.* (1998) realizaram um estudo ultra-morfológico da interação de adesivos com o esmalte dental clareado com peróxido de carbamida, através de espectroscopia por energia dispersiva (EDS) e microscopia eletrônica de transmissão (MET). Eles testaram duas hipóteses nulas descritas como responsáveis pela redução dos valores de adesão ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%: 1) que o clareamento vital com peróxido de carbamida não aumenta a concentração de oxigênio na camada superficial de esmalte e 2) que não induz mudanças ultra-morfológicas na interface resina/esmalte. De acordo com os resultados a primeira hipótese foi rejeitada, ou seja, o peróxido de carbamida não causou alterações na concentração de oxigênio relativo do esmalte. Entretanto, a segunda hipótese foi confirmada, pois foram observadas alterações

morfológicas na maioria dos prismas de esmalte mais superficiais. Os autores sugeriram que mudanças nas proteínas e no conteúdo mineral cálcio (Ca) e fósforo (P) do esmalte podem ser os responsáveis pela redução na resistência ao cisalhamento das resinas compostas ao esmalte dental. Os autores recomendaram adiar o procedimento adesivo ou utilizar agentes de molhamento ou solventes com potencial para puxar a água e conseguir melhor adesividade.

Sung *et al.* (1999) desenvolveram um trabalho para verificar o efeito do peróxido de carbamida a 10% na resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos e uma resina composta ao esmalte previamente tratado com peróxido de carbamida a 10%. Cilindros de resina composta foram aderidos ao esmalte clareado, utilizando-se os sistemas adesivos *Optibond*, *All-Bond 2* e *One Step*. Após termociclagem, a resistência ao cisalhamento foi determinada. Os resultados demonstraram não houve diferença estatística na resistência de união para esmalte entre os espécimes clareados e não clareados tratados com *OptiBond* (base álcool), porém, a resistência de união da resina composta ao esmalte clareado e tratado com *All Bond-2* ou *One-Step* (base de acetona) foi significativamente menor do que os controles não clareados. Os autores concluíram que: a resistência de união da composta ao esmalte clareado com peróxido de carbamida foi dependente do agente de adesão utilizado. Por tanto, os autores afirmaram que adesivos contendo como solvente o álcool, deveriam ser escolhidos, quando for necessário realizar procedimentos restauradores imediatamente após o término do clareamento.

Cavalli *et al.* (2001) avaliaram o efeito do tempo decorrido após clareamento com diferentes concentrações de peróxido de carbamida na resistência adesiva de resina ao esmalte. Foram utilizadas 204 superfícies planificadas de esmalte de terceiros molares e divididos aleatoriamente em 17 grupos (n=12). Quatro tipos de agentes clareadores foram avaliados (*Opalescence* 10%-20% e *Whiteness* 10%-16%) e 4 tempo de intervalos de tempo (1, 7, 14 e 21 dias). Os espécimes do grupo controle não foram submetidos a clareamento e foram armazenados em saliva artificial a 37 °C por 10 dias. Os espécimes dos grupos experimentais foram expostos a uma aplicação diária de peróxido de carbamida por 6 horas por 10 dias consecutivos. Antes e depois de cada tratamento em clareador, os espécimes foram armazenados em solução de saliva artificial. A restauração foi feita com adesivo *Scotchbond Multipurpose* e resina composta Z-100, e o teste de resistência ao

cisalhamento foi feito 24 horas após o procedimento adesivo. ANOVA mostrou que a resistência adesiva foi significativamente diferente ($p < 0,05$). Não houve diferenças estatísticas entre as concentrações dos agentes clareadores utilizados. Para as primeiras duas semanas de tratamento os grupos clareados apresentaram baixa resistência adesiva. Porém, após o período de espera de 21 dias a resistência adesiva retornou aos valores encontrados no grupo controle. Houve uma relação linear entre o tempo de espera e o aumento da resistência ao cisalhamento, o que permitiu concluir que é necessário que se aguarde no mínimo 21 dias para confecção de restaurações adesivas em esmalte humano.

Basting *et al.* (2004) avaliaram a resistência ao cisalhamento do esmalte tratado com diferentes concentrações de peróxido de carbamida aguardando um período de espera de 14 dias após o clareamento para realizar o procedimento restaurador utilizando só um sistema adesivo. Avaliando também a capacidade da saliva de devolver a resistência de união o esmalte clareado. Sete peróxidos de carbamida, com concentrações variando de 10% a 22% foram analisados. Um agente placebo foi utilizado como grupo controle. Os agentes foram aplicados sobre os fragmentos de esmalte para 8 horas diárias durante 42 dias. No restante do tempo, os espécimes foram armazenados em saliva artificial. Após esse tempo, os fragmentos foram armazenados individualmente em saliva artificial por 15 dias. Um sistema adesivo foi utilizado para a união dos cilindros de resina composta na superfície do esmalte. Testes de resistência ao cisalhamento foram realizados e as superfícies de fratura das amostras foram examinadas visualmente com um estereoscópio em 30x. A análise de variância não mostrou diferenças estatísticas na resistência ao cisalhamento entre os agentes de tratamento. As fraturas de todos os agentes de tratamento foram predominantemente adesivas. Os autores concluíram que as concentrações variando entre 10 e 22% de peróxido de carbamida não causaram diferenças na resistência ao cisalhamento de um sistema adesivo ao esmalte após 15 dias de armazenamento em saliva artificial. E que o armazenamento por 15 dias em saliva é suficiente para que o peróxido se torne inativo e não altere a resistência ao cisalhamento no esmalte.

Cavalli, Giannini e Carvalho (2004) avaliaram os efeitos de agentes clareadores à base de peróxido de carbamida sobre a resistência à tração de materiais adesivos ao esmalte humano. Doze terceiros molares foram restaurados

em sua superfície oclusal intacta, até a construção de um bloco de resina com 6 mm de altura. A partir desses dentes obtiveram-se 60 ampulhetas de aproximadamente 0,7 mm² de espessura. As amostras foram divididas em 6 grupos (n=10) de acordo com o tratamento clareador a ser recebido: controle (C - não tratado); *Opalescence* a 10% (O10), *Opalescence* a 15% (O15), *Opalescence* a 20% (O20), *Whiteness* a 10% (W10) e *Whiteness* a 16 % (W16). Os espécimes em cada grupo receberam aplicação do PC durante 6h/dia a 37 °C, durante 14 dias e eram armazenados em saliva artificial entre as aplicações. Depois do esquema de clareamento as amostras foram testadas com o método de microtração a 0,5 mm/min. Os dados foram analisados por ANOVA e o teste de Tukey (5%). Os resultados mostraram que as médias de resistência à tração foram (MPa): C = 47,5 ± 6,2a; O10 = 37,6 ± 5,8b; O15 = 33,2 ± 6,0b; O20 = 31,2 ± 3,5b; W10 = 32,5 ± 6,1b; W16 = 30,6 ± 7,7b. As amostras submetidas ao regime clareador apresentaram resistência à tração significativamente inferior ao grupo controle. Não foram encontradas diferenças entre o tipo e concentração dos agentes clareadores. Os resultados sugerem que o clareamento do esmalte com PC poderia reduzir significativamente a resistência à tração dentro dos 14 dias de tratamento.

Shinohara *et al.* (2004) avaliaram o efeito do clareamento interno na resistência adesiva ao cisalhamento (RAC) de resina composta usando três sistemas adesivos. Duzentos e setenta dentes bovinos foram divididos em 3 grupos (n=90): pasta de perborato de sódio e água (PS); peróxido de carbamida a 37% (PC); o grupo controle (sem tratamento) (CO). Após o clareamento os dentes de cada grupo foram cortados em seções de esmalte (E) e dentina (D). Os dentes foram incluídos em resina de poliéster e polidas a fim de obter uma superfície plana. Cada grupo foi dividido em 6 subgrupos (n=15) de acordo com o substrato (E e D) e o sistema adesivo SB, *Single Bond* (solvente: água/álcool); PB, *Prime & Bond* NT (solvente: acetona); CLF, *Clearfil SE Bond* (solvente: água). O sistema adesivo foi aplicado em cada superfície planificada de acordo com as instruções do fabricante e um cilindro de resina composta Z-250 foi sobreposto. Os espécimes foram armazenados em água destilada por sete dias a 37 °C. O teste de cisalhamento foi realizado em uma máquina de ensaios universal de com velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos em MPa foram analisados estatisticamente através de ANOVA a dois critérios e teste de Tukey (p≤0,05). Independentemente do sistema adesivo

utilizado, o tratamento clareador influenciou a RAC. Em esmalte, os tratamentos clareadores com PS e PC reduziram os valores da RAC. Em dentina, o agente clareador PS reduziu os valores de RAC, mas o PC não. Os autores concluíram que o clareamento para dentes desvitalizados com perborato de sódio pode afetar adversamente a resistência ao cisalhamento de resina composta tanto para esmalte como para a dentina. Com o peróxido de carbamida a 37% podem ser esperados efeitos similares na resistência de união ao esmalte, mas não na dentina. O uso de sistemas à base água/álcool e de acetona, não podem reverter os efeitos de tratamentos clareadores na resistência adesiva.

Sundfeld *et al.* (2005) avaliaram através de microscopia ótica de luz polarizada, a penetração de material adesivo (“tags”) quando aplicado sobre esmalte humano clareado com peróxido de hidrogênio a 35%, em função do tempo de espera para realização do procedimento restaurador (0, 7, 14 ou 21 dias). A penetração dos tags de resina foi medida com um fotomicroscópio Axiophot na ampliação de 400x, e os resultados submetidos à ANOVA e Tukey, $p < 0,05$. Observaram que o grupo controle assim como nos grupos experimentais que permaneceram em saliva artificial por 7, 14 e 21 apresentavam melhor penetração do material adesivo em comparação com o grupo restaurado imediatamente após o clareamento, que apresentou uma formação de “tags” com penetração e profundidade menor. Baseados nestas informações os autores sugeriram que se deve aguardar um período de pelo menos 7 dias, entre o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% e a realização de procedimentos adesivos.

Hussain e Wang (2010) analisaram a influência do tempo de fotopolimerização usando uma fonte de luz LED sobre a resistência ao cisalhamento de uma resina composta ao esmalte imediatamente após o clareamento. Superfícies de esmalte de molares humanos foram divididas em quatro grupos: um controle e três grupos de experimentais. Um grupo foi exposto a clareamento com peróxido de carbamida a 10% (PC) e restaurados após 24 horas. Os outros dois grupos foram clareados com peróxido de hidrogênio a 38% (PH) e restaurados dentro de uma hora (PHA) e após 24 horas (PHB). Todos os grupos foram subdivididos em dois subgrupos e fotopolimerizados por dois períodos (20s ou 40s) com uma luz LED. A resistência ao cisalhamento foi testada com uma máquina de ensaio universal e os dados foram analisados pelos testes ANOVA e post-hoc. E foram tomadas

micrografias eletrônicas de varredura de espécimes representativos. Diferença significativa foi observada entre os grupos controle e PHA para ambos os tempos de polimerização ($p=0,000$). Contudo, os grupos PC nem os PHB mostraram diferenças significativas em relação ao grupo controle ($p> 0,05$). A ANOVA a dois critérios mostrou que houve um efeito significativo do fator tempo de polimerização para todos os grupos ($p=0,000$). O tempo de polimerização usando uma unidade de LED com intensidade de 500 mW/cm^2 aumentou a força de união da resina ao esmalte para os grupos controle e clareados quando o processo adesivo foi realizado após 24 horas de imersão em água deionizada. No entanto, a resistência adesiva era comprometida quando a adesão foi feita imediatamente ao clareamento do esmalte com PH a 38%.

Dietrich et al. (2010) compararam a resistência ao cisalhamento em dentes bovinos clareados e não clareados. 210 incisivos bovinos foram divididos em três grupos: grupo 1 serviu de controle; enquanto os grupos 2 e 3 receberam um tratamento clareador com as fitas de clareamento "*White strip*" vendidas em balcão (*Opalescence Treswhite*) correspondente a peróxido de hidrogênio a 10% ou uma técnica de clareamento em consultório com (*Opalescence Boost*) peróxido de hidrogênio a 38%. Cada grupo de clareamento foi dividido em três grupos para serem testados em três intervalos de tempo pós-clareamento: imediatamente, 24 horas e 7 dias. Os resultados mostraram que quando comparados com o controle, à resistência ao cisalhamento obtida nos espécimes tratados com *Opalescence TresWhite* não foi significativamente inferior em qualquer tempo estudado pós-clareamento. Imediatamente e 24 horas após do clareamento, os grupos tratados com *Opalescence Boost* apresentaram uma proporção da resistência ao cisalhamento significativamente mais baixa que em ambos os grupos de controle e que nos grupos *Opalescence TresWhite*. Os autores concluíram que, o clareamento com peróxido de hidrogênio a 38% reduziu a resistência ao cisalhamento quando o procedimento adesivo foi realizado imediatamente e 24 horas após; porém após sete dias, as forças de união foram normais. Clareamento com peróxido de hidrogênio a 10% comercializados em forma de fitas não reduz a resistência ao cisalhamento.

2.6 Considerações gerais sobre agentes antioxidantes

Cotran, Kumar e Collins (2000) descreveram que há vários sistemas enzimáticos e não-enzimáticos que contribuem para a inativação das reações de radicais livres e degradação do peróxido de hidrogênio e ânion superóxido. Entre as enzimas estão a catalase, superóxido-dismutases e a glutathione-peroxidase. E entre os diferentes mecanismos não enzimáticos encontramos os antioxidantes, que bloqueiam o desencadeamento da formação de radicais livres ou os inativam removendo-os, detendo assim a lesão por radicais. São exemplos destes as vitaminas lipossolúveis E e A, bem como o ácido ascórbico e seus derivados.

Halliwell e Gutteridge (2007) definiram os antioxidantes como qualquer substância que quando em baixas concentrações, se comparados com o substrato oxidável, são capazes de inibir ou retardar substancialmente a oxidação daquele substrato. Referindo-se como substrato oxidável a quase toda molécula encontrada *in vivo*.

Segundo Gutteridge (1994) os antioxidantes podem ter mais de um mecanismo de ação e, portanto agir de diferentes formas para contribuir a eliminação completa ou diminuição da concentração de radicais livres podendo atuar através dos seguintes meios: removendo oxigênio ou diminuindo a sua concentração local; removendo íons metálicos reagentes, remoção de oxigênio reativo, como oxigênio nascente (O_2) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), varrendo radicais iniciadores tais como $\cdot OH$, $RO\cdot$, $RO_2\cdot$, quebrando a cadeia de uma sequência iniciada e/ou estabilizando ou removendo oxigênio *singlet*, a forma mais reativa do íon oxigênio.

Segundo Meister (1992), Naidu (2003) e Halliwell e Gutteridge (2007), o ácido ascórbico é uma importante vitamina hidrossolúvel e pouco solúvel em solventes orgânicos. Sua fórmula molecular é $C_6H_8O_6$, seu peso molecular é 176,12 g/mol, exibe um pH entorno a 4,0 o mesmo apresenta uma aparência de pó cristalino branco e inodoro. É essencial para a biossíntese do colágeno (a proteína fibrilar que dá resistência aos ossos, dentes, tendões e paredes dos vasos sanguíneos), carnitina e neurotransmissores. É muito importante na cura e prevenção de câncer;

além de ser um poderoso antioxidante, sendo usado para transformar os radicais livres de oxigênio em formas inertes.

Enquanto Rubinoff, Latner e Pasut (1989) descreveram amplamente os efeitos benéficos do uso e aplicação da vitamina C na saúde oral; indicando seu uso na prevenção e na redução de gengivite e no tratamento do escorbuto. Dentre as funções da vitamina C está o aprimoramento dos mecanismos de defesa do hospedeiro podendo assim ser aplicados na preservação da saúde periodontal.

Assim também, o ascorbato de sódio é a forma ionizada da vitamina C, com fórmula molecular $C_6H_7O_6Na$ e peso molecular é 198,11 g/mol, exibe um pH entorno a 7,0 o mesmo apresenta uma aparência de pó cristalino branco ou ligeiramente amarelado. É igualmente biocompatível e hidrossolúvel, e pode ser encontrado nos fluídos biológicos. Sendo amplamente reconhecido como o principal antioxidante endógeno biológico, capaz de reparar radicais e reciclar outros compostos antioxidantes (FREI; STOCKER; AMES, 1988; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007; DOMAZOU; KOPPENOL; GEBICKI, 2009).

2.7 Efeito dos agentes antioxidantes a base de ascorbato de sódio e ácido ascórbico na resistência adesiva à estrutura dentária oxidada por agentes clareadores

Segundo Lai *et al.* (2001) o mecanismo responsável pela redução da resistência adesiva na dentina, induzido pelo peróxido de hidrogênio ou hipoclorito de sódio é desconhecido. Por tanto, testaram a hipótese de que os efeitos destes agentes oxidantes podem ser revertidos pelo ascorbato de sódio, como agente redutor. Superfícies de dentina humana foram tratadas com hipoclorito de sódio a 5%, ou peróxido de hidrogênio a 10%), antes ou após de serem condicionada com ácido e, depois foram tratadas ou não com solução de ascorbato de sódio a 10%. Estas superfícies foram restauradas utilizando os sistemas adesivos *Single Bond* ou *Excite*. Os resultados mostraram que o peróxido de hidrogênio reduziu a resistência adesiva de ambos os adesivos, enquanto o hipoclorito de sódio produziu redução

na resistência adesiva somente do *Single Bond* ($p < 0.05$). Após o tratamento com ascorbato de sódio, a redução da resistência adesiva foi revertida. O microscópio eletrônico de transmissão de luz e de varredura mostrou remoção parcial da matriz de colágeno desmineralizada apenas nos espécimes tratados com hipoclorito de sódio. O comprometimento da resistência adesiva observada não pode ser atribuída à desproteinização incompleta e pode estar relacionada a alterações no potencial redox do substrato adesivo.

Morris *et al.* (2001) verificaram a capacidade de soluções antioxidantes a base de ascorbato de sódio a 10% e ácido ascórbico a 10% na resistência de união de um cimento resinoso à dentina humana oxidada por hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5% e RC-Prep, que possui em sua composição peróxido de hidrogênio. Após acesso endodôntico e preparo químico mecânico convencional, os dentes foram divididos em grupos para receberem os diferentes tipos de tratamentos. Raízes de controle (grupo 1) foram preparadas biomecanicamente usando NaCl 0,9% como irrigante; grupo 2, as raízes foram irrigadas com NaOC 5%; grupo 3, as raízes foram irrigadas com RC-Prep; grupo 4, as raízes foram irrigadas com NaCl 0,9%, seguido por ácido ascórbico a 10%; grupo 5, as raízes foram irrigadas com NaOC 5% seguido por ácido ascórbico a 10% (pH 4); grupo 6, as raízes foram irrigadas com NaOCl 5% seguido por ascorbato de sódio a 10% neutro e grupo 7, as raízes foram irrigadas com RC-Prep seguido por ácido ascórbico a 10%. Todas as raízes foram então preenchidas com C & B *Metabond*, incubados em água por 24 h, e em seguida, seccionadas em seis discos de 1 mm de grosso representando dentina radicular cervical e média. E foram testados no teste de resistência à tração. Os resultados demonstraram que tanto o hipoclorito de sódio a 5% e RC-Pre, produziram reduções significantes ($p < 0,05$) e que estas podem ser revertidas completamente pela aplicação de ácido ascórbico a 10% ou ascorbato de sódio a 10%.

Conforme Lai *et al.* (2002) como existe a suposição de que a retenção de resíduos de peróxidos e por tanto oxigênio na sub-superfície dental, isto pode ser o responsável da inibição da polimerização dos materiais à base de resina e a redução nos valores de resistência e qualidade de união esmalte-resina. Por tanto, hipotetizaram que o comprometimento da adesão no esmalte clareado pode ser revertido com ascorbato de sódio como antioxidante. Os espécimes foram preparados para teste de microtração e microscopia eletrônica de transmissão (MET),

para examinar a distribuição dos padrões de nanoinfiltração na interface adesiva do esmalte oxidado, em comparação com o esmalte não clareado e aquele clareados mais tratado com o antioxidante. Os espécimes de esmalte humano planificados foram divididos em 3 grupos (n=5): grupo 1, Controle, água destilada; grupo 2, peróxido de carbamida a 10%, por 8 horas; grupo 3, peróxido de carbamida a 10%, por 8 horas com tratamento adicional com ascorbato de sódio a 10%, por 3 horas. Foram restaurados usando dois tipos de sistemas adesivos *Single Bond* (solvente a base de acetona) ou *Prime & Bond NT* (solvente a base de álcool) e restaurados com resina composta. Os espécimes foram preparados para o teste de microtração e microscopia eletrônica de transmissão após imersão em nitrato de prata amoniacal, para a avaliação nanoinfiltração. A resistência adesiva de ambos os adesivos foi reduzida após o clareamento, mas foram revertidas após o tratamento com ascorbato de sódio 10% ($p<0,001$). Em relação ao padrão de fratura, os autores citam que, no esmalte clareado, todas as falhas foram adesivas, enquanto nos grupos controle e ascorbato as falhas foram predominantemente coesivas. Através da MET, foi visto que, nas interfaces resina-esmalte, o grupo clareado exibiu nanoinfiltração mais extensa na forma de grãos de prata isolada. Já nos grupos controle a penetração foi débil, assim como para o grupo ascorbato que também não apresentou nenhuma anormalidade. A redução da resistência adesiva entre esmalte-resina em dentes clareados parece estar causado pela liberação prolongada de oxigênio, que afeta a polimerização dos componentes da resina.

Segundo Kaya e Turkun (2003) muitos estudos têm mostrado uma redução considerável na resistência à tração de restaurações de resina composta ao esmalte quando o procedimento de adesão foi feito imediatamente após o clareamento. Esses estudos afirmam que certo período de espera antes da restauração é necessário para a resistência de união alcançar os valores originais antes do clareamento. Por tanto, este estudo teve a intenção de avaliar o efeito de aplicações de antioxidante sobre os valores de resistência de união de resinas compostas à dentina clareada. Os antioxidantes usados foram solução de ascorbato de sódio a 10% (AS) e butilhidroxianisol a 10% (BHA) e o tempo de aplicação para ambos foi 10 minutos. Sendo que em alguns grupos os procedimentos adesivos foram realizados imediatamente após o tratamento e outros após 7 dias de serem armazenados em saliva artificial; logo após a restauração foram armazenados em

água destilada a 37 °C por 24 horas, e em uma máquina de ensaio universal determinou-se a resistência adesiva ao cisalhamento. Os dados foram analisados usando os testes ANOVA e Duncan. Verificou-se que a resistência de união nos grupos de dentina clareados diminuiu significativamente em comparação ao grupo controle. Em relação aos antioxidantes, o ascorbato de sódio a 10% foi capaz de reverter os efeitos adversos na adesão, entretanto, o butilhidroxianil a 10% não foi eficaz. Nos espécimes tratados com antioxidantes após o clareamento, a resistência adesiva foi similar aos valores apresentados nos espécimes armazenados em saliva artificial.

Novamente Turkun e Kaya (2004) investigaram comparativamente o efeito do tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 10% na resistência ao cisalhamento da resina composta ao esmalte bovino clareado com 3 diferentes concentrações de peróxido de carbamida (PC). Foram utilizadas 100 superfícies vestibulares de incisivos bovinos que foram divididas em 3 grupos (n=30) PC a 10, 16 e 22% e um grupo controle. Cada grupo experimental foi dividido em 3 subgrupos (n=10). Grupo 1: a adesão foi feita imediatamente após o clareamento; Grupo 2: os espécimes foram tratados com ascorbato de sódio 10%, enquanto o Grupo 3: após o clareamento, os espécimes foram imersos em saliva artificial por 1 semana. Os espécimes do grupo controle não foram clareados. Depois foi realizado o procedimento adesivo com *Clearfil SE Bond* e *Clearfil AP-X*, submetidos a termociclagem e testados em cisalhamento até que ocorresse a fratura. A análise da fratura das superfícies de esmalte foi feita com um microscópio eletrônico de varredura. Os dados foram analisados com ANOVA a um critério e Duncan ao nível de significância de 5%. A resistência adesiva ao cisalhamento da restauração que foi confeccionada imediatamente após o clareamento com PC a 10, 16 e 22% foi significativamente menor do que o esmalte não clareado. Para os três grupos clareados quando tratados com antioxidante e aguardado 1 semana para o procedimento adesivo, os subgrupos foram comparados com o grupo controle, e não foram observadas diferenças estatisticamente significantes na resistência adesiva ao cisalhamento ($p < 0,05$).

Turkun e Turkun (2004) avaliaram o efeito do clareamento dental interno com peróxido de carbamida a 10% na capacidade de selamento de restaurações de resina composta. Além disso, foi verificado se o período de espera de uma semana

ou a utilização de tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 10% poderia aumentar os valores de união da resina ao esmalte clareado e assim melhorar o selamento marginal. Foram utilizados 48 incisivos mandibulares livres de cáries e após tratamento de canal convencional, foram divididos em 4 grupos (n=12). No grupo 1) a cavidade de acesso foi restaurada com adesivo autocondicionante e resina composta. Os três grupos restantes, foram clareados com peróxido de carbamida a 10%, colocando o gel na cavidade de acesso por um período de 8 horas por dia durante 1 semana. E foram então restauradas da mesma forma que no grupo 1; o grupo 2 foi restaurado imediatamente após o clareamento; os espécimes do grupo 3 foram tratados com o agente antioxidante, ascorbato de sódio a 10% e no grupo 4 os espécimes foram imersos em saliva artificial por 1 semana antes da restauração. Após a análise estatística os autores concluíram que o clareamento interno com peróxido de carbamida a 10% prejudicou a capacidade de selamento imediato da restauração de resina composta, e que tanto o tratamento de ascorbato de sódio a 10% como o período de espera de uma semana após clareamento melhoraram a capacidade de vedação reduzida da resina composta.

Silva (2005) sugeriu um gel de ascorbato de sódio estabilizado a 3%, conhecido como ascorbil, como uma alternativa mais vantajosa em relação às propriedades óticas e químicas do ascorbato de sódio. Foi constatado, através de testes de microtração, que a aplicação do gel de ascorbil a 3%, por duas horas previamente ao procedimento restaurador, melhorou os valores de resistência de união ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%. Também foi verificado que os sistemas adesivos utilizados contendo solventes orgânicos (álcool ou acetona) não foram capazes de produzir nenhuma melhoria na resistência de união ao esmalte clareado.

Kimyai e Valizadeh (2006) avaliaram a hipótese de que a adesão comprometida no esmalte clareado pode ser revertida com ascorbato de sódio como antioxidante. Este estudo avaliou o efeito do ascorbato de sódio nas forma de solução e hidrogel na resistência adesiva ao cisalhamento de resina composta ao esmalte após clareamento. Sessenta superfícies de esmalte de terceiros molares humanos, foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=15). As superfícies foram submetidas a diferentes tratamentos: 1) clareamento (gel de peróxido de carbamida a 10%); 2) clareamento + solução de ascorbato de sódio a 10%; 3) clareamento +

hidrogel de ascorbato de sódio a 10% e 4) clareamento + gel de ascorbato de sódio a 20%. O procedimento adesivo foi realizado com Single Bond e resina composta. Os espécimes foram preparados para o teste de resistência ao cisalhamento. E os dados foram analisados usando os testes ANOVA e Tukey. A resistência adesiva aumentou significativamente após tratamentos com hidrogel e solução de ascorbato de sódio a 10% ($p < 0,05$). Além disso, não houve diferenças significativas entre as diferentes formas de preparações do ascorbato de sódio.

Nomoto *et al.* (2006) avaliaram a resistência à tração da dentina exposta a peróxido. Além do efeito do ácido ascórbico sobre a resistência adesiva da dentina exposta ao peróxido. Superfícies de dentina bovina foram expostas ao peróxido de carbamida a 10%, peróxido de hidrogênio a 30% ou água destilada por 30 min, em seguida, foram tratado com ácido ascórbico a 10% (0, 30, 90 e 180 min), e condicionado com ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Realizado o procedimento adesivo foi testada a resistência adesiva à tração. As superfícies fraturadas foram observadas com um microscópio eletrônico de varredura. Foi observado que a exposição ao peróxido reduziu significativamente a resistência de união. Foram vistas fibras de resina parcialmente prolongadas na dentina exposta ao peróxido. Como conclusão encontrada, o peróxido reduziu a força de união, quanto mais forte a oxidação causada pelo agente clareador mais fraca foi a união obtida. O tratamento antioxidante com ácido ascorbico recuperou a força de união, e este efeito foi maior quanto mais tempo foi aplicado.

Torres, Koga e Borges (2006) investigaram o efeito neutralizador dos agentes antioxidantes sobre a resistência adesiva do esmalte clareado. Superfícies de esmalte vestibular de 80 incisivos bovinos foram divididas em oito grupos. O grupo controle negativo não recebeu tratamento clareador e os demais grupos foram clareados com o gel de peróxido de hidrogênio 35% por 30 min, ativado com uma fonte de luz. Dez amostras foram selecionadas para o grupo controle positivo e não receberam os agentes antioxidantes. Os exemplares clareados restantes receberam um dos seis agentes antioxidantes, por 20 min (ascorbato de sódio 10%; catalase; glutathione peroxidase; acetona; etanol, bicarbonato de Sódio 7%). Os procedimentos adesivos foram realizados e o teste de cisalhamento foi realizado após 24 horas. Os dados foram analisados pela ANOVA a um critério e Tukey ($\alpha = 5\%$). Concluíram que apenas a aplicação da catalase resultou em aumento significativo da resistência de

união em relação ao grupo controle positivo e que nenhum dos tratamentos foi capaz de neutralizar completamente os efeitos deletérios do clareamento na resistência adesiva.

Gokce *et al.* (2008) avaliaram comparativamente o efeito do tratamento antioxidante e o atraso na adesão após o clareamento com peróxido de carbamida na resistência adesiva ao cisalhamento de um cimento resinoso ao esmalte. Quarenta superfícies de esmalte de molares humanos foram divididas em 3 grupos de clareamento (n=10) e um grupo controle; sendo o Grupo 1) espécimes submetidos à adesão imediatamente após o clareamento; Grupo 2) espécimes tratados com um agente antioxidante, ascorbato de sódio 10%; enquanto no Grupo 3) os espécimes foram imersos em saliva artificial por uma semana após o clareamento; e o Grupo 4) não foram clareados, apenas imersos em saliva artificial por uma semana antes da cimentação. Quarenta blocos de cerâmicas (Empress 2, Ivoclar) foram preparados e cimentados aos dentes usando cimento resinoso de dupla polimerização (Variolink II, Ivoclar). Os espécimes foram termociclados e os testes resistência ao cisalhamento foram realizados usando uma máquina de ensaio universal (a uma velocidade de 0,5 mm/min). A análise de fratura da superfície adesiva foi feita usando um microscópio eletrônico de varredura. A análise estatística foi realizada pelo teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U. Os resultados mostraram que os espécimes que foram colados imediatamente após o clareamento (Grupo 1) demonstraram menor resistência ao cisalhamento e o Grupo 2 (ascorbato de sódio 10%) demonstrou resistência de união significativamente maior do que as amostras do grupo controle ($p<0,05$); não foram encontradas diferenças significativas entre o grupo colado após uma semana e o grupo controle ($p>0,05$). Os autores concluíram que o uso de ascorbato de sódio na concentração de 10% pode ser confiável para reverter à resistência de união comprometida.

Kaya, Turkun e Arici (2008) avaliaram o tempo mais eficaz para a aplicação de ascorbato de sódio preparado na forma de gel. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em sete grupos (n=10): 1) clareamento (*Rembrandt Xtra-Comfort* a 10%) imersos em saliva artificial por 7 dias; 2) restaurados imediatamente após o clareamento; 3) clareamento + gel ascorbato de sódio a 10% (AS) por 10 minutos; 4) clareamento + gel AS 10% por 60 minutos; 5) clareamento + gel AS 10% por 120 minutos; 6) clareamento + gel AS 10% por 240 minutos e, 7) clareamento + gel AS

10% por 480 minutos. Foi realizado um cilindro de resina padronizado em cada um dos espécimes. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 horas e sua resistência ao cisalhamento foi determinada em uma máquina universal de ensaios. Os dados foram avaliados utilizando ANOVA e Tukey. O gel antioxidante mostrou ser eficaz para aumentar a resistência adesiva diminuída da resina composta ao esmalte. Para uma eficácia máxima, o gel antioxidante deve ser aplicado ao esmalte por pelo menos 60 minutos. Conforme aumentou o período de aplicação do antioxidante a resistência adesiva também melhorou. O aumento observado nos grupos 5, 6 e 7 foi estatisticamente significativo ($p<0,05$). Os autores sugeriram que a aplicação do gel antioxidante pelo paciente reduziria o tempo gasto na clínica.

Kimyai e Valizadeh (2008) compararam os efeitos do ascorbato de sódio na forma de solução e hidrogéis, na resistência adesiva ao cisalhamento da resina à dentina clareada com peróxido de carbamida a 10% (PC). Sessenta superfícies de dentina obtidas a partir de terceiros molares humanos foram divididas aleatoriamente em 5 grupos ($n=12$). As superfícies de dentina receberam diferentes tratamentos: 1) sem tratamento; 2) clareamento com PC; 3) PC + solução de ascorbato de sódio a 10%; 4) PC + hidrogel de ascorbato de sódio a 10%, e 5) PC + hidrogel de ascorbato de sódio a 20%. As superfícies foram restauradas com Single Bond e resina composta Z100. Os espécimes foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Os dados foram analisados com os testes ANOVA e Tukey. Os resultados mostraram que os tratamentos com ascorbato de sódio nas formas de hidrogel e solução aumentaram significativamente a resistência adesiva ($p<0,05$). Não houve diferenças significantes entre as diferentes formas de preparações do ascorbato de sódio. Além disso, não houve diferenças significativas entre os grupos tratados com antioxidante (grupos 3, 4 e 5) e o grupo 1 (sem tratamento). Os autores concluíram que a redução da resistência adesiva causada pelo agente clareador pode ser emendada pelo uso de hidrogel ou solução de ascorbato de sódio como antioxidante.

Sasaki *et al.* (2009) avaliaram a resistência ao cisalhamento do esmalte e da dentina submetidos a tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10% e tratamento com agentes antioxidantes contendo de alfa-tocoferol a 10% e ascorbato de sódio a 10% formulados em solução e gel. Sessenta blocos de esmalte dental

humano e 60 placas de dentina humana dental foram divididos aleatoriamente em seis grupos (n=10). Grupos E1 e D1 foram os grupos controle negativo e os agentes clareadores não foram aplicados. O agente clareador foi aplicado diariamente durante duas horas sobre as placas dentais de todos os outros grupos e, durante as restantes 22 horas, os espécimes foram armazenados em uma solução de saliva artificial para um total de 14 dias de tratamento. Grupos E2 e D2 foram os grupos controle positivo e só receberam a aplicação dos agentes clareadores. Agentes antioxidantes foram aplicados nos grupos E3 D3 (solução de ascorbato de sódio 10%), D4 e E4 (solução de alfa-tocoferol a 10%), E5 e D5 (gel de ascorbato de sódio a 10%) e E6 e D6 (gel de alfa-tocoferol a 10%) por duas horas. Foram confeccionados cilindros com um sistema adesivo e resina composta microhíbrida os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina universal de ensaios a uma velocidade de 0,5 mm/minuto para obter os valores em MPa. ANOVA ($p>0,05$) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos E4, E5, E6 e E1. No entanto, grupos de E3, E5 e E6 apresentaram valores estatisticamente semelhantes aos do grupo E2. O teste de Kruskal-Wallis não revelou diferenças significativas entre D1, D2 e todos os outros grupos experimentais. O tratamento antioxidante com solução de alfa-tocoferol a 10% foi o único agente efetivo para reverter os efeitos oxidantes do clareamento sobre o esmalte.

Freire et al. (2009) o objetivo do estudo foi estabelecer a reação cinética do peróxido de hidrogênio a 35% e o ascorbato de sódio e determinar a massa de antioxidantes requerida para neutralizar o gel clareador. O método utilizado para quantificar o ascorbato de sódio foi baseado na Farmacopeia dos Estados Unidos (1995), a redução foi usada para confirmar a concentração do peróxido de hidrogênio e ascorbato de sódio e determinar a reação cinética entre eles. Os resultados mostraram que a quantidade de ascorbato de sódio necessária para a redução de peróxido de hidrogênio está diretamente relacionada a concentração deste último. Além disso, a cinética da reação entre oxidantes e antioxidantes mostraram que um maior tempo de aplicação de ascorbato de sódio não influencia a eficácia da reação e que 5 minutos são suficientes para que este antioxidante exerça seu efeito antioxidante.

Turkun et al. (2009) se propuseram avaliar o efeito do hidrogel de ascorbato de sódio em diferentes concentrações (2,5%, 5% e 10%) na resistência adesiva ao

cisalhamento de resina composta sobre o esmalte previamente clareado com peróxido de carbamida a 10%. Sessenta superfícies planificadas de esmalte de incisivos bovinos foram divididas em 6 grupos de tratamento: grupo I) controle (não clareado); grupo II) nenhum tratamento antioxidante após clareamento com peróxido de carbamida a 10%; grupo III) clareamento com peróxido de carbamida a 10% + solução de ascorbato de sódio a 10%; grupo IV) clareamento com peróxido de carbamida a 10% + hidrogel de ascorbato de sódio a 2,5%; grupo V) clareamento com peróxido de carbamida a 10% + hidrogel de ascorbato de sódio a 5%; grupo VI) clareamento com peróxido de carbamida 10% + hidrogel de ascorbato de sódio a 10%. Os espécimes foram restaurados com *Clearfil SE Bond*, termociclados e submetidos ao teste de cisalhamento até a fratura dos espécimes. A análise da fratura nas superfícies de esmalte foi examinada em um estéreomicroscópio. Os dados foram analisados através dos testes de Kruskal - Wallis e Mann-Whitney. Os resultados mais elevados foram obtidos com o gel de ascorbato 10% de sódio (grupo VI), quando comparado com os outros grupos tratados com antioxidante ($p < 0,05$). Ainda com as limitações deste estudo, concluíram que o hidrogel de ascorbato de sódio 10% pode ser utilizado em procedimentos clínicos, em vez da sua preparação em solução. Entretanto, o uso de hidrogel de ascorbato de sódio em concentrações inferiores a 10% poder não ser tão confiável para reverter à resistência de união comprometida.

Comlekoglu *et al.* (2010) investigaram como a resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso à dentina foi afetada pelo tratamento antioxidante e a demora para retornar à adesão após o clareamento com peróxido de carbamida. Quarenta superfícies dentinárias de molares humanos foram divididas em três grupos de clareamento e um grupo controle ($n=10$). O Grupo 1 foi composto por amostras cimentadas imediatamente após o clareamento; no Grupo 2 os espécimes foram tratados com um agente antioxidante (ascorbato de sódio a 10%), enquanto o Grupo 3 foram imersos em saliva artificial por uma semana após o clareamento; e no Grupo 4 os espécimes não foram clareados, apenas imersos em saliva artificial por uma semana antes da cimentação. Quarenta blocos cerâmicos foram preparados e cimentados aos dentes através de um cimento resinoso dual. Os espécimes foram termociclados e os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados utilizando uma máquina universal de ensaios. A análise da fratura foi realizada utilizando um

microscópio eletrônico de varredura. Enquanto as amostras do Grupo 1 apresentaram menor resistência ao cisalhamento ($11,9 \pm 3$ MPa) ($p < 0,05$), não foram encontradas diferenças significativas entre as amostras do Grupo 2 ($26,3 \pm 7,1$ MPa), Grupo 3 ($20,7 \pm 6,5$ MPa) e Grupo 4 ($22,1 \pm 2,5$ MPa) ($p=0,05$).

Kimyai *et al.* (2010) compararam os efeitos do ascorbato de sódio A 10% (AS) nas formas de hidrogel e solução e dois tempos de aplicação sobre a resistência de união ao cisalhamento de braquetes ao esmalte imediatamente após clareamento. Um total de 72 pré-molares foram divididos aleatoriamente em seis grupos ($n=12$): um grupo controle (grupo I) e cinco grupos experimentais de peróxido de carbamida. Os espécimes do grupo II foram colados imediatamente após o clareamento; os espécimes dos grupos III e IV foram clareados e tratados com solução AS por 10 minutos e 3 horas, respectivamente, e então colados; nos grupos V e VI foi utilizado o hidrogel de AS e preparados semelhantes aos grupos III e IV, respectivamente. Para avaliar a quantidade de resina deixada sobre a superfície do esmalte foi utilizado o índice de remanescente adesivo (IRA). Os dados de resistência de união foram analisados com ANOVA e o teste de Tukey. Os dados da IRA foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Houve diferenças significativas na resistência de união entre os grupos ($p < 0,0005$). No entanto, as diferenças entre os grupos III, IV, V e VI não foram significativas. Além disso, não houve diferenças significativas entre o grupo I e os grupos IV e VI, enquanto as diferenças entre os outros grupos foram significativas ($P < 0,05$). Com respeito à IRA houve diferença significativa entre todos os grupos ($P= 0,004$). Os autores concluíram que o clareamento, diminuiu significativamente a resistência de união dos braquetes ao esmalte, e o comprometimento da união foi revertido com a aplicação de 3 horas de ambas as formas de ascorbato de sódio.

Lima *et al.* (2010) avaliaram a influência do clareamento na resistência adesiva à dentina e esmalte subjacente e aferiram se o tempo reduzido de aplicação (1 min) do agente antioxidante poderia prevenir a redução da resistência de união após o clareamento. Foram utilizadas superfícies de esmalte e dentina de incisivos bovinos padronizadas a 1 mm de espessura. Os espécimes foram divididos em dois grupos controle (esmalte e dentina sem tratamento) e 12 grupos experimentais ($n=10$), baseados na concentração dos agentes clareadores (peróxido de carbamida a 16% e peróxido de hidrogênio a 35%), intervalos de tempo entre o clareamento e

os procedimentos adesivos (24 horas + ascorbato de sódio a 10% por 1 min por 14 dias) e de substrato (esmalte ou dentina). Todas as amostras foram submetidas ao clareamento sobre o esmalte. Depois do intervalo estipulado, os espécimes foram submetidos ao teste de microcisalhamento. Os resultados demonstraram que o tratamento clareador comprometeu a resistência de união ao esmalte quando a restauração foi realizada 24 horas após o término do clareamento. A força de união à dentina não foi afetada pelo clareamento. Os autores concluíram que a aplicação ascorbato de sódio a 10% por 1 min evita os efeitos nocivos do clareamento na resistência adesiva. E que, o clareamento realizado no esmalte não afeta a resistência de união à dentina subjacente.

Ergun Kunt *et al.* (2011) examinaram o tratamento antioxidante na resistência ao cisalhamento da resina composta ao esmalte após clareamento com dois sistemas diferentes. Setenta superfícies lisas de esmalte foram preparadas a partir de molares humanos recém-extraídos. Em seguida, os espécimes foram divididos em sete grupos aleatórios (n=10) para aplicar procedimentos diferentes; (G1), clareamento com *White Smile* + tratamento com ácido ascórbico a 10% + restauração com resina composta; (G2), clareamento com *White Smile* + imersão em saliva artificial durante 2 semanas + restauração com resina composta; (G3), clareamento com *Opalesence* + restauração com resina composta; (G4), clareamento com *Opalesence* + tratamento com ácido ascórbico a 10% + restauração com resina composta; (G5) clareamento com *Opalesence* + imersão em saliva artificial durante 2 semanas + restauração com resina composta; (G6) grupo controle. Foi realizado o teste de cisalhamento em todas as amostras e os dados foram analisados usando ANOVA e teste de Bonferroni ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que a resistência de união das amostras clareadas foram significativamente inferiores aos das amostras não clareadas. Quando o tratamento antioxidante foi realizado não houve diferença estatística na resistência de união entre os grupos clareados e não clareados. Os autores concluíram que o tratamento com ácido ascórbico a 10% demonstrou ser um método eficaz para reverter a resistência de união comprometida.

2.8 Teste de resistência ao microcisalhamento

O teste de resistência de união é uma das análises mais populares conduzidas nas avaliações dos materiais dentários. Os testes disponíveis possuem diferenças entre o tamanho do espécime, as configurações do teste para carga e padrões de carga. A resistência de união *in vitro* pode ser testada por cisalhamento ou tração. Sendo que o teste ao cisalhamento é o mais prevalente (CRAIG; POWERS, 2006).

Segundo Anusavice (1998) e Craig e Powers (2006) o teste de resistência ao cisalhamento se define como a tensão máxima que o material pode suportar antes da falha num padrão de carga de cisalhamento. Enquanto a tensão de cisalhamento é resultado de dois grupos de forças direcionados paralelamente uma à outra. Ou seja como resultado da aplicação de uma tensão de cisalhamento, uma porção do corpo deve resistir ao deslizamento com outra porção. A tensão então é a relação entre a força aplicada e a área de seção do material, de acordo com a fórmula: $T = F/A$, onde T = tensão gerada no sistema, F = força aplicada e, A = área de seção.

Conforme Retief (1991) antes da avaliação clínica dos sistemas adesivos restauradores são necessários testes de triagem em laboratório. Esses ensaios incluem a determinação da resistência de união ao esmalte e dentina, a avaliação de infiltração e as dimensões de fenda marginal na interface dente-restauração. Como não há disponíveis testes de adesão padronizados já que as metodologias variam enormemente de um laboratório para outro. O presente trabalho teve como objetivo analisar os fatores variáveis e os estudos de laboratório para propor a padronização da metodologia de testes de adesão em laboratório. Comentou-se que em quanto ao período de estocagem dos dentes, não há diferença na estocagem de dois dias e 6 meses. Os líquidos para estocagem mais comum são: formalina, cloramina, álcool, soro fisiológico e timol, e somente ocorreram diferenças significantes nos testes de cisalhamento quando os dentes foram estocados em álcool 70%. Também sugeriu que para facilitar a comparação entre os dados de trabalhos diferentes, os resultados fossem expressos em MPa.

Fowler *et al.* (1992) examinaram três variáveis associadas com os testes de adesão: 1) o tipo de teste (cisalhamento e tensão); 2) o desenho do aparelho do teste de tração e 3) o tipo de substrato (esmalte humano e bovino). Após os testes, os espécimes foram examinados ao microscópio óptico para determinar o modo de falha. Foi utilizada a análise de variância a um critério para comparar os dados obtidos para cada material quando testado. Os resultados revelaram não haver diferenças significativas na resistência de união no ensaio de tração e cisalhamento. Entretanto, o teste de cisalhamento produziu falhas adesivas mais verdadeiras, portanto este tipo de teste pode ser preferido para analisar a resistência de união. As resistências de união de alguns sistemas adesivos diferiram significativamente quando testados pelos dois aparelhos de testes de tração. O desenho do equipamento de ensaio pareceu afetar os valores. Os valores de resistência de união obtidos no esmalte humano e bovino foram essencialmente comparáveis, já os valores com dentina variaram.

No teste de cisalhamento os diâmetros das interfaces de união variam tipicamente de 3,0 a 4,5 mm. Porém parece que os testes que utilizam espécimes com interfaces de 3 mm produzem menor variação da resistência de união (CRAIG; POWERS, 2006). Portanto tem sido modificado para microcisalhamento, utilizando-se diâmetros menores, de 0,8 a 1 mm e altura de 0,5 mm (SHIMADA; KIKUSHIMA; TAGAMI, 2002).

McDonough *et al.* (2002) desenvolveram um estudo com o objetivo de melhorar a concepção do teste de microcisalhamento para que possa fornecer informações precisas e confiáveis de resistência adesiva de cisalhamento. Segundo os autores, no desenho atual dos aparelhos de teste de microcisalhamento, os diâmetros de união dos espécimes são tão pequenos quanto 0,70 mm. Os diâmetros menores proporcionam aos investigadores a possibilidade de testar vários espécimes colados em uma superfície plana de dentina ou esmalte, permitindo assim, o mapeamento regional da superfície mineralizada e conservação dos dentes extraídos, para fornecer o substrato necessário. A configuração utilizada em estudos anteriores foi modificada através da análise de elementos finitos para resolver problemas na metodologia do teste. Os resultados de este estudo mostraram que o teste de adesão ao microcisalhamento pode ser uma ferramenta útil para ajudar a compreender as interações complexas que ocorrem na interface entre compósitos e

dentina e/ou a superfície do esmalte, especialmente em locais não propícios a testes de macro-cisalhamento.

Em estudo de Armstrong *et al.* (2010) o objetivo foi revisar criticamente a literatura sobre a mecânica, geometria, aplicação da carga e outros parâmetros dos testes de adesão "micro" cisalhamento e tração, e delinear as suas vantagens e limitações. Os testes micro permitem obter múltiplas amostras de um único dente, conservam os mesmos e permite que delineamentos de pesquisa não possíveis quando utilizando os métodos convencionais "macro". Os métodos de confecção do espécime, a aplicação da força de carga, além das propriedades dos diversos materiais que compõem a união adesiva dente/resina, irão influenciar a distribuição do estresse e, conseqüentemente, a resistência nominal e o tipo de falha. Para o bom comportamento do teste de seleção e interpretação estas questões devem ser entendidas, assim como as limitações inerentes ao teste de força baseada em uma complicada união adesiva de substratos diferentes. Análise de elementos finitos e relatórios abrangentes da conduta do teste, os resultados serão estudados no sentido de atingir uma normalização dos procedimentos dos testes. Para o futuro previsível, os testes de resistência de união "micro" e "macro", assim como várias técnicas espectroscópicas e morfológicas de investigação, continuarão sendo importantes ferramentas para melhorar a união dente-resina para aumentar a vida útil de materiais restauradores à base de resina composta.

Beloica *et al.* (2010) determinaram a resistência de união ao esmalte de vários adesivos com o objetivo de comparar a fiabilidade dos métodos de microtração e microcisalhamento, no fornecimento das medidas de resistência adesiva. Os espécimes de microtração que falharam antes do teste foram incluídos em cálculos estatísticos, e eram designados com o menor valor medido em seu respectivo grupo. Os tipos de falhas foram observadas em microscópio óptico e classificadas (coesivas em substratos, adesiva e mista). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na resistência de união entre os adesivos dentro de cada método de teste e entre os dados de microcisalhamento e microtração de cada adesivo. As distribuições do tipo de falha foram comparadas pelo teste do qui-quadrado. Os autores concluíram quanto ao teste de resistência de união ao esmalte dos adesivos testados, que o teste de microcisalhamento pode ser mais preciso do que o teste de microtração.

2.9 Seleção do espécime

Devido a que a necessidade de dentes humanos extraídos se vê incrementada nos centros de pesquisa, ficam cada vez mais difíceis se obter, por tanto Nakamichi, Iwaku e Fusayama (1983) a fim de encontrar um substituto para dentes humanos para realizar testes de adesão, compararam a força adesiva de dentes bovinos com a de dentes humanos, utilizando os cimentos de policarboxilato, ionômero de vidro, fosfato de zinco e duas resinas compostas. A adesão ao esmalte e a camada superficial da dentina não mostraram diferença estatisticamente significativa entre os dentes humanos e bovinos, embora os valores médios fossem sempre ligeiramente inferiores, nos dentes bovinos. A adesão à dentina bovina diminuiu consideravelmente com a profundidade de dentina.

Saunders (1988) determinou as forças por cisalhamento de quatro agentes adesivos dentinários à dentina humana e bovina. Os agentes de união foram utilizados para fixar uma resina composta fotopolimerizável para dentes humanos e bovinos extraídos. A resistência ao cisalhamento foi determinada utilizando um aparelho hidráulico a uma velocidade similar à de mastigação. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na resistência de união entre os substratos de dentina para cada agente.

Reis et al. (2004) realizaram uma pesquisa para determinar a resistência adesiva promovida por um sistema adesivo ao esmalte e dentina humana, bovina e porcina, e compararam micromorfológicamente seu efeito de condicionado mediante microscopia eletrônica de varredura. Neste estudo foram usados trinta dentes recém-extraídos: dez terceiros molares humanos (H), dez incisivos bovinos (B) e dez molares porcino (P). As coroas foram planificadas com disco de lixa de granulação 600 para expor o esmalte (E) ou a superfície de dentina de média profundidade (D). Após a aplicação da resina adesiva, foram construídas coroas de aproximadamente 8 mm de altura com resina composta *TPH Spectrum*. Após 24 horas de armazenamento em água, os espécimes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual para obter fatias de 0,8 mm, que foram cortadas na interface adesiva em forma de ampulhetas de aproximadamente 0,8 mm². Os espécimen foram

tracionados em uma máquina de ensaio universal a 0,5 mm/min. Os resultados foram estatisticamente analisados com os testes ANOVA e Tukey com nível de confiança de 95%. Os resultados mostraram diferenças significativas entre a resistência adesiva obtidas no esmalte e na dentina ($p < 0,05$). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dentes humanos, bovinos e porcos. Observações no MEV revelaram morfologia dentinária similar nos três substratos. Entretanto, o esmalte dos espécimes porcos apresentaram uma distribuição dos prismas de esmalte muito diferentes. Os autores concluíram que os dentes bovinos mostraram ser possíveis substitutos para os dentes humanos tanto para testes de adesão em dentina quanto em esmalte.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Diante do exposto no levantamento bibliográfico, o presente trabalho apresenta os seguintes objetivos:

a) Avaliar “*in vitro*”, por meio do ensaio mecânico de microcissalhamento, a resistência adesiva de uma resina composta à superfície do esmalte bovino clareado com peróxido de hidrogênio a 35% em função de:

- Dois tratamentos antioxidantes: gel de ascorbato de sódio e gel de ácido ascórbico.
- Três concentrações de antioxidantes (ascorbato de sódio a 10% e 20% e ácido ascórbico a 10%).
- Dois tempos de espera pós-clareamento para a realização dos procedimentos adesivos: 24 horas e 7 dias.

b) Avaliar em estereomicroscópio os tipos de fraturas ocorridas e correlacioná-las com os resultados obtidos.

Concomitantemente, será testada a hipótese nula de que:

- Não existe diferença na resistência adesiva ao microcissalhamento entre os diferentes tratamentos testados.
-

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais utilizados

Para a execução deste estudo *in vitro* foram utilizados os seguintes materiais:

- Agente clareador à base de peróxido de hidrogênio a 35%, Lase Peroxide Sensy (DMC - São Carlos, Brasil) (Figura 4.1);
- Agente antioxidante: hidrogel de ascorbato de sódio a 10% e 20%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas - Bauru, Brasil) (Figura 4.2 A,B);
- Agente antioxidante: hidrogel de ácido ascórbico a 10%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas - Bauru, Brasil) (Figura 4.2 C);
- Gel de ácido fosfórico a 37% (Dentsply - Rio de Janeiro, Brasil) (Figura 4.3 B);
- Sistema adesivo de dois passos Adper Single Bond™ 2 (3M ESPE - St Paul, MN, USA) (Figura 4.3 A);
- Resina composta Z100 (3M ESPE - St Paul, MN, USA) (Figura 4.3 C);

As especificações técnicas desses materiais estão ilustradas no quadro 4.1.

Figura 4.1 - Agente clareador Lase Peroxide Sensy (DMC – São Carlos, Brasil).

Figura 4.2 – A) Hidrogel de ascorbato de sódio a 10%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas – Bauru, Brasil); B) Hidrogel de ascorbato de sódio a 20%, pH 7,0 (Bauru Fórmulas – Bauru, Brasil); C) Hidrogel de ácido ascórbico 10% pH 7,0 (Bauru Fórmulas– Bauru, Brasil).

Figura 4.3 – A) Sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 (3M ESPE – St. Paul, MN, USA); B) Condicionador Dental Gel (Denstply - Rio de Janeiro, Brasil); C) Resina composta Z100 - 3M (ESPE – St. Paul, MN, USA).

Quadro 4.1 - Especificações técnicas dos materiais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE	LOTE	VALIDADE
Lase Peroxide Sensy	Frasco A: Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂) de 33-35%, Frasco B: espessante, corante (juá e urucum), extratos vegetais, amido, agente sequestrante, glicol e água.	DMC Equipamentos Ltda., São Carlos, Brasil.	10062 F05/10	04/2012
Hidrogel de ascorbato de sódio, 10% e 20% (antioxidante)	Ascorbato de Sódio a 10 % e a 20%, carbopol 2,5%, ajuste do pH 7.0 com trietanolamina.	Bauru Fórmulas, farmácia de manipulação, Bauru, SP, Brasil.	-	03/2011
Hidrogel de ácido ascórbico 10% (antioxidante)	Ácido ascórbico a 10%, carbopol 2,5%, ajuste do pH 7.0 com trietanolamina.	Bauru Fórmulas, farmácia de manipulação, Bauru, SP, Brasil.	-	02/2011
Condicionador dental gel	Gel de Ácido fosfórico a 37%, sílica coloidal e corante.	DENTSPLY Indústria e Comercio Ltda., Petrópolis- Rio de Janeiro, Brasil.	145017B	08/2012
Adper Single Bond™ 2	Água, Etanol, Bis-GMA, silano tratado com carga de sílica, 2-hidroxietilmetacrilato, glicerol 1, 3 dimetacrilato, copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico e diuretano dimetacrilato.	3M ESPE, Dental Prods, St Paul, MN, USA	8RM	05-2011
Z100 A3 Resina Composta	Bisfenol-A-glicidilmetacrilato (Bis-GMA), trietilenoglicolmetacrilato (TEGDMA), zircônia/sílica.	3M ESPE, Dental Prods, St Paul, MN, USA	N149159BR	FEV/2013

4.2 Métodos

4.2.1 Delineamento experimental

Toda a fase laboratorial de confecção dos corpos de prova utilizados nesta pesquisa foi realizada em sala em temperatura ambiente controlada a 23 ± 2 °C (ISO

TR 11405, 1994). Além disso, toda a fase laboratorial foi executada por uma única operadora, utilizando equipamentos de proteção individual - EPI.

Neste estudo, a variável independente resistência adesiva foi avaliada quantitativamente por meio do teste de microcissalhamento. O fator de variação a ser estudados foi somente o tratamento em 9 níveis.

As unidades experimentais foram confeccionadas sobre 45 superfícies de esmalte obtidas a partir de incisivos bovinos extraídos em período menor de 6 meses, as quais foram divididas em 9 grupos com 5 superfícies cada, de acordo com o tratamento utilizado. Sobre cada superfície de esmalte foram confeccionados 4 cilindros de resina composta, totalizando vinte corpos de prova por grupo (n= 20).

4.2.2 Seleção dos dentes

Para a execução desta pesquisa foram eleitos substratos de dentes bovinos por terem demonstrado ser uma alternativa viável à utilização de dentes humanos (REIS *et al.*, 2004). Foram coletados de animais sacrificados no Frigorífico Vangélio Mondelli Ltda. (Bauru, SP) incisivos aparentemente íntegros, os quais, após a extração, foram limpos com o auxílio de curetas periodontais (SS. White - Rio de Janeiro, Brasil) para a remoção de resíduos orgânicos. Para evitar a proliferação bacteriana, os dentes foram armazenados em solução salina fisiológica contendo timol a 0,1% e mantidos em refrigerador em temperatura aproximada de 4 °C. A solução foi periodicamente renovada até o início do experimento, sem ultrapassar o período de armazenamento de 6 meses.

Os dentes selecionados foram lavados por 5 minutos no aparelho de ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D, Odontobrás Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil) para eliminar qualquer resíduo de tecido duro ou mole remanescente. Foram excluídos da amostra os dentes com trincas, rachaduras ou fissuras na superfície da coroa clínica.

4.2.3 Obtenção dos fragmentos de esmalte bovino

Os dentes selecionados foram fixados em uma base de acrílico com o auxílio de godiva termobatida (Kerr Corporation – Califórnia, USA), lamparina (Jon, Ind. Brás – São Paulo, Brasil) e uma espátula 7 (Duflex – Rio de Janeiro, Brasil) e foram cortados nos sentidos inciso-cervical e méso-distal na porção central da face vestibular da coroa, entre os terços médio e incisal. A face palatina foi excluída, obtendo-se um fragmento quadrangular com dimensões de 7 x 7 mm. Para a realização dos cortes, foram utilizados dois discos diamantados dupla face (Extec Dia, Wafer blade 5"x. 015x1/2, cód. 12240, Extec Corp-Enfield - Connecticut, USA) separados com dois espaçadores, um de 4 mm e outro de 3 mm, acoplados a uma máquina de cortes manual Isomet Low Speed Saw (South Bay Technology Inc., Buehler, Lake Bluff, EUA), em baixa velocidade, sob refrigeração contínua. Os fragmentos que nesta fase apresentaram rachaduras e defeitos estruturais foram descartados. A sequência de fixação e corte pode ser vista na figura 4.

Figura 4.4 – Sequência de fixação e corte dos fragmentos: A) Dente fixado com godiva termobatida em uma base de acrílico; B) Máquina de cortes manual Isomet Low Speed Saw; C) Dois discos diamantados dupla face para a realização dos cortes; D, E) Cortes nos sentidos inciso-cervical e méso-distal; F) Fragmento antes de ser tirado do dente; G) fragmento quadrangular obtido com dimensões de 7 x 7 mm.

4.2.4 Padronização das superfícies de esmalte

A superfície do esmalte bovino apresenta inúmeras periquimáceas bastante profundas, o que impossibilita obter fragmentos com superfície plana e lisa diretamente. Portanto é necessário padronizar as superfícies de esmalte mediante a planificação e o polimento das mesmas com discos de lixa de água.

Os espécimes foram fixados com cera pegajosa em bastão (Asfer, Indústria Química Ltda. - São Caetano do Sul, Brasil) 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. A seguir, com o objetivo de planificar a face interna, o conjunto (espécime/disco) foi adaptado a uma Politriz Metalográfica (Aropol 2V, Arotec S.A. Indústria e Comércio - Cotia, SP, Brasil) (Figura 5) em que havia sido colocado um disco de lixa de carbetto de silício de granulação 400 (Norton Abrasivos - São Paulo, Brasil). Esta foi acionada em baixa velocidade por 1 minuto, com peso de 172g sobre os espécimes e refrigeração abundante. Vale ressaltar que essa Politriz é capaz de realizar o polimento simultâneo e automático de 6 espécimes e permite o paralelismo entre as superfícies polidas e o disco de acrílico onde os mesmos foram fixados.

A seguir, foram retirados os conjuntos da Politriz, os espécimes foram retirados dos discos e fixados novamente, porém, desta vez, com a face interna votada para o disco (Figura 5) para permitir a planificação e o polimento da superfície de esmalte vestibular dos espécimes. 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 2 minutos para cada lixa. Esse desgaste foi feito cuidadosamente de modo a obter superfícies de esmalte vestibular as mais aplainadas possível sem expor dentina. Esse controle foi realizado com um estereomicroscópio com lente de 40x de aumento (Zeiss, Stemi 2000-C, AxioCam MRc (Carl Zeiss Microimaging GMBH - Göttingen, Germany). Imediatamente, com o intuito de remover os resíduos dos grânulos das lixas os espécimes eram colocados no ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D - Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 5 minutos e secos com gaze.

Figura 4.5 – A) Espécime fixado com cera pegajosa no centro de um disco de acrílico; B) Politriz Metalográfica (Aropol 2V, Arotec S.A. Indústria e Comércio - Cotia, SP, Brasil); C) Planificação e o polimento dos espécimes.

4.2.5 Inclusão dos espécimes

A seguir, os espécimes foram incluídos em cilindros de PVC contendo resina epóxica para posterior adaptação na máquina de ensaios.

Na inclusão dos espécimes, é importante que seja mantido o paralelismo da superfície planificada em relação à superfície da resina epóxica no cilindro de PVC para que, no momento do teste de microcisalhamento, o fio que traciona o corpo de prova esteja posicionado verticalmente e, dessa forma, a possibilidade de decomposição da força seja reduzida.

Os espécimes foram fixados sobre uma placa de cera nº 7 (Asfer, Indústria Química Ltda. - São Caetano do Sul, Brasil), com a superfície de esmalte vestibular voltada para baixo. Então um cilindro de 20 mm de altura obtido a partir de um tubo de PVC $\frac{3}{4}$ (Tigre S. A. Tubos e Conexões - Joinville, SC, Brasil) era posicionado de forma tal que cada espécime se mantivesse no centro do respectivo cilindro.

Em seguida, cada cilindro foi preenchido com resina epóxica (Redelease - São Paulo, SP, Brasil) a qual apresenta baixa liberação de calor durante sua polimerização. A proporção para misturar a resina epóxica foi de 10g da base para 1g de catalisador, aferidos por uma balança de precisão (Onda Científica Ltda. - Campinas, São Paulo, Brasil). A sequência de inclusão dos espécimes pode ser vista na figura 6.

Figura 4.6 - A) Espécime fixado sobre uma placa de cera nº 7 com a superfície de esmalte voltada para baixo e um cilindro PCV posicionado de forma tal que o espécime se mantivesse no centro do cilindro; B) Resina epóxica (Redelease - São Paulo, SP, Brasil); C) Espécime incluído no cilindro preenchido com resina epóxica.

Foi necessário um tempo de espera de 24 horas para a total polimerização da resina epóxica. A cera nº 7 foi removida e foram descartados aqueles conjuntos cuja superfície de esmalte deslocou-se e não ficou paralela à superfície do cilindro de resina epóxica. Os conjuntos satisfatórios foram mantidos em água deionizada a $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ até o momento do uso.

4.2.6 Distribuição dos grupos

Os grupos foram distribuídos conforme descrito na quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Distribuição e descrição dos grupos a serem avaliados.

GRUPOS	Descrição do tratamento			
	Agente clareador	Agente antioxidante	Tempo de aplicação do antioxidante	Período de espera antes da adesão
GRUPO 1	-	-	-	24h
GRUPO 2	Peróxido de hidrogênio a 35%	-	-	24h
GRUPO 3	Peróxido de hidrogênio a 35%	-	-	7 dias
GRUPO 4	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ascorbato de sódio a 10%	15 min	24h
GRUPO 5	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ascorbato de sódio a 10%	15 min	7 dias
GRUPO 6	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ascorbato de sódio a 20%	15 min	24h
GRUPO 7	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ascorbato de sódio a 20%	15 min	7 dias
GRUPO 8	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ácido ascórbico a 10%	15 min	24h
GRUPO 9	Peróxido de hidrogênio a 35%	Hidrogel de ácido ascórbico a 10%	15 min	7 dias

4.2.6.1 Descrição dos tratamentos de cada grupo

Grupo 1 (G1): Controle - sem clareamento, confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 2 (G2): clareamento com Lase Peroxide Sensy – DMC (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, espera de 24 h em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100– 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 3 (G3): clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, espera de 7 dias em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 4 (G4): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediatamente tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 10% por 15 min., espera de 24 h em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 5 (G5): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediatamente tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 10% por 15 min., espera de 7 dias em saliva artificial e confecção de cilindros com ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 –

3M ESPE, foto-polimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 6 (G6): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediato tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 20% por 15 min., espera de 24 h em saliva artificial e confecção de cilindros com ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 7 (G7): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediato tratamento antioxidante com ascorbato de sódio a 20% por 15 min., espera de 7 dias em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 8 (G8): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediato tratamento antioxidante com ácido ascórbico 10% por 15 min., espera de 24 h em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

Grupo 9 (G9): Clareamento com Lase Peroxide Sensy (peróxido de hidrogênio a 35%) ativado com luz híbrida LED/Laser, imediato tratamento antioxidante com ácido ascórbico 10% por 15 min., espera de 7 dias em saliva artificial e confecção de cilindros com a ajuda de matrizes de Tygon, ácido fosfórico 37%, sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 – 3M ESPE e resina composta Z100 – 3M ESPE, fotopolimerizados com luz LED, armazenamento por 24 h em saliva artificial antes da realização do teste mecânico de microcisalhamento.

4.2.7 Descrição do tratamento de clareamento dental

Em todos os grupos, com o intuito de retirar qualquer remanescente de cera ou resina epóxica aderida durante o processo de inclusão, cada espécime recebeu profilaxia com pasta de pedra-pomes (SS. White - Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água destilada com o auxílio de uma escova de Robson (Microdont, SP, Brasil) acoplada em contra-ângulo e micromotor (Kavo do Brasil S. A.- Joinville, SC, Brasil) em baixa rotação por 10 s. Em seguida, foram lavadas com *spray* de ar/água destilada através de seringa tríptica (Dabi Atlante - Ribeirão Preto, SP, Brasil) e colocados no ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D - Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 5 min e secos com gaze.

Como no grupo 1 os espécimes não precisavam ser submetidos a tratamento clareador, a sequência do procedimento de clareamento a seguir, foi utilizada para os grupos 2 a 9 a qual está ilustrada na figura 4.7.

Previamente à primeira aplicação do agente clareador, a superfície de esmalte foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Dentsply - Petrópolis, RJ, Brasil) por 40s, lavada com um *spray* de ar/água destilada por 10s e seca com leve “jato” de ar. A seguir o clareamento foi realizado com gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Lase Peroxide Sensy – DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brasil).

Seguindo as especificações do fabricante para a sua preparação, foram misturas 3 gotas de peróxido de hidrogênio (frasco 1) para 1 gota de espessante (frasco 2) até formar um gel, quantidade suficiente para cada espécime. O gel foi aplicado sobre a superfície de esmalte com uma espátula plástica (disponibilizada no kit de clareamento), com espessura de 1 mm aproximadamente. Após repouso de 1 min. o gel foi ativado por 3 min com uma fonte de luz híbrida LED/Laser (Whitening Lase II – DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brasil) a uma distância de aproximadamente 5 mm da superfície. Após cada exposição de 3 min de luz, aguardou-se 1 min de repouso. Em total eram feitas 3 exposições de luz por aplicação, então aguardava-se até totalizar 15 min de ação do gel sobre a superfície do esmalte. Após cada aplicação, os espécimes foram lavados por 10 s e o excesso de água foi retirado com gaze estéril para nova aplicação de gel recém-manipulado.

No total, foram feitas 3 aplicações do gel em cada espécime, totalizando 45 min de contato do gel clareador com cada superfície de esmalte. Após o tratamento clareador, as amostras foram lavadas sob água corrente abundante e secas com gaze. Em seguida, os fragmentos foram processados de acordo com as condições experimentais de cada grupo.

Figura 4.7 – Sequencia ilustrativa do tratamento de clareamento: A) A superfície de esmalte condicionada com ácido fosfórico a 37% por 40s, lavada e seca; B e C) Combinação de 3 gotas de peróxido de hidrogênio a 35% para 1 gota de espessante até formar um gel; D e E) aplicação do gel sobre a superfície de esmalte com espessura de 1 mm aproximadamente; F) Ativação por 3 min com uma fonte de luz híbrida LED/Laser (Whitening Lase II – DMC Equipamentos, São Carlos, SP, Brasil) a uma distância de aproximadamente 5 mm da superfície; G) Espécime após 15 minutos de aplicação.

4.2.8 Preparo dos géis de antioxidantes

O pó de ascorbato de sódio foi fornecido pelo Merse (Artigos para laboratórios Ltda. - Campinas, SP, Brasil) e a farmácia de manipulação (Bauru Fórmulas - Bauru, SP, Brasil) forneceu o ácido ascórbico e realizou a preparação dos antioxidantes na forma de hidrogel como descrito por Kimyai e Valizadeh (2006). Dispersou-se resina Carbopol 934 a 2,5%, em água purificada contendo o antioxidante (ascorbato de sódio a 10% e/ou 20% ou ácido ascórbico a 10%) sob agitação moderada. A mistura foi agitada até espessar e, em seguida, neutralizada por adição de trietanolamina até

aparecer um gel transparente. A quantidade de trietanolamina foi ajustada para neutralizar e estabilizar o pH do hidrogel em 7,0.

4.2.9 Aplicação do antioxidante

Nos espécimes dos grupos 4 e 5, imediatamente após o tratamento clareador, foi aplicado hidrogel de ascorbato de sódio a 10% em toda a superfície do esmalte numa espessura de, aproximadamente, 1 mm por um período de 15 min (Figura 4.8).

Nos espécimes dos grupos 6 e 7, imediatamente após o tratamento clareador, foi aplicado hidrogel de ascorbato de sódio a 20%, em toda a superfície do esmalte, numa espessura de, aproximadamente 1 mm por um período de 15 min.

Nos espécimes dos grupos 8 e 9, imediatamente após o tratamento clareador, foi aplicado hidrogel de ácido ascórbico 10% em toda a superfície do esmalte numa espessura de, aproximadamente, 1 mm por um período de 15 min.

Depois de transcorrido esse tempo, os espécimes foram lavados com abundante água por 1 minuto para dissolver e eliminar os cristais de sais do antioxidante depositado nas superfícies de esmalte.

Figura 4.8 – Aplicação do antioxidante.

4.2.10 Armazenamento dos espécimes

Para tentar reproduzir melhor a situação clínica neste teste *in vitro*, após os tratamentos de clareamento e antioxidantes, os espécimes foram armazenados em recipientes plásticos identificados e hermeticamente fechados, os quais continham uma solução de saliva artificial, cuja composição eletrolítica é similar à saliva humana (Quadro 4.3), e guardados em estufa (Série 400 - Nova Ética- SP, Brasil) a uma temperatura de $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ (ISO TR 11405, 1994).

O tempo de armazenagem após a aplicação do agente antioxidante, variou de acordo com o grupo: os espécimes dos grupos 2, 4, 6 e 8 foram armazenados durante 24 horas e os espécimes dos grupos 3, 5, 7 e 9 foram armazenados por um período de 7 dias. A saliva foi trocada uma vez por dia durante o período de espera.

Quadro 4.3 – Composição da saliva artificial

Substancias	Formúla 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	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	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.

4.2.11 Procedimentos adesivos para a obtenção dos corpos de prova

Para eliminar qualquer impureza ou biofilme formado pelo armazenamento na saliva artificial, que poderiam interferir no processo de adesão, as superfícies de esmalte foram limpas com uma rigorosa profilaxia dos espécimes com pasta de pedra – pomes (SS. White - Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e água destilada, usando-se uma escova de Robson (Microdont - SP, Brasil) acoplada em contra-ângulo e micromotor (Kavo do Brasil S. A.- Joinville, SC, Brasil) em baixa rotação por 10

segundos. Após a limpeza, todos os espécimes foram lavados com *spray* de água/ar e mantidos úmidos com gaze e água deionizada.

A seguir, foram elaboradas as matrizes para confeccionar cilindros de resina composta padronizados e adequados para o teste de microcissalhamento. Essas matrizes foram obtidas a partir de um tubo plástico Tygon® (Tygon tubing, TYG-030, Saint-Gobain Performance Plastic, Miami Lakes, FL, USA) de 0,8 mm de diâmetro interno, o qual era introduzido em um orifício tubular presente na área central de um dispositivo cilíndrico metálico desenvolvido especialmente para o corte do tubo. Em uma das extremidades do dispositivo havia uma fenda onde era introduzida uma lâmina Blue (SuperMax® - São Paulo, Brasil), que efetuava o corte do tubo. Assim, obtiveram-se 180 matrizes individualizadas de 1 mm de altura por 0,8 mm de diâmetro interno (1 mm x 0,8 mm) (Figura 4.9).

Figura 4.9 – Sequência de obtenção das matrizes de Tygon, A) Tubo plástico Tygon® (Tygon tubing, TYG-030, Saint-Gobain Performance Plastic, Miami Lakes, FL, USA); B) Corte do tubo Tygon através de um dispositivo especial e uma lâmina; C) Matriz de 1 mm de altura por 0,8 mm de diâmetro interno.

Na superfície de esmalte de cada espécime foi realizado um condicionamento ácido com gel de ácido fosfórico a 37% (Dentsply - Petrópolis, RJ, Brasil) por 30s e lavado com *spray* de água por 15s, sendo o excesso de água remanescente removido com uma bolinha de papel absorvente, deixando o esmalte com aspecto brilhante, o que indicava que a superfície estava úmida. A seguir aplicaram-se duas camadas finas do sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 - (3M ESPE - Califórnia, USA) com o auxílio de um aplicador descartável KGbrush (KG Sorensen - Cotia, SP,

Brasil) saturado de adesivo. O adesivo foi aplicado ativamente na superfície por 15s e os excessos foram removidos com o próprio aplicador.

Antes da fotoativação do sistema adesivo, procedeu-se à colocação cuidadosa, com o auxílio de uma pinça clínica, de 4 matrizes de Tygon para posterior fotopolimerização do adesivo por 15s. Desta maneira, as matrizes ficaram aderidas à superfície de esmalte para posterior inserção da resina composta.

A fotopolimerização do sistema adesivo e da resina composta foi realizada com o aparelho fotopolimerizador de luz LED de alta potência Optilight, LD MAX (Gnatus Equipamentos Médico Odontológico Ltda. - Ribeirão Preto Brasil), o qual foi aferido antes do início da confecção dos corpos de prova com um radiômetro específico (Gnatus Equipamentos Médico Odontológico Ltda. - Brasil). Apresentando densidade de potência de $500\text{mW}/\text{cm}^2$, estava assim entre os parâmetros recomendáveis de pelo menos $400\text{mW}/\text{cm}^2$ para a polimerização eficiente de compósitos ativados por luz (RUEGGEBERG *et al.*, 1994).

Após a fixação das matrizes de Tygon, a resina composta Z100 (3M ESPE - St. Paul, MN, USA) de cor A3 foi inserida cuidadosamente no interior de cada matriz, com o auxílio de uma espátula de resina # 1 (Duflex - Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e um instrumento gotejador de cera # 2 (Mocar, Instrumentos Odontológicos e Cirúrgicos- São Paulo, Brasil) para adaptar o material na superfície interna da matriz e na superfície do esmalte, evitando a formação de bolhas de ar. Em seguida, a resina composta foi fotopolimerizada por 40s, a uma distância aproximada de 3 mm perpendicular às matrizes.

Finalizada a confecção dos cilindros de resina composta, os espécimes foram imersos em saliva artificial a $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ durante 24h antes do teste de adesão, tempo considerado suficiente pelas normas de orientação sobre testes de adesão à estrutura dental (ISO/TR 11405, 1994). Logo após, as matrizes de Tygon foram cortadas em semicírculos e removidas com o auxílio de uma lâmina de bisturi #11 (Embramec - Jurubatuba, SP, BR) com extremo cuidado para evitar a menor indução de força na interface adesiva. Os corpos de prova foram observados em um estereomicroscópio com lente de 40x de aumento (Zeiss, Stemi 2000-C, AxioCam MRc (Carl Zeiss Microimaging GMBH - Göttingen, Germany) para a certificação de

ausência de defeitos e, então, submetidos ao teste de resistência adesiva ao microcisolamento.

A sequência dos procedimentos adesivos para a obtenção dos corpos de prova está esquematizada na figura 4.10.

Figura 4.10 – Sequência dos procedimentos adesivos para a obtenção dos corpos de prova: A) Condicionamento ácido com gel de ácido fosfórico a 37% (Dentsply - Petrópolis, RJ, Brasil) por 30s; B) Aplicação de duas camadas finas do sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 - (3M ESPE - Califórnia, USA) por 15s; C e D) Colocação das matrizes de Tygon e posterior fotopolimerização do adesivo por 15s; E) Inserção de resina composta Z100 (3M ESPE - St. Paul, MN, USA) no interior de cada matriz e fotopolimerizada por 40s e os espécimes foram imersos em saliva artificial a $(37 \pm 2) ^\circ\text{C}$ durante 24h; F) Remoção das matrizes de Tygon; G) Corpos de prova pronto para ser testados.

4.3 Ensaio mecânico de microcisolamento

A força da resistência adesiva foi avaliada mediante o ensaio mecânico de microcisolamento descrito por Shimada, Kikushima e Tagami (2002). O teste foi realizado em uma máquina de ensaios universal EMIC (modelo DL 500 DF No. 5775 - NS. 168, EMIC - Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda.- São José dos Pinhais, Curitiba, PR, Brasil) onde cada cilindro de PVC contendo o espécime e os corpos de prova foi montado em um dispositivo apropriado, o qual era adequadamente fixado à

máquina de ensaio, regulando sua posição de modo que os cilindros de resina composta permanecessem alinhados à célula de carga e que a alça feita com fio de aço inoxidável circular, diâmetro de 0,20 mm (Morelli Ortodontia - Sorocaba, SP, Brasil) laçasse o prolongamento da célula de carga e cada cilindro de resina composta, mantendo contato com o semicírculo inferior do cilindro e o mais próximo possível da interface adesiva, para gerar o estresse de cisalhamento.

O fio foi tracionado através da célula de carga de 50N, a uma velocidade de deformação de 0,5 mm/min, até que ocorresse a fratura do cilindro de resina composta (ISO TR 11405, 1994). (Figuras 4.11 e 4.12).

Figura 4.11 – Esquema lateral ilustrativo do dispositivo e corpos de prova adaptados à máquina de ensaio para o teste de resistência adesiva ao microcisalhamento.

Figura 4.12 – Ensaio mecânico de microcisalhamento: A) Máquina de ensaios universal EMIC; B) Dispositivo para adaptar os corpos de prova para o teste de resistência adesiva ao microcisalhamento; C) Espécime em posição, com a alça de fio ortodôntico laçando o corpo de prova para tracionamento.

Os valores da força máxima aplicada no momento da fratura foram registrados pelo computador acoplado à máquina de ensaios em quilograma/força (Kgf), porém segundo as normas ISO (1994), é desejável converter esses valores em MegaPascal (MPa). Para isso foi necessário utilizar a seguinte fórmula:

$$\text{Mpa} = F/A \quad A = r^2$$

Onde: F (Kgf) a força aplicada; e A (mm²) a área de união.

4.3.1 Análise dos tipos de fratura

Após o teste de resistência adesiva ao microcisalhamento, o tipo de fratura de cada corpo de prova foi avaliado com o auxílio de um estereomicroscópio, com aumento de 40 (Zeiss, Stemi 2000-C, AxioCam MRc - Carl Zeiss Microimaging GMBH - Göttingen, Germany) (Figura 4.13 A).

As fraturas foram classificadas como: adesivas (A) – fratura localizada na interface substrato/material restaurador; coesivas em esmalte (CE) - quando a fratura ocorreu no substrato (esmalte); coesivas em resina composta (CR) - quando

a fratura ocorreu no material restaurador e mistas (M) – combinação de fratura adesivas e coesivas.

Para fins ilustrativos, as fraturas mais características de cada tipo foram levadas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) (JEOL JSM T220A - Tokyo, Japan) para obter fotomicrografias na magnificação de 100x (Figura 4.13 B, C).

Figura 4.13 – Análise dos tipos de fratura: A) Estereomicroscópio, com aumento de 40 (Zeiss, Stemi 2000-C); B) Espécimes prontos para serem levados ao MEV; C) Microscópio eletrônico de varredura (MEV) (JEOL JSM T220A).

4.4 Análise estatística

Os valores de resistência adesiva ao microcissalhamento foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância a um critério (ANOVA) para verificação da existência de diferenças ou não entre as médias dos grupos, independente do tratamento realizado; seguido do teste paramétrico Tukey para comparações múltiplas entre os diferentes grupos. A fim de determinar entre quais médias existiam diferenças estatisticamente significantes, considerando-se um nível de significância de 5%.

O programa estatístico utilizado foi o SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc. - San Jose, CA, USA).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 Resultados da resistência adesiva ao microcisalhamento

O ensaio mecânico de microcisalhamento permitiu registrar a força de adesão entre a superfície de esmalte e a restauração. O computador da máquina de ensaios registrou os valores em quilograma força (kgf) e estes foram posteriormente convertidos para unidade de megapascal (MPa), de modo que fosse expressa a tensão de microcisalhamento de cada cilindro de resina sobre o corpo de prova. Para a análise descritiva os dados obtidos foram apresentados em tabelas e gráficos e detalhados nos apêndices A-J.

Os resultados da Análise de Variância a um critério (ANOVA) com significância ($p > 0,05$) revelaram que foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos grupos ($p = 0,003$).

A tabela 5.1 mostra os valores da média de resistência adesiva em MPa de cada grupo testado, assim como o desvio-padrão e número de corpos de prova, juntamente com os resultados do teste de Tukey representados por letra, cuja representação encontra-se no gráfico de Box-Plot 5.1.

Tabela 5.1 – Tabela descritiva das médias de resistência adesiva em MPa, desvio-padrão (DP) e número de corpos de prova (n), e teste de Tukey ($p = 0,003$).

Grupos	Descrição Tratamentos	Média	DP	n
G1	Controle	24,34 ^{ab}	5,182	18
G2	H ₂ O ₂ 35% + 24h + RC	15,27 ^c	7,170	18
G3	H ₂ O ₂ 35% + 7 dias + RC	16,65 ^c	7,614	13
G4	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ NaO ₆ 10% + 24 h+ RC	20,30 ^{bc}	7,071	20
G5	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ NaO ₆ 10% + 7 dias + RC	17,77 ^{bc}	8,135	20
G6	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ NaO ₆ 20% + 24h + RC	18,03 ^{bc}	4,016	15
G7	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ NaO ₆ 20% + 7 dias+ RC	19,60 ^{bc}	6,396	15
G8	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₈ O ₆ 10% + 24h + RC	20,03 ^{bc}	3,941	16
G9	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₈ O ₆ 10% + 7 dias + RC	17,63 ^{bc}	3,390	15

Onde: H₂O₂ = peróxido de hidrogênio; C₆H₇NaO₆ = ascorbato de sódio; C₆H₈O₆ = ácido ascórbico; RC= resina composta. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre os grupos ($p < 0,05$).

Gráfico 5.1 – Gráfico de Box-Plot representando os valores médios, máximo, mínimo e desvio-padrão de resistência adesiva ao microcisalhamento de cada grupo testado (valores em MPa).

Observa-se na Tabela 5.1 e no gráfico 5.1 que os espécimes do grupo-controle (G1), onde nenhum tratamento foi realizado antes do procedimento adesivo, apresentaram os maiores valores de resistência ao microcisalhamento ($24,34 \pm 5,182$ MPa). Valores semelhantes foram encontrados nos grupos G4 ($20,30 \pm 7,071$ MPa) e G8 ($20,03 \pm 3,941$ MPa) os quais, após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%, foram tratados com os agentes antioxidantes ascorbato de sódio a 10% e ácido ascórbico a 10% respectivamente e restaurados 24 horas após. Já os grupos G2 e G3, onde o procedimento adesivo foi realizado após 24 horas e 7 dias após o tratamento clareador, sem aplicação de nenhum agente antioxidante, apresentaram os menores valores de resistência ($15,27 \pm 7,170$ MPa e $16,65 \pm 7,614$ MPa).

As diferenças estatisticamente significantes podem ser observadas entre a média de resistência adesiva do grupo-controle (G1) em relação às médias dos grupos G2 e G3, não sendo verificada diferença estatisticamente significativa entre as médias dos demais grupos testados. Ou seja, quando não foi utilizado um agente antioxidante (G2, G3), a resistência adesiva sob esforços de microcisalhamento diminuiu significativamente em relação ao grupo controle (G1), no qual não foi aplicado nenhum tratamento clareador nem antioxidante. Porém quando se aplicou um dos agentes antioxidantes após o clareamento (G4, G5, G6, G7, G8, G9), os valores de resistência adesiva foram similares ao grupo-controle e entre eles, mas sem diferenças estatísticas significantes, assim como também não foram encontradas diferenças entre os grupos tratados com antioxidantes (G4, G5, G6, G7, G8, G9) em relação aos grupos G2 e G3 apenas clareados.

5.2 Resultados da análises dos tipos de fraturas

Após os testes de resistência adesiva ao microcisalhamento, as superfícies dos fragmentos de esmalte bovinos foram analisadas em um estereomicroscópio com 40 vezes de aumento, o que permitiu determinar o tipo de falha ocorrida. Os resultados (em porcentagens) da análise do tipo de fratura podem ser observados na tabela 5.2, e para melhor visualização, foram transformados em gráfico (Gráfico 5.2).

Tabela 5.2– Análise dos tipos de fraturas observadas pelos grupos após o teste de resistência adesiva ao microcisolamento.

	TIPOS DE FRATURAS			
Grupos	Adesiva (A)	Coesiva (C)	Mista (M)	Total
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
G1	17 (94,44%)	0 (0%)	1 (5,55%)	18 (100%)
G2	16 (88,88%)	0 (0%)	2 (11,11%)	18 (100%)
G3	10 (76,92%)	0 (0%)	3 (23,07%)	13 (100%)
G4	17(85,00%)	0 (0%)	3 (15,00%)	20 (100%)
G5	18 (90,0%)	0 (0%)	2 (10,0%)	20 (100%)
G6	14 (93,33%)	0 (0%)	1 (6,66%)	15 (100%)
G7	11 (73,33%)	0 (0%)	4 (26,66%)	15 (100%)
G8	13 (81,25%)	0 (0%)	3 (18,75%)	16 (100%)
G9	11 (73,33%)	0 (0%)	4 (26,66%)	15 (100%)
Total	127 (93,39%)	0 (0%)	23 (6,60%)	150 (100%)

N: número de fraturas, %: porcentagem correspondente.

A maioria das fraturas foram do tipo adesivas (Figura 5.1 A) na interface esmalte/resina (93,39%), uma minoria (6,60%) foram fraturas mistas (adesiva no esmalte e coesiva em resina (Figura 5.1 B) (Tabela 5,2, Gráfico 5.2).

Gráfico 5.2 - Distribuição total dos tipos de fraturas observadas pelos grupos após o teste de resistência adesiva ao microcissalhamento segundo os tipos de fraturas resultantes.

Figura 5.1 – Fotomicrografias em MEV com aumento de 100x: A) representativa de uma fratura do tipo adesiva; B) representativa de uma fratura do tipo mista com falha coesiva em resina (CR).

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A aparência estética dos dentes é de grande importância para a maioria dos pacientes, e um motivo de preocupação frequente é o escurecimento da cor dos mesmos (GOLDSTEIN; GARBER, 1995; BARATIERI *et al.*, 1996; HATTAB; QUDEIMAT; AL-RIMAWI, 1999; WATTS; ADDY, 2001; MONDELLI, 2003; KIHN, 2007).

As alterações cromáticas nos dentes podem variar em relação à etiologia, aparência, composição, localização, gravidade e adesão à superfície dentária. Porém, basicamente, existem dois tipos: aquelas causadas por fatores extrínsecos e outras intrínsecas, por influências congênitas ou sistêmicas, ou mesmo uma combinação de ambas (HATTAB; QUDEIMAT; AL-RIMAWI, 1999; WATTS; ADDY, 2001).

Dependendo do tipo de alteração cromática, existem inúmeros recursos a fim de solucioná-la como a confecção de coroas, facetas diretas ou indiretas ou a microabrasão do esmalte (BARATIERI *et al.*, 2002). Entretanto, tendo em vista a valorização de procedimentos odontológicos cada vez menos invasivos, a técnica de clareamento dental, associada ou não a outros tratamentos, é uma alternativa bastante conservadora, tanto para dentes polpados quanto despulpados, já que a mesma conserva o tecido dentário, mantendo a forma natural dos dentes. Por isso vem sendo cada vez mais solicitada pelos pacientes e aplicada pelos profissionais (ARENS, 1989; HAYWOOD; HEYMANN, 1989; HAYWOOD, 1992; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; BARATIERI *et al.*, 1996; MONDELLI, 2003; HEYMANN, 2005).

A história do clareamento dental mostra que este não é um procedimento recente. Inúmeras técnicas de clareamento dental, a maioria consistindo em reações de óxido-redução, foram desenvolvidas no decorrer do tempo até chegar às empregadas atualmente. Segundo o diagnóstico da pigmentação, a literatura descreve diversas técnicas e abordagem, classificando-as em clareamento para dentes vitais e não vitais. Existem outras variáveis associadas ao procedimento de clareamento como os diferentes agentes químicos utilizados, as concentrações,

tempo de aplicação, formas de apresentação do produto, modo de aplicação e ativação (GOLDSTEIN; GARBER, 1995; HEYMANN, 2005).

Segundo Rotstein *et al.* (1996) e Spalding, Taveira e De Assis (2003), os agentes clareadores mais utilizados são: o peróxido de hidrogênio, peróxido de carbamida e o perborato de sódio. O peróxido de hidrogênio e o peróxido de carbamida são sobretudo indicados para o clareamento externo e interno, enquanto o perborato de sódio é utilizado somente para clareamento interno.

As abordagens fundamentais englobam a técnica de clareamento caseiro ou “*Home bleaching*” na qual são usados produtos com baixa dosagem do agente clareador, peróxido de hidrogênio de 1% até 10% ou peróxido de carbamida a 10%, 15%, 16%, 20% ou a 22%, aplicados pelo paciente mediante moldeiras personalizadas de uso noturno (HAYWOOD; HEYMANN, 1989; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; MONDELLI, 2003; BASTING *et al.*, 2004; KIHN, 2007). Também existe a técnica de clareamento em consultório ou “*Office bleaching*” na qual se utiliza alta dosagem de peróxido de hidrogênio a 15%, 25%, 35% ou a 38% ou peróxido de carbamida a 22% ou a 35%), por períodos curtos, as quais podem ser ativadas por luz para acelerar o procedimento (GOLDSTEIN; GARBER, 1995; HEYMANN, 2005; KIHN, 2007). Ainda a técnica de clareamento pode ser uma combinação entre ambas as técnicas ou “*Power bleaching*”, com fases no consultório e caseiro de maneira sequencial ou alternada. Também existe a técnica de clareamento para dentes despulpados chamada de clareamento interno ou “*Walking bleaching*” onde o agente clareador, geralmente de alta dosagem, é inserido no interior da câmara pulpar, sendo comum o peróxido de hidrogênio na concentração de 35% (FEINMAN; GOIDSTEIN; GARBER, 1987). E finalmente existem os produtos vendidos livremente no comércio e aplicados pelos pacientes sem supervisão do profissional, por exemplo, as fitas plásticas aderentes, gomas de mascar, vernizes e outros, todos eles contendo baixa dosagem de peróxido de hidrogênio de 3% a 6,5% (GERLACH 2000; AYAD *et al.* 2002; HEYMANN, 2005).

Independente da técnica, do tipo de agente clareador ou da sua concentração, se considera-se que o ingrediente ativo é sempre o peróxido de hidrogênio, já que o peróxido de carbamida se decompõe em ureia $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), sendo este o verdadeiro agente clareador (TITLEY *et*

al., 1992; ROTSTEIN *et al.*, 1996). A ureia por sua vez se decompõe em dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃), e o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) desassocia-se em água (H₂O) e oxigênio (O₂), liberando o radical livre peridroxil (HO₂) por curtos períodos, o qual é altamente reativo (McEVOY, 1989; HAYWOOD; HEYMANN, 1991; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; BARATIERI *et al.*, 1996; CAVALLI *et al.*, 2001).

Porém, o mecanismo de ação dos agentes clareadores baseados no peróxido de hidrogênio é pouco entendido. Sabe-se que o peróxido de hidrogênio é um potente agente oxidante, com baixo peso molecular (34g/mol), capaz de se submeter a inúmeras reações como: adições moleculares, substituições, oxidações e reduções, também conhecidas como reação redox (McEVOY, 1989; HEDEDUS *et al.*, 1999). O peróxido de hidrogênio é capaz de desnaturar uma ampla variedade de compostos orgânicos e inorgânicos (ARWILL, 1969; HEYMANN, 2005).

Atualmente acredita-se que o mecanismo de clareamento baseia-se em uma complexa reação redox dos pigmentos do dente (McEVOY, 1989), decorrente da liberação de radicais livres de oxigênio altamente reativos, e ânions, os quais provocam efervescência (SEGHI; DENRY, 1992). Devido ao baixo peso molecular, os radicais livres de oxigênio (O₂) liberados conseguem penetrar profundamente através das porosidades do esmalte, especificamente entre os prismas (ARWILL, 1969; HEDEDUS *et al.*, 1999), atingindo a dentina. Por meio das reações redox transformam os anéis de carbono altamente pigmentadas são quebrados e convertidas em cadeias abertas, mais simples e mais claras, continuando com a dissociação do peróxido em dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O) que são liberados juntamente com os radicais livres de oxigênio (O⁻²) por um processo de difusão (BEN-AMAR 1995; BARATIERI *et al.*, 1996; LYNCH *et al.*, 1995; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; JOINER, 2006; KIHN, 2007). Essa difusão é dependente do tempo de exposição e concentração do agente clareador (TORNECK *et al.*, 1990; BARATIERI *et al.*, 1996; GOLDSTEIN; GARBER, 1995; GOKAY *et al.*, 2000; HEYMANN, 2005; JOINER, 2006).

Apesar de o clareamento da estrutura dental ser evidente, a continuidade do processo citado pode trazer alguns efeitos indesejados como a degradação da matriz orgânica da estrutura dental (SEGHI; DENRY, 1992; GOLDSTEIN; GARBER, 1995). Pode ocorrer uma diminuição considerável da quantidade de cálcio (Ca) e

fósforo (P) (ROTSTEIN *et al.*, 1996; PERDIGAO *et al.*, 1998; POTOCHNIK; KOSEC; GASPERSIC, 2000) resultando em alterações morfológicas nas estruturas mineralizadas (ZALKIND *et al.*, 1996; BITTER, 1998; PERDIGAO *et al.*, 1998), aumento da rugosidade superficial (BEN-AMAR *et al.* 1995; CAVALLI *et al.*, 2004) e redução da microdureza do esmalte e dentina (SHANNON *et al.*, 1993; LEWINSTEIN *et al.*, 1994), além de diminuir a resistência à fratura do esmalte em aproximadamente 30% e diminuir a resistência à abrasão (SEGHI; DENRY, 1992).

No entanto existe outro efeito adverso preocupante relacionado com os clareamentos e que se tornou o motivo principal desta pesquisa, que é a diminuição significativa da resistência adesiva de materiais resinosos ao esmalte e dentina quando o procedimento adesivo é executado após o clareamento tanto em dentes vitais quanto em não vitais, independente da concentração dos peróxidos ou tipo de técnica (TITLEY *et al.*, 1988; TORNECK *et al.*, 1990; STOKES *et al.*, 1992; TITLEY; TORNECK; RUSE, 1992; GARCIA-GODOY *et al.*, 1993; TITLEY *et al.*, 1993; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; BEN-AMAR *et al.* 1995; VAN DER VYVER; LEWIS; MARAIS, 1997; SUNG *et al.*, 1999; CAVALLI *et al.*, 2001; LAI *et al.*, 2001; 2002; KAYA; TURKUN, 2003; CAVALLI; GIANNINI; CARVALHO, 2004; TURKUN; KAYA, 2004; GOKCE *et al.*, 2008; COMLEKOGLU *et al.*, 2010; DIETRICH *et al.*, 2010; HUSSAIN; WANG, 2010; LIMA *et al.*, 2010; ERGUN KUNT *et al.*, 2011). Essa diminuição na resistência adesiva pode afetar negativamente o selamento marginal na interface dente/restauração, evidenciado pelo aumento da infiltração (BARKHORDAR; KEMPLER; PLESH, 1997; TURKUN; TURKUN, 2004).

A presente pesquisa confirmou a presença desse problema, quando foi verificada uma diminuição estatisticamente significante nos valores de resistência adesiva ao microcisolamento nos espécimes em que os procedimentos adesivos foram realizados 24 horas e 7 dias (grupos 2 e 3) após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%, quando comparado ao grupo controle (Tabela 5.1).

A diminuição da resistência adesiva ao esmalte após o clareamento é clinicamente significante, porque muitos pacientes, após esse procedimento requerem substituição de restaurações estéticas preexistentes, ou mesmo confecção de novas restaurações adesivas diretas ou indiretas (MIGUEL *et al.*, 2004). A redução na resistência adesiva decorrente do clareamento pode ter como

consequências a descoloração marginal, sensibilidade dental, instalação de cáries secundárias entre outras, afetando a longevidade da restauração. Assim, a contraindicação de qualquer procedimento adesivo imediatamente ao clareamento dental tem fundamento (VAN DER VYVER; LEWIS; MARAIS, 1997; PERDIGÃO *et al.*, 1998; CAVALLI *et al.*, 2001).

A causa da redução nos valores da resistência adesiva da resina composta ao esmalte clareado não está bem esclarecida e também não é unânime entre os autores. Alguns trabalhos salientaram que as alterações nas estruturas dentais decorrentes do clareamento não são clinicamente significantes (McCRACKEN; HAYWOOD, 1996; POTOCHNIK; KOSEC; GASPERSIC, 2000; SPALDING; TAVEIRA; DE ASSIS, 2003; PARK *et al.*, 2004), informação corroborada por Ruse *et al.* (1990) quando reportaram que as mudanças na composição da superfície de esmalte decorrentes da exposição ao peróxido de hidrogênio 35% não são significativas e, portanto, não são suficientes para causar uma diminuição na resistência adesiva.

Dentre as possíveis causas relatadas por diferentes autores que apresentaram resultados similares ao da presente pesquisa, a diminuição na resistência adesiva da resina composta ao esmalte clareado ocorre devido à alta penetração dos peróxidos, em conjunto com a presença de produtos da oxidação dos mesmos, tais como os radicais livres de oxigênio com função oxidativa que continuam sendo liberados mesmo após o término da sessão de clareamento. O oxigênio residual permanece retido na região interprismática e nas porosidades superficiais do esmalte (TORNECK *et al.*, 1990; TITLEY *et al.*, 1991; PERDIGÃO *et al.*, 1998; LAI *et al.* 2001, 2002; SILVA, 2005), interferindo negativamente na infiltração (TITLEY *et al.*, 1991, 1993; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994; SUNDFELD *et al.*, 2005) e na polimerização dos sistemas adesivos e da resina composta (RUEGGEBERG; MARGESON, 1990; TORNECK *et al.* 1990; TITLEY *et al.*, 1991; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994). Assim, a provável causa da queda na resistência adesiva significativa apresentada pelos grupos 2 e 3 foi a presença de oxigênio residual que continua sendo liberado após o tratamento clareador.

O oxigênio é um poderoso inibidor que reage com os radicais para formar radicais peroxi não reativos, os quais retardam ou inibem a polimerização, criando

uma camada superficial pobremente polimerizada (RUYTER, 1981; ODIAN, 2004; TEZVERGIL-MUTLUAY; LASSILA; VALLITTU, 2008; SHAWKAT *et al.*, 2009).

Deve-se, portanto, tentar eliminar qualquer resíduo de oxigênio e radicais livres derivados do peróxido incorporados à estrutura dental a ser restaurada com materiais resinosos. E, para tais fins, várias alternativas têm sido avaliadas.

Vale ressaltar que para entender os efeitos dos agentes clareadores na adesão das resinas à estrutura dental, muitos pesquisadores utilizam dentes humanos como substrato para os testes, aumentando a necessidade de dentes humanos extraídos nos centros de pesquisa (STOKES *et al.*, 1992; TITLEY *et al.*, 1993; BARKHORDAR; KEMPLER; PLESH, 1997; CAVALLI *et al.*, 2001; DIETRICH *et al.*, 2010; HUSSAIN; WANG, 2010; ERGUN KUNT *et al.*, 2011), os quais estão cada vez mais difíceis de obter. Principalmente devido a esta dificuldade, os pesquisadores logo iniciaram pesquisas procurando substitutos para os dentes humanos, chegando à conclusão de que os dentes bovinos são muito similares aos dentes humanos (NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA, 1983). Além disso, são de fácil aquisição, fornecem facilidade de padronização e possuem superfície ampla. Pesquisas comparando a resistência adesiva entre os substratos de dentes humanos e bovinos demonstraram uma resistência adesiva igual ou similar entre ambos (NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA, 1983; SAUNDERS, 1988; REIS *et al.*, 2004).

Segundo Torneck *et al.* (1990) e Barkhordar, Kempler e Plesh, (1997), o comprometimento da resistência adesiva à estrutura dental é dependente do tempo de aplicação do clareamento e do tempo de espera para a realização do procedimento restaurador. Porém, não existe ainda consenso na literatura sobre o período real de espera para que haja a total liberação ou inativação do oxigênio residual e dos radicais livres. Titley, Torneck e Ruse (1992) sugeriram que se deve esperar de 1 a 7 dias, no entanto, outros indicam um período de pelo menos 7 dias (TURKUN; TURKUN, 2004; SUNDFELD *et al.*, 2005; DIETRICH *et al.*, 2010). Já van Der Vyver, Lewis e Marais (1997); Basting *et al.* (2004) sugeriram a espera de, no mínimo 15 dias, e Cavalli *et al.* (2001) preconizaram ser necessário esperar no mínimo 21 dias.

Na presente pesquisa decidiu-se armazenar os espécimes em saliva artificial por períodos de 24 horas e 7 dias após o clareamento para a realização dos procedimentos adesivos (grupo 1 X grupo 2 e 3), e os resultados mostraram que a armazenagem dos espécimes em saliva artificial por 24 horas não restaurou completamente a adesividade ao esmalte, discordando dos resultados de Titley, Torneck e Ruse (1992). O mesmo ocorreu com o período de armazenagem de 7 dias, onde esse tempo também não foi suficiente para reverter a diminuição da resistência adesiva, discordando dos resultados de Turkun e Turkun (2004) e Sundfeld *et al.* (2005). Devido a esses resultados sugere-se a esperar mais de 7 dias após o tratamento clareador para executar procedimentos adesivos restauradores sem temor de prejuízos na adesão.

No intuito de acelerar o processo da liberação do oxigênio residual e reduzir o tempo de espera para realizar procedimentos adesivos após o clareamento, algumas técnicas têm sido sugeridas tais como: a remoção da camada superficial de esmalte (CVITKO *et al.*, 1991), pré-tratamentos da superfície de esmalte com um vaporizador de água como o álcool ou acetona (BARGHI; GODWIN, 1994), ou mediante o uso de sistemas adesivos contendo solventes orgânicos, como acetona ou etanol os quais devido ao efeito volátil do solvente sobre a água presente na estrutura dentária, a eliminam juntamente com o oxigênio residual mostrando resultados positivos (BARGHI; GODWIN, 1994; PERDIGÃO *et al.*, 1998; SUNG *et al.*, 1999). Porém outras pesquisas observaram que o uso de acetona ou etanol não é suficiente para reverter a diminuição dos valores de resistência da resina composta ao esmalte clareado (LAI *et al.*, 2002; SHINOHARA *et al.*, 2004; SILVA, 2005). Neste estudo, foi utilizado um sistema adesivo contendo etanol como solvente, porém, provavelmente não foi eficiente a ponto de eliminar o oxigênio residual presente.

A escolha do sistema adesivo Adper Single Bond™ 2 (3M - ESPE) juntamente com a resina composta micro-híbrida Z100 (3M - ESPE) também proporcionou comparação com outros estudos de resistência adesiva (CAVALLI; GIANNINI; CARVALHO, 2001; NAKORNCHAI *et al.*, 2005; KIMYAI; VALIZADEH, 2006, 2008).

Outro estudo recente indicou que a polimerização usando uma luz LED com densidade de potência de 500mW/cm² aumentou a força de adesão da resina ao

esmalte para os grupos controle e clareados quando o processo adesivo foi realizado após 24 horas de imersão em água deionizada (HUSSAIN; WANG, 2010). Esse achado foi considerado nesta pesquisa, já que nela foi usada uma luz LED para realizar a fotopolimerização do sistema adesivo e a resina composta. Tendo em conta também que Rueggeberg *et al.* (1994) declararam que para a polimerização eficiente de compósitos ativados por luz os parâmetros recomendáveis da densidade de potência são de pelo menos 400mW/cm². Apesar de a metodologia do presente estudo ter envolvido luz LED com 500mW/cm², a diminuição da força adesiva não foi revertida em nenhum dos grupos clareados.

Finalmente, tem sido sugerida a utilização de agentes antioxidantes não enzimáticos, tais como o ácido ascórbico (MORRIS *et al.*, 2001; ERGUN KUNT *et al.*, 2011) e o ascorbato de sódio (LAI *et al.*, 2001, 2002; MORRIS *et al.*, 2001; KAYA; TURKUN, 2003; TURKUN; KAYA, 2004; TURKUN; TURKUN, 2004; SILVA, 2005; KIMYAI; VALIZADEH, 2006, 2008; GOKCE *et al.*, 2008; KAYA; TURKUN; ARICI, 2008; TURKUN *et al.*, 2009; COMLEKOGLU *et al.*, 2010; KIMYAI *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010) os quais têm mostrado eficácia na reversão do comprometimento adesivo em curto prazo.

Vários antioxidantes não enzimáticos como a solução de alpha-tocopherol 10% (SASAKI; FLORIO; BASTING, 2009) e a catalase (TORRES; KOGA; BORGES, 2006) mostraram resultados similares, enquanto alguns outros antioxidantes tais como solução de butilhidroxianisol 10% (KAYA; TURKUN, 2003), bicarbonato de sódio 7% e glutathione peroxidase não tem demonstrado eficácia na reversão da resistência adesiva (TORRES; KOGA; BORGES, 2006).

Halliwell e Gutteridge (2007) definiram os antioxidantes como qualquer substância que quando em baixas concentrações, se comparados com o substrato oxidável, são capazes de inibir ou retardar substancialmente a oxidação daquele substrato. Referindo-se como substrato oxidável a quase toda molécula encontrada *in vivo*.

O ácido ascórbico e o ascorbato de sódio são produtos biocompatíveis e seguros para uso oral porque são compostos de substâncias atóxicas (LAI *et al.*, 2001, 2002; KAYA; NAIDU, 2003; TURKUN, 2003; KIMYAI; VALIZADEH, 2006).

Segundo Meister (1992) e Naidu (2003), o ácido ascórbico é uma das vitaminas hidrossolúveis importantes. Sua fórmula molecular é $C_6H_8O_6$, peso molecular 176,12 g/mol, exibe um pH entorno a 4,0, fazendo com que seja a forma mais ácida das vitaminas C, e apresenta uma aparência de pó cristalino branco e inodoro.

Rubinoff, Latner e Pasut (1989) descreveram amplamente os efeitos benéficos do uso e aplicação da vitamina C na saúde oral; indicando seu uso na prevenção e na redução de gengivite e no tratamento do escorbuto. Dentre as funções da vitamina C está o aprimoramento dos mecanismos de defesa do hospedeiro podendo assim ser aplicados na preservação da saúde periodontal. Igualmente Vaananen (1994) reportou sua aplicação na inibição do crescimento bacteriano da placa. Assim como também é amplamente utilizado em outros campos da ciência, como na nutrição e medicina, sendo considerado essencial para a biossíntese de colágeno e na cura e prevenção de câncer. Além disso, é um poderoso antioxidante capaz de transformar os radicais livres de oxigênio em formas inertes (NAIDU, 2003).

Enquanto o ascorbato de sódio é a forma ionizada da vitamina C, sua fórmula molecular é $C_6H_7O_6Na$ e seu peso molecular é 198,11 g/mol, exibe um pH entorno a 7,0 e apresenta uma aparência de pó cristalino, branco ou ligeiramente amarelado. Também é biocompatível, hidrossolúvel e pode ser encontrado nos fluidos biológicos. É biocompatível, hidrossolúvel, e pode ser encontrado nos fluídos biológicos. Sendo amplamente reconhecido como o principal antioxidante endógeno biológico, capaz de reparar radicais e reciclar outros compostos antioxidantes (FREI; STOCKER; AMES, 1988; DOMAZOU; KOPPENOL; GEBICKI, 2009).

Esses antioxidantes apresentam-se como uma alternativa interessante, já que podem contribuir para a eliminação completa ou diminuição de vários compostos oxidativos, especialmente radicais livres reativos e oxigênio nascente derivados do peróxido de hidrogênio (GUTTERIDGE, 1994), acusados de serem os responsáveis pela polimerização incompleta dos monômeros resinosos (RUEGGEBERG; MARGESON, 1990; TORNECK *et al.*, 1990; DISHMAN; COVEY; BAUGHAN, 1994).

Alguns autores demonstraram que os agentes oxidantes possibilitam a reversão da resistência adesiva diminuída (LAI *et al.*, 2001, 2002; MORRIS *et al.*, 2001; KAYA; TURKUN, 2003; TURKUN; KAYA, 2004; TURKUN; TURKUN, 2004; SILVA, 2005; KIMYAI; VALIZADEH, 2006, 2008; GOKCE *et al.*, 2008; KAYA; TURKUN; ARICI, 2008; TURKUN *et al.*, 2009; COMLEKOGLU *et al.*, 2010; KIMYAI *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; ERGUN KUNT *et al.*, 2011), permitindo que o procedimento restaurador seja realizado com sucesso e com perspectiva de longevidade, durabilidade adesiva e ausência de microinfiltração.

O presente estudo confirmou a eficácia dos agentes antioxidantes testados na recuperação da resistência adesiva, quando foi verificado um aumento dos valores de resistência adesiva nos espécimes que receberam tratamento com antioxidante à base de ascorbato de sódio ou ácido ascórbico imediatamente após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% e os procedimentos adesivos foram realizados sobre o esmalte 24 horas ou 7 dias após, mostrando valores semelhantes ao grupo que não recebeu nenhum tratamento (G1) e superiores aos grupos que foram clareados apenas (G2 e G3) (Tabela 5.1 e Gráfico 5.1). Vale ressaltar que não houve recuperação completa dos valores de resistência adesiva já que não houve diferença estatística entre todos os grupos tratados com antioxidantes e o controle (nenhum tratamento, G1).

Têm sido exploradas diferentes concentrações, formas de preparo, tempo de aplicação e momento da aplicação, mas ainda não há um consenso para padronizar uma metodologia sobre o uso dos antioxidantes após o clareamento dentário. Turkun *et al.* (2009) salientaram que concentrações inferiores de 10% não poderiam ser confiáveis para reverter a resistência de união comprometida. Na presente pesquisa, o ascorbato de sódio foi preparado em duas concentrações (10% e 20%) e o ácido ascórbico na concentração de 10%. Hipotetizou-se que a concentração de 10% não seria tão eficaz quanto à concentração de 20% e que haveria diferença na resistência adesiva entre as diferentes concentrações de ascorbato de sódio (10% e 20%) e o ácido ascórbico 10%. Porém os resultados revelaram que não houve diferenças significativas na resistência adesiva entre as concentrações, nem entre os antioxidantes usados imediatamente após a finalização do tratamento clareador (Tabela 5.1). Resultados similares foram relatados por Kimyai; Valizadeh (2006). Assim, a hipótese nula de que não existe diferença na resistência adesiva entre as

concentrações de 10% e 20% do ascorbato de sódio e o ácido ascórbico 10% sobre o esmalte bovino clareado foi confirmada.

Outro fator observado foi o de que não houve diferenças estatisticamente significantes na resistência adesiva entre os períodos de espera de 24 horas e 7 dias após o tratamento com agente antioxidante (Tabela 5.1 e Gráfico 5.1).

Em relação à forma de preparo dos antioxidantes, estudos têm reportado que não há diferenças significativas na resistência adesiva entre a forma de solução e a forma de hidrogel (LAI *et al.*, 2001; KIMYAI; VALIZADEH, 2006, 2008). Portanto, na presente pesquisa, utilizou-se a forma de hidrogel ponderando que esta seria mais viável para aplicação clínica, já que permite que o produto fique em contato com a superfície de esmalte por tempo prolongado. O preparo na forma de hidrogel foi realizado seguindo as instruções de (KIMYAI; VALIZADEH, 2006), dispersando resina Carbopol 934 a 2,5% em água purificada contendo o antioxidante (ascorbato de sódio ou ácido ascórbico) sob agitação moderada. A mistura foi agitada até espessar e, em seguida, neutralizada por adição de trietanolamina até aparecer um gel transparente. A quantidade de trietanolamina foi ajustada para neutralizar e estabilizar o pH do hidrogel em 7,0.

A eficiência dos agentes antioxidantes também parece ser dependente do tempo de aplicação. Diferentes tempos de aplicação dos antioxidantes sobre o esmalte, para que o oxigênio residual seja removido, foram preconizados por diferentes autores. Lai *et al.* (2001), Kaya e Turkun (2003), e Turkun e Kaya (2004) recomendaram utilizar o ascorbato de sódio a 10% por um período de aplicação de 10 minutos. Entretanto outros estudos realizados alguns anos depois pelos mesmos pesquisadores, Kaya, Turkun e Arici (2008), reportaram que para maior efetividade do antioxidante este deveria ficar no mínimo 60 minutos sobre a superfície de esmalte. Já Freire *et al.* (2009) alegaram que a cinética da reação entre oxidantes e antioxidantes mostraram que um maior tempo de aplicação de ascorbato de sódio não influencia a eficácia da reação e que 5 minutos são suficientes para que o agente exerça seu efeito antioxidante. Silva (2006) avaliou diferentes tempos (15, 30, 60 e 120 minutos) e não foram encontradas diferenças significativas entre os tempos de aplicação.

A presente pesquisa baseou-se nas sugestões de Lai *et al.* (2002) e o hidrogel de antioxidante foi aplicado por um período empírico de 15 minutos imediatamente após o clareamento, tempo correspondente a um 1/3 do tempo utilizado para o tratamento clareador que, no caso, foi uma técnica de consultório com peróxido de hidrogênio a 35%, na sequência de 3 sessões de 15 minutos totalizando 45 minutos do tempo de contato do agente clareador sobre o esmalte. Os resultados foram satisfatórios já que em todos os grupos onde o antioxidante foi aplicado por 15 minutos (Tabela 5.1 e Gráfico 5.1) os valores de resistência adesiva aumentaram apesar de não atingirem os mesmos valores do grupo controle não clareados, o que deixa a dúvida sobre a necessidade mais tempo de aplicação.

No presente estudo, a resistência adesiva quantitativa foi analisada através do teste de microcisalhamento, por ser considerado mais preciso na reprodução dos tipos de forças geradas em restaurações no segmento anterior da boca, produzindo falhas adesivas mais condizentes quando comparadas ao teste de cisalhamento e microtração (FOWLER *et al.*, 1992; BELOICA *et al.*, 2010). Além disso, no teste de microcisalhamento, como o corpo de prova apresenta uma seção transversal circular, a distribuição do estresse é mais concentrada e homogênea ao longo da interface adesiva (McDONOUGH *et al.*, 2002), reduzindo a chance de falhas coesivas em material ou substrato, o que não representa valores “reais” de resistência adesiva do material, pois nesses casos não se atinge a interface, além disso, o teste de microcisalhamento inclui a possibilidade de obter múltiplas amostras de um único dente e permite delineamentos de pesquisa não possíveis quando utilizados os métodos convencionais 'macro' (ARMSTRONG *et al.*, 2010).

A avaliação do tipo de fratura foi feita através de um estereomicroscópio por um único operador, com aumento de 40 vezes, devido à inviabilidade da observação de todos os espécimes em maior aumento com microscópio eletrônico de varredura, o qual só foi usado para a realização de fotomicrográficas ilustrativas de alguns espécimes. Houve predominância de fraturas adesivas para todos os grupos, com uma porcentagem total de (84,10%) (Tabela 5.2 e Gráfico 5.2. Assim, com essa metodologia, pôde-se evidenciar uma uniformidade na distribuição do estresse na interface adesiva no momento do teste de microcisalhamento. Resultados similares foram reportados por Basting *et al.* (2004).

Testes de adesão *in vitro* são de grande importância para as avaliações de materiais e tratamentos, já que permitem que as variáveis sejam isoladas e controladas, o que auxilia no entendimento e na previsão do comportamento dos materiais para que, posteriormente, possam ser aplicados *in vivo*. Baseando-se nos resultados desta pesquisa, são necessários mais estudos *in vitro* complementares para verificar a durabilidade e a estabilidade da adesão, também referentes à concentração, tempo de aplicação, mudanças do pH dos antioxidantes, assim como a avaliação da longevidade de restaurações em função do tratamento com antioxidante.

Levando-se em consideração a revisão da literatura e os resultados desta pesquisa, sugere-se que o dentista deva aplicar o bom senso na hora de realizar procedimentos adesivos sobre o esmalte clareado com peróxido de hidrogênio a 35%. Para evitar efeitos adversos nas restaurações adesivas, devem-se contraindicar procedimentos adesivos com resina composta imediatamente após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 35%; ou a associação de tratamento com um agente antioxidante à base de ascorbato de sódio ou ácido ascórbico na forma de hidrogel por um período de 15 minutos poderia minimizar este problema.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se concluir que:

- A técnica de clareamento dental com peróxido de hidrogênio a 35% promoveu uma diminuição estatisticamente significativa na resistência adesiva da resina composta ao esmalte bovino nos procedimentos realizados 24 horas e 7 dias após o clareamento dental. Tanto o tratamento com hidrogel de ascorbato de sódio como com o hidrogel de ácido ascórbico foram capazes de melhorar a resistência adesiva da resina composta ao esmalte bovino clareado, entretanto, ambos não foram capazes de recuperá-la.
- Os tratamentos com os agentes antioxidantes nas diferentes concentrações (hidrogel de ascorbato de sódio 10% e 20% e o hidrogel de ácido ascórbico 10%) apresentaram valores semelhantes na recuperação da resistência adesiva ao esmalte clareado.
- Não houve diferenças estatisticamente significantes na resistência adesiva entre os períodos de espera de 24 horas e 7 dias após o tratamento com agente antioxidante.
- A maioria das falhas em todos os grupos foi do tipo adesiva (93,39%), uma minoria (6,60%) foi mista e nenhuma fratura foi do tipo coesiva em esmalte, evidenciando uniformidade na distribuição do estresse na interface adesiva no momento do teste de microcissalhamento.

Diante desses resultados, a hipótese nula de que não existiria diferença na resistência adesiva ao microcissalhamento, entre os diferentes tratamentos testados, foi rejeitada.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Abbot CH. Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. J Allied Dent Soc. 1918;13:259. apud Zach L, Cohen G. Pulp Response to Externally Applied Heat. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1965;19:515-30.

Adper™ Single Bond 2 – Adesivo de frasco único fotopolimerizável. (acesso em 2011 junho 4). Disponível em: http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/3M-ESPE/dental-professionals/solutions/sistemas-adesivos/?PC=7_RJH9U5230GE3E02LECFTDQ87C0_nid=4LXBG2XZL1be3KQCCBNGQJgl.

Ames JW. Removing stains from mottled enamel. J Am Dent Assoc. 1937;24:1674–7. apud Kihn PW. Vital tooth whitening. Dent Clin North Am. 2007; 51(2):319-31.

Anusavice KJ. Phillips materiais dentários. 10º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.

Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. Dent Mater. 2010;26(2):50-62.

Arwill T, Myrberg N, Soremark R. Penetration of radioactive isotopes through enamel and dentine. II. Transfer of ²²Na in fresh and chemically treated dental tissues. Odontol Revy. 1969;20(1):47-54. apud 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.

Ayad F, Giniger M, Proskin HM, Curtis JP, Santarpia PP, Stewart B, et al. Clinical comparison of the stain-removal efficacy of a novel liquid whitening gel containing 18% carbamide peroxide and a commercially available whitening dentifrice. Compend Contin Educ Dent. 2002;23(11 supl 1):18-25.
Halliwell B, Gutteridge JMC. Free Radicals in Biology and Medicine, 2º ed. Oxford: Oxford University Press; 2007.

Banomyong D, Palamara JE, Burrow MF, Messer HH. Effect of dentin conditioning on dentin permeability and micro-shear bond strength. Eur J Oral Sci. 2007;115(6):502-9.

Baratieri LN, Andrada MAC, Monteiro S Junior. Dentística: procedimentos preventivos e restauradores. 2º ed. São Paulo: Santos; 2002.

Baratieri LN, Monteiro S Junior, Andrada MAC, Vieira LCC. Clareamento dental. São Paulo, Ed. Santos; 1996.

Barghi N, Godwin JM. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. J Esthet Dent. 1994;6(4):157-61.

Barkhordar RA, Kempler D, Plesh O. Effect of nonvital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. Quintessence Int. 1997;28(5):341-4.

Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC, Pimenta LA. Shear bond strength of enamel treated with seven carbamide peroxide bleaching agents. J Esthet Restor Dent. 2004;16(4):250-9.

Beloica M, Goracci C, Carvalho CA, Radovic I, Margvelashvili M, Vulicevic ZR, et al. Microtensile vs microshear bond strength of all-in-one adhesives to unground enamel. J Adhes Dent. 2010;12(6):427-33.

Ben-Amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. Am J Dent. 1995;8(1):29-32.

Bitter NC. A scanning electron microscope study of the long-term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. Gen Dent. 1998;46(1):84-8.

Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. J Oral Rehabil. 2004;31(2):155-9.

Cavalli V, Giannini M, Carvalho RM. Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. Dent Mater. 2004;20(8):733-9.

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.

Comlekoglu ME, Gokce B, Kaya AD, Turkun M, Ozpinar B. Reversal of reduced bond strength after bleaching. Gen Dent. 2010;58(3):258-63.

Condicionador Dental Gel. Solução de ácido fosfórico na concentração de 37% em gel. (acesso em 2011 junho 4) Disponível em: http://www.dentsply.com.br/isogesac/hisows_portal.aspx?1,2,2,Produto,56,157.

Cotran RS, Kumar V, Collins T. Robbins Patologia estrutural e funcional. 6^o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.; 2001

Craig RG, Powers JM. Materiais dentários restauradores. 11^o ed. São Paulo: Santos; 2006.

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

Dietrich AM, English J, McGrory K, Ontiveros J, Powers JM, Bussa HI, Jr., et al. A comparison of shear bond strengths on bleached and unbleached bovine enamel. Tex Dent J. 2010;127(3):285-91.

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

Domazou AS, Koppenol WH, Gebicki JM. Efficient repair of protein radicals by ascorbate. Free Radic Biol Med. 2009 Apr 15;46(8):1049-57.

Ergun Kunt G, Yilmaz N, Sen S, Dede DO. Effect of antioxidant treatment on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. Acta Odontol Scand. 2011; Mar 23.

Feinman RA, Goldstein RE, Garber DA. Bleaching teeth. Chicago, Quintessence Pub. Co;1987.

Floyd RA. The effect of peroxides and free radicals on body tissues. J Am Dent Assoc. 1997;128 Suppl:37S-40S.

Fowler CS, Swartz ML, Moore BK, Rhodes BF. Influence of selected variables on adhesion testing. Dent Mater. 1992;8(4):265-9.

Frei B, Stocker R, Ames BN. Antioxidant defenses and lipid peroxidation in human blood plasma. Proc Natl Acad Sci U S A. 1988;85(24):9748-52.

Freire A, Souza EM, de Menezes Caldas DB, Rosa EA, Bordin CF, de Carvalho RM, et al. Reaction kinetics of sodium ascorbate and dental bleaching gel. J Dent. 2009;37(12):932-6.

Garcia-Godoy F, Dodge WW, Donohue M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. Oper Dent. 1993;18(4):144-7.

Gerlach RW. Shifting paradigms in whitening: introduction of a novel system for vital tooth bleaching. Compend Contin Educ Dent Suppl. 2000;(29):S4-9.

Gokce 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.

Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. Chicago: Quintessence Publishing; 1995.

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

Halliwell B, Gutteridge JMC. Free radicals in biology and medicine. 4^o ed. Oxford: Oxford University Press; 2007.

Harlan A W. Proceeding of the american dental association - Twenty third annual session. Dent Cosmos. 1884; 26: 97-8. apud Baratieri LN, Maia E, Andrada MAC, Araújo É. Caderno de dentística clareamento dental. São Paulo: Santos; 2005.

Hattab FN, Qudeimat MA, al-Rimawi HS. Dental discoloration: an overview. J Esthet Dent. 1999;11(6):291-310.

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

Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it? Quintessence Int. 1991;22(7):515-23.

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

Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent.* 1999;27(7):509-15.

Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J.* 2005; 198(8):514.

Heymann HO. Bleaching of vital teeth. *Quintessence Int.* 1997;28:420-27.

Ho S, Goerig AC. An in vitro comparison of different bleaching agents in the discolored tooth. *J Endod.* 1989;15(3):106-11.

Hussain M, Wang Y. Influence of prolonged light-curing time on the shear bonding strength of resin to bleached enamel. *Oper Dent.* 2010;35(6):672-81.

ISO TR 11405. Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure International Organization for Standardization. Geneva, Switzerland. 1994.

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

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

Kaya AD, Turkun M. Reversal of dentin bonding to bleached teeth. *Oper Dent.* 2003;28(6):825-9.

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

Kimyai S, Oskoe SS, Rafighi A, Valizadeh H, Ajami AA, Helali ZN. Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2010;21(1):54-8.

Kimyai S, Valizadeh H. Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentin-composite bond strength after bleaching. *J Contemp Dent Pract*. 2008;9(2):105-12.

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 apud Riehl H. Estudo in vitro do efeito de três diferentes agentes clareadores sobre a dureza e rugosidade do esmalte dentário bovino. [Tese] Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2002.

Klusmier. 1968 apud Kihn PW. Vital tooth whitening. *Dent Clin North Am*. 2007; 51(2):319-31.

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.

Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod*. 1994;20(2):61-3.

Lima AF, Fonseca FM, Freitas MS, Palialol AR, Aguiar FH, Marchi GM. Effect of Bleaching Treatment and Reduced Application Time of an Antioxidant on Bond Strength to Bleached Enamel and Subjacent Dentin. *J Adhes Dent*. 2010;Nov 8.

Lynch E, Sheerin A, Samarawickrama DY, Atherton MA, Claxson AW, Hawkes J, et al. Molecular mechanisms of the bleaching actions associated with commercially-available whitening oral health care products. *J Ir Dent Assoc*. 1995;41(4):94-102.

May LG, Salvia AC, Souza RO, Michida SM, Valera MC, Takahashi FE, et al. Effect of sodium ascorbate and the time lapse before cementation after internal bleaching on bond strength between dentin and ceramic. *J Prosthodont*. 2010;19(5):374-80.

McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent*. 1996;24(6):395-8.

McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MY, Schumacher GE, et al. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*. 2002;23(17):3603-8.

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.

Meister A. On the antioxidant effects of ascorbic acid and glutathione. *Biochem Pharmacol*. 1992;44(10):1905-15.

Miguel LC, Baratieri LN, Monteiro S Junior, Ritter A. In situ effect of 10% carbamide peroxide on resin-dentin bond strengths: a novel pilot study. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(4):235-241.

Mondelli RFL. Clareamento de dentes polpados: técnicas e equipamentos. *Biodonto: Revista Odontológica*. 2003;1(1):10-71.

Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod*. 2001;27(12):753-7.

Naidu KA. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutr J*. 2003;21;2:7.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983;62(10):1076-81.

Nakornchai S, Harnirattisai C, Surarit R, Thiradilok S. Microtensile bond strength of a total-etching versus self-etching adhesive to caries-affected and intact dentin in primary teeth. *J Am Dent Assoc*. 2005;136(4):477-83.

Nomoto S, Kameyama A, Nakazawa T, Yazaki K, Amagai T, Kawada E, et al. Influence of ascorbic acid on bonding of peroxide-affected dentin and 4-META/MMA-TBB resin. *Clin Oral Investig*. 2006;10(4):325-30.

Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J So CA Dent Assoc* 1963;31:289-291. apud Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003;14(4):292-304.

Optilight LD Max – Fotopolimerizador LED. (acesso em 2011 junho 4). Disponível em: http://gnatus.com.br/2005/por2/produtos_show.php?cod=442&cat= Clareador %20 e%20Fotopolimerizador%20Optilight%20LD%20Max.

Park HJ, Kwon TY, Nam SH, Kim HJ, Kim KH, Kim YJ. Changes in bovine enamel after treatment with a 30% hydrogen peroxide bleaching agent. Dent Mater J. 2004;23(4):517-21.

Perdigao J, Francci C, Swift EJ Junior, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. Am J Dent. 1998;11(6):291-301.

Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D. Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. J Endod. 2000;26(4):203-6.

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.

Retief DH. Standardizing laboratory adhesion tests. Am J Dent. 1991;4(5):231-6.

Rotstein I, Dankner E, Goldman A, Heling I, Stabholz A, Zalkind M. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. J Endod. 1996;22(1):23-5.

Rubinoff AB, Latner PA, Pasut LA. Vitamin C and oral health. J Can Dent Assoc. 1989;55(9):705-7.

Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. J Dent Res. 1990;69(10):1652-8.

Rueggeberg FA, Caughman WF, Curtis JW, Jr. Effect of light intensity and exposure duration on cure of resin composite. Oper Dent. 1994;19(1):26-32.

Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Titley KC. Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. J Dent Res. 1990;69(9):1610-3.

Ruyter IE. Unpolymerized surface layers on sealants. Acta Odontol Scand. 1981;39(1):27-32.

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.

Saunders WP. The shear impact retentive strengths of four dentine bonding agents to human and bovine dentine. *J Dent*. 1988;16(5):233-8.

Seghi RR, Denry I. Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel in vitro. *J Dent Res*. 1992;71(6):1340-4.

Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int*. 1993;24(1):39-44.

Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater*. 2009;25(11):1338-46.

Shimada Y, Kikushima D, Tagami J. Micro-shear bond strength of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent*. 2002;15(6):373-7.

Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of nonvital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2004;6(3):205-9.

SILVA APB. Efeito de um agente antioxidante e de solventes orgânicos adesivos sobre a resistência de união ao esmalte humano tratado com peróxido de carbamida a 10%. [Dissertação]. Campinas (SP): Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2005.

SILVA APB. Efeito do tempo de aplicação de gel antioxidante sobre a resistência de união ao esmalte dental clareado. [Tese]. Campinas (SP): Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2006.

Spalding M, Taveira LA, de Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(3):154-64.

Spasser HF. A simple bleaching technique using sodium perborate. NY State Dent J. 1961; 27:332-334. apud Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. Crit Rev Oral Biol Med. 2003;14(4):292-304.

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

Sundfeld RH, Briso AL, De Sa PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. Bull Tokyo Dent Coll. 2005;46(1-2):1-6.

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.

Tezvergil-Mutluay A, Lassila LV, Vallittu PK. Incremental layers bonding of silorane composite: the initial bonding properties. J Dent. 2008;36(7):560-3.

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

Titley 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, Adibfar A. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. J Dent Res. 1988;67(12):1523-8.

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 the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. J Endod. 1991;17(4):156-60.

TORRES; KOGA; BORGES The effects of anti-oxidant agents as neutralizers of bleaching agents on enamel bond strength. *Braz J Oral Sci.* 2006;5(16):971-6.

Turkun M, Celik EU, Kaya AD, Arici M. Can the hydrogel form of sodium ascorbate be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *J Adhes Dent.* 2009;11(1):35-40.

Turkun M, Kaya AD. Effect of 10% sodium ascorbate on the shear bond strength of composite resin to bleached bovine enamel. *J Oral Rehabil.* 2004;31(12):1184-91.

Turkun M, Turkun LS. Effect of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of resin composite restorations. *Int Endod J.* 2004;37(1):52-60.

Vaananen MK, Markkanen HA, Tuovinen VJ, Kullaa AM, Karinpaa AM, Luoma H, et al. Dental caries and mutans streptococci in relation to plasma ascorbic acid. *Scand J Dent Res.* 1994;102(2):103-8.

Van der Vyver PJ, Lewis SB, Marais JT. The effect of bleaching agent on composite/enamel bonding. *J Dent Assoc S Afr.* 1997;52(10):601-3.

Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *Br Dent J.* 2001;190(6):309-16.

Whitening Lase II. (acesso em 2011 junho 4). Disponível em: <http://www.dmcgroup.com.br/br/detalhe-produto/odontologica/divisao-equipamentos/clareamento/whitening-lase-ii/94>.

Z100 – Restaurador Universal. (acesso em 2011 junho 4). Disponível em: http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/3M-ESPE/dental-professionals/solutions/restauracao/?PC_7_RJH9U5230GE3E02LECFTDQ87K2_nid=B92D72Q4STbe1PGVT3V2D9gl.

Zalkind M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12(2):82-8.

APÊNDICE

APÊNDICE

Apêndice A - Análise estatística descritiva dos resultados do ensaio de resistência adesiva ao microcisolamento dos grupos testados (valores em Mpa).

Corpo de prova	Grupos								
	Saliva + 24h (G1)	H ₂ O ₂ 35% + 24h (G2)	H ₂ O ₂ 35% + 7 dias (G3)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ N aO6 10% + 24 h (G4)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ N aO6 10% + 7 dias (G5)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ N aO6 20% + 24h (G6)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₇ N aO6 20% + 7 dias (G7)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₈ O ₆ + 24h (G8)	H ₂ O ₂ 35% + C ₆ H ₈ O ₆ + 7 dias (G9)
1	16,59	17,98	09,00	21,10	9,68	11,28	7,61	18,35	15,91
2	20,75	17,98	12,78	25,24	33,01	17,06	10,36	21,86	19,35
3	26,63	14,87	20,40	26,28	13,49	24,36	14,17	23,43	20,24
4	20,75	17,98	22,49	18,68	7,94	18,06	18,33	15,23	9,11
5	18,68	13,14	6,58	16,59	5,52	17,04	24,21	18,94	13,53
6	31,82	14,87	6,22	19,37	9,33	20,24	22,49	17,47	16,24
7	22,14	24,21	20,40	16,59	19,01	19,44	33,21	21,16	18,92
8	28,02	18,33	22,82	22,82	13,49	14,60	23,86	13,14	15,89
9	37,35	9,68	22,14	24,21	22,49	14,41	22,14	22,22	14,35
10	25,24	11,42	5,52	15,56	19,37	13,25	20,07	18,04	16,22
11	21,43	18,68	27,33	22,14	9,00	19,01	21,10	19,72	22,63
12	21,79	15,56	17,65	7,94	14,17	19,38	22,14	25,16	19,09
13	23,17	10,03	23,17	27,33	33,21	20,87	24,21	23,54	23,35
14	31,12	22,49	0	24,91	24,21	26,10	14,17	15,32	19,78
15	25,95	25,59	0	15,91	19,37	15,28	15,91	18,80	19,81
16	20,40	22,14	0	16,94	25,95	0	0	28,05	0
17	24,91	0	0	25,24	19,37	0	0	0	0
18	21,43	0	0	23,86	10,36	0	0	0	0
19	0	0	0	32,51	19,72	0	0	0	0
20	0	0	0	23,17	26,63	0	0	0	0
Média	24,34	15,27	16,65	20,30	17,77	18,03	19,60	20,03	17,63

Onde: H₂O₂ = peróxido de hidrogênio; C₆H₇NaO₆ = ascorbato de sódio; C₆H₈O₆ = ácido ascórbico.

0 = O deslocamento do cilindro ocorreu no momento de cortar e retirar as matrizes de Tygon ou no momento do ajuste do fio metálico, antes do teste de cisalhamento.

Apêndice B – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 1 (nenhum - tratamento controle).

CORPO DE PROVA G1	FORÇA DE ADESÃO (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,850	0,005024	16,59
2	1,063	0,005024	20,75
3	1,364	0,005024	26,63
4	1,063	0,005024	20,75
5	0,957	0,005024	18,68
6	1,630	0,005024	31,82
7	1,134	0,005024	22,14
8	1,435	0,005024	28,02
9	1,913	0,005024	37,35
10	1,293	0,005024	25,24
11	1,098	0,005024	21,43
12	1,116	0,005024	21,79
13	1,187	0,005024	23,17
14	1,594	0,005024	31,12
15	1,329	0,005024	25,95
16	1,045	0,005024	20,40
17	1,276	0,005024	24,91
18	1,098	0,005024	21,43

Apêndice C – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 2 (H₂O₂ 35% + 24h).

CORPO DE PROVA G2	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,00*	0,00*	0,00*
2	0,921	0,005024	17,98
3	0,921	0,005024	17,98
4	0,762	0,005024	14,87
5	0,921	0,005024	17,98
6	0,673	0,005024	13,14
7	0,762	0,005024	14,87
8	1,240	0,005024	24,21
9	0,939	0,005024	18,33
10	0,496	0,005024	9,68
11	0,585	0,005024	11,42
12	0,957	0,005024	18,68
13	0,00*	0,00*	0,00*
14	0,797	0,005024	15,56
15	0,514	0,005024	10,03
16	1,152	0,005024	22,49
17	1,311	0,005024	25,59
18	1,134	0,005024	22,14

* = O deslocamento do cilindro ocorreu no momento de cortar e retirar as matrizes de Tygon ou no momento do ajuste do fio metálico, antes do teste de cisalhamento.

Apêndice D – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 3 (H₂O₂ 35% + 7 dias)

CORPO DE PROVA G3	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,461	0,005024	9,00
2	0,655	0,005024	12,78
3	1,045	0,005024	20,40
4	1,152	0,005024	22,49
5	0,337	0,005024	6,58
6	0,319	0,005024	6,22
7	1,045	0,005024	20,40
8	1,169	0,005024	22,82
9	1,134	0,005024	22,14
10	0,283	0,005024	5,52
11	1,400	0,005024	27,33
12	0,904	0,005024	17,65
13	1,187	0,005024	23,17

Apêndice E– Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 4 (H₂O₂ 35% + C₆H₇NaO₆ 10% + 24 h).

CORPO DE PROVA G4	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	1,081	0,005024	21,10
2	1,293	0,005024	25,24
3	0,00*	0,005024	0,00*
4	1,346	0,005024	26,28
5	0,957	0,005024	18,68
6	0,850	0,005024	16,59
7	0,992	0,005024	19,37
8	0,850	0,005024	16,59
9	1,169	0,005024	22,82
10	1,240	0,005024	24,21
11	0,797	0,005024	15,56
12	1,134	0,005024	22,14
13	0,407	0,005024	7,94
14	1,400	0,005024	27,33
15	1,276	0,005024	24,91
16	0,815	0,005024	15,91
17	0,868	0,005024	16,94
18	1,293	0,005024	25,24
19	1,222	0,005024	23,86
20	1,665	0,005024	32,51

* = O deslocamento do cilindro ocorreu no momento de cortar e retirar as matrizes de Tygon ou no momento do ajuste do fio metálico, antes do teste de cisalhamento.

Apêndice F – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 5 (H₂O₂ 35% + C₆H₇NaO₆ 10% + 7 dias).

CORPO DE PROVA G5	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,496	0,005024	9,68
2	1,691	0,005024	33,01
3	0,691	0,005024	13,49
4	0,407	0,005024	7,94
5	0,283	0,005024	5,52
6	0,478	0,005024	9,33
7	0,974	0,005024	19,01
8	0,691	0,005024	13,49
9	1,152	0,005024	22,49
10	0,992	0,005024	19,37
11	0,461	0,005024	9,00
12	0,726	0,005024	14,17
13	1,701	0,005024	33,21
14	1,240	0,005024	24,21
15	0,992	0,005024	19,37
16	1,329	0,005024	25,95
17	0,992	0,005024	19,37
18	0,531	0,005024	10,36
19	1,010	0,005024	19,72
20	1,364	0,005024	26,63

Apêndice G – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 6 (H₂O₂ 35% + C₆H₇NaO₆ 20% + 24h).

CORPO DE PROVA G6	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,578	0,005024	11,28
2	0,874	0,005024	17,06
3	1,248	0,005024	24,36
4	0,925	0,005024	18,06
5	0,873	0,005024	17,04
6	1,037	0,005024	20,24
7	0,996	0,005024	19,44
8	0,748	0,005024	14,60
9	0,738	0,005024	14,41
10	0,679	0,005024	13,25
11	0,974	0,005024	19,01
12	0,993	0,005024	19,38
13	1,069	0,005024	20,87
14	1,337	0,005024	26,10
15	0,783	0,005024	15,28

Apêndice H – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 7 (H₂O₂ 35% + C₆H₇NaO₆ 20% + 7 dias).

CORPO DE PROVA	FORÇA DE ADESÃO/CARGA	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
G7	(kgf)		
1	0,390	0,005024	7,61
2	0,531	0,005024	10,36
3	0,726	0,005024	14,17
4	0,939	0,005024	18,33
5	1,240	0,005024	24,21
6	1,152	0,005024	22,49
7	1,701	0,005024	33,21
8	1,222	0,005024	23,86
9	1,134	0,005024	22,14
10	1,028	0,005024	20,07
11	1,081	0,005024	21,10
12	1,134	0,005024	22,14
13	1,240	0,005024	24,21
14	0,726	0,005024	14,17
15	0,815	0,005024	15,91
16	1,004	0,005024	19,60

Apêndice I – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 8 (H₂O₂ 35% + C₆H₈O₆ + 24h).

CORPO DE PROVA G8	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,940	0,005024	18,35
2	1,120	0,005024	21,86
3	1,200	0,005024	23,43
4	0,780	0,005024	15,23
5	0,970	0,005024	18,94
6	0,895	0,005024	17,47
7	1,084	0,005024	21,16
8	0,673	0,005024	13,14
9	1,138	0,005024	22,22
10	0,924	0,005024	18,04
11	1,010	0,005024	19,72
12	1,289	0,005024	25,16
13	1,206	0,005024	23,54
14	0,785	0,005024	15,32
15	0,963	0,005024	18,80
16	1,437	0,005024	28,05

Apêndice J – Dados referentes à resistência ao teste de microcisalhamento encontrados para o grupo 9 (H₂O₂ 35% + C₆H₈O₆ + 7 dias).

CORPO DE PROVA G9	FORÇA DE ADESÃO/CARGA (kgf)	ÁREA DA BASE DO CILINDRO (cm²)	FORÇA/ÁREA (MPa)
1	0,815	0,005024	15,91
2	0,991	0,005024	19,35
3	1,037	0,005024	20,24
4	0,467	0,005024	9,11
5	0,693	0,005024	13,53
6	0,832	0,005024	16,24
7	0,969	0,005024	18,92
8	0,814	0,005024	15,89
9	0,735	0,005024	14,35
10	0,831	0,005024	16,22
11	1,159	0,005024	22,63
12	0,978	0,005024	19,09
13	1,196	0,005024	23,35
14	1,013	0,005024	19,78
15	1,015	0,005024	19,81