

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

BRUNA FORTES BITTENCOURT

**EFEITO DO FLÚOR E TEMPOS DE ESPERA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E
GRAU DE CONVERSÃO DE UM ADESIVO APLICADO EM ESMALTE
CLAREADO**

**PONTA GROSSA
2012**

BRUNA FORTES BITTENCOURT

**EFEITO DO FLÚOR E TEMPOS DE ESPERA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E
GRAU DE CONVERSÃO DE UM ADESIVO APLICADO EM ESMALTE
CLAREADO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Dentística Restauradora.

Orientadora: Profa. Dra. Osnara Maria Mongrue Gomes.

Co-Orientadores: Prof. Dr. João Carlos Gomes e Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio.

**PONTA GROSSA
2012**

B6124e Bittencourt, Bruna Fortes
Efeito do flúor e tempos de espera na resistência de união e grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado / Bruna Fortes Bittencourt. Ponta Grossa, 2012.
76f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia – área de concentração em Dentística Restauradora), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profª Drª Osnara Maria Mongruel Gomes

Co-orientadores : Prof. Dr. João Carlos Gomes

Prof.Dr. Alessandro Dourado Loguercio

1. Clareamento Dental. 2. Peróxido de Hidrogênio 3. Adesivos Dentários.
I. Gomes, Osnara Maria Mongruel. II. Gomes, João Carlos Gomes. III. Loguercio, Alessandro Dourado. IV.T.

CDD : 617.6

BRUNA FORTES BITTENCOURT

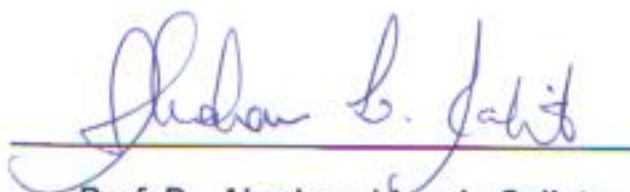
**EFEITO DO FLÚOR E TEMPOS DE ESPERA NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E
GRAU DE CONVERSÃO DE UM ADESIVO APLICADO EM ESMALTE
CLAREADO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora.

Ponta Grossa, 23 de fevereiro de 2012.



Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes – Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Paulo Sérgio Quagliatto
Universidade Federal de Uberlândia

Dedico essa dissertação aos meus pais, Isabel e Luiz, pelo apoio, amor e carinho que sempre me deram. Acredito que nenhuma palavra ou frase seria o suficiente para demonstrar a enorme gratidão e amor que tenho por vocês! Meus primeiros mestres, que desde cedo, ensinaram-me os passos de uma vida íntegra, com educação e honestidade: em vocês, vejo o exemplo a seguir, por todo o meu caminho. Agradeço todos os dias por ter vocês na minha vida!

Também ao meu noivo, Daniel, meu grande companheiro e amigo. Você teve paciência nos meus momentos de estresse e mau-humor, além de enorme carinho quando a ansiedade e o nervosismo se instalavam. Inclusive, soube compreender tranquilamente quando, nos momentos de estudo, não pude retribuir seu carinho e amor. Te amo muito!

A vocês, muito obrigada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me permitir estar aqui e realizar meus sonhos, e por estar sempre presente nos momentos de alegria ou de angústia, em resposta às minhas orações. Tudo que o Senhor faz é planejado; obrigada pela vida que me concedeu, e por poder contar com a Sua presença, Sua paz e Sua bênção no meu caminho.

Agradeço a minha irmã, Helô, exemplo de alegria e animação em qualquer ocasião; ao meu irmão Luiz (Ginho), que torna as raras visitas a nossa casa momentos de alegria e festa com os sobrinhos “Gustavo” e “Leonardo”.

A minha orientadora, Profa. Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes, ou “tiaprofe”, com quem aprendi o gosto pela Odontologia Restauradora, já na época da faculdade. Nunca mediu esforços para ajudar, nem mesmo às três horas da madrugada. Sempre me motivou a pesquisar, mas mais importante que isso – ensinou-me a encarar a pesquisa com serenidade e calma. Agradeço pelo conhecimento transmitido, pelo tempo dispensado (que não foi pouco) e pela paciência com que me conduziu até o final do Mestrado. Dedicada e perfeccionista, revisava os textos desta dissertação inúmeras vezes, não deixava passar um erro! Não só como professora ou orientadora, a senhora foi amiga, mãe e conselheira! Sem sombra de dúvidas, minha maior inspiração, não só como professora ou coordenadora do Curso, mas como pessoa maravilhosa que é!

Ao meu co-orientador Prof. Dr. João Carlos Gomes, grande incentivador na escolha pelo Mestrado. Um excelente professor, reitor, pesquisador, cirurgião-dentista... enfim, muitas qualidades podem lhe ser atribuídas, graças ao seu enorme comprometimento com a UEPG. Sinto-me extremamente honrada de poder trabalhar com o senhor e com a Profa. Osnara, e por poder conviver com a bela família de vocês. Muito obrigado pelas valiosas contribuições neste trabalho.

Aos Profs. Dr. Alessandro Dourado Loguercio e Dra. Alessandra Reis, que com a Disciplina de Seminários, fizeram-me ver com clareza como se escreve um artigo. Suas aulas foram a base para a realização deste trabalho. Sempre educados, inteligentes, atenciosos e extremamente competentes. Não é a toa que são dois dos

maiores nomes da Odontologia mundial. Agradeço imensamente a participação de vocês na minha formação. Em especial ao Prof. Alessandro, que realizou a estatística deste trabalho e contribuiu com sua experiência na qualificação. Inclusive, prontificou-se a esclarecer todas as dúvidas geradas nos resultados, tornando-se meu co-orientador no decorrer do trabalho. Vocês são exemplos a seguir! Sou fã incondicional de vocês!

A minha dupla John Alexis Dominguez, com quem pude aprender e trabalhar durante esses dois anos. Preocupado e atencioso com todos, sempre teve uma palavra amiga nas horas difíceis. “Musical” nas horas de descontração, foi responsável pelas inúmeras risadas no laboratório, até quando os experimentos não davam certo! John, desejo a você todo sucesso, pois você merece!

A minha “afilhada” Rosana Marques Silva Figueroa, amiga dos tempos de faculdade e de Mestrado. Veio de Goiás e aqui se instalou, pelos planos do Cupido. Esforçada, querida, inteligente, você é um grande exemplo de que com perseverança tudo se resolve! Muito obrigada pela amizade Rose!

A minha grande amiga, Giovana Mongruel Gomes, parceira não só nos artigos e publicações, mas amiga a toda prova! Gio, muito obrigada por toda sua ajuda, seja nas matérias para estudar, nos artigos para escrever, no Estágio de Operatória, nos conselhos... Que possamos sempre trabalhar juntas e continuar nossa parceria por mais muitos anos. E mais do que isso, quero poder contar com a sua amizade e carinho para sempre!!!

Ao Nilson, do Labmu, pela ajuda valiosíssima nos Espectros Raman. Seu conhecimento e disponibilidade foram indispensáveis para a realização deste trabalho.

A amiga Luisa Gregol, “perita” do flúor, que quebrou a cabeça comigo para tentar desvendar os segredos dos resultados dessa pesquisa. Lu, obrigada pelas explicações e pela sua amizade, pelas conversas de todos os dias no laboratório, pelos desabafos e conselhos!!!

A Andrea Mello de Andrade, que conheço apenas via ‘e-mail”, mas posso dizer que foi alguém que muito contribuiu com a metodologia deste trabalho. Seus

trabalhos e suas sugestões foram imprescindíveis para a realização desta pesquisa. Um dia vamos nos conhecer ao vivo!

A querida Profa. Vânia Queiroz, pelo seu enorme conhecimento e por tornar o estágio na Dentística Operatória mais alegre e divertido. Suas aulas são maravilhosas, exemplos de didática e transmissão perfeita de conhecimento. Revi e compreendi muitos assuntos nas suas aulas teóricas e práticas!

Ao Prof. Dr. Fábio André dos Santos, por disponibilizar a lupa estereoscópica e auxiliar nas fotos tiradas dos padrões de fratura.

A Morgana, parceira de altos papos nas manhãs e tardes que passávamos no Laboratório! Agradeço pela atenção e dinamismo com que cumpre suas atividades no Mestrado.

A todos os professores do Curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Abraham Lincoln Calixto, Benjamin de Melo Carvalho, Carlos Roberto Berger, Denise Stadler Wambier, Elizabete Brasil dos Santos, Gislaine Denise Czelusniak, Gibson Luiz Pilatti, Leide Mara Schmidt, Nara Hellen Campanha, Stella Kossatz Pereira, Ulisses Coelho, Vitoldo Kozlowski Júnior, que dividiram suas experiências e conhecimentos, contribuindo e muito com a nossa formação. Sem sombra de dúvidas, vocês foram e fizeram a diferença no Curso de Mestrado!

A todos os meus amigos e colegas de Mestrado, Ana Cristina, Elize, Alessandra, Thays, Vivi, Issis, Márcia, Letícia, Fabiane, Ligia, Reila, Bruna, Caroline, Antonio, Andreas Felipe, Felipe, Lucas, Max, Wagner. Obrigada pela amizade e o companheirismo. Espero que possamos continuar juntos por mais algum tempo...e parabéns a todos por mais uma etapa vencida!

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa do seu reitor Prof. Dr. João Carlos Gomes, pela oportunidade de cursar a faculdade e o Mestrado numa Universidade tão reconhecida e qualificada.

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa de sua coordenadora Profa. Dra. Osnara Maria Mongrue

Gomes, pela formação concedida e por poder contar com um excelente grupo docente.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Capes, pela bolsa de estudos concedida durante o transcorrer do Curso de Mestrado.

DADOS CURRICULARES

Bruna Fortes Bittencourt

NASCIMENTO	25.04.1987	Ponta Grossa, Paraná – Brasil
FILIAÇÃO		Isabel Cristina Fortes Bittencourt Luiz Carlos Derbli Bittencourt
	2005 – 2009	Curso de Graduação em Odontologia Universidade Estadual de Ponta Grossa – (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.
	2009 – 2009	Curso de Aperfeiçoamento em Implantodontia. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Ponta Grossa – PR, Brasil.
	2010 – 2011	Curso de Especialização em Dentística Restauradora. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa – PR, Brasil.
	2010 – 2012	Curso em andamento de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.

RESUMO

Bittencourt BF. **Efeito do flúor e tempos de espera na resistência de união e grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado.** [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência do flúor e dos tempos de espera nos valores de resistência de união (RU) e no grau de conversão (GC) de um adesivo aplicado em esmalte clareado. Foram utilizados 60 espécimes de esmalte humano, embutidos em tubos de PVC e resina acrílica e submetidos ao tratamento clareador (n=18): Grupo HP: HP Maxx (peróxido de hidrogênio 35%); Grupo HPF: HP Maxx + aplicação tópica de flúor neutro 1,23%; Grupo PF: Opalescence Boost PF (peróxido de hidrogênio 38% contendo flúor 1,1%). Para o procedimento restaurador, os grupos foram subdivididos em 3 subgrupos (n=6), de acordo com o tempo de espera: imediatamente, 7 e 14 dias. Tubos tygon foram preenchidos por resina composta e posicionados na superfície de esmalte, para ser realizado o teste de microcisalhamento. O GC foi verificado em espectroscopia Raman. Os dados de RU (MPa) e GC (%) foram submetidos à análise de variância de 2 fatores e pós-teste de Tukey, e análise de variância de 1 fator e pós-teste de Dunnet ($\alpha=0,05$). Os resultados de RU mostraram diferença entre o Grupo HP 14 dias ($21,40\pm3,45$), em relação aos grupos “imediatos” ($13,02\pm4,28$) e 7 dias ($13,67\pm2,92$), da mesma forma que o Grupo HPF (14 dias: $18,08\pm2,74$; “imediatos”: $9,74\pm2,11$ e 7 dias: $12,66\pm2,68$). Para o GC, o Grupo HP e HPF “imediatos” ($57,02\pm7,61$ e $66,89\pm8,57$, respectivamente) diferiram estatisticamente dos tempos 7 e 14 dias (HP: $78,15\pm6,80$, HPF: $78,62\pm8,67$ e HP: $77,27\pm4,60$, HPF: $88,09\pm5,83$, respectivamente). Para o Grupo PF, não existiram diferenças entre os grupos experimentais e o grupo controle ($p>0,05$). Concluiu-se que a aplicação tópica de flúor não foi eficiente para reverter os baixos valores de RU e GC, sendo necessário aguardar 14 dias para se realizar o procedimento adesivo; quando da realização de restaurações imediatamente após o clareamento, o agente clareador fluoretado se mostrou eficiente na manutenção dos valores de RU e GC.

Palavras-chave: Clareamento Dental. Peróxido de Hidrogênio. Adesivos Dentários.

ABSTRACT

Bittencourt BF. **Effect of fluoride and time intervals on bond strength and degree of conversion of an adhesive applied on bleached enamel.** [Dissertação Mestrado em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2012.

The objective of this study was to evaluate the influence of fluoride and time intervals on the bond strength (BS) and degree of conversion (DC) of an adhesive applied on bleached enamel. Sixty human enamel specimens were used, entrenched in PVC tubes and acrylic resin, and submitted to bleaching treatment (n=18): Group HP: HP Maxx (35% hydrogen peroxide); Group HPF: HP Maxx + 1,23% neutral fluoride application; Group PF: Opalescence Boost PF (38% hydrogen peroxide containing 1,1% fluoride). For the restorative procedure, the groups were subdivided into three subgroups (n=6), according to the time interval: immediately, after 7 and 14 days. Tygon tubes were filled with composite resin and positioned on the enamel surface, in order to perform the microshear bond test. DC was observed in Raman spectroscopy. BS (MPa) and DC (%) data were submitted to 2-way ANOVA and Tukey's post-test, and ANOVA and Dunnet's post-test ($\alpha=0,05$). The BS results showed differences between the Group HP in 14 days (21.40 ± 3.45) compared to the groups "immediate" (13.02 ± 4.28) and 7 days (13.67 ± 2.92), the same as verified in Group HPF (14 days: 18.08 ± 2.74 , "immediate": 9.74 ± 2.11 and 7 days: 12.66 ± 2.68). For DC, "immediate" Group HP and Group HPF ($57.02\pm7,61$ e $66.89\pm8,57$, respectively) differed significantly from 7 and 14 days (HP: 78.15 ± 6.80 , HPF: 78.62 ± 8.67 and HP: 77.27 ± 4.60 , HPF: 88.09 ± 5.83 , respectively). For Group PF, there were no differences between the experimental groups and the control group ($p>0.05$). It was concluded that fluoride topical application was not effective to reverse low BS and DC values, being necessary wait 14 days to perform the adhesive procedure; but when restorative procedures are required immediately after bleaching, the fluoridated bleaching agent was efficient to maintain BS and DC values.

Keywords: Tooth Bleaching. Hydrogen Peroxide. Dental Adhesives.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- A) Lixas de carbeto de silício granulação 400 e 600; B) Espécime planificado; C) Espécime disposto sobre a fita dupla-face, estando a superfície plana em contato com a mesma; D) Inclusão do espécime em tubo de PVC e preenchimento com resina acrílica; E) Superfície de esmalte exposta e paralela à superfície.....	49
Figura 2	- A) Lixas de carbeto de silício granulação 400 e 600; B) Espécime planificado; C) Espécime disposto sobre a fita dupla-face, estando a superfície plana em contato com a mesma; D) Inclusão do espécime em tubo de PVC e preenchimento com resina acrílica; E) Superfície de esmalte exposta e paralela à superfície.....	53
Figura 3	- Teste de Microcisalhamento. A) Máquina de Ensaio Universal; B e C) lâmina de aço disposta o mais próximo possível da interface esmalte/resina.....	54
Figura 4	- Imagens dos padrões de fratura encontrados: A) Adesiva; B) Mista. Asteriscos representam o adesivo; as setas apontam a resina composta.....	55
Figura 5	- Espectros Raman. A) Região espectral analisada entre 1785-875 cm^{-1} . B) Vista aproximada dos picos, mostrando a área delimitada (integração) de cada pico (1,637 cm^{-1} e 1,608 cm^{-1})..	56
Fluxograma 1	- Delineamento da pesquisa.....	51
Quadro 1	- Materiais utilizados e respectivas técnicas de aplicação executadas em cada grupo.....	50
Quadro 2	- Marca comercial, fabricante, lote e instruções de uso de cada produto utilizado na etapa do procedimento restaurador.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Média ($\pm$ desvio-padrão) dos valores de resistência de união (MPa), de acordo com o tratamento dos espécimes e tempos de espera.....	58
Tabela 2	- Porcentagem dos padrões de fratura encontrados em cada grupo.....	59
Tabela 3	- Média (desvio-padrão) dos valores de grau de conversão (%), de acordo com o tratamento dos espécimes e tempos de espera.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Fosfato de cálcio amorfo
ACPF	Fosfato de cálcio amorfo mais flúor
ANOVA	Análise de Variância
APF	Fluoreto de potássio acidulado 1,23%
Bis-GMA	Bisfenol A-Glicidil Metacrilato
cm	Centímetro
cm ⁻¹	Centímetro a menos um
CCD	Dispositivo de Carga Acoplada (<i>Charge Coupled Device</i>)
CMC	Carboximetilcelulose
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CP	Peróxido de Carbamida
GC	Grau de conversão
h	Hora
HE	Hematoxilina-eosina
HP	Peróxido de Hidrogênio
KHN	Dureza Knoop
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mW	Miliwatts
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MPa	Mega-Pascal
n	Número amostral
NaF	Fluoreto de sódio
nm	Nanometro
O	Opalescence
OQ	Opalescence Quick
OX	Opalescence Xtra
p	Valor de significância
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PVC	Policloreto de vinila
PF	Opalescence PF
ppm/F	Partes por milhão de flúor
R	Razão
RDB	Razão entre duplas ligações de carbono (<i>ratio carbon-carbon double bonds</i>)
s	Segundo
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
VAS	Escala Analógica Visual
VHN	Dureza Vickers
Vol%µm	Porcentagem volumétrica em micrometros
vs	Versus
µm	Micrometro

LISTA DE SÍMBOLOS

X	Aumento da lente óptica
≠	Diferente
°C	Grau Celsius
α	Grau de significância
=	Igual
>	Maior
<	Menor
™	Marca Registrada
nº	Número
%	Porcentagem
®	Registrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	Adesão ao esmalte.....	20
2.1.1	Estrutura do esmalte.....	20
2.1.2	Sistemas Adesivos.....	20
2.2	Clareamento.....	23
2.2.1	Histórico.....	23
2.2.2	Alterações na superfície do esmalte após clareamento.....	24
2.2.3	Efeitos dos agentes clareadores na resistência de união imediatamente após e em diferentes períodos de espera para o tratamento adesivo.....	27
2.3	Teste de Microcisolhamento.....	31
2.4	Espectroscopia Micro-Raman.....	34
2.4.1	Fundamentos da Espectroscopia Micro-Raman.....	34
2.4.2	Utilização do método na Odontologia.....	35
2.5	Flúor.....	38
2.5.1	Efeito do flúor no esmalte.....	38
2.5.2	Efeitos do flúor no esmalte clareado, na composição do agente clareador ou após clareamento, em termos de reestruturação do esmalte e resistência de união.....	39
3	PROPOSIÇÃO.....	47
3.1	Proposição geral.....	47
3.2	Proposição específica.....	47
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	48
4.1	Preparo dos espécimes.....	48
4.2	Tratamento clareador.....	49
4.3	Aplicação tópica de flúor.....	50

4.4	Procedimento restaurador.....	51
4.5	Teste de Microcisolhamento.....	53
4.5.1	Análise dos padrões de fratura.....	54
4.6	Análise por Espectroscopia Micro-Raman.....	55
4.7	Análise estatística.....	57
5	RESULTADOS.....	58
5.1	Microcisolhamento.....	58
5.2	Grau de conversão.....	59
6	DISCUSSÃO.....	61
7	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO A	– Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP- UEPG.....	75

1 INTRODUÇÃO

A técnica de clareamento dental, proposta inicialmente em 1989 (Haywood, Heymann¹ 1989), tornou-se a primeira opção no tratamento para dentes escurecidos, por ser segura, minimamente invasiva e de custo reduzido quando comparado a outros procedimentos restauradores (Haywood, Heymann¹ 1989, Heymann² 2005, Marshall et al.³ 2010).

Dentre as várias técnicas desenvolvidas para o propósito clareador, a técnica de consultório é útil em pacientes que não estão dispostos a se disciplinarem para o uso diário do clareador caseiro ou para aqueles que procuram obter resultados satisfatórios num menor período de tempo (Marshall et al.³ 2010). Porém, foi verificado que a técnica de consultório seria mais agressiva, em termos de diminuição da microdureza do esmalte e perda de conteúdo inorgânico, que a técnica caseira com peróxido de carbamida. Isso poderia ser explicado pelo fato de que o clareamento de consultório usa concentrações maiores com pH menores por períodos mais curtos que o caseiro; e isso poderia afetar os tecidos dentais em diferentes graus (Lewinstein et al.⁴ 2004).

O clareamento dental, seja caseiro ou de consultório, pode causar alterações morfológicas na superfície do esmalte. Estudos mostraram que materiais clareadores podem ocasionar perda mineral no esmalte em diferentes graus (Bizhang et al.⁵ 2006, Al-Salehi et al.⁶ 2007, Tezel et al.⁷ 2007), e por conseguinte, decréscimo nos valores de microdureza (Attin et al.⁸ 1997, Attin et al.⁹ 2003, Basting et al.¹⁰ 2003, Lewinstein et al.⁴ 2004, Pinto et al.¹¹ 2004, Oliveira et al.¹² 2005, Cervantes et al.¹³ 2006, Al-Salehi et al.⁶ 2007, Costa, Mazur¹⁴ 2007, Zantner et al.¹⁵ 2007, Chen et al.¹⁶ 2008, Cavalli et al.¹⁷ 2010) e aumento da rugosidade superficial (Pinto et al.¹¹ 2004, Attin et al.¹⁸ 2007, Cavalli et al.¹⁹ 2009, Martin et al.²⁰ 2010) do esmalte.

A adesão dos materiais resinosos ao esmalte clareado também é influenciada. A presença de oxigênio residual no tecido dental, após o término do clareamento (Lai et al.²¹ 2002, Wilson et al.²² 2009), inibe a polimerização desses materiais (Rueggeberg, Margeson²³ 1990), além de que um baixo grau de polimerização de materiais à base de polímeros contribui significativamente para

valores de resistência de união (RU) mais baixos (Wilson et al.²² 2009). Outra hipótese se respalda nas alterações estruturais ocorridas no dente, como perda mineral e alterações na porção orgânica (Perdigão et al.²⁴ 1998). Essas alterações morfológicas, como porosidades e perda da forma prismática do esmalte, podem enfraquecer essa região da interface adesiva e comprometer indiretamente os valores de RU (Lai et al.²¹ 2002, Chuang et al.²⁵ 2009).

Pesquisas anteriores mostraram a redução nos valores de resistência de união quando a restauração era executada imediatamente após a terapia clareadora (Lai et al.²¹ 2002, Turkun, Kaya²⁶ 2004, Bulut, Kaya, Turkun²⁷ 2005, Cavalli, Carvalho, Giannini²⁸ 2005, Nour-El-Din et al.²⁹ 2006, Unlu, Cobankara, Ozer³⁰ 2008, Gökçe et al.³¹ 2008, Uysal, Sisman³² 2008, Turkun et al.³³ 2009, Bittencourt et al.³⁴ 2010). Dessa forma, alguns estudiosos demonstraram a necessidade de se aguardar pelo menos 7 dias (Sundfeld et al.³⁵ 2005, Bulut, Turkun, Kaya³⁶ 2006, Unlu, Cobankara, Ozer³⁰ 2008, Bittencourt et al.³⁴ 2010), 14 dias (Metz et al.³⁷ 2007, Wilson et al.²² 2009) ou ainda 21 dias (Kwon³⁸ 2011) para se realizar o procedimento restaurador.

A fim de se reverter os efeitos indesejáveis anteriormente descritos, agentes dessensibilizantes, dentre eles o flúor, contidos (Attin et al.⁹ 2003, Attin et al.¹⁸ 2007, Costa, Mazur¹⁴ 2007, Chen et al.¹⁶ 2008) ou não (Attin et al.⁸ 1997, Lewinstein et al.⁴ 2004, Bizhang et al.⁵ 2006) na formulação dos clareadores, tornam-se também remineralizantes, por garantirem a restituição do conteúdo inorgânico perdido durante o tratamento (Reis, Loguercio³⁹ 2009). Entretanto, julga-se que o uso de um gel fluoretado após o clareamento, ao invés dos géis clareadores contendo flúor na formulação, seria mais eficaz na aquisição de flúor pelo esmalte (Attin et al.⁴⁰ 2006).

É aceito que o flúor tópico promove remineralização e inibe a desmineralização de tecidos duros dentais (Featherstone⁴¹ 2004, Murakami et al.⁴² 2009). Alguns estudos demonstraram que o uso do flúor pode diminuir os valores de resistência de união entre esmalte e materiais resinosos (Barcroft, Childers, Harris⁴³ 1990, Wang, Sheen⁴⁴ 1991), porém poucos estudos avaliaram se o flúor poderia interferir nos valores de resistência de união encontrados em esmalte clareado (Metz et al.³⁷ 2007, Chuang et al.²⁵ 2009).

Portanto, esse trabalho avaliou o efeito do flúor e de diferentes tempos de espera na resistência de união e no grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adesão ao esmalte

2.1.1 – Estrutura do esmalte

O esmalte é a estrutura mais rica em cálcio do corpo humano, e também a mais dura. Contém 97% de material inorgânico (hidroxiapatita) e apenas 3% de água e matéria orgânica (Junqueira, Carneiro⁴⁵ 1985, Ten Cate⁴⁶ 2001). A matriz orgânica não é formada por fibras colágenas, diferentemente da dentina (Junqueira, Carneiro⁴⁵ 1985).

A forma como os cristais estão alinhados cria uma estrutura de bastões ou prismas de esmalte, separados por uma substância interprismática, também constituída de cristalitos de apatita, alinhados em uma direção diferente da encontrada nos prismas (Ten Cate⁴⁶ 2001). Essa estrutura - os prismas de esmalte - consiste de formações hexagonais alongadas. Os prismas fazem diferentes trajetos dentro do esmalte. Partindo da dentina, vão primeiro em direção perpendicular à superfície do dente. Na região média, orientam-se em espiral e, finalmente, assumem de novo a mesma direção perpendicular. Nas porções mais laterais da coroa, os prismas do esmalte seguem um curso horizontal, perpendicular, portanto, ao grande eixo do dente (Junqueira, Carneiro⁴⁵ 1985).

2.1.2 Sistemas Adesivos

Com o surgimento e a evolução dos sistemas adesivos, novos conceitos sobre preparos cavitários foram introduzidos. Antigamente, com o objetivo de se obter retenção de uma restauração, eram necessários preparos com maior profundidade, sem qualquer preocupação com a estrutura dental sadia. Sem dúvida, essa foi a maior conquista possibilitada por esses materiais, permitindo então que preparos mais conservadores, com maior preservação da estrutura sadia remanescente, fossem executados pelo cirurgião-dentista (Busato⁴⁷ 2005, Reis, Loguercio³⁹ 2009).

Buonocore⁴⁸ (1955) na tentativa de melhorar a retenção de restaurações em resina acrílica ao esmalte introduziu o ácido fosfórico, já utilizado na indústria para condicionar metais, na Odontologia daquela época. E foi dessa maneira que o pesquisador encontrou que o esmalte se tornaria mais susceptível à adesão quando condicionado pelo ácido, assim como os metais aderiam mais efetivamente a tintas e resinas. Mais tarde, foi proposto que o condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico promovia a dissolução seletiva dos prismas de esmalte, aumento da área e da energia de superfície. E nessas irregularidades, ocasionadas pelo condicionamento ácido, é que penetravam os monômeros do adesivo (Retief⁴⁹ 1973).

Já em 1962, Rafael L. Bowen criou um novo material, que para ele poderia substituir os dois únicos materiais disponíveis na época para restaurar dentes anteriores: os cimentos de silicato, que eram altamente solúveis, e as resinas à base de metil-metacrilato, que eram pobremente estáveis dimensionalmente. Surge então o Bis-GMA (bisfenol-glicidil-metacrilato), monômero classicamente utilizado nas resinas compostas, que permitiu aos cirurgiões-dentistas executarem restaurações mais estéticas e funcionais (Bowen, Rodriguez⁵⁰ 1962).

Pelas diferentes características morfofisiológicas da dentina em relação ao esmalte (Reis, Loguercio³⁹ 2009), somente em 1979 é que Takao Fusayama introduziu o condicionamento ácido da dentina. O autor indicou o uso do ácido fosfórico 40%, para remoção da *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários, para ser usado juntamente com o adesivo “Clearfil Bond”, obtendo assim uma adequada adesão à superfície dentinária (Fusayama et al.⁵¹ 1979).

Van Meerbeek et al.⁵² (1998) realizaram uma revisão de literatura sobre o desempenho clínico dos adesivos disponíveis na época, bem como uma categorização desses adesivos de acordo com suas aplicações clínicas e o mecanismo de adesão. Entre outros tópicos analisados, os autores numeraram alguns fatores que afetariam a performance clínica dos adesivos, como: 1- fatores relacionados diretamente ao material; 2- a variável substrato; 3- tamanho e forma da lesão; 4- arco maxilar versus mandibular; 5- flexão dental; 6- idade do paciente; 7- umidade dentinária e 8- contração de polimerização da resina. Os autores ressaltaram que apesar de todas as variáveis clínicas apresentadas terem um efeito

significante na efetividade clínica dos adesivos, os seus reais impactos são difíceis de serem analisados em estudos clínicos. E assim puderam concluir que o desempenho clínico dos adesivos daquela época tinha aumentado significativamente, permitindo que as restaurações em resina composta fossem confeccionadas com um nível de sucesso clínico mais alto. Inclusive, os autores relataram que a retenção não era mais a principal causa de falha das restaurações, mas que os adesivos daquele momento não garantiam margens livres de descoloração e microinfiltração.

Atualmente, muitas foram as evoluções ocorridas nos sistemas adesivos, e a maioria delas foram produzidas com o intuito de diminuir o tempo clínico dispensado a essa etapa (aplicar ácido fosfórico, lavar e secar) (Busato⁴⁷ 2005). Também, sabe-se que essa evolução teve que ocorrer devido às diferenças morfofisiológicas encontradas na dentina. Anteriormente, a classificação dos sistemas adesivos era feita por gerações, baseadas na forma como tratam a *smear layer*. Porém, essa classificação era confusa (Reis, Loguercio³⁹ 2009), e, atualmente, optou-se por dividir os adesivos quanto ao uso ou não do ácido fosfórico (Busato⁴⁷ 2005), ou “adesivos que preconizam o condicionamento ácido ou técnica convencional” e “adesivos autocondicionantes” (Reis, Loguercio³⁹ 2009).

Peumans et al.⁵³ (2005), por meio de uma revisão sistemática, verificaram a literatura existente entre 1998 e maio de 2004 sobre a efetividade clínica dos adesivos contemporâneos quando usados para restaurar lesões cervicais não-cariosas de classe V. A retenção da restauração foi retratada como uma função do tempo para cada classe de adesivos: três e dois passos convencionais, 2 e um passo autocondicionantes, e ionômeros de vidro. Nessas classes, a taxa de falha anual (em %) foi calculada. Os resultados mostraram que os adesivos de três passos convencionais e os autocondicionantes de 2 passos foram mais fidedignos e premeditáveis na performance clínica. A efetividade clínica dos adesivos convencionais de dois passos foi menos favorável, enquanto que uma ineficiente performance clínica foi notada por parte dos adesivos autocondicionantes de um passo, mostrando a alta sensibilidade da técnica. Os autores puderam concluir que apesar de existir uma tendência em simplificar os adesivos, essa simplificação até agora parece induzir a uma perda de efetividade. E que para os adesivos

simplificados, embora sejam mais fáceis e rápidos de serem utilizados, a sensibilidade da técnica adesiva aumenta drasticamente.

Apesar dessa simplificação ocorrida nos sistemas adesivos e dos inúmeros adesivos simplificados introduzidos no mercado odontológico, muitos destes produtos ainda não são validados por testes que verifiquem sua performance. Adesivos autocondicionantes agem superficialmente sobre o esmalte, sendo incapazes de promover adequada retenção às restaurações adesivas. Desta maneira, os adesivos convencionais de condicionamento prévio continuam ainda sendo referência na clínica diária (Perdigão⁵⁴ 2007, Van Meerbeek et al.⁵⁵ 2010).

2.2 Clareamento

2.2.1 – Histórico

Um dos primeiros relatos de clareamento na literatura foi reportado por Kingsbury⁵⁶ (1861). O caso foi realizado em uma paciente de 25 anos, que apresentava dois incisivos escurecidos e necrosados. Foi usada pasta de arsênico para destruir a polpa e bloquear a sensibilidade. O autor relata que o escurecimento dos dentes foi causado pela perda de vitalidade dos mesmos, por uma quantidade de sangue que se decompõe e permeia por entre os túbulos dentinários, causando essa descoloração. Após limpeza dos canais, com iodo, o autor aplicou uma solução de cianeto de potássio, que não só removia as manchas do iodo, mas agia como um solvente para a hematina, o material corante dos glóbulos do sangue. O autor ainda relata que por muito tempo utilizava amônia para clarear dentes escurecidos, e, em muitos casos, essa aplicação se mostrou excelente; mas que não se igualava à aplicação do cianeto de potássio. Inclusive, o autor relata que a técnica do cianeto foi mais efetiva que quando se utilizavam ácidos como clareadores, visto que esses produtos destruíam a textura dos dentes e produziam injúrias à dentina.

Haywood e Heymann¹ (1989) realizaram uma pesquisa com o intuito de demonstrar a eficácia da técnica de clareamento caseira. Neste artigo, os autores reforçam a efetividade e segurança desta técnica, em que o paciente usa em casa uma moldeira, tornando o tratamento mais barato e menos dispendioso. Primeiramente, os autores realizavam a tomada de cor dos dentes do paciente.

Após a moldagem, uma moldeira de aproximadamente 2 mm era feita a vácuo sobre um modelo de gesso. Essa moldeira era ajustada, para verificar se não existia nenhum espaço ou arestas que prejudicassem sua correta adaptação. Após o ajuste, uma seringa de peróxido de carbamida a 10% era dada ao paciente, que era instruído para colocar 2 ou 3 gotas do peróxido nos espaços correspondentes aos dentes que deviam ser clareados. A cor dos dentes era avaliada entre 2 a 5 semanas, para verificar as alterações ocorridas. No caso apresentado pelos autores, a paciente teve bons resultados em 5 semanas, com um tempo aproximado de 7 a 8 h por noite. Os autores concluíram que a técnica de clareamento vital com moldeira era uma alternativa conservadora e viável comparada à técnica convencional de dentes vitais, e deveria ser considerada a primeira opção de tratamento para dentes levemente escurecidos.

Heymann² (2005) classificou as técnicas clareadores em 3 modalidades: clareamento caseiro supervisionado pelo dentista, clareamento de consultório e clareamento com medicamentos de venda livre. Relatou que o clareamento mais popular é o clareamento caseiro, em que o paciente usa um agente clareador de baixa concentração e uma moldeira customizada. Já o clareamento de consultório geralmente envolve a utilização de peróxido de hidrogênio a concentrações mais altas (25 a 35%), porém num período de tempo mais curto. E que o clareamento com medicamentos de venda livre seria uma opção mais barata de clareamento, mas que pode ser efetiva igualmente aos produtos utilizados com supervisão pelo dentista, se bom materiais forem utilizados. O autor considera o clareamento dental, quando administrado corretamente, um dos procedimentos estéticos mais seguros, efetivos e conservadores disponíveis atualmente para o tratamento da discromia dental.

2.2.2 – Alterações na superfície do esmalte após clareamento

Pinto et al.¹¹ (2004) avaliaram a rugosidade, microdureza e morfologia superficial do esmalte dental humano tratado com seis agentes clareadores contendo altas concentrações de peróxidos para uso profissional e caseiro. Utilizaram-se 77 fragmentos de esmalte, distribuídos em sete grupos (n = 11): G1- controle; G2- Whiteness Perfect - peróxido de carbamida 10%; G3- Colgate Platinum

– peróxido de carbamida 10%; G4- Day White 2Z - peróxido de hidrogênio 7,5%; G5- Whiteness Super – peróxido de carbamida 37%; G6- Opalescence Quick – peróxido de carbamida 35% e G7- Whiteness HP – peróxido de hidrogênio 35%. O grupo controle permaneceu em saliva artificial por 2 semanas. O teste de microdureza foi realizado com indentador *Knoop* e a rugosidade superficial (antes e após o tratamento clareador) foi verificada no rugosímetro. As alterações morfológicas foram observadas por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Concluiu-se que após os procedimentos clareadores, todos os agentes utilizados promoveram uma redução da microdureza e aumento da rugosidade superficial. E, que comparado aos grupos armazenados em saliva artificial (não clareados), o peróxido de hidrogênio 35% aumentou a rugosidade e alterou significativamente a morfologia superficial do esmalte.

Al-Salehi et al.⁶ (2007) avaliaram os efeitos das concentrações de peróxido de hidrogênio na perda de mineral e microdureza de esmalte bovino. Foram utilizados 26 dentes bovinos: 5 foram utilizados para medição de liberação de íons e 21 para a mensuração da microdureza. As amostras foram imersas em 10 mL de peróxido de hidrogênio a 0% (controle), 3%, 10%, ou 30%, por 24 h. Após as leituras iniciais, as amostras foram clareadas de acordo com o grupo em que estavam e novamente submetidas ao teste de microdureza Vickers e de liberação de íons. Os resultados mostraram que as diferenças de liberação de íons após tratamentos entre os diferentes grupos foram estatisticamente significantes ($p < 0,025$); e que a liberação de íons cálcio e fósforo aumentaram com o aumento da concentração do peróxido de hidrogênio. Houve também uma redução significativa ($p < 0,05$) nos valores da microdureza Vickers do esmalte após o clareamento. Com os dados obtidos, os autores ressaltam os problemas ocasionados pelo uso irracional desses materiais, ou quando não são seguidas as instruções do fabricante. Por fim, os autores concluem que houve perda de íons cálcio e fósforo após todos os tratamentos, tanto em esmalte quanto em dentina. A quantidade de liberação de íons foi proporcional ao aumento da concentração de peróxido de hidrogênio; além de que a microdureza do esmalte diminuiu significativamente após clareamento. Também se pode notar, segundo os autores, que exposições prolongadas ao peróxido de hidrogênio afetaram potencialmente o conteúdo mineral e a microdureza do esmalte bovino.

Tezel et al.⁷ (2007) compararam a perda de cálcio de esmaltes tratados com peróxido de hidrogênio (HP) a 35% e a 38%, e peróxido de carbamida (PC) a 10%. Foram obtidos 40 espécimes, distribuídos em 4 grupos: HP 38% (Opalescence Xtra Boost), HP 35% (Rembrandt Lightning Plus) e CP 10% (Opalescence 10%) e grupo controle. Todos os espécimes foram mantidos em saliva artificial durante o período experimental. Após as aplicações, os dentes foram escovados com dentifrício fluoretado, que estava incluído no kit clareador. Após a aplicação dos agentes clareadores, os espécimes foram lavados e cobertos com cera, deixando uma área livre, onde uma solução de ácido acético na forma de ácido acético misturado com acetato de sódio (pH=4) foram usados para criar uma cárie artificial. A concentração de cálcio das soluções foi medida com um espectrofotômetro de absorção atômica, bem como a concentração de cálcio de cada espécime, analisada nos dias 4, 8, 12 e 16. A diferença de perda de cálcio do grupo CP 10% foi estatisticamente significativa quando comparado aos grupos HP 38% e HP 35% com luz. Os autores atribuem essas diferenças às variações de concentração dos agentes clareadores, já que a perda de cálcio foi significativa quando concentrações mais elevadas de peróxido de hidrogênio foram utilizadas.

Ulukapi⁵⁷ (2007) avaliou três técnicas clareadoras e seus efeitos na microdureza do esmalte. Foram utilizados 40 espécimes de esmalte, divididos em 4 grupos (n=10): grupo controle; grupo 1 - White Smile (peróxido de carbamida 10%, técnica de clareamento com moldeira), realizado por 112 h; grupo 2 – Union Broach (peróxido de hidrogênio 35% - com iluminação, de acordo com as instruções do fabricante); grupo 3 – microabrasão de esmalte com ácido hidroclorídrico 18%. As alterações no esmalte foram verificadas utilizando-se valores de microdureza (VHN). Foram avaliadas três características: amolecimento, reendurecimento e mudanças nos valores da microdureza. A análise estatística demonstrou que o clareamento caseiro não afetou a microdureza superficial do esmalte. Já com o ácido hidroclorídrico e com o peróxido de hidrogênio 35%, existiu uma diminuição significativa da microdureza do esmalte após 0 e 24 h. Entretanto, após 72 h, um reendurecimento significativo foi observado nesses grupos, provavelmente devido ao cálcio e fosfato contido na saliva artificial. Os autores concluíram que o clareamento caseiro 10% é uma técnica segura, em termos de microdureza superficial; e que a técnica de clareamento de consultório, com peróxido de hidrogênio 35% também é

uma técnica segura, mesmo com a diminuição da microdureza superficial, justamente porque o reendurecimento acontece.

2.2.3 – Efeitos dos agentes clareadores na resistência de união imediatamente após e em diferentes períodos de espera para o tratamento adesivo

No estudo de Uysal et al.⁵⁸ (2003) foi determinado o efeito do clareamento com peróxido de hidrogênio 35% na resistência de união ao cisalhamento de *brackets* ortodônticos metálicos, imediatamente após o clareamento ou 30 dias após. Foram usados 60 pré-molares, divididos em 3 grupos (n=20). O grupo A foi condicionado com ácido fosfórico 37% antes da adesão do *bracket* metálico. Os dentes dos grupos B e C foram clareados com peróxido de hidrogênio 35% (Quasar Brite, Spectrum Dental), de acordo com as instruções do fabricante. O grupo B foi restaurado imediatamente e, o grupo C foi armazenado em saliva artificial por 30 dias, e então restaurados. A resistência de união desses *brackets* foi determinada em MPa. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união entre os grupos ($p>0,05$), entretanto os maiores valores de resistência de união foram encontrados no grupo clareado e imerso em saliva artificial por 30 dias (Grupo C); confirmando-se que qualquer efeito adverso do oxigênio residual foi neutralizado durante esse período. Também, os autores confirmam que o uso de saliva artificial pode ser mais apropriado para reproduzir as condições clínicas intra-orais, ao invés de água destilada. Os resultados deste estudo sugerem que clareamento de consultório com peróxido de hidrogênio 35% não afeta a resistência de união de *brackets* aderidos imediatamente após o clareamento ou 30 dias depois; além de que a imersão dos dentes em saliva artificial não teve um efeito significativo na resistência de união, mas uma espera de 2 a 3 semanas pode ser benéfica para o tratamento adesivo.

Nour El-din et al.²⁹ (2006) determinaram a resistência ao cisalhamento, grau de infiltração da resina e padrão de fratura de adesivos à base de solventes orgânicos (acetona ou álcool) para serem usados na adesão imediata ao esmalte clareado. Foram utilizados 72 incisivos bovinos, divididos em 3 grupos (n=24): grupo controle, armazenado em água destilada; grupo clareado com peróxido de

hidrogênio 38% (Opalescence Xtra Boost) e grupo clareado com peróxido de carbamida 10% (Opalescence), posteriormente divididos em 2 subgrupos (n=12), de acordo com o sistema adesivo utilizado: Single Bond, à base de etanol, de frasco único e One Step, à base de acetona, também de frasco único. Após a terapia clareadora, todos os espécimes foram restaurados imediatamente. Para o teste de cisalhamento, uma lâmina foi colocada paralelamente à superfície do dente a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para a análise da penetração resinosa, um espécime de cada grupo foi estudado no MEV, bem como os padrões de fratura. O grupo que obteve o menor valor de resistência de união foi o grupo clareado com peróxido de hidrogênio 38% e restaurado com adesivo à base de etanol. Houve predominância de fraturas adesivas em todos os espécimes. *Tags* resinosos se apresentaram finos e fragmentados quando da utilização de ambos agentes clareadores. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento do peróxido de hidrogênio 38% e do peróxido de carbamida 10% foram significativamente mais baixas quando comparadas aos grupos não-clareados, e essa resistência de união não foi revertida a valores normais com uso de adesivos à base de acetona ou etanol.

Marson, Sensi, Arruda⁵⁹ (2008) verificaram a influência do clareamento dental em diferentes concentrações sobre a resistência de união ao esmalte, como também o tempo de espera entre clareamento e restauração. Foram utilizados 50 molares, divididos em 5 grupos (n=10): G1- sem clareamento; G2- clareamento com peróxido de carbamida 10% e restauração após 24 h; G3- clareamento com peróxido de carbamida 10% e restauração após 7 dias; G4- clareamento com peróxido de hidrogênio 35% e restauração após 24 h; G5- clareamento com peróxido de hidrogênio 35% e restauração após 7 dias. Após, os cilindros de resina composta foram confeccionados sobre os espécimes de esmalte, e então submetidos ao teste de microcisalhamento. Os tipos de fratura foram classificados em: adesiva; coesiva no esmalte; coesiva na resina; mista (2 tipos de fratura). Os resultados mostram que houve redução estatisticamente significativa no grupo clareado com peróxido de hidrogênio 35% e restaurado 24 h após. Já os grupos em que as restaurações foram feitas 7 dias após o término do clareamento, e armazenados em saliva artificial, verificou-se um aumento dos valores próximos ao esmalte não clareado. Os autores concluíram que o clareamento com peróxido de carbamida 10% por 2 h ao dia, seguido de restauração 24 h após, não diminuiu os valores de resistência de união

após o clareamento, enquanto que o clareamento com peróxido de hidrogênio 35% e restaurado após 24 h reduziu esses mesmos valores.

Outro estudo, realizado por Gurgan et al.⁶⁰ (2009) pesquisou, por meio do teste de cisalhamento, a resistência de união de uma resina composta nanohíbrida ao esmalte, imediatamente ou 15 dias após o clareamento, usando diferentes sistemas adesivos e aplicação de laser. Foram utilizados 140 espécimes de esmalte, divididos em 2 grupos (n=70): clareamento com peróxido de carbamida 16% (Viva Style 16%) ou 30% (Viva Style 30%). Após o tratamento clareador, os espécimes foram novamente divididos em 2 subgrupos (n=35) de acordo com o tempo de espera: imediatamente ou 15 dias após o tratamento clareador. Os 4 grupos foram então divididos em 5 subgrupos de acordo com o tratamento de superfície: 1- adesivo de condicionamento prévio com ácido fosfórico (Excite); 2- laser+Excite; 3- laser+ ácido fosfórico+Excite; 4- adesivo autocondicionante de 2 passos (Adhese) e 5- laser+Adhese. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados demonstraram não haver diferença significativa nos valores médios de resistência de união do esmalte clareado com 16 ou 30% de peróxido de carbamida. Não houve diferença significativa entre os grupos aderidos imediatamente ou 15 dias após clareamento. A aplicação do adesivo de condicionamento prévio após 15 dias mostrou as mais altas médias de resistência de união. Concluiu-se que os diferentes tratamentos clareadores utilizados não diferem no que diz respeito à resistência de união, assim como o tempo de espera “imediatamente” ou 15 dias depois. Mas que a posterior utilização de adesivos de condicionamento prévio pode prover melhores resultados de resistência de união que quando usados adesivos autocondicionantes e laser.

Também, Wilson et al.²² (2009) realizaram um estudo com o objetivo de entender porque existe uma redução na resistência de união em 2 semanas após o clareamento ser finalizado, analisando a superfície do esmalte quimicamente e morfolologicamente e para verificar se existe uma diferença entre superfícies polidas e superfícies naturais dos dentes, nos testes de resistência de união à tração. Para tanto, foram utilizados 62 dentes humanos, sendo 42 dentes deixados com suas superfícies de esmalte intactas, e 20 com as superfícies polidas. Os clareadores utilizados foram Crest Whitestrips (peróxido de hidrogênio 6,5%) e Opalescence Gel

(peróxido de hidrogênio 10%). Os intervalos de pós-clareamento incluíram: 1 dia; 1 semana e 2 semanas para as superfícies naturais dos dentes, e para as superfícies polidas os intervalos foram: 1 dia e 2 semanas. A adesão foi realizada com o adesivo Single Bond Plus e com a resina composta Filtek Z250. Para o teste de microtração, foram confeccionados espécimes retangulares. Os espécimes foram analisados por espectroscopia micro-Raman e em MEV posteriormente. Os autores puderam concluir que o clareamento diminuiu significativamente os valores de resistência de união no 1º dia, mas após 2 semanas, o clareamento não teve nenhum efeito significativo na resistência de união. O MEV revelou que as interfaces resina/esmalte após clareamento exibiram mais formações granulares ou de bolhas. Já a espectroscopia micro-Raman indicou, segundo os autores, que a liberação de oxigênio do esmalte tratado com clareador inibiu a polimerização da resina, causando defeitos na interface e menores valores de resistência de união.

Com o objetivo de verificar qual o tempo necessário para se realizar restaurações após clareamento, Bittencourt et al.³⁴ (2010) avaliaram a resistência de união entre resina composta e esmalte e dentina clareados com peróxido de hidrogênio 35% por diferentes períodos de tempo: imediatamente, 7, 14 e 21 dias. As unidades experimentais consistiam de 100 fragmentos de esmalte e 100 de dentina, obtidos de dentes terceiros molares. Esses fragmentos foram fixados nas superfícies vestibulares dos pré-molares e primeiro molar superiores, assim como nas faces palatinas dos primeiros molares dos pacientes. Após uma semana da fixação dos espécimes, um fragmento foi removido do esmalte e um da dentina, correspondentes ao grupo controle. O clareamento foi realizado, e um fragmento de esmalte e um de dentina foi retirado de cada participante: esse grupo representou o grupo restaurado imediatamente após clareamento. Após 7, 14 e 21 dias, o mesmo procedimento foi adotado. Foi realizado o teste de cisalhamento e análise dos modos de fratura. Os resultados mostraram diferenças significativas nos valores de resistência de união entre o grupo controle e o grupo restaurado imediatamente após o clareamento. Entretanto, não houve diferença significativa entre o grupo controle e os grupos restaurados em 7, 14 e 21 dias após o clareamento de consultório. Já o modo de fratura foi predominantemente falha adesiva. Os autores concluíram o peróxido de hidrogênio 35% reduz a resistência de união entre resina

composta e esmalte/dentina. Inclusive, que os valores voltaram à normalidade após uma semana do clareamento, sendo esses valores similares ao grupo controle.

2.3 Teste de Microcissalhamento

O teste de microcissalhamento foi idealizado, inicialmente, por Shimada et al.⁶¹ (1999) para se realizar o método, superfícies de substrato dental são planificadas, e essa superfície recebe tratamento adesivo. Este é fotoativado, para em seguida receber tubos de polietileno (0,7 mm de diâmetro interno por 0,4 mm de altura, aproximadamente) preenchidos com resina composta de baixa viscosidade. O compósito é fotopolimerizado, e os tubos são removidos com lâminas de bisturi. Os corpos-de-prova ficam armazenados a 37°C por 24 h, para então se realizar o teste de microcissalhamento. O teste é realizado em uma máquina de ensaios, onde os cp são dispostos perpendicularmente à célula de carga. No modelo tradicional, utiliza-se um fio ortodôntico (0,2 mm de espessura), que é colocado o mais próximo possível da interface adesiva. O fio é tracionado a uma velocidade de 0,5 mm/min, até que ocorra a fratura do corpo-de-prova.

McDonough et al.⁶² (2002) realizaram um estudo com o objetivo de melhorar o teste de microcissalhamento, de maneira que o método pudesse fornecer dados mais fidedignos e reais de resistência de união. Foram obtidos cortes de esmalte e dentina de aproximadamente 1 mm de espessura. Os espécimes foram condicionados e em seguida foi aplicado o sistema adesivo (autocondicionante – Clearfil Liner Bond e condicionamento prévio – Clearfil PhotoBond). No teste, preconizou-se que diâmetro dos espécimes seria no máximo 0,7 mm e 0,4 mm de altura, pois mais espécimes poderiam ser aderidos num mesmo substrato dental, seja ele de esmalte ou de dentina. Os tubos *tygon* foram firmemente aderidos às superfícies, com auxílio de uma fita dupla-face, para prevenir que a resina escapasse da área pré-definida. Dessa maneira, 5 a 6 *tygons* foram aderidos em cada espécime de dentina e esmalte. Após armazenamento em água a 37°C por 24 h, os tubos foram removidos. O equipamento era composto de uma lâmina, colocada logo acima dos cilindros de resina. Foi utilizada uma velocidade de 0,5 mm/min, e os valores de resistência de união ao microcissalhamento foram dados em MPa. Os resultados do estudo mostraram que a resistência de união foi dependente dos

sistemas adesivos, da região dental, e da orientação de seccionamento do dente. Concluiu-se que o teste de microcisolamento proposto oferece a vantagem de ser versátil e uma ferramenta útil para se compreender as interações que ocorrem na interface dente/resina composta.

Foong et al.⁶³ (2006) avaliaram, por meio de dois testes de microcisolamento, 3 adesivos de um passo único ao esmalte e um *primer* autocondicionante. Para isso, foram utilizados 119 espécimes de esmalte, e em cada espécime foi realizado procedimento adesivo de acordo com as instruções do fabricante, utilizando-se um dos adesivos: Clearfil Protect Bond, Xeno III, G Bond ou One-Up Bond F. Após, microtubos de 0,8 mm de diâmetro e altura de 1 mm foram dispostos acima do adesivo, e então polimerizados. A resina foi em seguida disposta nos tubos e polimerizada por 40 s, sobre o substrato dental. Foram descartados espécimes com bolhas, vistos em microscópio com 10X de aumento, e armazenados em água por 7 dias, para então realizar o teste de microcisolamento. Foi utilizada uma velocidade de 1 mm/min até a falha, usando uma lâmina ou um fio para aplicação da força. No teste com a lâmina, esta era colocada perpendicularmente à interface resina/esmalte, o mais próximo possível da mesma. Os resultados mostraram que houve diferença significativa quando a lâmina e o fio foram utilizados. O método do fio ofereceu resultados mais consistentes, demonstrados pelos menores coeficientes de variação e desvios-padrões. No trabalho não teve fratura tipo coesiva em esmalte. Concluiu-se que os adesivos de frasco único não foram capazes de criar uma adesão efetiva ao esmalte como os adesivos autocondicionantes de 2 passos. E o método selecionado pode afetar significativamente os resultados de resistência de união ao microcisolamento, além do método com fio ortodôntico ser considerado mais simples de se empregar comparado ao método com lâmina.

Com o intuito de verificar quais eram os efeitos de materiais restauradores e sistemas adesivos nos testes de microtração e microcisolamento, Andrade et al.⁶⁴ (2010) compararam os testes e ainda verificaram se eles eram capazes de alcançar conclusões semelhantes. Foram utilizados 36 molares humanos para o experimento, seccionados em duas metades – uma utilizada para o teste de microtração e a outra para microcisolamento. Três sistemas adesivos foram

testados: Solobond Plus (condicionamento prévio de três passos), Adper Single Bond 2 (condicionamento prévio de dois passos) e Futurabond (autocondicionante de um passo), e duas resinas compostas: uma microhíbrida (Filtek Z250) e uma *flow* (Filtek Flow Z350). Para o teste de microtração, foram obtidos palitos com 0,9 mm de espessura. Já para o microcisolamento, tubos *tygon* de 0,7 mm de diâmetro e 0,4 mm de altura foram posicionados sobre a superfície de esmalte previamente planificada. Para o teste propriamente dito, um fio ortodôntico foi colocado ao redor do cilindro de resina e uma força de 0,5 mm/min foi aplicada até haver a falha do espécime. Os modos de fratura foram analisados em MEV. Os resultados mostraram que para ambos os testes, somente o fator resina composta foi estatisticamente significativa, e que houve correlação positiva e significativa entre os resultados dos testes. Os autores concluíram que um compósito microhíbrido deve ser preferencialmente utilizado nos testes de microtração e microcisolamento, devido ao reduzido número de falhas coesivas, e também devido ao alto número de valores de resistência de união obtidos, porque demonstra que o teste possui maior sensibilidade para mensurar diferenças entre condições experimentais. Inclusive, ambos os métodos parecem ser positivos e correlacionados, levando, provavelmente, a conclusões similares.

El-Zohairy et al.⁶⁵ (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a precisão dos testes de microtração e de microcisolamento em determinar 4 adesivos de diferentes classificações, de acordo com a resistência de união ao esmalte e identificar os modos de fratura envolvidos. Foram utilizados 40 dentes: 20 para microcisolamento e 24 para microtração. Quatro sistemas adesivos foram utilizados: autocondicionante de 2 passos (Clearfil SE Bond-SEB), autocondicionante de frasco único (Adper Prompt L-Pop- APL) que necessita ser misturado e um que não necessitava (Hybrid Bond-HB) e um sistema de condicionamento prévio de 2 passos (Adper Single Bond- ASB). No teste de microcisolamento, a resina composta foi posicionada em *tygons* de 0,8 mm de diâmetro interno e 0,5 mm de altura. Os adesivos foram aplicados e fotopolimerizados, para então receber o *tygon* e a resina. Para o teste de microtração, foram obtidos palitos de 0,75 mm de espessura, mensurados com um paquímetro. Já para o teste de microcisolamento, um fio de 0,2 mm foi colocado ao redor do cilindro de resina - após retirar-se o *tygon* -, colocado o mais próximo

possível da interface resina-esmalte. Uma força de cisalhamento foi aplicada, numa velocidade de 1,0 mm/min. Os modos de fratura foram determinados por microscopia ótica e MEV. Os resultados do teste de microtração mostraram a seguinte classificação para os adesivos: SEB=ASB=APL>HB. O maior percentual em modo de falha foi coesiva em esmalte ou na junção dentina-esmalte. Já para o HB, maior percentual de falhas adesivas foi encontrado. No teste de microcisalhamento, os adesivos foram classificados como se segue: ASB>SEB=APL>HB, e o modo de fratura foi predominante adesiva. Os autores concluíram que a classificação parece ser teste-dependente, e o microcisalhamento parece ser mais preciso em diferenciar os adesivos mais fortes.

2.4 Espectroscopia Micro-Raman

2.4.1 – Fundamentos da Espectroscopia Micro-Raman

A espectroscopia Raman é uma técnica fotônica de alta resolução que proporciona em poucos segundos uma informação química e estrutural de quase uma gama de materiais ou composto orgânico e/ou inorgânico, permitindo assim sua identificação. A análise espectroscopia Raman se baseia no exame da luz dispersada por um material ao incidir sobre ele um feixe de luz monocromático. Uma pequena porção de luz é dispersa inelasticamente, experimentando algumas mudanças de frequência que são características do material analisado, e independentes da frequência de luz incidente. É uma técnica de análise que se realiza diretamente sobre a superfície do material analisado, sem necessitar de nenhum tipo de preparação especial e que não leva a nenhuma alteração na superfície onde se realiza a análise, ou seja, não-destrutiva (Pueyo⁶⁶ 2005).

A análise mediante espectroscopia Raman se baseia na incidência de um feixe de luz monocromática de certa frequência, sobre uma amostra cujas características moleculares se desejam determinar, e examinar a luz dispersada por esta amostra. A maior parte da luz dispersada apresenta a mesma frequência da luz incidente, mas uma fração muito pequena apresenta uma troca frequencial, resultado da interação da luz com a matéria. A luz que mantém a mesma frequência que a luz incidente se denomina dispersão Rayleigh e não reporta nenhuma

informação sobre a composição da amostra analisada. Já, a luz dispersada que apresenta frequências distintas às da radiação incidente, é a que proporciona informação sobre a composição molecular da amostra e é a que se conhece como dispersão Raman, ou frequências Raman: características da natureza química e do estado físico da amostra e independente da radiação incidente (Pueyo⁶⁶ 2005).

2.4.2 – Utilização do método na Odontologia

Tsuda e Arends⁶⁷ (1997), por meio de uma revisão de literatura, analisaram as aplicações da espectroscopia Raman naquela época, além de numerarem algumas vantagens do micro-Raman sobre a espectroscopia com infravermelho: simplicidade no preparo de espécimes, fácil análise dos espectros/bandas, e respostas sobre as concentrações minerais/químicas. Os autores ainda ressaltam que a técnica poderia ser muito mais utilizada na pesquisa odontológica, mas que existe um problema: a fluorescência exibida pelos materiais biológicos. Na revisão, foram analisados os estudos realizados em esmalte, dentina, cálculo, e minerais sintéticos e detecção de Fluoreto de Cálcio (CaF_2) no esmalte. Os autores concluíram que a espectroscopia micro-Raman é uma técnica útil para se analisar aspectos da pesquisa odontológica, por oferecer informações únicas.

Miyazaki et al.⁶⁸ (2003) por meio da espectroscopia Raman, analisaram a porcentagem de duplas ligações residuais de um adesivo na interface dentina/resina. Para tanto, foram utilizados espécimes de dentina bovina, onde foram realizados os procedimentos adesivos: três sistemas autocondicionantes (Mac Bond, Clearfil Mega Bond e Imperva Fluoro Bond) e um sistema de condicionamento prévio (Single Bond). Espécimes foram seccionados e polidos. Os espectros foram obtidos perpendicularmente à interface dentina-resina. A medição das duplas ligações de carbono residual foi realizada comparando-se à resina não polimerizada (1638 cm^{-1}) contra as ligações C=O do grupo éster (1719 cm^{-1}). A porcentagem das duplas ligações residuais, incluindo ligações duplas monoméricas, foi calculada, pela razão deste valor com a da resina não polimerizada. Os resultados mostraram que a quantidade de duplas ligações residuais na camada híbrida varia entre 10 e 25%, comparado ao adesivo não polimerizado. Não houve relação entre a porcentagem de duplas ligações residuais e a localização dentro da interface dentina/resina. Os

autores concluíram que a microscopia Raman é uma ferramenta útil para medir as duplas ligações residuais na interface dentina-resina.

Com o objetivo de melhor entender o mecanismo de adesão dos adesivos de frasco único, Sato e Miyazaki⁶⁹ (2005) estudaram o grau de desmineralização de dentina bovina e a extensão da penetração do monômero na dentina desmineralizada com o uso da espectroscopia Raman e MEV. Os adesivos analisados foram dois sistemas de 1 passo (One-Up Bond F e Reactmer Bond) e um *primer* autocondicionante (Mac-Bond II). Incrementos de resina composta foram aderidos aos espécimes, que foram então seccionados paralelamente aos túbulos. Espectros Raman foram obtidos perpendicularmente à interface dentina/adesivo, bem como se conduziram as observações em MEV. Picos de 635 cm^{-1} e 1450 cm^{-1} foram designados como o anel aromático do Bis-GMA e grupo C-H, respectivamente. Os resultados demonstraram que a interface dentina/resina dos adesivos de passo único mostrou uma transição gradual na quantidade de adesivo entre resina e dentina. A extensão da penetração na dentina desmineralizada demonstrou ser mais bem observada pela espectroscopia Raman que por MEV. Os autores concluíram que a espectroscopia Raman foi uma ferramenta útil para estudar a variação da composição química através da interface dentina/resina. E que a difusão dos monômeros na dentina desmineralizada pode produzir uma penetração resinosa com sua maior concentração na superfície do adesivo, menor concentração no meio da camada híbrida, e pouca infiltração na porção mais profunda da zona desmineralizada.

Os efeitos dos agentes clareadores no esmalte também podem ser avaliados por espectroscopia Raman. Santini et al.⁷⁰ (2008) avaliaram as mudanças na concentração de fosfato da superfície de esmalte tratado com peróxido de carbamida 10%, por um período de 28 dias. Foram utilizados 6 molares humanos, seccionados em metades e planificados, obtendo-se 12 espécimes, tratadas por 28 dias com o agente clareador. Espectros Raman foram obtidos antes do clareamento e após 7, 14, 21 e 28 dias. A diferença nos valores do pico de fosfato (PO_4^{3-} - 980 cm^{-1}) foram analisadas. Nos dias 7, 14 e 21, houve um decréscimo significativo na concentração de fosfato, comparados às medidas iniciais, mas não no dia 21. Os autores concluíram que o clareamento resultou numa perda de fosfato pela

superfície de esmalte, provavelmente acompanhada de uma degradação na matriz de esmalte. Por isso, o peróxido de carbamida 10% não deve ser utilizado num período maior que 7 dias.

Santini e Miletic⁷¹ (2008) avaliaram o grau de conversão, a desmineralização da dentina, a penetração do adesivo na interface dentina-adesivo de sistemas adesivos autocondicionantes (AdheSE, de dois passos e AdheSE One, de um passo) pela espectroscopia micro-Raman. Para o grupo controle, utilizou-se o adesivo de condicionamento prévio Excite. Nove molares humanos foram distribuídos em três grupos. Planificou-se a superfície de dentina, e uma *smear layer* foi produzida por discos de carbeto de silício. Após aplicação e fotoativação dos respectivos adesivos, os dentes foram seccionados em fatias de 1 mm de espessura - 4 de cada dente - para serem utilizados no micro-Raman. Seis espectros de cada amostra foram gravados, num total de 24 espectros por dente, sendo três dentes por grupo. Os picos estudados foram: apatita (960 cm^{-1}), para se verificar o grau de desmineralização (foram observadas zonas de mineralização não afetadas e afetadas pelo sistema adesivo), picos alifáticos (1639 cm^{-1}) e aromáticos (1609 cm^{-1}), para se verificar o grau de conversão dos adesivos (os picos foram analisados nos adesivos polimerizados e não polimerizados). Os resultados mostraram que existiu diferença estatisticamente significativa na profundidade de desmineralização da dentina entre todos os adesivos testados. A profundidade e o grau de desmineralização diminuíram na seguinte ordem: Excite>AdheSE>AdheSE One. A média e o desvio padrão para o grau de conversão (em %) dos adesivos foram: 85,2 ($\pm 2,9$) para o Excite; 81,4 ($\pm 4,2$) para o AdheSE e 54,3 ($\pm 10,1$) para o AdheSE One. E dentro da camada híbrida foi 55,2 ($\pm 22,5$) para Excite; 65,1 ($\pm 16,9$) para AdheSE e 42,0 ($\pm 16,2$) para AdheSE One. Os autores puderam concluir que existe uma discrepância entre a desmineralização da dentina e a penetração dos adesivos. Também, que uma quantidade significativa de monômeros residuais foi associada a todos os sistemas adesivos, particularmente nos sistemas de condicionamento prévio. E que o adesivo AdheSE foi o que apresentou a menor quantidade de monômeros residuais dentro da zona desmineralizada de dentina.

Miletic, Santini e Trkulja⁷² (2009) compararam a razão entre duplas ligações de carbono (RDB) de dois adesivos fotoativados por 5 diferentes unidades

fotoativadoras com auxílio da espectroscopia micro-Raman. Para tanto, foram utilizados 10 espécimes de cada adesivo, fotoativados em placas de vidro fosco: Excite e AdheSE Bond, para cada uma das 5 unidades fotoativadoras (4 LEDs por 10 s e uma lâmpada halógena por 10 s ou 20 s). Após, foram obtidos 3 espectros micro-Raman de cada espécime, em áreas aleatórias. Espectros dos dois materiais não polimerizados foram obtidos, como referência para os cálculos de RDB. Foram analisados os picos alifáticos – duplas ligações de carbono - (1639 cm^{-1}) e aromáticos (1609 cm^{-1}) tanto nos adesivos polimerizados como não polimerizados. Os valores encontrados foram 62-76% para o Excite, 36-50% para o Adhese sem *primer*, e 58-63% para o Adhese B (avaliou-se o efeito do *primer* na RDB). Os autores atribuíram esses baixos valores por não haver difusão nem eluição de *primers* ou monômeros não reativos em um substrato (por não estar em contato com dentina nem esmalte). Os autores concluíram que os maiores valores de RDB foram no adesivo de condicionamento prévio fotoativado pela lâmpada halógena por 20 s, comparado ao uso desse mesmo aparelho por 10 s e com os LEDs. E que a presença de um *primer* no sistema autocondicionante comprometeu a polimerização e resultou em baixa RDB. Também, que os valores de RDB do adesivo de condicionamento prévio foram maiores, comparado ao adesivo autocondicionante.

2.5 Flúor

2.5.1 – Efeito do flúor no esmalte

Embora o esmalte seja um tecido “morto”, no sentido biológico, ele é permeável, característica esta que o permite fazer trocas iônicas com o ambiente oral, particularmente com a saliva. Um exemplo de troca seria, quando após a aplicação tópica de flúor à superfície do esmalte, a substituição da hidroxila, da hidroxiapatita, pelo íon fluoreto da aplicação, tornando a sua resistência aumentada em meio ácido (Ten Cate⁴⁶ 2001).

2.5.2 Efeitos do flúor no esmalte clareado, na composição do agente clareador ou após clareamento, em termos de reestruturação do esmalte e resistência de união

Em 1997, Attin et al.⁸ realizaram um estudo com o intuito de avaliar, *in vitro*, a capacidade remineralizadora de diferentes tratamentos tópicos com flúor no esmalte clareado com um gel de peróxido de carbamida 10% (Opalescence). Sessenta incisivos bovinos foram distribuídos em 4 grupos (n=15): Grupo A: durante a primeira hora do período remineralizante em saliva, os espécimes foram cobertos com verniz de flúor (Duraphat, 2,23% de fluoreto de sódio) e então armazenados em saliva artificial pelas 7 h seguintes de remineralização; Grupo B: armazenados em solução fluoretada (0,2% de fluoreto de sódio) por um minuto antes do período de remineralização; Grupo C: não recebeu flúor; Grupo D: sem clareamento – os espécimes foram armazenados em água destilada durante o clareamento e remineralizados em saliva artificial como nos grupos acima. Os testes de microdureza Vickers (VHN) foram feitos antes de experimento, e após o segundo e quarto ciclo. Os resultados apontaram que a dureza diminuiu significativamente nos Grupos A a C, quando comparados ao grupo controle. O grupo clareado e que não recebeu aplicação de flúor (Grupo C) mostrou a maior redução de dureza quando comparado aos grupos que receberam tratamento com flúor. Entretanto, não houve diferença significativa entre os dois grupos que receberam fluoretação. Dessa maneira, os autores concluíram que a aplicação de um verniz fluoretado ou de um enxaguatório bucal com flúor na composição é recomendado após a exposição dos dentes ao agente clareador peróxido de carbamida, a fim de se aumentar a remineralização do esmalte clareado.

Também, Attin et al.⁹ (2003) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de géis experimentais de peróxido de carbamida fluoretados na formação de desmineralização induzida no esmalte. Foram preparados 75 dentes bovinos distribuídos aleatoriamente em 5 grupos (Grupo A a E). Os espécimes foram tratados com peróxido de carbamida 10% por 8 h e submetidos 2 vezes à remineralização por 2 h em saliva artificial, e à desmineralização por 90 s em uma solução cítrica a 1% e pH 2,2. Os ciclos de tratamento com peróxido de carbamida e dois ciclos de desmineralização-remineralização foram repetidos por 3 vezes. Os géis de peróxido de carbamida eram diferentes em termos de pH e conteúdo de flúor

(Gel A e B eram fluoretados – 0,05% de flúor, Gel C e D, não fluoretados). No Grupo E, as amostras eram armazenadas em água por 8 h. O teste de microdureza Knoop (KHN) foi realizado logo após o polimento dos espécimes, e também após cada procedimento clareador e desmineralização. Todos os espécimes demonstraram diminuição de microdureza no fim do experimento. Após 3 dias, os espécimes controles revelaram uma redução de dureza significativamente menor quando comparada aos espécimes tratados com gel de peróxido de carbamida. Concluiu-se que o tratamento, seja com flúor ou sem flúor na formulação dos géis clareadores, sendo neutro ou ácido, deixa o esmalte mais susceptível à desmineralização. E que o uso de um gel neutro fluoretado diminui o grau de degradação superficial comparado aos outros géis investigados no estudo.

Lewinstein et al.⁴ (2004) verificaram o efeito de diferentes concentrações de 2 clareadores de uso em consultório e 2 clareadores caseiros, aplicados por diferentes períodos de tempo, na dureza do esmalte e dentina e também o efeito de imersão subsequente dos espécimes numa solução fluoretada de baixa concentração na dureza do esmalte e da dentina após clareamento. Para se realizar esse experimento, o esmalte e a dentina de 12 molares humanos foram divididos em 4 grupos (n=12). Foi testada inicialmente, a dureza Knoop. Os grupos foram clareados da seguinte forma: Grupo OX (Opalescence Xtra - peróxido de hidrogênio 35%) e Grupo OQ (Opalescence Quick - peróxido de carbamida 35%) agentes de uso em consultório; produtos caseiros: Grupo OF (Opalescence F - peróxido de carbamida 15%) e Grupo O (Opalescence - peróxido de carbamida 10%). Após, os espécimes foram imersos numa solução fluoretada a 0,05% (Meridrol) por 5 min e novamente obtidos valores de dureza Knopp. Houve diminuição significativa de KHN tanto em esmalte quanto dentina após o clareamento em todos os grupos testados. Os autores também encontraram que o clareamento é tempo-dependente na dureza dos tecidos dentais, mas que o tratamento de fluoretação restaurou completamente os tecidos dentais, mesmo não sendo utilizada saliva artificial para remineralizar ou tamponar os espécimes. Concluiu-se que a técnica clareadora de consultório reduziu significativamente mais a dureza que os agentes de uso caseiro. Inclusive, a presença de flúor no material Opalescence F diminuiu a redução da microdureza comparando-se com os agentes sem flúor, como o Opalescence O; e que o

enxaguatório bucal fluoretado de baixa concentração “Meridrol” restaurou os tecidos dentais em termos de microdureza.

No estudo de Bizhang et al.⁵ (2006) o efeito desmineralizador de 2 diferentes procedimentos clareadores na superfície do esmalte, com ou sem pós-tratamento com flúor foi analisado. Primeiramente, 180 espécimes bovinas foram divididas em 6 grupos, onde: Grupo A: clareamento com Opalescence (peróxido de carbamida 10%); Grupo B: tratamento com Whitestrips (peróxido de hidrogênio 5,3%); Grupo C: clareamento com Opalescence (idem Grupo A), porém com aplicação posterior de verniz fluoretado (Duraphat, 2,26% de flúor); Grupo D: Whitestrips (idem Grupo B), seguido de aplicação de Duraphat; Grupo E: os espécimes foram cobertos com um gel de glicerina como grupo controle; Grupo F: espécimes foram mantidos em Coca-Cola por uma hora diariamente por duas semanas. A perda mineral (vol% μm) e profundidade de lesão (em μm) foram medidas por micro-radiografia transversal. A distribuição mineral foi mensurada no centro de cada lesão pela sua profundidade e perda de mineral. Os resultados mostraram que a perda mineral foi estatisticamente maior nos grupos em que não havia fluoretação comparados aos seus similares que apresentavam pós-tratamento com flúor (A:271,20 vs C:128,00 e B:364,90 vs D:151,10). A maior perda mineral foi encontrada no Grupo F, enquanto que a menor perda foi verificada no Grupo E. Já para a profundidade da lesão, nenhuma diferença significativa foi encontrada. Com esses resultados, os autores puderam concluir que a aplicação de flúor no esmalte bovino pode contribuir na remineralização decorrente da terapia clareadora, entretanto, mais estudos com o intuito de avaliar o comportamento clínico da aplicação do flúor após clareamento devem ser realizados.

Attin et al.⁴⁰ (2006) realizaram um estudo com o intuito de observar a influência dos géis de peróxido de carbamida na aquisição de flúor pelo esmalte e comparar essa aquisição entre um gel clareador à base de peróxido de carbamida com um gel acidulado de flúor na composição, e outro gel clareador com aplicação posterior de flúor acidulado. Para a pesquisa, foram utilizados 60 dentes bovinos, divididos em 5 grupos experimentais (A a E, n=12). O gel A continha peróxido de carbamida 10%; gel B: peróxido de carbamida 10% e 1% de flúor na forma de amina fluoretada; gel C: 1% de flúor na forma de amina fluoretada e o Gel D não continha

nem flúor nem peróxido de carbamida. Os espécimes da série 1 (24 h de tratamento) foram submetidos à determinação do conteúdo de flúor. Na série 2 (7 dias de tratamento), o procedimento (armazenamento em saliva por 20 h e em gel por 4 h) foi repetido por um total de 7 vezes. O grupo E serviu como controle. A análise de flúor foi feita com um eletrodo específico para detecção de flúor. A aquisição de flúor pelos espécimes de esmalte com o gel de amina fluoretada foi significativamente maior que a quantidade de flúor retida pelos espécimes tratados com a mistura de peróxido de carbamida/flúor. Portanto, os autores concluíram que a fluoretação do esmalte clareado é mais efetiva quando do uso de um gel fluoretado aplicado após o clareamento, que por um agente clareador à base de peróxido de carbamida com flúor na sua composição.

Também Attin et al.¹⁸ (2007) avaliaram, *in vitro*, o tempo necessário para restituir a microdureza do esmalte após clareamento com gel de peróxido de carbamida não-fluoretado e fluoretado (flúor 0,5% em forma de fluoreto de sódio), sobre um protocolo de desmineralização-remineralização. Foram preparados 90 espécimes divididos em 5 grupos, clareados com peróxido de carbamida 10%: grupo A: (0,5% de flúor e pH 7,0); grupo B: (0,5% de flúor e pH 5,5); grupo C: (sem flúor e pH 7,0); grupo D: (sem flúor e pH 5,5) e grupo E: sem clareamento. Após cada período de 8h de clareamento, as amostras foram submetidas a um protocolo de desmineralização-remineralização. A microdureza Knoop foi avaliada no período inicial (*baseline*), após cada intervalo de tratamento clareador e após o fim de cada ciclo diário de desmineralização-remineralização. Como resultados, os autores encontraram que após o fim da terapia clareadora, no sétimo dia, uma perda de dureza estatisticamente significativa foi observada para todos os grupos clareadores numa variação de diminuição da dureza entre 7-15%, quando comparado ao *baseline*. Ainda, a microdureza dos espécimes tratados do grupo C – gel clareador não fluoretado, retornou aos valores *baseline* somente após o décimo dia. As amostras do grupo D não recuperaram a microdureza durante o período de 5 dias pós-clareamento. Com esses resultados, os autores puderam concluir que os géis clareadores de peróxido de carbamida 10% fluoretados restituíram a dureza do esmalte clareado em períodos de tempo menores quando comparado aos géis não fluoretados.

Costa e Mazur¹⁴ (2007) avaliaram novas fórmulas de produtos clareadores e o efeito de subsequente aplicação de flúor na dureza do esmalte durante e após o clareamento dental. Foram utilizadas coroas de 60 dentes molares, divididas em 6 grupos (n=6), e submetidas a um agente clareador de peróxido de carbamida 10%, sendo: Grupo A: Opalescence; Grupo B: Opalescence PF (3% de nitrato e 0,11% de flúor); Grupo C: Nite White Excel 3 (com ACP); Grupo D: Opalescence + aplicação de fluoreto de potássio acidulado a 1,23% (APF); Grupo E: Opalescence PF + flúor (APF); Grupo F: Nite White Excel 3 + flúor (APF). Imediatamente após o 21º dia de clareamento, os espécimes dos Grupos D, E e F receberam APF por 5 min. Os testes para KHN foram feitos inicialmente (*baseline*) como controles, nos dias 14 e 21, e duas semanas após o término do clareamento. A análise estatística revelou não haver diferença entre os materiais clareadores. E a redução de KHN no esmalte foi percebida em todos os materiais clareadores, sem diferença estatística entre eles. Após 2 semanas do clareamento, todos os grupos que receberam aplicação de flúor mostraram um significativo aumento na microdureza. A conclusão dos autores foi de que apesar da incorporação de nitrato de potássio, flúor ou ACP não prevenir o decréscimo dos valores de KHN com o clareamento caseiro, essas substâncias, em conjunto com uma alta concentração de flúor aplicado no esmalte pós-clareado, leva a uma restauração dos valores de microdureza, similares àqueles de um esmalte não clareado.

Metz et al.³⁷ (2007) compararam clinicamente um produto clareador com fluoreto de sódio neutro a um produto clareador sem flúor na composição, tanto na microdureza do esmalte humano como na resistência ao cisalhamento, seguindo-se vários tempos de tratamento. No experimento, oitenta primeiros ou segundos pré-molares (de 20 pacientes) foram submetidos ao tratamento com peróxido de carbamida 15% (Opalescence Mint Flavored 15%) sem e com nitrato de potássio e flúor (Opalescence Mint Flavored 15%). Após os dentes serem extraídos, cada dente foi então dividido em duas superfícies; a face vestibular foi utilizada para leitura da microdureza, enquanto a face lingual foi usada para determinar a resistência ao cisalhamento. Os resultados determinaram não existir diferença estatisticamente significativa entre os efeitos dos dois produtos, em termos de microdureza e resistência ao cisalhamento. Inclusive, não houve diferença entre os espécimes tratados e os controles no que diz respeito à microdureza. Entretanto, houve uma

diferença significativa entre os grupos tratados comparados aos controles na resistência ao cisalhamento. Conclui-se que o peróxido de carbamida 15% com ou sem flúor e nitrato de potássio não alterou a microdureza do esmalte, mas que esses produtos reduzem significativamente a resistência ao cisalhamento imediatamente após a terapia clareadora, e até 14 dias após o tratamento. Os autores concluíram também que devem ser realizados mais estudos comparativos com outros agentes de adesão e técnicas de adesão imediatamente após clareamento, e numa gama mais vasta de indivíduos.

No estudo de Chen et al.¹⁶ (2008) a microdureza do esmalte foi novamente avaliada, bem como a eficiência do clareamento com flúor na sua composição ou com posterior fluoretação. Foram seccionados 40 incisivos em metades, divididas em 5 grupos (n=16): grupo 1: controle; grupo 2: tratamento com peróxido de carbamida 10% - Opalescence (CP); grupo 3: tratamento com CP seguido de uma aplicação de gel de fluoreto de sódio neutro 0,9% por 3 min; grupo 4: tratamento com CP 10% - Opalescence PF - contendo 0,11% de flúor na sua composição; grupo 5: tratamento com um agente clareador experimental, consistindo de CP 10% e flúor 0,37%. As mudanças morfológicas do esmalte foram avaliadas por MEV, as alterações de cor no esmalte (espectrofotometria), bem como a microdureza (KHN) também foram avaliadas. Os resultados indicaram que após duas semanas, um padrão de erosão foi notado nos espécimes no grupo 2 e 3, sendo que os grupos 4 e 5 mostraram uma desmineralização mais leve. Já para a microdureza, os grupos 2 e 3 mostraram uma redução significativa. E que os grupos tratados com agentes clareadores fluoretados demonstraram relativa diminuição da microdureza durante o tratamento clareador. Os autores concluíram que todos os tratamentos clareadores diminuem a microdureza do esmalte, mas que essa alteração gradualmente se restitui após o término do clareamento. Também, a eficiência clareadora não se alterou em nenhum dos grupos que sofreram fluoretação ou que continham flúor na composição do agente clareador, nos quais houve diminuição da desmineralização e da perda de dureza.

Tschoppe et al.⁷³ (2009) compararam o efeito de géis clareadores com flúor e sem flúor na formulação, na remineralização de lesões artificiais (esmalte pré-desmineralizado) e verificaram o comportamento remineralizante das lesões

clareadas. Foram utilizados 120 espécimes de esmalte bovino. As lesões sub-superficiais foram feitas com imersão dos espécimes em uma solução que variava seu pH entre 4,92 e 4,98, por 10 dias. Depois, os espécimes foram armazenados por 16 h, diariamente, numa solução remineralizante (pH 7,0) enquanto no tempo restante (8 h), foram aplicados: 1-controle; 2- Opalescence regular; 3- Opalescence PF; 4- Nite White ACP; 5- Nite White ACPF. As diferenças de perdas minerais e a profundidade das lesões antes e depois do tratamento/período remineralizante foram avaliadas por micro-radiografias. Os resultados mostraram que o tratamento com ACPF por 2 semanas resultou em valores significativamente menores de perda mineral comparado ao ACP, e também que ACPF mostrou maiores valores que Opalescence regular. As duas semanas de tratamento com Opalescence regular e Opalescence PF resultaram em valores de perda mineral menor que do grupo controle, enquanto que com o clareador ACPF não houve diferença significativa. Inclusive, a aplicação de ACP induziu ao aumento de perda mineral comparado ao controle. A conclusão dos autores foi de que não houve influência dos géis contendo flúor na remineralização do esmalte bovino previamente desmineralizado, mas que as variações de pH assim como os componentes ACP dos géis clareadores obviamente afetam os padrões de remineralização.

Cavalli et al.⁷⁴ (2011) determinaram o efeito da adição de flúor e cálcio aos agentes clareadores caseiros – peróxido de carbamida 10% (CP) – na perda mineral da superfície e da subsuperfície do esmalte. Para tanto, foram utilizados 60 molares humanos, planificados e divididos em 6 grupos, de acordo com o tratamento clareador (n=10): G1 – gel placebo, sem o ingrediente ativo, pH 6,9; G2 – Whiteness, 10% CP, pH 6,8; G3 – CP 10% experimental, contendo 0,2% de flúor e pH 6,8 (CPF); G4 – CP 10% experimental, contendo 0,2% de cálcio e pH 6,5 (CPCa); G5 - Opalescence, CP 10% com 0,11% de flúor e pH 7,3; G6 – Pola Night, CP 10% com 0,11% de flúor e pH 6,4. A perda mineral do esmalte foi avaliada no período inicial e após o clareamento, por espectroscopia Raman, e a desmineralização na subsuperfície do esmalte, bem como a profundidade da lesão foram verificadas por microdureza Knoop (KHN) e microscopia de luz polarizada, respectivamente. Os agentes clareadores foram aplicados por 14 dias, 6 h por dia. Os espécimes foram armazenados em solução remineralizante durante as aplicações dos clareadores. Os resultados da espectroscopia Raman mostraram que

uma diminuição significativa no conteúdo mineral do esmalte foi observada após o tratamento clareador em todos os grupos, sem diferença estatística entre eles. A microdureza e a microscopia de luz polarizada demonstraram que todos os grupos, com exceção do grupo placebo, exibiram perda mineral na subsuperfície do esmalte; entretanto, essa perda inorgânica foi efetivamente controlada pela adição de flúor ou cálcio nos agentes clareadores experimentais. Concluiu-se que a adição de flúor ou de cálcio nos clareadores caseiros foi capaz de reduzir a perda mineral, a desmineralização subsuperficial e a progressão da profundidade de lesão em esmalte.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 Proposição geral

Avaliar a influência do flúor e dos tempos de espera nos valores de resistência de união e no grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado.

3.2 Proposição específica

1- Avaliar os diferentes tempos de espera: imediatamente, 7 e 14 dias na resistência de união e no grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado.

2- Avaliar a influência da aplicação tópica de flúor ou do agente clareador contendo flúor na sua composição nos valores de resistência de união e no grau de conversão de um adesivo aplicado em esmalte clareado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Preparo dos espécimes

Foram utilizados 30 dentes terceiros molares humanos hígidos, recém extraídos, obtidos do Banco de Dentes Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com o devido termo de solicitação de dentes, após aprovação desta pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob parecer número 136/2010 e protocolo 15195/10. As raízes de todos os dentes foram removidas, aproximadamente 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte, seccionadas com uma ponta diamantada nº 4138 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em alta rotação, sob constante irrigação com água. As coroas obtidas dos dentes foram novamente seccionadas com a mesma ponta diamantada no sentido mésio-distal, totalizando 60 espécimes (30 vestibulares e 30 linguais).

As superfícies de esmalte foram então polidas em politriz (AROTEC, Cotia, SP, Brasil) com lixas de carbetto de silício de granulação 400 por 30 s, e 600 por 60 s, para planificação da superfície do esmalte, e então levados ao ultrassom (Dabi Atlante 3-L, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada por 5 min para remoção de qualquer detrito deixado pelas partículas de carbetto de silício. Em seguida, os espécimes (de dois em dois) foram aleatoriamente posicionados sobre uma fita dupla-face, disposta numa placa de vidro, e incluídos em tubo de PVC (Tigre, São Paulo, SP, Brasil) usando resina acrílica (Resina Acrílica VIPI Flash, VIPI, Pirassununga, SP, Brasil), manipulando-a de acordo com as instruções do fabricante. Tomou-se precaução para que o esmalte ficasse exposto e paralelo à superfície externa do tubo de PVC (Figura 1).

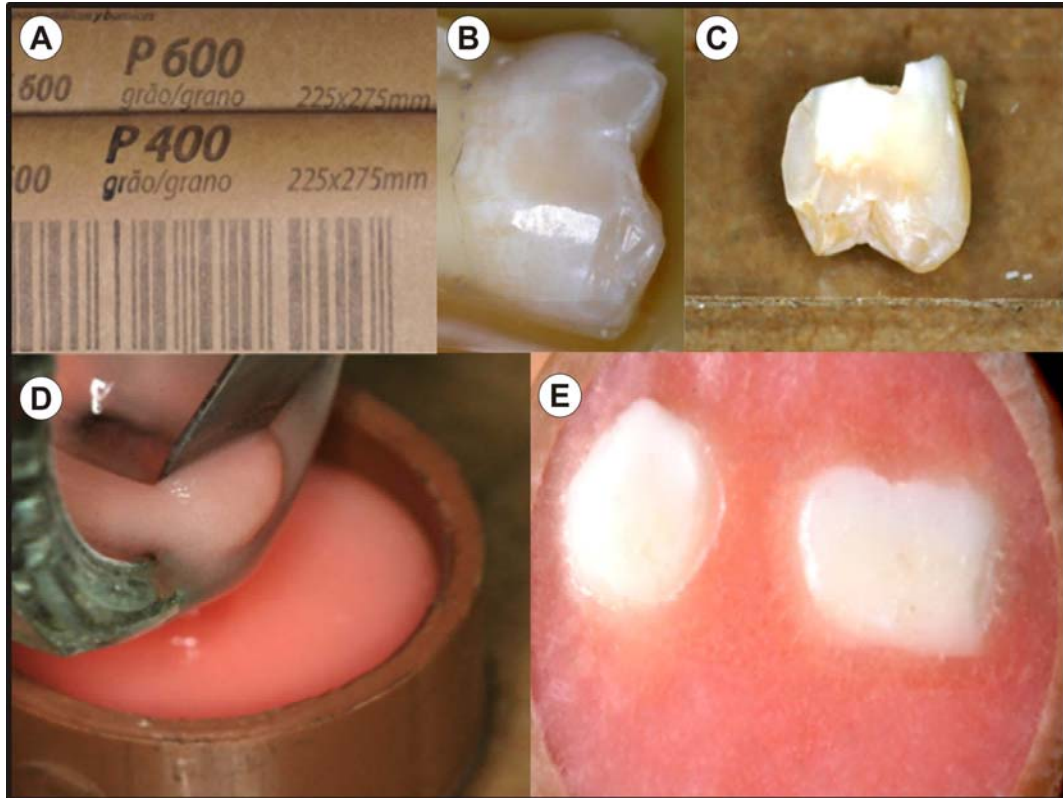


Figura 1 – A) Lixas de carbeto de silício granulação 400 e 600; B) Espécime planificado; C) Espécime disposto sobre a fita dupla-face, estando a superfície plana em contato com a mesma; D) Inclusão do espécime em tubo de PVC e preenchimento com resina acrílica; E) Superfície de esmalte exposta e paralela à superfície.

4.2 Tratamento clareador

A seguir, realizou-se o tratamento clareador nas superfícies de esmalte expostas. Os espécimes embutidos foram aleatoriamente divididos em 3 grupos (n=18) para que fosse executado o procedimento clareador:

Grupo HP: com clareamento sem aplicação tópica de flúor;

Grupo HPF: com clareamento + aplicação tópica de flúor;

Grupo PF: com clareamento contendo flúor na formulação do clareador.

O grupo controle (n=6) foi tratado sem procedimento clareador ou flúor. Os materiais utilizados em cada grupo, bem como seus fabricantes, lotes e suas respectivas técnicas de aplicação (protocolo) estão explicitados no Quadro 1:

Quadro 1 – Materiais utilizados e respectivas técnicas de aplicação executadas em cada grupo.

Grupo	Material utilizado/Fabricante/Lote	Protocolo
HP 	Whiteness HP Maxx – peróxido de hidrogênio 35%/ FGM, Joinville, SC, Brasil/140111	Repetição de 3 aplicações de 15 min do agente clareador.
HPF  + 	Whiteness HP Maxx – peróxido de hidrogênio 35%/ FGM, Joinville, SC, Brasil + aplicação tópica de flúor neutro manipulado 1,23%, [fluoreto de sódio (NaF- 12.300 ppmF)]/ Farmácia Eficácia, Ponta Grossa, Pr, Brasil	Repetição de 3 aplicações de 15 min do agente clareador; aplicação tópica de flúor durante 5 min com auxílio de cotonete; remoção com água destilada.
PF 	Opalescence Boost PF – peróxido de hidrogênio 38% com flúor 1,1% e Nitrato de Potássio a 3%/ Ultradent Products, South Jordan, UT, EUA/B5LJP	Repetição de 3 aplicações de 15 min do agente clareador.

4.3 Aplicação tópica do flúor

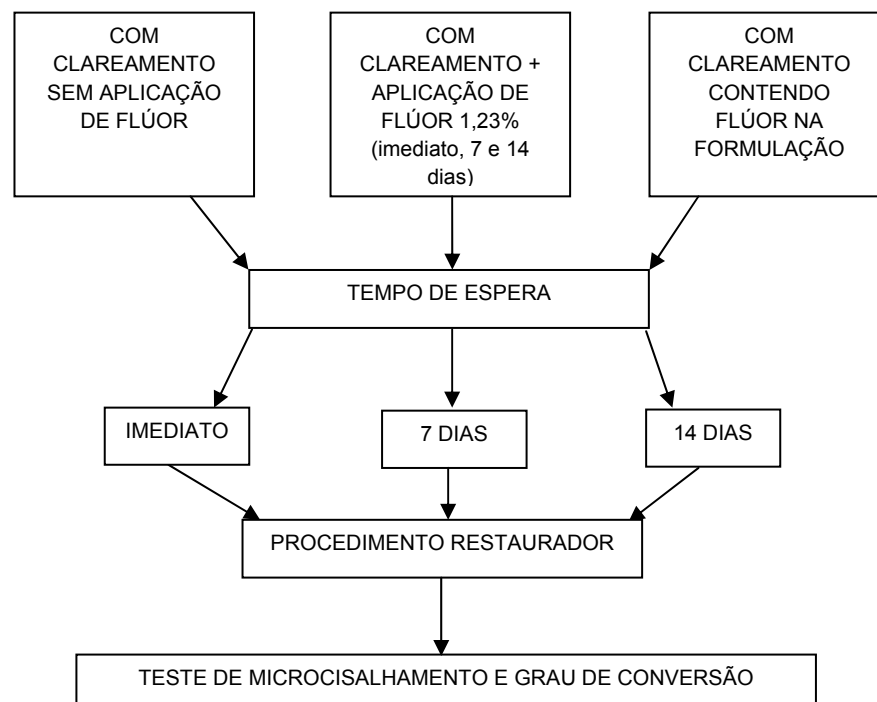
Para o grupo HPF, o flúor gel tópico foi aplicado imediatamente, durante 7 e 14 dias após o procedimento clareador, períodos estes que coincidiram com os procedimentos restauradores em todos os grupos. Esse procedimento foi executado aplicando-se flúor neutro manipulado 1,23%, [fluoreto de sódio (NaF- 12.300 ppmF)], durante 5 min com a técnica de pincelamento, com auxílio de cotonete de algodão. Após a aplicação, removeu-se o flúor gel tópico, lavando-o com água destilada, com auxílio de uma seringa descartável.

Durante o procedimento clareador e as aplicações de flúor, todos os grupos foram mantidos em saliva artificial (composição: cloreto de sódio 0,084%, cloreto de cálcio 0,015%, potássio quelado 0,034%, cloreto de potássio 0,12%, cloreto de magnésio 0,005%, benzoato de sódio 0,2%, CMC 1%, água destilada 500mL; Farmácia Eficácia, Ponta Grossa, Pr, Brasil) - (Attin et al.⁸ 1997).

4.4 Procedimento restaurador

Para o procedimento restaurador, os três grupos foram novamente divididos em 3 subgrupos (n=6), de acordo com os tempos de espera: imediatamente, após 7 e 14 dias, como apresentado no fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Delineamento da pesquisa



O tratamento do esmalte, para a restauração dos espécimes com resina composta, ocorreu de forma padronizada. Marcas comerciais, fabricantes e instruções de uso dos materiais utilizados encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 – Marcas comerciais, fabricante, lote e instruções de uso de cada produto utilizado na etapa do procedimento restaurador.

Produto / Marca Comercial	Fabricante/Lote	Instruções de uso
Acido fosfórico CondAc 37% 	FGM, Joinville, SC, Brasil/140111	Aplicação por 30 s, lavar e secar pelo mesmo tempo
Sistema Adesivo Ambar 	FGM, Joinville, SC, Brasil/010211	Aplicação de uma camada, leve de jato de ar e fotopolimerização por 10 s; aplicação de nova camada, leve jato de ar e fotopolimerização por 10 s
Resina Composta FilteK™ Z350XT 	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/N166903	Inserção incremental e fotopolimerização por 40 s

Foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico 37% no esmalte, por 30 s, lavado e seco com seringa tríplice pelo mesmo tempo. Após o condicionamento, foi aplicado o sistema adesivo Ambar, em duas camadas, fotoativadas por 10 s (instruções do fabricante) com uma lâmpada de luz halógena Optilux 401 (Demetron Res. Corp., Kerr, Orange, CA, EUA), monitorado por um radiômetro (Demetron Res. Corp., Kerr, Orange, CA, EUA).

Tubos *tygon* de 0,7 mm diâmetro por 1 mm de altura (Tygon® Medical Tubing, Saint Gobain, Akron, OH, EUA), foram utilizados. A resina composta FilteK™ Z350XT foi disposta nos tubos, sobre uma placa de vidro, e então o conjunto resina/tubo era posicionado na superfície de esmalte e fotoativado por 40 s com o

mesmo aparelho fotoativador citado anteriormente. Como os espécimes foram dispostos de dois em dois nos tubos de PVC, o espécime que não era fotoativado naquele momento era coberto por uma tira de papel alumínio, a fim de protegê-lo da polimerização adicional. Foram dispostos 3 *tygons* por espécime, totalizando 18 sítios de adesão por grupo (n=6). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h, e observados no microscópio óptico (OLYMPUS-BX 51 (Olympus, Tokyo, Japão) com 10 X de aumento a fim de se descartar aqueles que possuíam bolhas ou *gaps* evidentes na interface. Os *tygons* foram mantidos, já que o teste piloto mostrou resultados similares quando o tubo foi retirado ou deixado para se realizar o ensaio de microcisalhamento, assim como já demonstrado em estudo anterior (Foong et al.⁶³ 2006). Com lâmina de bisturi, os excessos do adesivo presente no esmalte ao redor do cilindro de resina composta foram eliminados. Os passos descritos podem ser observados na Figura 2.

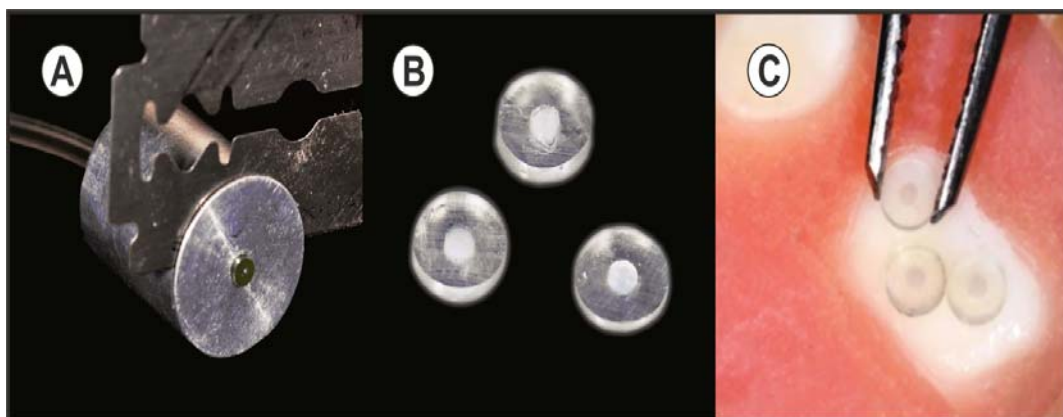


Figura 2 – A) Dispositivo para corte do tygon; B) Resina composta Filtek™ Z350 XT inserida no tygon; C) Inserção do conjunto resina/tygon na superfície planificada.

4.5 Teste de Microcisalhamento

Uma Máquina de Ensaio Universal (Kratos Dinamômetros, São Paulo, SP, Brasil) foi usada para o teste de microcisalhamento. Cada tubo de PVC, onde estavam contidos os espécimes restaurados, foi fixado ao dispositivo de teste, que por sua vez, fixava-se na máquina de ensaios universal. Por meio da lâmina de aço junto à interface esmalte/resina composta, foi aplicada uma força de cisalhamento a cada espécime numa velocidade de 1,0 mm/min, até que a fratura ocorresse ou o deslocamento da resina aderida ao corpo-de-prova acontecesse. A lâmina de aço foi

alinhada o mais próximo possível da interface esmalte/resina, para garantir a correta aplicação da força de microcisalhamento (Figura 3). A força requerida para a falha foi calculada em Newton, dividindo-a pela área de adesão, resultando em valores de resistência de união expressos em MPa.

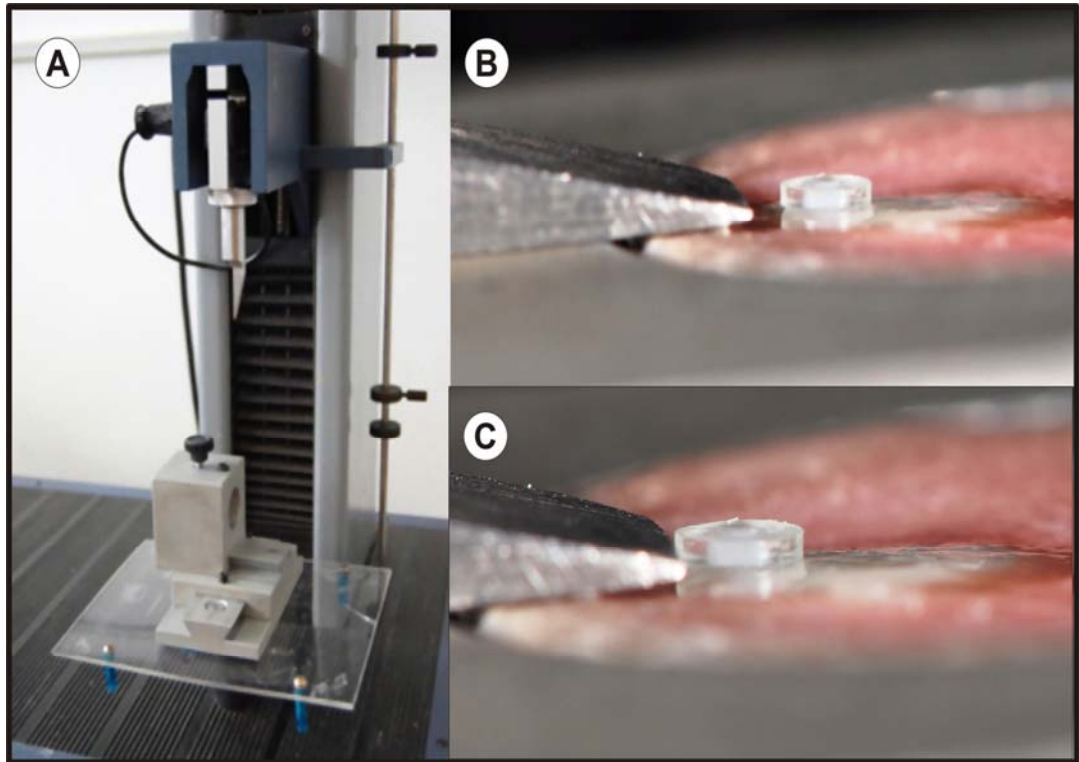


Figura 3 – Teste de Microcisalhamento. A) Máquina de Ensaio Universal; B e C) lâmina de aço disposta o mais próximo possível da interface esmalte/resina.

4.5.1- Análise dos padrões de fratura

Após o teste de microcisalhamento, os espécimes fraturados foram examinados no microscópio OLYMPUS-BX 51 (Olympus, Tokyo, Japão) num aumento de 40X e os padrões de fratura classificados como:

Tipo 1: falha adesiva na interface adesivo-esmalte;

Tipo 2: falha coesiva na resina composta;

Tipo 3: falha coesiva em esmalte, se a falha ocorrer exclusivamente no esmalte;

Tipo 4: falha mista (envolve dois tipos de fratura ao mesmo tempo).

Para aquisição das imagens ilustrativas dos padrões de fratura, num aumento de 50X, foi utilizada uma Lupa Estereoscópica STEMI 2000-C (Carl Zeiss,

Alemanha) acoplada a uma câmera AxioCam ERc 5s (Carl Zeiss, Alemanha) para obtenção das imagens (Figura 4).

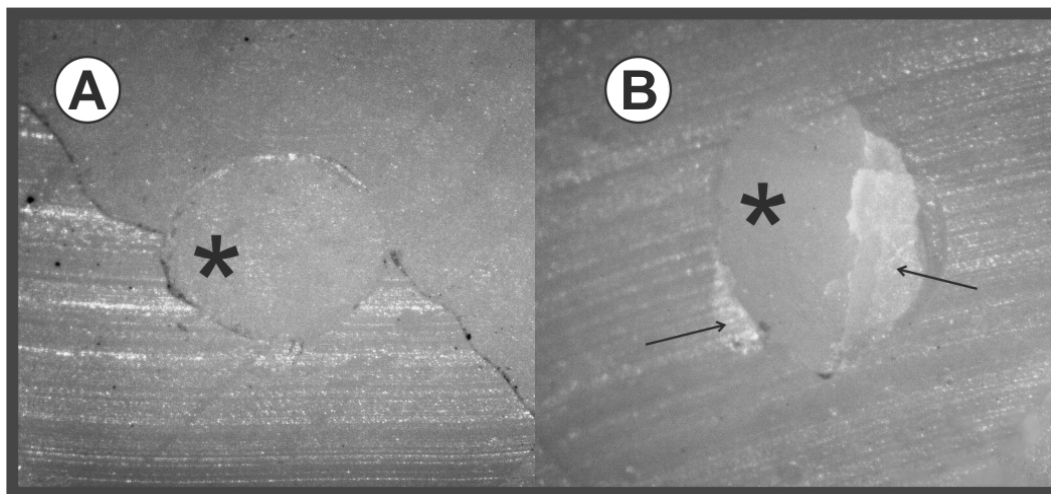


Figura 4 – Imagens dos padrões de fratura encontrados: A) Adesiva; B) Mista. Asteriscos representam o adesivo; as setas apontam a resina composta.

4.6 Análise por Espectroscopia Micro-Raman

A espectroscopia Raman (modelo SENTERRA, Brucker Optics, Ettlingen, Alemanha) foi utilizada para verificação do grau de conversão do sistema adesivo imediatamente, após 7 e 14 dias do término do clareamento dental. O aparelho consiste de um microscópio ótico e um *stage* de posicionamento micronizado, em que um feixe de laser verde de 532 nm é aplicado sobre a amostra, o qual retorna pelo mesmo caminho ótico, e apenas 1 em 10^8 dos fótons emitidos sofre desvio e conseqüente espalhamento inelástico. Esse espalhamento é detectado em um sensor tipo CCD a -65°C , e o espectro Raman de interesse é obtido pela relação entre a intensidade obtida para cada pico e o comprimento de onda do pico, dado em cm^{-1} . Foram utilizados os mesmos espécimes confeccionados para o teste de microcissalhamento, já que o Micro-Raman trata-se de um teste não-destrutivo, pois não ocasiona dano aos espécimes. Cada espécime de esmalte foi posicionado no foco da objetiva (aumento de 100X). Um sistema de imagem é acoplado ao Micro-Raman, por onde se pode verificar o correto posicionamento do laser. Foram realizadas 3 leituras (*co-additions*), com tempo de integração de 60 s cada. A abertura confocal do laser (Spot) foi de 25 μm , sob potência de 20 mW. A região

espectral analisada foi entre 1785-875 cm^{-1} . Para investigar as diferenças no grau de conversão de cada espécime, espectros Raman foram obtidos, onde: o pico encontrado em 1,637 cm^{-1} indicava as duplas ligações de adesivo não reativas ($\text{C}=\text{C}$), e o pico de 1,608 cm^{-1} representava a ligação carbono-carbono nos anéis aromáticos das moléculas de Bis-GMA do adesivo. Esses picos podem ser analisados na Figura 5. Foi realizada a integração dos picos, para delimitação das áreas de cada um. A razão das áreas encontradas em cada pico, tanto para o adesivo polimerizado e não-polimerizado foram utilizados para a equação: $R_{\text{polímero}} = \text{Área } 1,637 \text{ cm}^{-1} / \text{Área } 1,608 \text{ cm}^{-1}$ do adesivo polimerizado, e $R_{\text{monômero}} = \text{Área } 1,637 \text{ cm}^{-1} / \text{Área } 1,608 \text{ cm}^{-1}$ do adesivo antes da polimerização, sendo esta última mensuração realizada no adesivo em estado líquido, disposto sobre uma placa de vidro. O grau de conversão (GC) do adesivo pode então ser calculado, usando-se a equação (Miletic, Santini, Trkulja⁷² 2009, Wilson et al.²² 2009):

$$GC = 1 - \frac{R_{\text{polímero}}}{R_{\text{monômero}}}$$

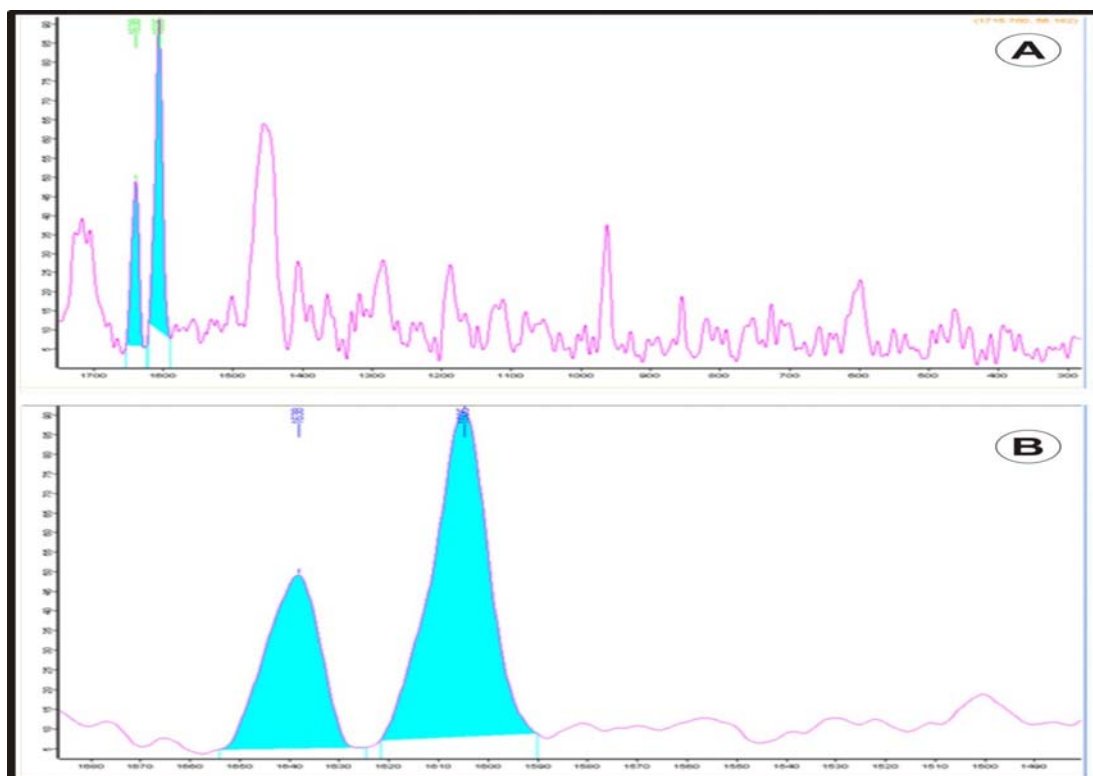


Figura 5 – Espectros Raman. A) região espectral analisada entre 1785-875 cm^{-1} . B) Vista aproximada dos picos, mostrando a área delimitada (integração) de cada pico (1,637 cm^{-1} e 1,608 cm^{-1}).

4.7 Análise estatística

Para os dados de resistência de união (MPa) e grau de conversão (%) foram realizados dois testes: 1) análise de variância de 2 fatores (tratamento dos espécimes vs tempo de espera) e pós-teste de Tukey ($\alpha=0,05$) e; 2) análise de variância de 1 fator (todos os grupos) e pós-teste de Dunnett ($\alpha=0,05$) para comparação dos valores obtidos nos diferentes grupos experimentais com o controle. Para análise estatística dos dados, foi utilizado o software Statistica (StatSoft, Tulsa, OK, EUA).

5 RESULTADOS

5.1 Microcissalhamento

A Tabela 1 mostra os valores da média e desvio-padrão da RU (em MPa) de acordo com os grupos experimentais a serem testados. A análise de variância de 2 fatores demonstrou que a interação entre os dois fatores (tratamento dos espécimes vs tempo de espera) foi estatisticamente significativa ($p = 0,004$), assim como os fatores principais: tratamento dos espécimes ($p = 0,00008$) e tempos de espera ($p = 0,00002$).

Tabela 1 - Média (desvio-padrão) dos valores de resistência de união (MPa), de acordo com o tratamento dos espécimes e tempos de espera (*)

	Imediato	7 dias	14 dias
Grupo HP	13,02±4,28 B,C(≠)	13,67±2,92 B,C(≠)	21,40±3,45 A(=)
Grupo HPF	9,74±2,11 C(≠)	12,66±2,68 C(≠)	18,08±2,74 A,B(=)
Grupo PF	18,85±4,03 A,B(=)	18,93±2,64 A,B(=)	18,40±3,70 A(=)
Controle (**)	22,69(=)		

(*) Letras iguais são estatisticamente semelhantes entre si (Teste de Tukey, $p < 0,05$); (**) Símbolo “=” significa semelhança estatística e símbolo “≠” significa diferença estatística em relação ao grupo controle (Teste de Dunnett, $p < 0,05$).

O grupo HP com 14 dias de espera mostrou diferença estatisticamente significativa em comparação aos grupos “imediato” e 7 dias ($p < 0,05$), sendo esses dois últimos semelhantes estatisticamente ($p > 0,05$). Da mesma forma, o grupo HPF com 14 dias de espera diferiu estatisticamente dos grupos “imediato” e 7 dias ($p < 0,05$), sem diferenças significantes entre eles ($p > 0,05$). Já o grupo PF não apresentou diferenças estatisticamente significantes em nenhum dos tempos de espera estudados ($p > 0,05$).

Quando comparados ao grupo controle, os valores obtidos nos grupos HP e HPF, tanto nos tempos de espera “imediato” ($p < 0,05$), quanto no período de 7 dias ($p < 0,05$) foram diferentes estatisticamente do grupo controle.

A Tabela 2 mostra a porcentagem de padrões de fratura encontrados em cada grupo. Não foram encontradas fraturas coesivas em esmalte e coesivas em resina.

Tabela 2 – Porcentagem dos padrões de fratura encontrados em cada grupo (*)

	Imediato				7 dias				14 dias			
	A	CR	CE	M	A	CR	CE	M	A	CR	CE	M
Grupo HP	62,5	0,0	0,0	37,5	100	0,0	0,0	0,0	72,2	0,0	0,0	27,8
Grupo HPF	92,3	0,0	0,0	7,7	100	0,0	0,0	0,0	75,0	0,0	0,0	25,0
Grupo PF	76,7	0,0	0,0	23,4	68	0,0	0,0	32,0	77,7	0,0	0,0	22,3
Controle					100	0,0	0,0	0,0				

*A: adesiva; CR: coesiva em resina; CE: coesiva em esmalte; M: mista.

5.2 Grau de conversão

Os valores (em %) do grau de conversão dos grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 3. A análise de variância de 2 fatores demonstrou haver uma interação significativa entre os fatores tratamento dos espécimes vs tempo de espera ($p=0,01$).

Tabela 3 – Média (desvio-padrão) dos valores de grau de conversão (%), de acordo com o tratamento dos espécimes e tempos de espera (*)

	Imediato	7 dias	14 dias
Grupo HP	57,02±7,61 C(≠)	78,15±6,80 A(=)	77,27±4,60 A(=)
Grupo HPF	66,89±8,57 C(≠)	78,62±8,67 A(=)	88,09±5,83 A(=)
Grupo PF	72,58±8,86 B,C(=)	72,53±5,54 B,C(=)	81,23±9,88 A(=)
Controle (**)	83,28(=)		

(*) Letras iguais são estatisticamente semelhantes entre si (Teste de Tukey, $p < 0,05$); (**) Símbolo “=” significa semelhança estatística e símbolo “≠” significa diferença estatística em relação ao grupo controle (Teste de Dunnett, $p < 0,05$).

O grupo HP e HPF “imediato” diferiram estatisticamente dos grupos de 7 e 14 dias de espera ($p < 0,05$). Já quando comparados entre si, os grupos de 7 e 14 dias não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre eles ($p > 0,05$). Já para o grupo PF, houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo em que se esperou 14 dias, em comparação aos demais ($p < 0,05$).

Quando comparado ao grupo controle, observou-se que os Grupos HP e HPF no período “imediato” foram os únicos grupos que diferiram estatisticamente ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

Muitos estudos relatam redução nos valores de resistência de união (RU) encontrados quando da aplicação de sistemas adesivos em esmalte ou dentina, imediatamente após o clareamento com peróxidos (Lai et al.²¹ 2002, Turkun, Kaya²⁶ 2004, Bulut, Kaya, Turkun²⁷ 2005, Cavalli, Carvalho, Giannini²⁸ 2005, Nour-El-Din et al.²⁹ 2006, Unlu, Cobankara, Ozer³⁰ 2008, Gökçe et al.³¹ 2008, Uysal, Sisman³² 2008, Turkun et al.³³ 2009, Bittencourt et al.³⁴ 2010). Da mesma forma, este estudo encontrou baixos valores de RU para o Grupo HP como HPF, tanto nos períodos “imediato” como no período em que se aguardou 7 dias.

Existem duas hipóteses para explicar os baixos valores de RU encontrados entre sistemas adesivos e esmalte/dentina pós-clareamento: 1) devido à presença de oxigênio residual (ou peróxidos) na superfície de esmalte após o clareamento (Lai et al.²¹ 2002, Wilson et al.²² 2009), uma vez que o oxigênio inibe a polimerização dos monômeros resinosos (Rueggeberg, Margeson²³ 1990); 2) devido às alterações estruturais ocorridas no dente, como perda mineral e alterações na porção orgânica (Perdigão et al.²⁴ 1998). Os agentes clareadores causam alterações morfológicas, como porosidades e perda da forma prismática de esmalte, o que pode enfraquecer o esmalte da interface adesiva, e comprometer indiretamente os valores de RU. Essas porosidades dentro da camada adesiva adjacente ao esmalte foram observadas em estudos anteriores (Lai et al.²¹ 2002, Chuang et al.²⁵ 2009). Inclusive, especula-se que esse aumento da aparência porosa do esmalte assemelha-se a um sobre-condicionamento, justamente por haver perda da forma prismática (Josey et al.⁷⁵ 1996).

Apesar da teoria do oxigênio residual ser a hipótese mais aceita para explicar os baixos valores de RU, os efeitos estruturais no esmalte são igualmente responsáveis por essas mudanças. No presente estudo, observou-se diminuição do grau de conversão do adesivo aplicado imediatamente em esmalte clareado, provavelmente devido à presença de oxigênio remanescente. E que os valores só se igualaram ao controle após 7 dias. Porém, o teste de microcisolamento revelou que o tempo necessário para a normalização dos valores de RU é de 14 dias após o clareamento; portanto, não se devem menosprezar os efeitos estruturais ocorridos

em esmalte. Uma justificativa plausível para esse resultado no teste de microcissalhamento seria o fato de as microporosidades nos prismas de esmalte e nas regiões interprismáticas poderem servir como pontos de estresse e causarem fratura prematura durante os testes *in vitro* (Chuang et al.²⁵ 2009). E esse efeito é respaldado por muitos estudos que, ao analisar os padrões de fratura ocorridos entre substrato dentário-resina, encontraram fundamentalmente fraturas adesivas nessa interface (García-Godoy et al.⁷⁶ 1993, Nour El-Din et al.²⁹ 2006, Muraguchi et al.⁷⁷ 2007). Igualmente, evidências mostraram haver redução dos *tags* resinosos, bem como um menor grau de penetração dos mesmos no substrato dentário clareado (Sundfeld et al.³⁵ 2005, Nour El-Din et al.²⁹ 2006, Wilson et al.²² 2009).

Alguns estudiosos demonstraram a necessidade de se aguardar pelo menos 7 dias (Sundfeld et al.³⁵ 2005, Bulut, Turkun, Kaya³⁶ 2006, Unlu, Cobankara, Ozer³⁰ 2008, Bittencourt et al.³⁴ 2010), 14 dias (Metz et al.³⁷ 2007, Wilson et al.²² 2009) ou ainda 21 dias (Kwon³⁸ 2011) para se realizar o procedimento restaurador, a fim de que todo o oxigênio residual seja eliminado da estrutura dental. Entretanto, no presente estudo verificou-se a necessidade de se aguardar 7 dias para se realizar o procedimento restaurador, se levado em conta apenas o grau de conversão do adesivo analisado. Porém, como salientado anteriormente, deve existir a preocupação com o fator “alteração estrutural do esmalte” – este, por sua vez, demonstrou que existe a necessidade de se aguardar 14 dias para que haja reestruturação mineral do tecido.

Na busca de procedimentos mais rápidos e efetivos para se contornar os efeitos deletérios do clareamento na estrutura dental, alternativas como aplicação de flúor tópico ou incorporado ao agente clareador têm sido propostas. Enquanto muitos estudos revelam a eficácia do flúor (tópico ou contido no agente clareador) na remineralização do esmalte após clareamento (Attin et al.⁸ 1997, Attin et al.⁹ 2003, Lewinstein⁴ et al. 2004, Attin et al.⁴⁰ 2006, Bizhang et al.⁵ 2006, Attin et al.¹⁸ 2007, Da Costa, Mazur¹⁴ 2007, Chen et al.¹⁶ 2008, Cavalli et al.¹⁷ 2010, Cavalli et al.⁷⁴ 2011), poucos estudos avaliaram o seu efeito na RU, nas mesmas condições supracitadas. Nesta pesquisa, foram avaliadas ambas as modalidades, e observou-se que a aplicação de flúor tópico não foi capaz de reverter os baixos valores de RU encontrados imediatamente após o clareamento com HPMMaxx, sendo necessário

aguardar 14 dias para que os valores voltassem à normalidade. Porém, essa constatação também foi percebida no Grupo HP sem aplicação de flúor; dessa maneira, pode-se especular que o tempo de espera é que foi efetivamente responsável pelo aumento da RU após 14 dias, e não a aplicação de flúor tópico. Talvez, o efeito benéfico do flúor tópico na reversão dos baixos valores de RU poderia ter sido verificado se concentrações maiores desse agente tivessem sido utilizadas, como encontrado em estudos que empregaram verniz fluoretado, na concentração de 2,26% ou 5% (Bizhang et al.⁵ 2006, Barros-Matoso et al.⁷⁸ 2011). Também, géis fluoretados acidulados poderiam ter potencialmente ocasionado um efeito mais protetor da superfície do esmalte. Delbem, Cury⁷⁹ (2002) mostraram que a administração de um gel fluoretado acidulado leva a uma maior deposição de fluoreto de cálcio na superfície do esmalte, comparado a um gel neutro.

Por outro lado, neste estudo verificou-se que o flúor contido na formulação do agente clareador Opalescence Boost PF manteve os valores de RU semelhantes ao grupo controle, por todos os períodos avaliados. Da mesma forma, uma pesquisa demonstrou que o flúor contido no agente clareador facilita o procedimento restaurador subsequente, por inibir a desmineralização do esmalte, mantendo sua integridade (Chuang et al.²⁵ 2009). Essa inibição é efetiva e comprovada por vários autores que avaliaram o flúor na composição dos agentes clareadores (Attin et al.⁹ 2003, Attin et al.¹⁸ 2007, Da Costa, Mazur¹⁴ 2007, Chen et al.¹⁶ 2008, Cavalli et al.¹⁷ 2010, Cavalli et al.⁷⁴ 2011). Inclusive, Chen et al.¹⁶ (2008) constataram que o efeito remineralizante do flúor, contido na formulação do agente clareador, é maior, se comparado à sua aplicação tópica, após o clareamento. Os autores relatam que a abertura de canais de difusão no esmalte desmineralizado pelo agente clareador facilita a penetração do flúor até camadas mais profundas do esmalte, aumentando a remineralização. E que a pouca preservação mineral proporcionada pelo tratamento tópico de flúor foi associada com a baixa concentração desse flúor (2% de fluoreto de sódio neutro). Contrariamente, uma pesquisa *in vivo* demonstrou que o agente clareador peróxido de carbamida contendo flúor na formulação reduz os valores de RU ao microcisalamento, imediatamente e até 14 dias após o clareamento (Metz et al.³⁷ 2007). Essas discrepâncias provavelmente se dão pela diferença entre a concentração dos agentes clareadores e fluoretos utilizados em cada estudo. Cavalli et al.¹⁷ (2010) analisaram diferentes agentes clareadores com

flúor e cálcio na composição, e analisaram as concentrações desses agentes na água usada para lavar as superfícies de esmalte clareadas, por meio de eletrodos íon-seletivos e espectroscopia de absorção atômica, respectivamente. A análise do flúor na água demonstrou que uma absorção de flúor pelo esmalte pode ocorrer quando do uso de agentes clareadores contendo flúor na formulação, já que a concentração de flúor na água de lavagem, após o clareamento, foi inferior que o flúor encontrado no *baseline* (gel diluído com 1 mL de água, para determinar a exata concentração de flúor e cálcio nos agentes clareadores). Os autores concluíram que a adição de altas concentrações de flúor aos agentes clareadores parecem controlar a perda mineral durante o clareamento, pois ocorreu a absorção de flúor após a exposição do esmalte a agentes supersaturados com esses íons. Neste trabalho altos valores de RU foram encontrados no Grupo PF, independente do tempo de espera analisado. E os valores imediatos de GC desse mesmo grupo foram similares ao grupo controle. Portanto, quando procedimentos restauradores são necessários imediatamente após a terapia clareadora, a utilização de um agente clareador contendo flúor na composição é indicada.

Pesquisas *in vitro* utilizam soluções remineralizantes no armazenamento dos espécimes, como a HBSS (solução salina de Hank), basicamente formada por sais (Chuang et al.²⁵ 2009); outras usam a saliva artificial para armazená-los, argumentando que a última simula fielmente as condições intra-orais (Uysal et al.⁵⁸ 2003), em comparação ao armazenamento em água destilada. E que, devido a sua alta composição mineral, a saliva pode aumentar a remineralização do esmalte clareado (Cavalli et al.⁸⁰ 2001), num período de 7 dias pós-clareamento (Bulut, Kaya, Turkun²⁷ 2005), diferentemente da água destilada, a qual não apresenta qualquer efeito remineralizador.

O teste de microcissalhamento foi escolhido, no presente estudo, por apresentar algumas vantagens em relação ao teste de microtração, especialmente em esmalte: este substrato é mais quebradiço que a dentina, podendo ocasionar muitos palitos perdidos no teste de microtração, já que cortes são realizados nesse teste para obtenção dos espécimes. Consequentemente, se esses preparos fossem realizados em esmalte, os prismas poderiam ser danificados – com possíveis efeitos nos valores de resistência de união. Em comparação com o “macro” teste de

cisalhamento, o teste de microcisalhamento, só requer uma pequena área de adesão. Isso poderia reduzir os problemas associados à distribuição do estresse nos locais de adesão, inerentes ao “macro” teste de cisalhamento (McDonough et al.⁶² 2002). Também, as forças aplicadas são mais próximas da interface adesiva. Outra vantagem reside no fato de existir maior facilidade de produzir e manusear os espécimes, bem como há um maior controle das dimensões da interface, tendo em vista que o diâmetro do *tygon* é previamente conhecido (El-Zohairy et al.⁶⁵ 2010).

É válido ressaltar, inclusive, que existe grande dificuldade na comparação de valores de RU, devido à vasta gama de parâmetros utilizados nos testes de RU propriamente ditos (microtração e microcisalhamento ou tração e cisalhamento) e às variáveis metodológicas inerentes a cada tipo de teste. Os “macro” testes resultam em valores menores de resistência de união, pois trabalham numa maior área de adesão; diferentemente dos testes “micro”, onde uma menor área de adesão resulta em maiores valores de RU, em MPa (Braga et al.⁸¹ 2010). Por exemplo, o teste de microcisalhamento pode ser realizado com dois dispositivos diferentes: lâmina de aço ou fio ortodôntico, sendo o último mais fidedigno em relação aos resultados. Isso se deve à maior facilidade de posicionamento do fio ortodôntico na interface adesiva, diferentemente da lâmina de aço (Foong et al.⁶³ 2006); ou então, o tipo de adesivo com que foi realizado o procedimento restaurador, já que um adesivo de condicionamento prévio, ao invés de adesivos autocondicionantes, promovem maiores valores de resistência de união ao esmalte clareado (Gurgan et al.⁶⁰ 2009). Outro estudo verificou que se deve optar preferencialmente por uma resina composta microhíbrida, devido ao reduzido número de falhas coesivas e maiores valores de RU obtidos nos resultados. Essa escolha faria com que os testes fossem mais sensíveis, no que diz respeito às diferenças entre as condições experimentais estudadas (Andrade et al.⁶⁴ 2010). Inclusive, a região onde houve seccionamento do dente pode interferir nos resultados (McDonough et al.⁶² 2002).

Para a análise química dos espécimes, optou-se pela espectroscopia micro-Raman, a qual fornece importantes informações sobre as mudanças inorgânicas ocorridas no substrato estudado. O método fornece informações sobre a composição molecular e estrutural do substrato (Tsuda, Arends⁶⁷ 1997). A técnica de análise é realizada diretamente sobre a superfície do material em questão, sem

necessitar de nenhum tipo de preparação especial e que não leva a nenhuma alteração na superfície onde se realiza a análise, ou seja, não-destrutiva (Pueyo⁶⁶ 2005).

É bem verdade que, por se tratar de um estudo *in vitro*, extrapolações clínicas não são plausíveis. Mais estudos *in vitro* e *in vivo* são necessários para se avaliar os efeitos clínicos dos géis clareadores fluoretados, assim como a concentração ideal de flúor para que haja máximo clareamento dental e mínimos efeitos colaterais (Chen et al.¹⁶ 2008).

7 CONCLUSÃO

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

- A aplicação de flúor tópico não foi efetiva na reversão dos valores de resistência de união e grau de conversão encontrados, sendo necessário aguardar 14 dias para realizar o procedimento adesivo, a fim de que todo oxigênio residual seja eliminado do dente e este sofra remineralização da sua estrutura.
- Para se realizar procedimentos restauradores imediatamente após o clareamento em consultório, o uso de um agente clareador com flúor na composição é uma alternativa efetiva para manter os valores de resistência de união e grau de conversão.

REFERÊNCIAS*

1. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int.* 1989 Mar;20:173-6.
2. Heymann HO. Tooth whitening: facts and fallacies. *Brit Dent J.* 2005 Apr; 198(8):514.
3. Marshall K, Berry T, Wollum J. Teeth whitening: Current status. *Compend Contin Educ Dent.* 2010 Sep; 31(7):486-95.
4. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2004 Oct;92(4):337-42.
5. Bizhang M, Seemann R, Duve G, Romhild G, Altenburger JM, Jahn KR, Zimmer S. Demineralization effects of 2 bleaching procedures on enamel surfaces with and without post-treatment fluoride application. *Oper Dent.* 2006 Nov-Dec;31(6):705-9.
6. Al-Salehi SK, Wood DJ, Hatton PV. The effect of 24h non-stop hydrogen peroxide concentration on bovine enamel and dentine mineral content and microhardness. *J Dent.* 2007 Nov;35(11):845-50.
7. Tezel H, Ertas OS, Ozata F, Dalgar H, Korkut ZO. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence Int.* 2007 Apr;38(4):339-47.
8. Attin T, Kielbassa AM, Schwanenberg M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil.* 1997 Apr;24(4):282-6.
9. Attin T, Buchalla W, Zirkel C, Lussi A. Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Res.* 2003 Mar-Apr;37(2):93-9.
10. Basting RT, Rodrigues Jr AL, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *J Am Dent Assoc.* 2003 Oct;134(10):1335-42.
11. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res.* 2004 Oct-Dec;18(4):306-11.
12. Oliveira R, Paes Leme AF, Giannini M. Effect of a carbamide peroxide bleaching gel containing calcium or fluoride on human enamel surface microhardness. *Braz Dent J.* 2005;16(2):103-6.

* De acordo com a norma do Programa de Pós-graduação em Odontologia Stricto-sensu da UEPG, baseada no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o *Medline*.

13. Cervantes A, Bolanho A, Valera MC, Araújo MAM. Estudo da microdureza do esmalte bovino submetido ao tratamento clareador ativado por diferentes fontes de luz. *Cienc Odontol Bras*. 2006 Jul-Set;9(3):78-86.
14. Costa JB, Mazur RF. Effects of new formulas of bleaching gel and fluoride application on enamel microhardness: an in vitro study. *Oper Dent*. 2007 Nov-Dec;32(6):589-94.
15. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. *Dent Mater*. 2007 Feb;23(2):243-50.
16. Chen HP, Chang CH, Liu JK, Chuang SF, Yang JY. Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *J Dent*. 2008 Sep;36(9):718-25.
17. Cavalli V, Rodrigues LK, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MA, Berger SB, Giannini M. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int*. 2010 Sep;41(8):e157-65.
18. Attin T, Betke H, Schippan F, Wiegand A. Potential of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening. *J Dent*. 2007 Sep;35(9):755-9.
19. Cavalli V, Arrais CAG, Giannini M. Influence of low-concentrated bleaching agents on the human enamel roughness and morphology. *ClipeOdonto – UNITAU*. 2009; 1(1):14-9.
20. Martin JM, De Almeida JB, Rosa EA, Soares P, Torno V, Rached RN, Mazur RF. Effects of fluoride therapies on the surface roughness of human enamel exposed to bleaching agents. *Quintessence Int*. 2010 Jan;41(1):71-8.
21. Lai SC, Tay FR, Cheung GS, Mak YF, Carvalho RM, Wei SH, Toledano M, Osorio R, Pashley DH. Reversal of compromised bonding in bleached enamel. *J Dent Res*. 2002 Jul;81(7):477-81.
22. Wilson D, Xu C, Hong L, Wang Y. Effects of different preparation procedures during tooth whitening on enamel bonding. *J Mater Sci Mater Med*. 2009 Apr;20(4):1001-7.
23. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res*. 1990 Oct;69(10):1652-8.
24. Perdigão J, Francci C, Swift Jr EF, Ambrose WW, Lopes M. Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide-bleached enamel. *Am J Dent*. 1998 Dec;11(6):291-301.
25. Chuang SF, Chen HP, Chang CH, Liu JK. Effect of fluoridated carbamide peroxide gels on enamel microtensile bond strength. *Eur J Oral Sci*. 2009 Aug;117(4):435-41.

26. 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 Dec;31(12):1184-91.
27. Bulut H, Kaya AD, Turkun M. Tensile bond strength of brackets after antioxidant treatment on bleached teeth. *Eur J Orthod*. 2005 Oct;27(5):466-71.
28. Cavalli V, Carvalho RM, Giannini M. Influence of carbamide peroxide-based bleaching agents on the bond strength of resin-enamel/dentin interfaces. *Braz Oral Res*. 2005 Jan-Mar;19(1):23-9.
29. Nour-El-din AK, Miller BH, Griggs JA, Wakefield C. Immediate bonding to bleached enamel. *Oper Dent*. 2006 Jan-Feb;31(1):106-14.
30. Unlu N, Cobankara FK, Ozer F. Effect of elapsed times following bleaching on the shear bond strength of composite resin to enamel. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2008 Feb;84(2):363-8.
31. Gökçe B, Comlekoglu ME, Ozpinar B, Turkun M, Kaya AD. Effect of antioxidant treatment on bond strength of a lutein resin to bleached enamel. *J Dent*. 2008 Oct;36(10):780-5.
32. Uysal T, Sisman A. Can previously bleached teeth be bonded safely using self-etching primer systems? *Angle Orthod*. 2008 Jul;78(4):711-5.
33. 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 Feb;11(1):35-40.
34. Bittencourt ME, Trentin MS, Linden MS, de Oliveira Lima Arsati YB, França FM, Flório FM, Basting RT. Influence of in situ postbleaching times on shear bond strength of resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc*. 2010 Mar;141(3):300-6.
35. Sundfeld RH, Briso AL, De Sá PM, Sundfeld ML, Bedran-Russo AK. Effect of time interval between bleaching and bonding on tag formation. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2005 May;46(1-2):1-6.
36. Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 Feb;129(2):266-72.
37. Metz MJ, Cochran MA, Matis BA, Gonzalez C, Platt JA, Pund MR. Clinical evaluation of 15% carbamide peroxide on the surface microhardness and shear bond strength of human enamel. *Oper Dent*. 2007 Sep-Oct;32(5):427-36.
38. Kwon SR. Whitening the single discolored tooth. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr;55(2):229-39.

39. Reis A, Loguercio AD. *Materiais Dentários Diretos: dos fundamentos à aplicação clínica*. 1a ed. São Paulo: Santos, 2009. 423p.
40. Attin T, Albrecht K, Becker K, Hannig C, Wiegand A. Influence of carbamide peroxide on enamel fluoride uptake. *J Dent*. 2006 Oct;34(9):668-75.
41. Featherstone JD. The continuum of dental caries – evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res*. 2004;83 Spec Number C:C39-42.
42. Murakami C, Bonecker M, Corrêa MS, Mendes FM, Rodrigues CR. Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Arch Oral Biol*. 2009 Nov;54(11):997-1001.
43. Barcroft BD, Childers KR, Harris EF. Effects of acidulated and neutral NaF solutions on bond strength. *Pediatr Dent* 1990 May-Jun;12(3):180-2.
44. Wang WN, Sheen DH. The effect of pretreatment with fluoride on the tensile strength of orthodontic bonding. *Angle Orthod* 1991 Spring;61(1):31-4.
45. Junqueira LC, Carneiro J. *Histologia Básica*. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. 512p.
46. Ten Cate AR. *Histologia Bucal – Desenvolvimento, Estrutura e Função*. 5a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 439p.
47. Busato ALS. *Dentística. Filosofia, conceitos e prática clínica*. São Paulo: Artes Médicas, 2005. 377p.
48. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955 Dec;34(6):849-53.
49. Retief DH. Effect of conditioning the enamel surface with phosphoric acid. *J Dent Res*. 1973 Mar-Apr;52(2):333-41.
50. Bowen RL, Rodriguez MS. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. *J Am Dent Assoc*. 1962 Mar;378-87.
51. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res*. 1979 Apr;58(4):1364-70.
52. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent*. 1998 Jan;26(1):1-20.
53. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005 Sep;21(9):864-81.
54. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):333-57.

55. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e100-21.
56. Kingsbury CA. Discoloration of dentine. *Dental Cosmos*. 1861 Sep;3(2):57-60.
57. Ulukapi H. Effect of different bleaching techniques on enamel surface microhardness. *Quintessence Int*. 2007 Apr;38(4):e201-5.
58. Uysal T, Basciftci FA, Usumez S, Sari Z, Buyukerkmen A. Can previously bleached teeth be bonded safely? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003 Jun;123(6):628-32.
59. Marson FC, Sensi LG, Arruda T. Efeito do clareamento dental sobre a resistência adesiva do esmalte. *RGO*. 2008 Jan-Mar;56(1):33-7.
60. Gurgan S, Alpaslan T, Kiremitci A, Cakir FY, Yazici E, Gorucu J. Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *J Dent*. 2009 Jul;37(7):527-34.
61. Shimada Y, Tagami J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. *Oper Dent*. 2003 Jan-Feb;28(1):20-7.
62. McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MYM, Schumacher GE, et al. A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*. 2002 Sep;23(17):3603-8.
63. Foong J, Lee K, Nguyen C, Tang G, Austin D, Ch-ng C, Burrow MF, Thomas DL. Comparison of microshear bond strengths of four self-etching bonding systems to enamel using two test methods. *Aus Dent J*. 2006 Sep;51(3):252-7.
64. Andrade AM, Moura SK, Reis A, Loguercio AD, Garcia EJ, Grande RH. Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: effects of composite resin. *J Appl Oral Sci*. 2010 Dec;18(6):591-8.
65. El-Zohairy AA, Saber MH, Abdalla AL, Feilzer AJ. Efficacy of microtensile versus microshear bond testing for evaluation of bond strength of dental adhesive systems to enamel. *Dent Mater*. 2010 Sep;26(9):848-54.
66. Pueyo RP. Procesado y Optimización de Espectros Raman mediante Técnicas de lógica difusa: aplicación a La identificación de materiales pictóricos. Capítulo 1: Fundamentos de Espectroscopía Raman. Tese (Doutorado). Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, 2005.182p.
67. Tsuda H, Arends J. Raman spectroscopy in dental research: a short review of recent studies. *Adv Dent Res*. 1997 Nov;11(4):539-547.

68. Miyazaki M, Onose H, Iida N, Kazama H. Determination of residual Double bonds in resin-dentin interface by Raman spectroscopy. *Dent Mater*. 2003 May;19(3):245-251.
69. Sato M, Miyazaki M. Comparison of depth of dentin etching and resin infiltration with single-step adhesive systems. *J Dent*. 2005 Jul;33(6):475-84.
70. Santini A, Pulham CR, Rajab A, Ibbetson R. The effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on the phosphate concentration of tooth enamel assessed by Raman spectroscopy. *Dent Traumatol*. 2008 Apr;24(2):220-3.
71. Santini A, Miletic V. Quantitative micro-Raman assessment of dentine demineralization, adhesive penetration, and degree of conversion of three dentine bonding systems. *Eur J Oral Sci*. 2008 Apr;116(2):177-83.
72. Miletic V, Santini A, Trkulja I. Quantification of monomer elution and carbon-carbon double bonds in dental adhesive systems using HPLC and micro-Raman spectroscopy. *J Dent*. 2009 Mar;37(3):177-84.
73. Tschoppe P, Neumann K, Mueller J, Kielbassa AM. Effect of fluoridated bleaching gels on the remineralization of predemineralized bovine enamel in vitro. *J Dent*. 2009 Feb;37(2):156-62.
74. Cavalli V, Rodrigues LKA, Paes-Leme AF, Soares LES, Martin AA, Berger SB, Giannini M. Effects of the addition of fluoride and calcium to low-concentrated carbamide peroxide agents on the enamel surface and subsurface. *Photomed Laser Surg*. 2011 May;29:319-25.
75. Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K, Symons AL. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil*. 1996 Apr;23(4):244-50.
76. García-Godoy F, Dodge WW, Donouhe M, O'Quinn JA. Composite resin bond strength after enamel bleaching. *Oper Dent*. 1993 Jul-Aug;18(4):144-7.
77. Muraguchi K, Shigenobu S, Susuki S, Tanaka T. Improvement of bonding to bleached bovine tooth surfaces by ascorbic acid treatment. *Dent Mater J*. 2007 Nov;26(6):875-81.
78. Barros-Matoso F, Souza-Gabriel AE, Furtado-Messias DC, Sousa-Neto MD, Alfredo E. Microhardness of intracoronal dentin exposed to bleaching and fluoride treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011 Nov;112(5):e1-5.
79. Delbem ACB, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of in vitro enamel caries. *Am J Dent* 2002 Jun;15(3):169-72.

80. Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. The effect of elapsed times following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Oper Dent*. 2001 Nov-Dec;26(6):597-602.
81. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. *Dent Mater* 2010 Feb;26(2):e38-49.

ANEXO A

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP- UEPG

PARECER Nº 136/2010
Protocolo: 15195/10

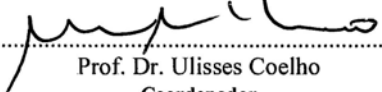
Em reunião ordinária, realizada dia 25 de Novembro de 2010, a Comissão de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa intitulado "**Efeito do flúor na resistência de união entre resina composta e esmalte clareado**" de responsabilidade da pesquisadora Osnara Maria Mongruel Gomes.

Conforme Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a esta Comissão, relatórios sobre andamento da pesquisa, conforme modelo (<http://www.uepg.br/coep/>).

Data para entrega do relatório final: Novembro de 2011

Ponta Grossa, 26 de Novembro de 2010.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP


Prof. Dr. Ulisses Coelho
Coordenador