

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

ROBERTO CÉSAR DO AMARAL

**ANÁLISE *IN VITRO* E *IN VIVO* DE DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DE  
SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES**

PONTA GROSSA  
2008

ROBERTO CÉSAR DO AMARAL

**ANÁLISE *IN VITRO* E *IN VIVO* DE DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DE  
SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES**

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

Orientador: Prof. Dr. Alessandro  
Dourado Loguercio

PONTA GROSSA  
2008

Ficha catalográfica elaborada pelo Setor de Processos Técnicos BICEN/UEPG

A485a Amaral, Roberto César do  
Análise “*in vitro*” e “*in vivo*” de diferentes formas de aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes / Roberto César do Amaral . Ponta Grossa, 2007.  
100 f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia).Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr.Alessandro Dourado Loguercio

1. Adesivos dentários. 2. Resistência à tração . 3. Dentina. I. Loguercio, Alessandro Dourado. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. III. T.

CDD: 617.67

ROBERTO CÉSAR DO AMARAL

**ANÁLISE *IN VITRO* E *IN VIVO* DE DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES**

Dissertação apresentada para a 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, 25 de Março de 2008.



---

Prof. Dr. Marcelo Giannini  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP



---

Prof.ª Dr.ª Alessandra Reis  
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG



---

Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio  
Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

*Dedico esta obra aos meus queridos pais João Adão Rodrigues do Amaral e Salete do Amaral pelo constante incentivo em minha busca pelo sucesso profissional. Caráter, humildade e a oportunidade em poder estudar é a maior herança que um filho pode receber.*

*A vocês...Muito obrigado*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a **Universidade Estadual de Ponta Grossa** na pessoa do magnífico reitor professor **Dr. João Carlos Gomes** e da coordenadora do programa de pós-graduação em nível de mestrado professora **Dra. Osnara Maria Mongruel Gomes** pelos seus ensinamentos e por abrirem as portas de uma grande instituição do país para nossa formação como mestres.

A **CAPES** pela concessão de uma bolsa de estudos durante o curso e pelo incentivo a pesquisa brasileira.

A todos os **professores** que fazem parte do programa de pós-graduação por nos ensinar como “ensinar”. Suas experiências e seus válidos conhecimentos transmitidos foram os alicerces para uma boa formação a estarmos aptos a exercer a docência. Obrigado a todos.

A **Morgana das Graças Procz dos Santos (Morgs)** secretária da pós-graduação dentre suas outras funções como nossa “quebra galho”, sempre disposta a nos ajudar com muita competência, até mesmo em atividades que não correspondiam a sua função. Minha gratidão, admiração e eterna amizade.

A professora **Dra. Denise Stadler Wambier**, chefe do departamento de Odontologia da Universidade, por disponibilizar horários e facilitar o acesso as clínicas para que a parte *in vivo* deste trabalho pudesse ser iniciada e concluída.

Ao **Dr. Milton Domingos Michel** pela sua disponibilidade em nos atender para a execução das imagens em microscopia eletrônica de varredura realizadas no presente estudo.

A **Universidade do Oeste de Santa Catarina** que sempre nos abriu as portas para a execução deste e de muitos outros trabalhos laboratoriais. Também agradeço a Universidade em nome da coordenadora do curso de graduação em Odontologia professora **Dayse Bortoluzzi Barbieri** pela confiança depositada e por acreditarem em meu trabalho através da oportunidade em exercer a docência mesmo sem ter acabado o curso de mestrado.

Ao engenheiro mecânico **Rafael Patzlaf** por suas contribuições fundamentais para realização deste e de muitos outros estudos. Aos seus bolsistas alunos do curso de engenharia **Adauto Fantin** e **Diego Gadler** não somente pelo auxílio e horas e horas de trabalho árduo, mas pela convivência e pela amizade formada ao longo desse tempo. Este trabalho só pode ser concluído porque vocês contribuíram significativamente para isso.

As meninas da iniciação científica **Viviane, Micheli, Jully e Luceli**, pela valorosa contribuição na parte clínica deste estudo.

#### *AGRADECIMENTOS ESPECIAIS...*

A todos os amigos que cumpriram com muitos esforços o curso de mestrado, mas em especial a família que formei na cidade de Ponta Grossa: **Anna Drehmer, Cristian (Japa), Sérgio Paulo, Rodrigo (Zukinho), Shelon, Wilmer (Bola), Beatriz, Eugênio (Chuchi), Jimenez e Christiana**. Agradeço muito a Deus por ter possibilitado que nossos caminhos se cruzassem. Foram inesquecíveis os momentos que passamos juntos, nas mais variadas situações, alegrias e tristezas muito mais alegrias do que tristezas. Vocês sem sombra de dúvidas são seres humanos mais do que especiais e me considero um privilegiado por fazer parte da vida de todos vocês.

Podem as horas, os dias, os anos, enfim o tempo passar, mas nosso carinho e nossa amizade e muita admiração, construída uns pelos outros ao longo desse tempo em que convivemos, ficará para sempre em nossas memórias e em nossos corações. Se este tempo em que convivemos significa mais páginas de nossas vidas escritas, podem ter certeza que foram recheadas de belas histórias e bons momentos em que todos nós fomos os escritores e os protagonistas.

Que esta etapa da vida cumprida não seja um adeus meus amigos e sim um até logo, para que o destino possa estar sempre nos reunindo em situações de alegria e sempre na busca de novos sonhos. Se hoje posso afirmar que fui muito feliz na cidade de Ponta Grossa é porque vocês foram e sempre serão muito importantes em minha vida. Minha imensa gratidão, carinho, respeito e amor por vocês existirem.

*“Se alguém, já lhe deu a mão e não pediu mais nada em troca... pense bem, pois é um dia especial... não é sempre que a gente encontra alguém, que nos faça bem, que nos leve desse temporal”.*

*(Cidadão Quem)*

Além de serem pessoas com cérebros especiais são seres humanos mais do que especiais em minha vida. É claro que com estes atributos iniciais só poderia estar falando dos queridos “ales”. Ou melhor, assim por dizer meu orientador professor **Dr. Alessandro Dourado Loguercio** e minha co-orientadora professora **Dra. Alessandra Reis**. Uma das maiores conquistas da humanidade sem dúvida foi a arte da escrita. Desta maneira me considero privilegiado neste momento em poder deixar eternamente aqui registrado através das palavras minha imensurável gratidão e felicidade por estas duas pessoas fazerem parte de minha vida.

Torna-se difícil falar de pessoas tão especiais sem que as lágrimas comessem a rolar como num ato involuntário. Com certeza faltariam palavras e frases para agradecer tudo que vocês fizeram por mim e com muito orgulho posso dizer pro mundo inteiro, pois este, o mundo, é o limite para dois pesquisadores tão renomados, que além ter tido aula na graduação, pós-graduação e colega de docência nas disciplinas de materiais dentários e dentística, meu maior orgulho é em poder dizer que sou amigo dessas duas pessoas tão queridas. E o que os torna tão especiais não é somente pelos numerosos trabalhos publicados e por suas mentes privilegiadas, mas sim pelos seres humanos que são e quem os conhece a fundo confirma tudo isso.



Foram domingos de vinda a Joaçaba, segundas cansativas entre clínicas, laboratórios e pranchetas, terças fatídicas de retorno a Ponta Grossa: na quarta iniciar um novo dia regado a muito *Red Bull*, e tudo isso acompanhado com muita alegria apesar do cansaço e da correria porque estávamos fazendo o que escolhemos para nossas vidas e o que gostamos de fazer. Nem em minhas expectativas mais otimistas quando ingressei no curso de mestrado poderia imaginar que tantas coisas no campo profissional, em um curto espaço de tempo iriam ocorrer e posso com toda certeza dizer que devo tudo isso a vocês. Fazer parte da equipe dos “ales” dando aula para graduação teria duas explicações: ou sou um cara muito sortudo ou abençoado por Deus, por ter colocado esses dois em meu caminho. Do fundo de meu coração minha eterna gratidão por tudo que conquistei hoje, e o pouco que sou e o que ainda serei sempre contarei com vocês. Espero que não paremos por aí porque é um imenso orgulho ter a oportunidade de trabalhar, conviver e dispor da boa amizade de vocês...

*“Se eu pude ver mais longe, é porque estava me apoiando sobre os ombros de gigantes”.*

*(Isaac Newton)*

Beijos e muito obrigado... do amigo Roberto.

*“Ando devagar, porque já tive pressa... e levo este sorriso porque já chorei demais... hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe, eu só levo a certeza de que muito pouco eu sei... que nada sei... Cada um de nós compõe a sua história e cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz”.*

*(Almir Sater)*

Amaral RC. Análise *in vitro* e *in vivo* de diferentes formas de aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes. [Dissertação – Mestrado em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo é avaliar, *in vitro* (resistência de união [RU] por microtração e análise ultramorfológica pela impregnação de nitrato de prata em microscopia eletrônica de varredura [INP]) e *in vivo* (avaliação clínica), o efeito da forma de aplicação (inativa vs. ativa) de adesivos autocondicionantes de passo único na dentina nos tempos imediato (*baseline*) e 6 meses. Para o teste *in vitro*, trinta e dois terceiros molares humanos (20 para o teste de RU e 12 para MEV) tiveram a dentina exposta com lixas carbeto de silício de granulação 180 e 600 para obter uma *smear layer* padronizada. Os adesivos (Adper Prompt [AP], e Xeno III [XE]) foram aplicados sobre a superfície dentinária em duas camadas de forma inativa ou sob vigorosa agitação por todo substrato (forma ativa). Após serem restaurados, os dentes foram seccionados em eixos “x” e “y” para obtenção dos corpos-de-prova (cps) com média de (0,8 mm<sup>2</sup>) e testados sob tração (0,5 mm/min). Metades dos cps obtidos foram testados imediatamente e a outra metade armazenada em água para ser testada após seis meses. Os dados de RU foram submetidos a uma análise de variância de 3 fatores e teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Para avaliar a efetividade clínica dos sistemas adesivos, 120 lesões cervicais não cariosas foram restauradas em trinta pacientes (n=4), sendo distribuídas aleatoriamente de acordo com cada condição experimental (AP inativa = 30; AP ativa = 30; XE inativa = 30 e XE ativa = 30). As restaurações foram avaliadas de acordo com os critérios USPHS modificado. As diferenças nos índices das duas formas de aplicação testada para cada adesivo após cada tempo (*baseline* e 6 meses) foram submetidos ao teste exato de Fisher's ( $\alpha = 0,05$ ) e a *performance* dos modos de aplicação para cada adesivo no momento e após 6 meses foi avaliado pelo teste de Mc Nemar's ( $\alpha = 0,05$ ). Na análise *in vitro*, os fatores técnica e tempo foram significantes ( $p < 0,05$ ). No tempo imediato houve um aumento da RU e menor INP para os dois adesivos testados quando foram aplicados de forma ativa, entretanto após 6 meses, houve uma diminuição da RU e aumento da INP para os dois adesivos independentemente da técnica de aplicação. No estudo *in vivo*, 29 pacientes foram avaliados no período de 6 meses. A única diferença registrada foi à queda de uma restauração para o AP inativa, sendo classificado como critério C (*Charlie*). Conclui-se que: a RU e uma menor INP pode ser conseguida no período imediato quando os adesivos são aplicados sob vigorosa aplicação, entretanto após 6 meses a técnica de aplicação não se mostrou eficaz e na avaliação clínica nenhuma diferença foi observada no tempo de 6 meses.

**Palavras-chave:** adesivo dentinário; tração; dentina; avaliação clínica

Amaral RC. Analysis in vitro and in vivo of the different forms of application of the self-etching adhesives systems. [Dissertação – Mestrado em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different modes of application (active vs. inactive) of one step self-etch adhesives under in vitro conditions (resin-dentin bond strength [BS] and nanoleakage under Scanning Electron Microscopy [SEM]) and in vivo conditions (in non carious class V restorations) in the immediate [IM] and 6 month period [6M]. For the in vitro test, 32 human third molars (20 for BS and 12 for SEM) had their occlusal dentin exposed by wet abrasion with 600-grit SiC paper. The following adhesives Adper Prompt [AP] and Xeno II [XE] were applied under inactive [I] or following vigorous application mode [V] in two coats, which were then light-cured for the recommended time. Composite “crowns” were incrementally constructed and after storage (37C/24 h) the specimens were sectioned in both “x” and “y” direction to obtain bonded sticks (0.8 mm<sup>2</sup>) to be tested in tension (0.5 mm/min). Half of the specimens were tested I or after 6M of water storage. A three-way ANOVA and Tukey test was used to statistically evaluate the data ( $\alpha = 0,05$ ). For the clinical study, 120 restorations were placed in non carious cervical lesions in 30 patients, in a way that all four experimental conditions were placed in the same patient. The restorations were evaluated according the modified USPHS. The differences for each adhesive at baseline and 6 months were analysed Fisher’s ( $\alpha = 0,05$ ) and the performance of each mode of application for each adhesive at each period of evaluation was evaluated by Mc Nemar’s test ( $\alpha = 0,05$ ). In the immediate time, an increase in the BS and lower nanoleakage was observed when both adhesive were applied under A mode. However, after 6 months, the BS were reduced and a higher nanoleakage occurred for both adhesives regardless the mode of application. Under the in vitro part of the study, 29 patients attended the 6 month recall. Only one AP restoration debonded after 6 months in the inactive mode. Based on the results of the present investigation one can conclude that: 1) although the vigorous application improves the immediate performance of the adhesive systems tested, no improvement was observed after 6 months of water storage. 2) After the short-term evaluation of 6 months no significant difference was observed in none of the USPHS items for the experimental conditions.

**Key words:** dentin adhesive; tensile; dentin; clinical evaluation

## LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
±	Mais ou menos
µm	micrometro
s	segundos
MPa	Mega pascal
mm	milímetro
mm <sup>2</sup>	milímetro quadrado
mm/min	milímetro por minuto
mW/cm <sup>2</sup>	miliwatt por centímetro quadrado
g	grama
°C	Grau Celsius
n	número de corpos de prova
cp	Corpo-de-prova
cps	Corpos-de-prova
x	número de vezes
rpm	Rotações por minuto
h	horas
α	nível de significância
ρ	valor de probabilidade

## LISTA DE SIGLAS

AP	Adper Prompt
XE	Xeno III
INP	Impregnação de nitrato de prata em MEV
pH	Potencial hidrogeniônico
RU	Resistência de União
vs.	Versus
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
RC	Resina Composta
Bis-GMA	Bisfenol-Glicidil-Metacrilato
HEMA	2-Hidroxi-Etil-Metacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato
TEGDMA	Trietilenoglicoldimetacrilato
4-MET	4-Metacriloxietil-trimetil anidro
10-MDP	10-Metacriloxietil dihidrogênio fosfato
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
IPV	Índice de Placa Visível
USPHS	Serviço Público de Saúde Americano
ADA	Associação Dental Americana
PF	Número de falhas prévias ao retorno
NF	Número de novas falhas durante o retorno
RR	Número de restaurações rechamadas
EDX	Energia de Raios Dispersiva

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resina composta microhíbrida Esthet X .....	40
Figura 2. Sistema adesivo autocondicionante Xeno .....	40
Figura 3. Sistema adesivo autocondicionante Adper Prompt.....	40
Figura 4. Terceiro molar hígido utilizado no estudo.....	41
Figura 5. Esmalte oclusal desgastado para expor a dentina.....	41
Figura 6. Padronização da <i>smear layer</i> com lixa 600.....	41
Figura 7. Desenho Experimental do estudo.....	42
Figura 8. Dente restaurado em $\pm 3$ incrementos em vista lateral.....	43
Figura 9. Dente restaurado em $\pm 3$ incrementos em vista oclusal.....	43
Figura 10. Fixação do dente no dispositivo com cera pegajosa.....	44
Figura 11. Dente posicionado na máquina de corte.....	44
Figura 12. Seqüência de cortes longitudinais.....	44
Figura 13. Obtenção dos cps na forma de palitos.....	44
Figura 14. Corpo-de-prova em maior detalhe.....	44
Figura 15. Garra desenvolvida para colagem dos cps (a) e em (b) máquina de ensaios universal.....	45
Figura 16. Preparo dos cps para MEV.....	46
Figura 17. Tubos de PVC para embutimento dos cps.....	47
Figura 18. Seqüência de pastas diamantadas para polimento.....	48
Figura 19. Lesão cervical não cariiosa em vista frontal.....	51
Figura 20. Lesão cervical não cariiosa em vista lateral.....	51
Figura 21. Manipulação do adesivo Adper Prompt.....	52
Figura 22. Manipulação do adesivo Xeno III.....	52

Figura 23. Seqüência clínica da restauração de uma lesão cervical não cariosa.....	53
Figura 24. Gráfico comparando a RU dos adesivos e das formas de aplicação nos tempos imediato e 6 meses.....	59
Figura 25. MEV (AP diante das formas de aplicação e em diferentes tempos 1200X aumento).....	60
Figura 26. MEV (XE diante das formas de aplicação e em diferentes tempos 1200X aumento).....	61
Figura 27. Lesões cervicais após restauradas em vista frontal.....	63
Figura 28. Lesões cervicais após restauradas em vista lateral.....	64



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Materiais, fabricantes e lotes utilizados no estudo.....	40
Tabela 2 - Formas de aplicação dos adesivos.....	43
Tabela 3 - Escala de esclerose dentinária.....	50
Tabela 4 - Categorias dos critérios USPHS modificado para avaliação.....	55
Tabela 5 - Percentual dos cps perdidos e de acordo com o padrão de fratura.....	57
Tabela 6 - Média e desvio-padrão da RU imediata e ao longo do tempo para cada condição experimental.....	58
Tabela 7 - Distribuição das lesões de acordo com forma, tamanho cérvico-incisal, grau de esclerose dentinária, presença de sensibilidade pré-operatória e distribuição no arco.....	65
Tabela 8 - Resultados da avaliação de 6 meses.....	66

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	24
<b>2.1 Evolução da Odontologia Adesiva</b> .....	24
<b>2.2 Diferenças do procedimento adesivo de acordo com o substrato</b> .....	26
<b>2.3 Classificação dos sistemas adesivos atuais</b> .....	28
<b>2.4 Sistemas autocondicionantes</b> .....	30
<b>2.5 Formas de aplicação</b> .....	33
<b>2.6 Estudos <i>in vivo</i></b> .....	35
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	38
<b>3.1 Objetivos Gerais</b> .....	38
<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	38
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	40
<b>4.1 Estudo <i>in vitro</i></b> .....	41
<b>4.1.1 Seleção dos dentes e delineamento do estudo</b> .....	41
<b>4.1.2 Procedimento Adesivo com a aplicação inativa</b> .....	42
<b>4.1.3 Procedimento Adesivo com a aplicação ativa</b> .....	42
<b>4.1.4 Procedimento Restaurador</b> .....	43
<b>4.1.5 Preparo dos corpos-de-prova (cps)</b> .....	44
<b>4.1.6 Teste de Microtração</b> .....	45
<b>4.1.7 Análise Ultra-Morfológica por MEV</b> .....	46
<b>4.1.8 Análise estatística</b> .....	49
<b>4.2 Estudo <i>in vivo</i></b> .....	50
<b>4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão dos pacientes</b> .....	50
<b>4.2.2 Procedimento Restaurador</b> .....	51
<b>4.2.3 Avaliação clínica</b> .....	54
<b>5 RESULTADOS</b> .....	57
<b>5.1 Estudo <i>in vitro</i></b> .....	57
<b>5.1.2 Análise Ultramorfológica</b> .....	60
<b>5.2 Estudo <i>in vivo</i></b> .....	63
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	68

<b>6.1 Avaliação <i>in vitro</i>: tempo imediato.....</b>	<b>68</b>
<b>6.2 Avaliação <i>in vitro</i>: tempo 6 meses.....</b>	<b>72</b>
<b>6.3 Avaliação <i>in vivo</i> ou clínica.....</b>	<b>75</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo A - Parecer do Comitê de Ética.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo B – Termo de Consentimento.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo C - Modelo de ficha de classificação das lesões.....</b>	<b>98</b>

---

## **1 INTRODUÇÃO**

## 1 INTRODUÇÃO

Durante muito tempo a Odontologia baseava-se na remoção de tecido dentinário sadio com o intuito de aprofundar cavidades e criar áreas retentivas para manter as restaurações em posição. Estas restaurações, como não eram adesivas, permitiam a formação de um espaço entre o dente e a restauração ocasionando com isso sensibilidade pós-operatória, micro infiltrações e cáries secundárias.

Desde a introdução da técnica do condicionamento ácido em esmalte preconizada por Buonocore <sup>1</sup> em (1955), técnicas adesivas têm sido desenvolvidas e podem ser envolvidas em muitos procedimentos clínicos. Com o advento da Odontologia adesiva, mudanças significativas nos conceitos de preparos cavitários, que passaram a ser cada vez mais conservadores, foram passíveis de serem executadas (Dias <sup>2</sup> et al. 2004). Sendo assim, os sistemas adesivos permitem uma verdadeira união dos substratos dentários aos materiais restauradores.

Além disso, é fundamental que, materiais adesivos permaneçam unidos aos tecidos dentais por um longo tempo, ou seja, que tenham durabilidade, em especial quando associados aos materiais estéticos, tais como as resinas compostas (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003). Atualmente os sistemas adesivos podem ser classificados de acordo com a abordagem de adesão aos substratos dentários em convencionais e autocondicionantes.

Os convencionais são sistemas que empregam o passo operatório do condicionamento ácido, separadamente dos outros passos (Carvalho <sup>4</sup> et al. 2004), seguidos da lavagem e secagem. Geralmente emprega-se o ácido fosfórico, na forma de gel, em concentrações de 10 a 37% para remover a *smear layer* e produzir porosidades no substrato dentário para posterior aplicação de um *primer* e de um adesivo.

Diante disso, os três passos podem ocorrer de maneira separada, em etapas distintas, ou a aplicação do *primer* e adesivo ocorrerem de forma simultânea, quando estes dois componentes são acondicionados em um único

frasco. Isto torna possível classificá-los em sistemas convencionais de três e dois passos respectivamente (Pashley, Carvalho <sup>5</sup> 1997, Eick <sup>6</sup> et al. 1997).

Esses sistemas são considerados sensíveis em relação à técnica: devido ao número de passos operatórios ocorre um potencial eminente de contaminação por saliva ou sangue, bem como pelas diferenças morfológicas relacionadas aos substratos, em especial à dentina. Além das dificuldades relacionadas à manutenção do substrato dentinário úmido (Kanca <sup>7</sup> 1992) e variabilidade de acordo com o operador (Sano <sup>8</sup> et al. 2001), que podem conduzir a efeitos prejudiciais na adesão e conseqüentemente na *performance* das restaurações (Abdalla, Davidson <sup>9</sup> 1998, Asmussen, Peutzfeldt <sup>10</sup> 1998).

Com o intuito de simplificar a técnica e diminuir o número de passos operatórios surgiram os sistemas adesivos autocondicionantes (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003). Estes diferem dos convencionais porque não requerem a aplicação separadamente de um ácido para produzir porosidades nos substratos dentais (Pashley, Tay <sup>11</sup> 2001).

Eles apresentam em sua composição, monômeros acídicos que simultaneamente desmineralizam e infiltram nos tecidos dentais. Espera-se que com esses sistemas, a discrepância entre a quantidade de tecido removido e a quantidade de *primer* e adesivo que infiltram no tecido condicionado, não ocorra, como pode ser observado nos sistemas convencionais (Tay <sup>12</sup> et al. 2000, Walker <sup>13</sup> et al. 2000). Porém, recentemente isto também foi observado nos sistemas autocondicionantes (Carvalho <sup>14</sup> et al. 2005, Wang, Spencer <sup>15</sup> 2005).

Como no substrato dentinário, englobam a *smear layer*, diferente dos sistemas convencionais que a remove, tem sido reportada menor sensibilidade pós-operatória (Perdigão <sup>16</sup> et al. 2003, Clinician's preference 2001 <sup>17</sup>, Opdam <sup>18</sup> et al. 1998). Os próprios monômeros criam sua via de infiltração, portanto não devem ser lavados da superfície dentária após sua aplicação (Carvalho <sup>4</sup> et al. 2004), tornando-os mais atrativos do ponto de vista clínico em relação aos convencionais.

De maneira semelhante que ocorre com os convencionais, os sistemas autocondicionantes podem ser classificados de acordo com o número de passos operatórios para a sua aplicação. Podendo ser, de dois passos onde o *primer* acídico é aplicado previamente ao adesivo e de passo único, onde o *primer*

acídico é misturado ao adesivo antes de sua aplicação nos substratos dentais, ou ainda acondicionado em um único frasco (também conhecidos como *all-in-one*, Frankenberger<sup>19</sup> et al. 2001).

Tanto os adesivos autocondicionantes de um ou dois passos, possuem a característica comum de englobar a *smear layer* na camada híbrida, mas diferem na composição de acordo com o seu potencial hidrogeniônico (pH), o que nos indica o quão mais ácido é um adesivo em relação ao outro. Segundo Van Meerbeek<sup>3</sup> et al. (2003) podem ser divididos em autocondicionantes de acidez leve (pH > 2), moderada (1 < pH < 2) e de alta acidez (pH < 1) ou também chamados de agressivos.

Os sistemas simplificados, de passo único, possuem grande quantidade de monômeros hidrofílicos em sua composição, essenciais para uma compatibilidade com o tecido dentinário. Porém, isto acarretará alguns efeitos prejudiciais à formação de um polímero mais resistente. As finas camadas proporcionadas por estes adesivos implicam em uma inadequada polimerização por sofrer inibição pelo oxigênio (Rueggeberg, Margeson<sup>20</sup> 1990), bem como a alta capacidade de sorção de água diminui o módulo de elasticidade da resina, contribuindo assim para uma redução na resistência de união (Ito<sup>21</sup> et al. 2005). Isso favorece a formação de uma camada híbrida como uma membrana semipermeável, permitindo assim a passagem de água, mesmo após a polimerização do adesivo (Tay<sup>22</sup> et al. 2002, Carvalho<sup>23</sup> et al. 2004) favorecendo a degradação e comprometendo a durabilidade de união.

Como maneira de melhorar o desempenho destes adesivos, e minimizar os efeitos deletérios, a forma com que eles são aplicados nos substratos dentários, em especial, na dentina parece ser relevante, possibilitando uma melhora na efetividade da formação de uma camada híbrida e uma adesão duradoura aos tecidos possa ser alcançada (Velásquez<sup>24</sup> et al. 2006).

Há estudos na literatura que demonstram que a aplicação em maior número de camadas melhoram a *performance* dos adesivos autocondicionantes, através de testes de resistência de união ao esmalte e a dentina no tempo imediato (Pashley<sup>25</sup> et al. 2002, Frankenberger<sup>19</sup> et al. 2001, Nakaoki<sup>26</sup> et al. 2005, Perdigão<sup>27</sup> et al. 2006), porém não apresentam resultados ao longo do tempo.

Uma alternativa para melhorar o desempenho destes adesivos seria aplicar o *primer* ácido por um tempo maior ao que é recomendado pelo fabricante (Ferrari <sup>28</sup> et al. 2000, Perdigão <sup>27</sup> et al. 2006, Velásquez <sup>24</sup> et al. 2006), além de realizar a aplicação de forma ativa, ou seja, esfregando o adesivo sobre a superfície do esmalte (Miyazaki <sup>29</sup> et al. 2002) ou esmalte e na dentina (Velásquez <sup>24</sup> et al. 2006). Vale salientar que, muitas destas abordagens ainda não foram testadas clinicamente.

Dentre as diferentes abordagens descritas anteriormente, a que causa menores complicações do ponto de vista clínico, é a aplicação ativa, e desta forma parece-nos de suma importância à forma de aplicação dos adesivos no substrato dentinário, sendo que uma aplicação ativa pode maximizar a eficácia do material, mesmo para os sistemas que não demonstram uma boa efetividade de união, principalmente ao longo do tempo, como os autocondicionantes de passo único.



---

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Evolução da Odontologia adesiva

Até meados da década de 70, a Odontologia restauradora baseava-se nos conceitos de remoção de tecido cariado, em geral removendo tecido sadio, preparando cavidades com formas geométricas específicas com o intuito de criar áreas retentivas para inserção de materiais restauradores (Black <sup>30</sup> 1908), principalmente o amálgama de prata.

Como alternativas para as restaurações em dentes anteriores, existiam as resinas acrílicas quimicamente ativadas. Este material era amplamente utilizado, pois era o que melhor apresentava características de mimetizar a estrutura perdida, apesar de não se unir às estruturas dentais. A alta contração de polimerização, a baixa estabilidade de cor, resultou em um material com desempenho clínico pouco favorável (Anusavice <sup>31</sup> 2003).

O acréscimo de partículas de carga na matriz das resinas acrílicas proporcionou algumas melhorias nesse material, como uma redução na contração de polimerização. Mesmo assim, a falta de união dessas partículas de carga com a matriz foi o que determinou o insucesso clínico através da baixa resistência ao desgaste e pouca estabilidade de cor do material (Anusavice <sup>31</sup> 2003).

Mas foi a partir do intuito de associar as características desejáveis das resinas acrílicas e da resina epóxica que um novo monômero denominado de Bis-GMA foi descoberto (Bowen <sup>32</sup> 1962) e o início do desenvolvimento das resinas compostas. Apesar de todas as melhorias dos materiais restauradores estes ainda não possuíam as características de se unir às estruturas dentais.

Desta forma, Buonocore <sup>1</sup> et al. (1955), observando os efeitos dos ácidos usados na impermeabilização de cascos de navios, descobriu um método de unir as resinas restauradoras ao esmalte dental. Esta técnica consistia no uso de substâncias ácidas para criar irregularidades microscópicas no esmalte, aumentando a energia livre de superfície e proporcionando um embricamento micro mecânico do esmalte com a resina.

A partir de tal observação, a Odontologia deu um salto para era adesiva, onde técnicas passaram a ser desenvolvidas e aplicadas em muitos dos procedimentos clínicos. Os procedimentos restauradores foram sendo alterados e a união do material restaurador com a estrutura dental permitiu significantes mudanças nos conceitos de preparos cavitários, que passaram a ser cada vez mais conservadores (Dias <sup>2</sup> et al. 2004).

Apesar das diferenças morfofisiológicas da dentina em relação ao esmalte dental, diversos estudos observaram que também era possível à aplicação de substâncias ácidas no substrato dentinário (Gwinnett, Matsui <sup>33</sup>, 1967, Fusayama <sup>34</sup> et al. 1979, Nakabayashi <sup>35</sup> et al. 1982). Comprovando à capacidade de união do material restaurador junto a este substrato, tendo em vista que a maiorias dos procedimentos restauradores envolvem a dentina.

A adesão ao esmalte dentário, consiste em um processo de aumento da energia livre de superfície e aumento da área superficial (Silverstone <sup>36</sup> et al. 1975), proporcionando assim uma maior formação de porosidades no substrato condicionado, para que os monômeros resinosos possam se unir micromecanicamente (Carvalho <sup>37</sup> 1988).

Quando as substâncias ácidas são utilizadas para condicionar o tecido dentinário, o processo de adesão ocorre pela formação de uma camada híbrida (Nakabayashi <sup>35</sup> et al. 1982) ou “zona de interdifusão resinosa” (Van Meerbeek <sup>38</sup> et al. 1992). O mecanismo de adesão descrito por estes dois estudos é o mesmo, ou seja, o ácido expõe a rede de fibrilas colágenas da dentina, de maneira que os monômeros resinosos penetrem nesses espaços interfibrilares e após polimerizarem, formam uma zona em que parte é monômero resinoso e parte é colágeno, produzindo assim a retenção micro mecânica no tecido dentinário.

A adesão aos substratos dentários tem gerado inúmeros estudos, tanto para o esmalte quanto para a dentina, quer seja em relação a estudos laboratoriais, em especial de resistência de união, ou através de estudos clínicos. A seguir, como forma de melhor entendermos a interação destes materiais com o substrato dentário, iremos caracterizar tanto o esmalte como a dentina.

## 2.2 Diferenças do procedimento adesivo de acordo com o substrato

A *performance* clínica dos adesivos difere dependendo do substrato em que está sendo aplicado. O esmalte é um tecido altamente mineralizado, mais homogêneo, composto de 88% de hidroxiapatita, 10% de água e 2% de conteúdo orgânico, sendo histologicamente constituído por cristais de hidroxiapatita com um formato hexagonal, onde se juntam com os demais cristais para formar os prismas, que vão desde a junção dentina-esmalte até a superfície do esmalte (Katchburian, Arana<sup>39</sup> 1999).

Já a dentina é um tecido menos mineralizado, mais heterogêneo, sendo composta de 30% de colágeno, 45% de hidroxiapatita e 25% de água. O colágeno na forma de fibrilas, funciona como uma matriz que engloba os cristais de hidroxiapatita. A dentina é constituída por numerosos túbulos e canálculos em toda sua extensão, sendo esta característica que lhe confere permeabilidade e elasticidade permitindo que possa suportar o esmalte, considerado mais friável (Katchburian, Arana<sup>39</sup> 1999).

Diante das diferenças morfológicas de cada substrato, a adesão ao esmalte apresenta uma tendência de ser considerada muito efetiva (Swift Jr<sup>40</sup> et al. 1995, Lopes<sup>41</sup> et al. 2002), porém a adesão ao substrato dentinário é bem mais complexa, constituindo-se em um grande desafio, devido suas características intrínsecas e heterogêneas, e também da presença da *smear layer* (Pashley, Carvalho<sup>42</sup> 1997).

A camada de esfregaço ou *smear layer* torna-se um fator importante a ser levado em consideração quando pensamos em adesão ao substrato dentinário. Esta se constitui em uma camada amorfa criada durante a instrumentação, composta por microorganismos e detritos do próprio tecido, gerados durante os procedimentos de corte que obliteram a entrada dos túbulos. Quando esta penetra no interior dos túbulos, recebe o nome de *smear plugs* (Gwinnett<sup>43</sup> 1984). De acordo com Pashley<sup>44</sup> (1984) a permeabilidade da dentina é reduzida cerca de 40 vezes em comparação com uma dentina em que a *smear layer* foi removida.

Fusayama <sup>34</sup> et al. (1979), foi o precursor da realização do condicionamento da dentina com substâncias ácidas, onde a camada de *smear layer* depositada sobre os túbulos produzida durante os procedimentos de preparos cavitários, era removida, além de conteúdo mineral, como a hidroxiapatita da dentina intertubular. A remoção se faz necessária para ocorrer à exposição da rede de fibrilas colágenas, que serão fundamentais no mecanismo de adesão.

Nestes casos, os sistemas adesivos infiltrarão nesse tecido previamente condicionado, mais especificamente na rede de fibrilas colágenas expostas e formarão a camada híbrida, como descrito por Nakabayashi <sup>35</sup>, em 1982. Pashley <sup>45</sup> demonstrou em 1992, que a quantidade de tecido dentinário desmineralizado quando o ácido fosfórico foi utilizado, ficava em torno de 1 a 3 micrometros e de 5 a 7 micrometros para o esmalte, demonstrando uma maior capacidade de desmineralização para este substrato.

Ao contrário do que foi demonstrado para o esmalte condicionado, que apresentará alta energia livre de superfície (Silverstone <sup>36</sup> et al. 1975), o substrato dentinário após o condicionamento ácido apresentará baixa energia livre de superfície devido à dentina tornar-se mais porosa, com menor conteúdo de hidroxiapatita e com uma maior quantidade de umidade (Rosales-Leal <sup>46</sup> et al. 2001).

Outro aspecto relevante que envolve a adesão ao substrato dentinário, fica evidenciado pelo poder de tamponamento do substrato, ou seja, a hidroxiapatita possui esta característica que se opõem ao efeito de desmineralização provocado pelas substâncias ácidas (Wang, Hume <sup>47</sup> 1988, Camps, Pashley <sup>48</sup> 2000).

Também vale salientar, que mesmo a dentina sendo um tecido de alta permeabilidade por ser estruturada em túbulos, que vão desde a polpa até a junção amelodentinária, as substâncias ácidas dificilmente irão penetrar até a polpa, por ter sido observado que o fluxo do fluido dentinário que percorre os túbulos tem a capacidade de diluir as substâncias ácidas que ali penetram desde que haja uma espessura mínima de dentina protegendo a polpa (Costa <sup>49</sup> et al. 2003).

Além da *smear layer* e das características acima mencionadas, o grau de esclerose dentinária exerce influência nos mecanismos de adesão. A dentina esclerosada caracteriza-se pela redução da permeabilidade associada ao aumento da dureza do substrato, isto ocorre pela obliteração dos túbulos dentinários

e pelo alto grau de mineralização da dentina intertubular (Pashley <sup>50</sup> 1991). A formação de uma camada híbrida nessa dentina hipermineralizada é mais difícil e uma união menos efetiva do material restaurador ao substrato dentinário é proporcionada, como demonstrado em vários estudos (Van Meerbeek <sup>51</sup> et al. 1994, Prati <sup>52</sup> et al. 1999).

Apesar da evolução dos sistemas adesivos nas últimas décadas, não se conseguiu ainda para a dentina um resultado tão eficaz quanto ao esmalte, principalmente ao longo do tempo (Carvalho <sup>37</sup> 1998), o que torna a adesão a esse substrato um grande desafio aos pesquisadores.

Devido à importância do conhecimento dos substratos dentais em que se realizam os procedimentos de adesão, o desenvolvimento dos sistemas adesivos vai ocorrendo em função do substrato dentinário, pois ao conseguir um sistema que tenha afinidade com este tecido, os materiais restauradores demonstrarão uma eficácia no mecanismo de adesão.

### **2.3 Classificação dos sistemas adesivos atuais**

Tentando amenizar as diferenças na adesão entre dentina e esmalte, os sistemas adesivos foram sendo modificados e classificados por gerações ao longo dos anos. Atualmente, estes materiais podem ser classificados de acordo com a abordagem de adesão à estrutura dentária em sistemas adesivos convencionais e sistemas adesivos autocondicionantes (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003).

Quando ocorre a remoção por completo a *smear layer* através do condicionamento ácido total são denominados de sistemas adesivos convencionais; já quando ocorre a dissolução parcial e/ou incorporação da *smear layer* são chamados de sistemas adesivos autocondicionantes (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003).

Os sistemas adesivos convencionais têm como principal característica o condicionamento dos tecidos dentais com substâncias ácidas seguidos da lavagem e secagem (Carvalho <sup>4</sup> et al. 2004).

No esmalte, a técnica convencional é considerada a mais eficiente e duradoura no mecanismo de adesão, sendo que no mínimo dois passos, ou seja, o adesivo mais simplificado desta técnica de abordagem, já demonstra eficácia na

durabilidade de união (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003). As porosidades são criadas por descalcificação seletiva que através do aumento da energia livre de superfície demonstrado por Silverstone <sup>36</sup> et al. (1975), permitem a formação de prolongamentos resinosos do adesivo com o esmalte dental (Carvalho <sup>37</sup> et al. 1988).

Como o uso separado de um agente condicionador possui a capacidade de remover a *smear layer* depositada sobre os túbulos, o mecanismo de adesão à dentina vai depender das características dos monômeros que devem ser hidrofílicos para haver afinidade com o tecido dentinário, para que possam infiltrar no interior dos túbulos expostos pelo agente condicionador.

Após a lavagem do ácido, há necessidade em se manter o substrato dentinário úmido (Kanca <sup>7</sup> 1992, Gwinnett <sup>53</sup> 1994, Finger, Uno <sup>54</sup> 1996), para prevenir o colapso das fibrilas de colágeno e manter a rede de fibrilas estruturada para infiltração dos monômeros hidrofílicos dos sistemas adesivos (Pashley <sup>55</sup> et al. 1993). Porém, torna-se difícil clinicamente o quão úmida deve permanecer a dentina, podendo comprometer a formação de uma efetiva camada híbrida.

Como demonstrado no estudo de Reis <sup>56</sup> et al. (2003), a umidade da dentina deve ser variada para cada adesivo, sendo que esta variação vai depender do tipo do solvente que o sistema apresenta na sua composição. Ou seja, sabe-se que os sistemas da técnica convencional possuem na sua composição solventes. Estes solventes são importantes por que auxiliam no deslocamento da água, facilitando a infiltração do adesivo dentro das microporosidades da rede de colágeno exposta pelo condicionamento ácido (Kanca <sup>7</sup> 1992, Tay <sup>57</sup> et al. 1996) e permitindo o íntimo contato do adesivo com esta trama de fibrilas colágenas. Porém, falhas no mecanismo de adesão pode ocorrer se deixarmos a dentina igualmente úmida para todos os tipos de adesivo, tornando-se um fator a mais em relação às dificuldades na aplicação dos sistemas convencionais.

Outro problema observado nestes sistemas, está no fato de ácido e adesivo serem aplicados em etapas distintas, isto favorece com que ocorra uma maior profundidade de dentina desmineralizada pela ação das substâncias ácidas e uma menor capacidade de penetração dos monômeros resinosos (Frankenberger <sup>58</sup> et al. 2004, Van Meerbeek <sup>38</sup> et al. 1992, Sano <sup>59</sup> et al. 1994, Wang, Spencer <sup>60</sup> 2003).

Dentre os vários motivos mencionados, tais como: o número de passos operatórios, a necessidade em manter a dentina úmida, a possível discrepância entre tecido desmineralizado e a proporção de infiltração dos monômeros resinosos, estes sistemas são considerados sensíveis em relação à técnica e por isto, a tendência atual é de desenvolvimento e uso de sistemas adesivos autocondicionantes.

## 2.4 Sistemas autocondicionantes

Os sistemas autocondicionantes foram desenvolvidos baseados em substâncias que não são lavadas e são capazes de atuar simultaneamente condicionando os substratos e possibilitando que os próprios monômeros criem sua via de infiltração na rede colágena desmineralizada (Carvalho <sup>61</sup> et al. 2005, Tay <sup>12</sup> et al. 2000).

Esta abordagem adesiva difere da convencional especificamente porque não requerem a aplicação isolada de um ácido para produzir porosidades no substrato. Desta maneira, diminui significativamente o tempo de aplicação clínica, a sensibilidade da técnica relatada para os convencionais, bem como os riscos de erros de manipulação durante as etapas de aplicação (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003).

Os monômeros acídicos que fazem parte da composição dos sistemas autocondicionantes podem ser à base de ácido carboxílico como o 4-MET (4-metacriloxietil do ácido trimelitato) ou os chamados monômeros acídicos fosfonados, tais como o fenil-P (2-metacriloxietil fenil hidrogeno fosfato) e o 10-MDP (10-metacriloxidecil diidogeno fosfato), entre outros. A desmineralização dos substratos dentais ocorre devido às terminações acídicas destes monômeros e o embricamento mecânico irá ocorrer após a fotoativação, sendo que as ligações insaturadas são rompidas para formar um polímero rígido (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al., 2003). Estes apresentam um pH maior que os géis de ácido fosfórico, normalmente empregados nos sistemas convencionais (Pashley, Tay <sup>11</sup> 2001, Oliveira <sup>62</sup> et al. 2003).

Os sistemas adesivos autocondicionantes também possuem água na sua composição. A água é um componente muito importante que participa na ionização dos monômeros acídicos para torná-los aptos a desmineralizar a *smear*



*layer* e a dentina subjacente para estabelecer o mecanismo de adesão (Goracci<sup>63</sup> et al. 2004). Vale salientar que o fato de não remover por completo a *smear layer* e *smear plugs* uma sensibilidade pós-operatória muito reduzida irá ocorrer em comparação a produzida pelo uso dos sistemas de condicionamento ácido total (Opdam<sup>18</sup> et al. 2004, Perdigão<sup>16</sup> et al. 2003).

Sabe-se que quando os sistemas convencionais são utilizados para a dentina, pode ser comum a ocorrência do sobrecondicionamento, ou seja, aquelas diferenças descritas anteriormente entre a quantidade de dentina desmineralizada e a capacidade de difusão dos monômeros por todo tecido desmineralizado (Wang, Spencer<sup>15</sup> 2005) irão estabelecer um elo frágil da eficácia da adesão. Diversos estudos atribuíram isto, como sendo determinante na diminuição da resistência de união (Uno, Finger<sup>64</sup> 1996), principalmente ao longo do tempo, já que a degradação será favorecida exatamente nos locais onde os monômeros não penetraram e que foram desmineralizados pelo condicionamento ácido (Sano<sup>65</sup> et al. 1995, Hashimoto<sup>66</sup> et al. 2000).

De acordo com a abordagem de adesão empregada pelos sistemas autocondicionantes, a tendência seria que as diferenças em relação à quantidade de tecido removido e a quantidade de monômeros infiltrados não fossem observadas. Mas, alguns estudos demonstraram que isto também pode ocorrer para os sistemas autocondicionantes em menor grau (Carvalho<sup>14</sup> et al. 2005, Wang, Spencer<sup>15</sup> 2005).

Embora os autocondicionantes incorporem a *smear layer*, o pH de cada sistema também demonstra grande influência nos mecanismos de adesão. Os sistemas que possuem alta acidez, ou ainda chamados agressivos (pH < 1), promovem uma desmineralização mais pronunciada no esmalte, bastante semelhante à alcançada pelas substâncias ácidas dos sistemas convencionais (Pashley, Tay<sup>11</sup> 2001).

Na dentina, os sistemas agressivos conseguem infiltrar em toda a *smear layer* e também conseguem atingir a dentina subjacente envolvendo-as no processo de hibridização e favorecendo a formação de camadas híbridas tão espessas quanto às observadas com os sistemas convencionais (Pashley, Tay<sup>11</sup> 2001). Vale ressaltar que mesmo os autocondicionantes mais acídicos não apresentam o pH tão baixo quanto o ácido fosfórico (Kenshima<sup>67</sup> et al. 2005)

Sendo assim, a formação de camadas mais espessas proporcionadas pela alta acidez do material não pode ser interpretada como uma vantagem do material, sendo que a espessura da camada não está relacionada com altos valores de resistência de união (De Munck <sup>68</sup> et al. 2003).

Entretanto os adesivos autocondicionantes moderados e leves, formam uma camada híbrida com características sub-micrométricas, onde a hidroxiapatita é parcialmente removida em torno do colágeno exposto (Nakabayashi, Sami <sup>69</sup> 1996, Inoue <sup>70</sup> et al. 2000) e demonstram valores maiores de resistência de união em comparação aos sistemas agressivos (Kaaden <sup>71</sup> et al. 2002, Kenshima <sup>67</sup> et al. 2005).

Da mesma maneira como os convencionais, os sistemas autocondicionantes, de acordo com o número de passos, subdividem-se em sistemas de dois passos, em duas soluções distintas, onde o *primer* ácido é aplicado separadamente da resina hidrófoba, e ainda na forma mais simplificada, que são os de passo único, onde independente do número de soluções os componentes são misturados e aplicados em passo operatório único. Sendo assim, os sistemas de passo único, apresentam grande quantidade de monômeros hidrofílicos e praticamente não apresentam monômeros hidrófobos (Pashley, Carvalho <sup>5</sup> 1997, Eick <sup>6</sup> et al. 1997).

Devido à presença de água, solventes e grande quantidade de monômeros hidrofílicos, os sistemas autocondicionantes de passo único conseguem penetrar no tecido dentinário. Porém, são estes mesmos componentes que auxiliam no mecanismo de adesão que promovem os efeitos prejudiciais destes sistemas. As finas camadas proporcionadas por estes materiais favorecem que a polimerização possa ser comprometida por influência do oxigênio (Rueggeberg, Margeson <sup>20</sup> 1990), bem como a grande quantidade de solventes dentro do adesivo podem proporcionar uma diminuição das propriedades mecânicas do polímero formado (Breschi <sup>72</sup> et al. 2007).

O comportamento destes sistemas como membranas semipermeáveis, mesmo após a polimerização, permitem a passagem de água pela camada híbrida, favorecendo assim o processo de degradação ao longo do tempo (Tay <sup>22</sup> et al. 2002, Reis <sup>73</sup> et al. 2007). A degradação hidrolítica está correlacionada com as características hidrofílicas dos adesivos, como conseqüências a alta sorção

de água gera a diminuição nos valores de resistência de união ao longo do tempo (Tay<sup>74</sup> et al. 2003, Ito<sup>21</sup> et al. 2005, Malacarne<sup>75</sup> et al. 2006, Reis<sup>76</sup> et al. 2007).

Estas características acima mencionadas dos sistemas autocondicionantes de passo único, nos auxiliam a conhecer os motivos pelos quais são considerados os adesivos com os piores resultados descritos na literatura, quer sejam em estudos laboratoriais (De Munck<sup>77</sup> et al. 2005) ou em estudos clínicos (Peumans<sup>78</sup> et al. 2005).

Apesar destes resultados, os cirurgiões dentistas preferem um material de fácil manipulação e com um menor número de passos operatórios. Os autocondicionantes têm uma boa aceitação junto à comunidade odontológica e apresentam uma opção mais simplificada de uso quando comparados com os sistemas convencionais (Perdigão<sup>16</sup> et al. 2003, Clinician's preference<sup>17</sup> 2001, Opdam<sup>18</sup> et al. 1998), apesar dos sistemas de passo único não apresentarem bons resultados vários estudos são conduzidos com a finalidade de melhorar o desempenho destes materiais, especialmente no substrato dentinário.

## 2.5 Formas de aplicação dos sistemas adesivos

Diversos estudos laboratoriais com sistemas convencionais e com sistemas autocondicionantes propõem diferentes formas de aplicação desses materiais junto aos substratos dentais, com o objetivo de melhorar a *performance* destes materiais.

Nakaoki<sup>26</sup> et al. (2005), comparou a aplicação em uma única camada com a aplicação em duas camadas de sistemas autocondicionantes de passo único. Seus achados não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os diferentes adesivos testados. Porém o adesivo utilizado no estudo que apresentava o mais baixo pH resultou em maiores valores de união com a aplicação em duas camadas e uma melhor infiltração do material formando uma camada híbrida mais espessa observada em MEV.

A aplicação de um maior número de camadas promove um melhor desempenho dos sistemas adesivos, principalmente para os autocondicionantes de passo único (Frankenberger<sup>19</sup> et al. 2001, Pashley<sup>25</sup> et al. 2002). Os dados obtidos no estudo de Pashley<sup>25</sup> et al. (2002) em testes de resistência de união foram

confirmados com a análise em MEV através da infiltração do nitrato de prata amoniacal, onde a aplicação de duas camadas diminuiu significativamente a impregnação do nitrato em comparação com a aplicação em camada única.

Chan <sup>79</sup> et al. (2003), propôs uma alternativa para melhorar a união de sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos e de passo único junto ao substrato dentinário. Este método consistia em aplicar o adesivo com “contínua agitação”, e compará-lo ao com a forma tradicional, de acordo com as recomendações do fabricante. Houve diferenças estatisticamente significante, confirmando que quando os adesivos foram aplicados com “contínua agitação”, maiores valores de resistência de união tanto para os autocondicionantes de dois passos, como para os de passo único foram registrados.

Em recente estudo, Velasquez <sup>24</sup> et al. (2006) descrevem métodos de melhorar a resistência de união de adesivos autocondicionantes de passo único e de dois passos com variados pH<sub>s</sub>, para o esmalte e para a dentina variando os tempos de aplicação em 10, 20 e 30 segundos e aplicando o adesivo com e sem agitação. No esmalte a agitação demonstrou não melhorar a união para nenhum dos adesivos testados. Já para a dentina até 20s os valores de resistência de união foram aumentados quando aplicados “com agitação” para todos os adesivos testados.

Estudos como o de Chan <sup>79</sup> et al. (2003) e Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006) demonstram claramente que ao aplicarmos os adesivos autocondicionantes esfregando no substrato dentinário obteremos altos valores de resistência de união imediata. Contudo, apesar de se esperar que esta forma de aplicação clínica possa promover uma diminuição da degradação da união ao longo do tempo em estudos laboratoriais ou aumentando consideravelmente na longevidade das restaurações do ponto de vista clínico em comparação a aplicação da maneira tradicional, não foram encontrados estudos na literatura que comprovem estas hipóteses.

Estudos laboratoriais com sistemas convencionais demonstraram altos valores de resistência de união imediata quando estes adesivos foram aplicados de maneira vigorosa tanto em dentina úmida e até mesmo em dentina seca (Dal Bianco <sup>80</sup> et al. 2006). A forma vigorosa de aplicação pode ser capaz de promover uma re-expansão das fibrilas colágenas colabadas no caso da dentina seca. O mais relevante demonstrado nestes estudos é que no período de um ano a

resistência de união se manteve constante, com altos valores nos casos em que foi realizada a aplicação vigorosa em dentina seca e quando a dentina foi mantida úmida, apenas a suave agitação manteve ao longo de um ano altos valores de resistência de união (Reis <sup>81</sup> et al. 2007).

Assim sendo, a mesma *performance* obtida nestes estudos com os sistemas convencionais, esperamos obter com nossos resultados, porém com o uso dos sistemas autocondicionantes de passo único, ou seja, maximizar o desempenho do material de acordo com a forma de aplicação.

## 2.6 Estudos *in vivo*

Embora os testes laboratoriais possam nos elucidar uma série de fatores em relação à eficácia de união dos materiais adesivos, é em uma situação clínica que uma maior precisão do comportamento dos materiais pode ser verificada, principalmente nos estudos de longevidade. Um dos principais problemas das restaurações adesivas é sua limitada durabilidade *in vivo* (Van Meerbeek <sup>82</sup> et al. 1998), pois existem vários fatores individuais de cada paciente que podem influenciar nas falhas nos mecanismos de adesão.

Para avaliar o desempenho clínico dos sistemas adesivos, as lesões cervicais não cariosas são geralmente utilizadas. A perda de tecido dental por lesão não cariosa na região cervical é uma condição clínica comum, e uma maior prevalência e severidade dessas lesões são encontradas em pessoas mais velhas (Levitch <sup>83</sup> et al. 1994).

Segundo De Munck <sup>77</sup> et al. (2005), as lesões cervicais não cariosas são utilizadas, devido a uma série de fatores, tais como: este tipo de lesão não apresenta nenhuma retenção mecânica; a retenção do material restaurador será proporcionada exclusivamente pelo sistema adesivo; a retenção é avaliada de forma muito simples, ou seja, presença ou ausência da restauração; as margens das restaurações são localizadas em esmalte e dentina; estas lesões são comumente localizadas na face vestibular de dentes anteriores e de pré-molares, desta maneira, proporciona um bom acesso para executar e avaliar a restauração e; estas lesões normalmente ocorrem em vários dentes, o que facilita na seleção dos pacientes e no modelo do estudo a ser desenvolvido.

Além do mais, as lesões cervicais não cariosas são consideradas modelos para avaliar a eficácia clínica de sistemas adesivos, de acordo com as recomendações da ADA. Para obtenção de uma aprovação parcial dentro dos critérios da ADA, não mais que 5% das restaurações realizadas com os adesivos testados sejam perdidas (queda), e não mais que 5% das restaurações apresentem descoloração marginal quando os pacientes retornam para o período de 6 meses de avaliação. Para os adesivos obterem a aprovação final, as taxas de queda das restaurações e de descoloração nas margens não devem ultrapassar os 10% no período de 18 meses de avaliação clínica.

Peumans <sup>78</sup> et al. (2005), descrevendo a efetividade clínica dos sistemas adesivos atuais revela que os sistemas convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos demonstraram uma efetividade de união melhor em relação aos demais sistemas. Os sistemas convencionais de dois passos demonstraram uma efetividade menos favorável, enquanto os autocondicionantes de um passo demonstraram uma ineficiente *performance* clínica.

Apesar de diversos estudos clínicos com sistemas autocondicionantes de passo único terem sido realizados (Bittencourt <sup>84</sup> et al. 2005, Loguercio <sup>85</sup> et al. 2007, Van Dijken <sup>86</sup> et al. 2004) e demonstrarem um desempenho satisfatório deste tipo de material em períodos de avaliação de até 4 anos, existe um consenso na literatura de que estes materiais demonstram um desempenho desfavorável em um curto período de avaliação, verificado pela alta taxa de queda das restaurações (Brackett <sup>87</sup> et al. 2001, Wilder <sup>88</sup> et al. 2001; Peumans <sup>78</sup> et al. 2005). Desta forma, estudos que avaliem alguma variável de aplicação e/ou técnica de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único clinicamente são sempre interessantes e importantes de serem realizadas.



### **3 PROPOSIÇÃO**

#### **3.1 Objetivo Geral**

- ✓ Avaliar se a forma de aplicação afeta o desempenho laboratorial e clínico (resistência de união e micro morfologia) de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Avaliar laboratorialmente a forma de aplicação (aplicação ativa vs. aplicação inativa) de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único, através de testes de resistência de união e de micro morfologia, nos tempos imediatos e após 6 meses de armazenagem em água.
- ✓ Avaliar clinicamente a forma de aplicação (aplicação ativa vs. aplicação inativa) de sistemas adesivos autocondicionantes de passo único, em lesões cervicais não cariosas, no tempo imediato e ao longo do tempo.



---

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Estadual de Ponta Grossa, sob parecer N° 13/2007 e protocolo 6291/06 (Anexo A). Ele será dividido em dois estudos: *in vitro* e *in vivo*.

### Seleção dos materiais

Os materiais empregados no presente estudo foram: resina composta microhíbrida Esthet X (Dentsply Caulk, Milford, EUA), (Figura 1); dois sistemas adesivos autocondicionantes de um passo, Xeno III (Dentsply Caulk, Milford, EUA), (Figura 2) e Adper Prompt (3M ESPE, St. Paul, EUA), (Figura 3). As composições dos materiais utilizados no estudo estão descritas na Tabela 1.



**Figura 1.** Resina Composta Esthet X



**Figura 2.** Sistema adesivo autocondicionante Xeno III



**Figura 3.** Sistema adesivo Adper Prompt

**Tabela 1 -** Material, fabricante, composição e lote dos materiais utilizados no estudo.

Material (fabricante)	Composição	Lote
<b>Adper Prompt (3M ESPE)</b>	Líquido A: Éster fosfórico metacrilato, Bis-GMA, iniciadores a base de canforoquinona e estabilizadores. Líquido B: Água, HEMA, ácido polialcenólico, co-polímeros e estabilizadores	225666
<b>Xeno III (Dentsply)</b>	Líquido A: água, HEMA, etanol, 2,6 Di-terci-butil p-hidroxitolueno (BHT), nanopartículas. Líquido B: tetrametacriloxietil pirofosfato (piro-HEMA), Pentametacriloxietil ciclofosfazeno monofluoreto (PEM-F), uretano dimetacrilato (UDMA), 2,6 Di-terci-butil p-hidroxitolueno (BHT), canforoquinona e p-dimetilamino etil benzoato (EPD).	06055000261
<b>Esthet X (Dentsply)</b>	Parte orgânica: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA e TEGDMA Parte inorgânica: partículas de sílica com tamanho médio de 0,6 µm (0,01-3,5 µm) e aproximadamente 83% de partículas. Conteúdos adicionais: estabilizadores, catalisador e pigmentos.	010221

## 4.1 ESTUDO *IN VITRO*

### 4.1.1 Seleção dos dentes e delineamento do estudo

Foram utilizados no presente estudo 32 terceiros molares humanos, hígidos (Figura 4), extraídos por indicação odontológica, limpos com escova Robson e pedra pomes em baixa rotação sendo, em seguida armazenados em solução de cloramina a 0,5% para a desinfecção.

Vinte dentes foram utilizados para o teste de microtração e os outros doze dentes para a análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). O esmalte da superfície oclusal dos dentes foi desgastado com lixa de carvão de silício (granulação 180) sob irrigação, até ser obtida uma superfície dentinária sem remanescentes de esmalte (Figura 5). Para obter uma *smear layer* padronizada, as superfícies foram tratadas com lixas de carvão de silício (granulação 600) por 60 segundos (Figura 6).

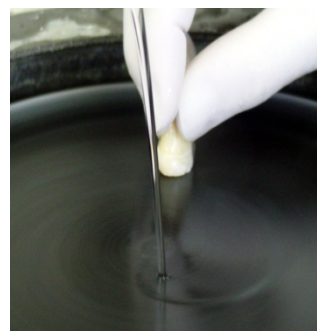
As bordas de esmalte na periferia dos dentes foram removidas com ponta diamantada 2135F (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil) em alta rotação e sob constante irrigação, para que apenas a superfície dentinária ficasse exposta para o preparo dos corpos-de-prova.



**Figura 4.** 3º Molar hígido



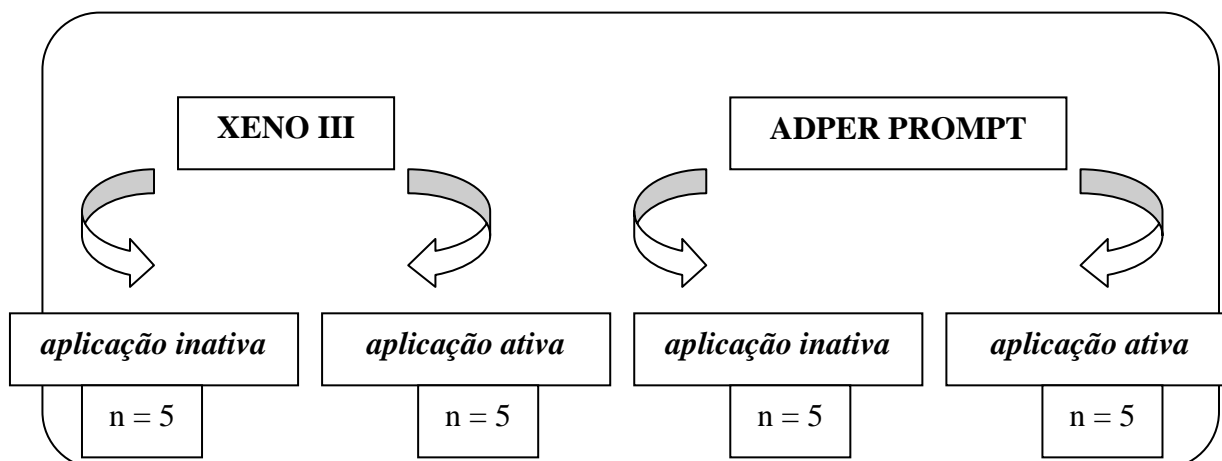
**Figura 5.** Superfície dentinária exposta (lixa 180)



**Figura 6.** Padronização da *smear layer* (lixa 600)

No estudo laboratorial temos 4 condições experimentais, de acordo com a combinação dos fatores: Adesivo (Adper Prompt [AP] e Xeno III [XE]) e Forma

de aplicação (inativa vs. ativa). Foram utilizados 5 dentes para cada condição experimental (Figura 7).



**Figura 7.** Desenho experimental

#### 4.1.2 Procedimento Adesivo com a aplicação inativa

Os sistemas adesivos Adper Prompt e Xeno III quando aplicados de forma inativa seguem as recomendações de cada fabricante, de acordo com o descrito na Tabela 2, porém ambos aplicados em duas camadas.

#### 4.1.3 Procedimento Adesivo com a aplicação ativa

Os sistemas adesivos Adper Prompt e Xeno III quando na forma ativa, foram aplicados de maneira vigorosa, ou seja, esfregados sobre a superfície dentinária de acordo com os tempos recomendados por cada fabricante e conforme descrito na Tabela 2. A forma vigorosa de aplicar o adesivo foi padronizada por dois operadores, através do peso aplicado no *microbrush* aferido em uma balança de precisão (Shimadzu, Japan) em  $34,5 \pm 6,9$ g de variação, sendo esta considerada uma força ideal para uma aplicação vigorosa semelhante ao utilizado nos estudos de Dal Bianco<sup>80</sup> et al. (2006) e Reis<sup>81</sup> et al. (2007).

**Tabela 2** - Modo de aplicação dos adesivos (inativa e ativa).

<b>Material</b>	<b>Modo de aplicação inativa (*)</b>	<b>Modo de aplicação ativa</b>
<b>Adper Prompt</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dispensa quantidades iguais (1 gota do líquido A e 1 gota do líquido B), mistura por 5s;</li> <li>2. aplica-se uma camada do adesivo esfregando por 15s;</li> <li>3. jato de ar por 15s a 20 cm de distância;</li> <li>4. repete os passos 2 e 3;</li> <li>5. fotoativação 10s com intensidade de luz 600 mW/cm<sup>2</sup></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dispensa quantidades iguais (1 gota do líquido A e 1 gota do líquido B), mistura por 5s;</li> <li>2. aplica-se uma camada do adesivo de forma vigorosa (com força padronizada) por 15s;</li> <li>3. jato de ar por 15s a 20 cm de distância;</li> <li>4. repete os passos 2 e 3;</li> <li>5. fotoativação 10s com intensidade de luz 600 mW/cm<sup>2</sup></li> </ol>
<b>Xeno III</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dispensa quantidades iguais (1 gota do líquido A e 1 gota do líquido B), mistura por 5s;</li> <li>2. aplica-se uma camada do adesivo pela superfície por 20s;</li> <li>3. jato de ar por 10s a 20cm de distância;</li> <li>4. repete os passos 2 e 3;</li> <li>5. fotoativação 10s com intensidade de luz 600 mW/cm<sup>2</sup></li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dispensa quantidades iguais (1 gota do líquido A e 1 gota do líquido B), mistura por 5s;</li> <li>2. aplica-se uma camada do adesivo pela superfície de forma vigorosa por 20s;</li> <li>3. jato de ar por 10s a 20cm de distância;</li> <li>4. repete os passos 2 e 3;</li> <li>5. fotoativação 10s com intensidade de luz 600 mW/cm<sup>2</sup></li> </ol>

(\*) a forma inativa de aplicação dos adesivos segue as recomendações do fabricante, porém ambos adesivos são aplicados em duas camadas.

#### 4.1.4 Procedimento Restaurador

Após o procedimento adesivo foram confeccionadas “coroas” com resina composta microhíbrida com 3,0 mm de altura, em três incrementos (Figuras 8 e 9). Cada incremento foi fotopolimerizado por 40 segundos, utilizando um aparelho de luz Optilux Demetron (Kerr, Orange, EUA) calibrado em 600 mW/cm<sup>2</sup> em um radiômetro. As unidades experimentais em seguida foram armazenadas em água destilada a 37° C por 24 horas até o preparo dos corpos-de-prova (cp).



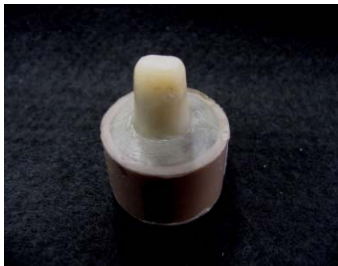
**Figura 8.** Dente restaurado em incrementos (vista lateral)



**Figura 9.** Dentes restaurado em incrementos (vista oclusal)

#### 4.1.5 Preparo dos corpos-de-prova (cps)

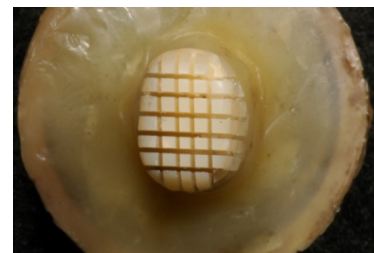
Cada unidade experimental foi fixada com cera pegajosa (Figura 10) a um dispositivo da máquina de corte Labcut 1010 (Extec Corp, Enfield, CT, USA) com a interface de união perpendicular ao disco de corte (Figura 11). Foram realizadas duas seqüências de cortes longitudinais e perpendiculares entre si (eixos “x” e eixo “y”) (Figura 12), a 300 rpm sob constante irrigação para obtenção dos corpos-de-prova com área de seção retangular de aproximadamente 0,8 mm<sup>2</sup> (Figuras 13 e 14). Metade dos (cps) obtidos para cada dente cortado foram aleatoriamente utilizados para os testes de microtração imediatamente após sua confecção, e a outra metade foi armazenada em água destilada onde após o período de 6 meses foram submetidos ao teste. O número de corpos-de-prova perdidos durante o preparo foi registrado, para que pudessem ser levados em consideração na análise estatística para manter a fidedignidade dos resultados obtidos.



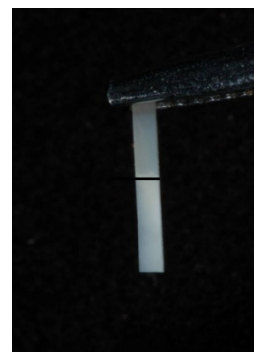
**Figura 10.** Fixação do dente com cera pegajosa



**Figura 11.** Dente posicionado na máquina de corte



**Figura 12.** Seqüência de cortes (eixos “x” e “y”)



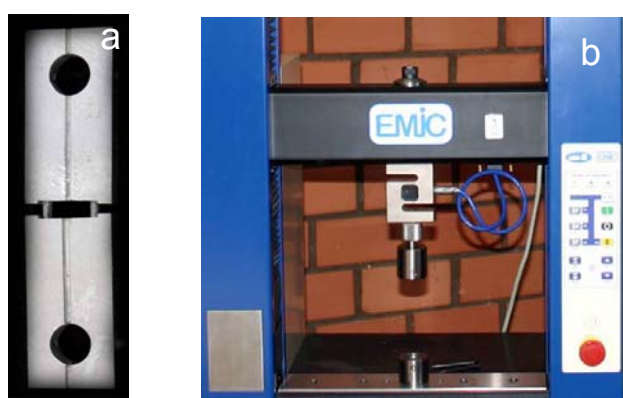
**Figuras 13 e 14.** Corpos-de-prova obtidos após seqüência de cortes e do lado direito, um único corpo-de-prova em maior detalhe sendo segurado por uma pinça

#### 4.1.6 Teste de Microtração

Cada corpo-de-prova (cp) foi fixado com cola de cianoacrilato (Super Bonder, Locitec) a uma garra desenvolvida para a microtração e acoplada à máquina para ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná; Brasil) (Figuras 15), de maneira que as tensões de tração ocorressem perpendicular à interface da colagem. A máquina foi operada a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para calcular a tensão de ruptura de cada corpo-de-prova em MPa, a área da seção transversal foi individualmente mensurada com o auxílio de um paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tóquio, Japan) e convertido para  $\text{cm}^2$ .

A análise das superfícies fraturadas dos (cps) foi realizada em estereomicroscópio com 40x de aumento e classificadas de acordo com os padrões predominantes em: 1) coesiva de dentina; 2) coesiva de resina composta; 3) adesiva/mista na interface.

Sendo considerada um padrão coesivo quando a ruptura do corpo-de-prova não ocorreu na interface adesiva e sim na parte correspondente à dentina ou a resina composta. Quando o padrão de fratura foi considerado adesiva/mista, significa dizer que a ruptura do (cp) ocorreu exatamente na interface adesiva ou na interface mais uma parte envolvendo resina composta ou dentina, sendo assim considerada uma fratura mista (Armstrong<sup>89</sup> 2001).

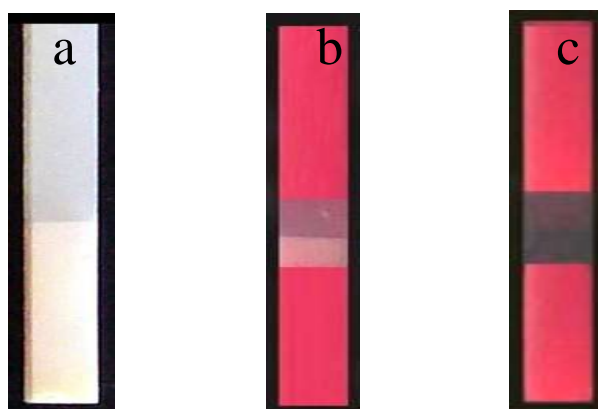


**Figuras 15.** Em (a) garra desenvolvida para acoplar a Máquina de ensaios universal em (b)

#### 4.1.7 Análise da Ultra-Morfologia por Microscópio Eletrônico de Varredura

Doze dentes (3 por condição experimental) foram restaurados e cortados para obtenção de corpos-de-prova semelhantes aos testados no item anterior. Em seguida foram preparados para uma análise qualitativa da nanoinfiltração de nitrato de prata amoniacal na camada híbrida através da observação das imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

Os corpos-de-prova foram superficialmente secos e revestidos por 2 camadas de verniz (esmalte de unha) para que apenas a interface adesiva ficasse exposta para a infiltração do nitrato de prata (Figura 16).



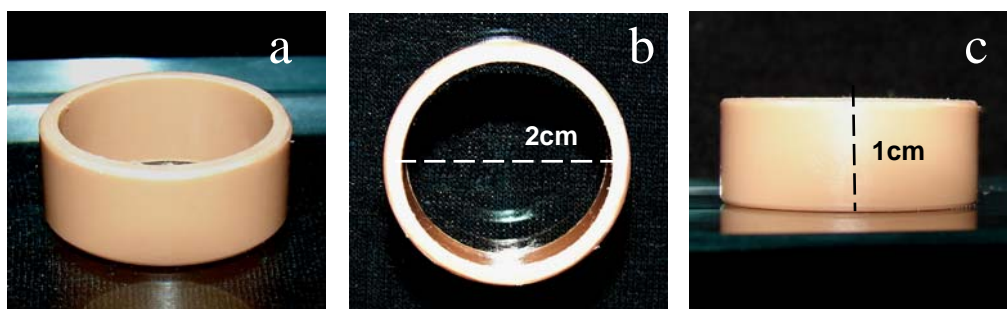
**Figura 16** – Em (a) corpo-de-prova na forma de palito em (b) após a impermeabilização com 2 camadas de esmalte de unha e em (c) após a infiltração com nitrato de prata.

Em seguida, foram re-hidratados com água destilada por 10 minutos antes da imersão em solução traçadora de nitrato de prata amoniacal por 24 horas. O nitrato de prata amoniacal foi preparado de acordo com o protocolo proposto por Tay<sup>12</sup> et al. (2000). Os corpos-de-prova foram armazenados em local escuro por 24 horas, após, estes foram lavados e imersos em solução foto-reveladora por mais 8 horas sob luz fluorescente para que a redução dos íons de prata dentro da interface de união fosse possível.

Em uma placa de vidro, foi colada uma fita adesiva dupla face para que os cps ficassem posicionados paralelos uns aos outros. Tubos de PVC de 1 cm de altura e 2 cm de diâmetro cortados em um torno (Figura 17), foram posicionados envolvendo os cps posicionados. Em seguida foram isolados com vaselina sólida e foi realizado o embutimento destes corpos-de-prova com a resina acrílica incolor da



marca Clássico (São Paulo, SP, Brasil) para que pudessem receber o polimento homogêneo e adequado.



**Figura 17.** Em (a) Tubo de PVC cortado em torno para embutimento dos cps em (b) uma vista por cima para observar o diâmetro e em (c) vista pela lateral onde observa-se a altura

Todos os corpos-de-prova foram polidos com lixa de granulação 600 (carbeto de silício) para remoção do verniz. Os palitos foram então, reduzidos por desgaste até a metade por papéis-lixas de carbeto de silício sob irrigação constante.

Uma seqüência de papéis-lixas foi utilizada na ordem decrescente de granulação (600, 1200, 2400). Cada cp foi imerso em uma cuba ultra-sônica Dabi-Atlante – 3L (Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) por 3 minutos entre cada lixa para promover uma completa limpeza e para que não ficassem resíduos de uma lixa anterior no subsequente lixamento das amostras. Após a seqüência de lixas, os cps passaram por um polimento com pastas diamantadas Arotec (São Paulo, SP, Brasil) com granulação decrescente ( $1\ \mu\text{m}$ ,  $\frac{1}{4}\ \mu\text{m}$  e  $0,05\ \mu\text{m}$ ) (Figura 18), o polimento foi realizado sempre no mesmo sentido e da mesma maneira entre um feltro e outro, cps passavam pelo banho de 3 minutos na cuba ultra-sônica.

Entre cada lixa e cada feltro utilizado nas amostras foram trocadas as luvas de procedimento e antes de passar para a lixa ou o feltro da seqüência, as amostras foram observadas em microscópio óptico para uma análise detalhada da qualidade do polimento que estava sendo obtido para que possíveis riscos fossem eliminados a fim de não comprometer as imagens obtidas.



**Figura 18.** Seqüência de pastas diamantadas utilizadas no polimento com granulação decrescente  $1\mu$  (rosa),  $0,25\mu$  (roxa) e  $0,05\mu$  (verde).

Os cps foram em seguida desmineralizados em uma solução de ácido fosfórico a 50% por 3 s, lavados com água destilada por 20 s e imersos durante 10 minutos em hipoclorito de sódio a 1% para neutralização. Para a dessecação, as amostras contendo os cps embutidos foram secas em temperatura ambiente por 24 horas, permaneceram 24 horas no dessecador e mais 24 horas em uma estufa a  $40^\circ\text{C}$ , durante este último período foram colocadas em recipientes hermeticamente fechados contendo sílica coloidal dessecada com uma coloração azulada típica. Os procedimentos de dessecação foram realizados visando à remoção completa da umidade residual existentes nos cps, pois esta pode afetá-los durante o processo de vácuo realizado na metodologia da microscopia eletrônica de varredura.

A finalidade da infiltração do nitrato amoniacal é para observar a qualidade da interface de união diante do adesivo e da forma de aplicação utilizada. Sendo assim, quanto mais nitrato de prata impregnado na interface adesiva menos efetiva será a durabilidade de união, mais falhas ocorrerão entre adesivo/dentina. Quanto menos prata ficar evidenciado nas imagens, melhor a qualidade da adesão formada pelo adesivo.

#### 4.1.8 Análise estatística

Para o teste de microtração, foi feita uma média dos corpos-de-prova (palitos) obtidos em cada dente, em cada tempo para cada condição experimental.

Os fatores em estudo: Adesivo; Tratamento e Tempo foram analisados em combinações de análises de variância de 3 fatores de medidas repetidas, sendo o fator Dente a medida repetida. Para o contraste das médias foi utilizado o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## 4.2 ESTUDO *IN VIVO*

### 4.2.1 Critérios de inclusão e exclusão dos pacientes

Os pacientes envolvidos no estudo deveriam apresentar lesões cervicais não cariosas (erosão, atrição e/ou abfração), sendo que os mesmos eram saudáveis e possuíam no mínimo vinte dentes presentes na arcada. Pacientes com uma higiene oral deficiente, avaliados com evidenciador de placa (fucsina básica) e de acordo com Índice de Higiene Oral (IHO) através de placa visível (Organização Mundial da Saúde - OMS) ou com algum indicativo de bruxismo, como facetas de desgastes nas bordas incisais e oclusais de vários dentes, não foram incluídos no estudo (Swift Jr <sup>90</sup> et al. 2001). No mínimo quatro lesões cervicais de mesmo tamanho e sob oclusão foram requeridas por paciente e somente pacientes maiores de 18 anos foram incluídos no estudo.

As lesões foram previamente examinadas e classificadas de acordo com uma ficha modelo para avaliação (Anexo B), onde os seguintes critérios eram analisados: grau de esclerose classificadas de acordo com a Tabela 3 (através do exame clínico realizado por no mínimo dois examinadores e registrado através de fotografias digitais), geometria e medida das lesões (através do exame clínico realizado por um examinador com auxílio de sonda milimetrada), presença ou ausência de margens em esmalte, bem como presença ou ausência de sensibilidade a estímulos.

**Tabela 3** - Escala de dentina esclerosada (\*)

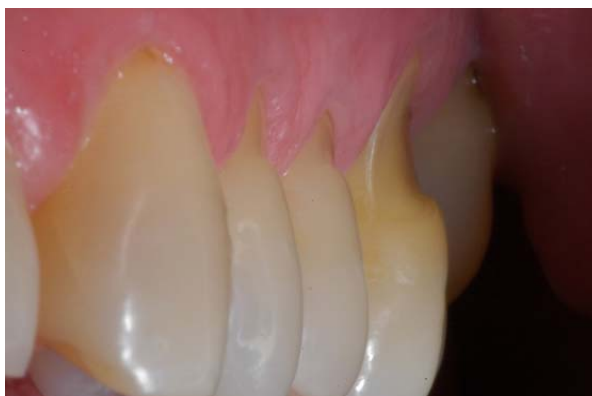
<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>
<b>1</b>	Ausência de esclerose de dentina amarelo-clara ou esbranquiçada com menor descoloração. Opaca com pouca translucidez ou transparência.
<b>2</b>	Mais do que a categoria 1, menos próximo comparativamente com as categorias 3 e 4.
<b>3</b>	Menos que a categoria 4, mais próximo comparativamente com as categorias 1 e 2
<b>4</b>	Apresenta esclerose. A dentina está amarelo-escuro ou descolorada (marrom), tem aparência vítrea, com significante translucidez ou evidente transparência.

Nota(\*) Fonte baseada na escala desenvolvida por Dr. Steven E. Duke da Universidade do Centro de Ciências da Saúde de San Antonio Texas (EUA) e modificada pelo departamento de Dentística da Faculdade de Odontologia da Carolina do Norte (Swift Jr <sup>90</sup> et al. 2001)

As lesões eram expulsivas, sem retenções, e não mais que 50% da margem cavo - superficial envolvia esmalte (Loguercio <sup>91</sup> et al. 2003). A parede cervical de todas as lesões estava localizada em dentina radicular. As lesões que não apresentavam perda de estrutura dentária não cariada na região cervical foram excluídas do estudo.

Antes de iniciarmos o estudo, foi obtido um termo de consentimento, assinado por todos os pacientes participantes. Todos os pacientes foram informados da natureza e do objetivo deste estudo, sendo que eles não sabiam a localização de cada material para caracterizar a aleatorização.

O percentual de retenção do Adper Prompt após 36 meses foi considerado ser de 95 %. Usando um  $\alpha$  de 0,05, e um poder de 80% (teste de um lado da curva), o tamanho mínimo da amostra deve ser de 30 restaurações em cada grupo para detectar uma diferença de 30% entre os grupos testados.



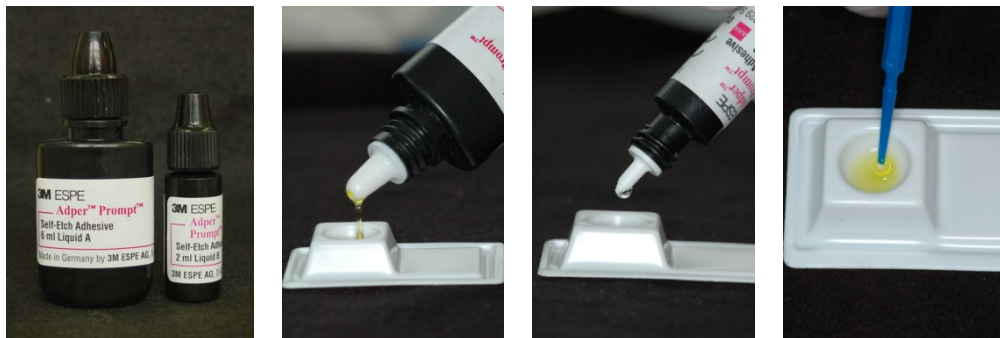
**Figuras 19 e 20.** Lesões cervicais não cariosas. Na figura 19, vista frontal e na 20 vista lateral

#### **4.2.2 - Procedimento Restaurador**

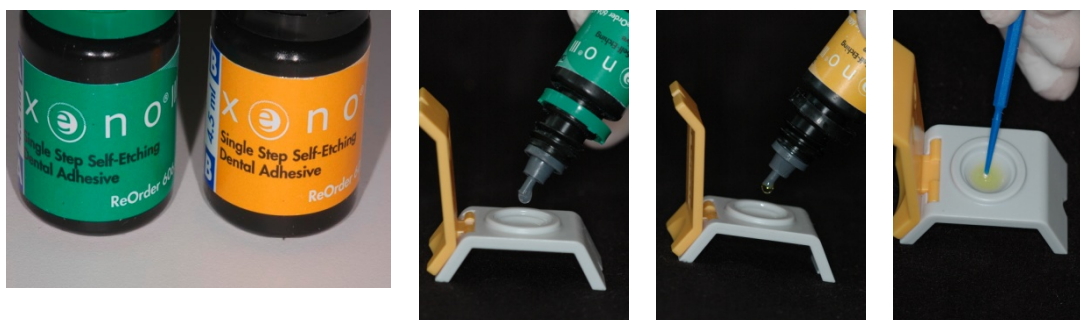
Todas as lesões foram realizadas por dois operadores calibrados sob supervisão de um operador experiente. Cada paciente recebeu ao menos quatro restaurações. As lesões foram preparadas da seguinte maneira: 1) anestesia (Citanest, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil); 2) profilaxia com pedra-pomes e água (SS White Prod. Odontol. Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) com taça de borracha (ref #8040RA e #8045RA, KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil); 3) seleção da cor;

4) isolamento absoluto (Madeitex, São Paulo, Brasil); 5) profilaxia do dente a ser restaurado. Nenhum procedimento de retenção adicional ou bisel foi realizado. Após, os materiais foram inseridos de acordo com o tratamento que cada dente recebia e conforme o exposto na Tabela 2.

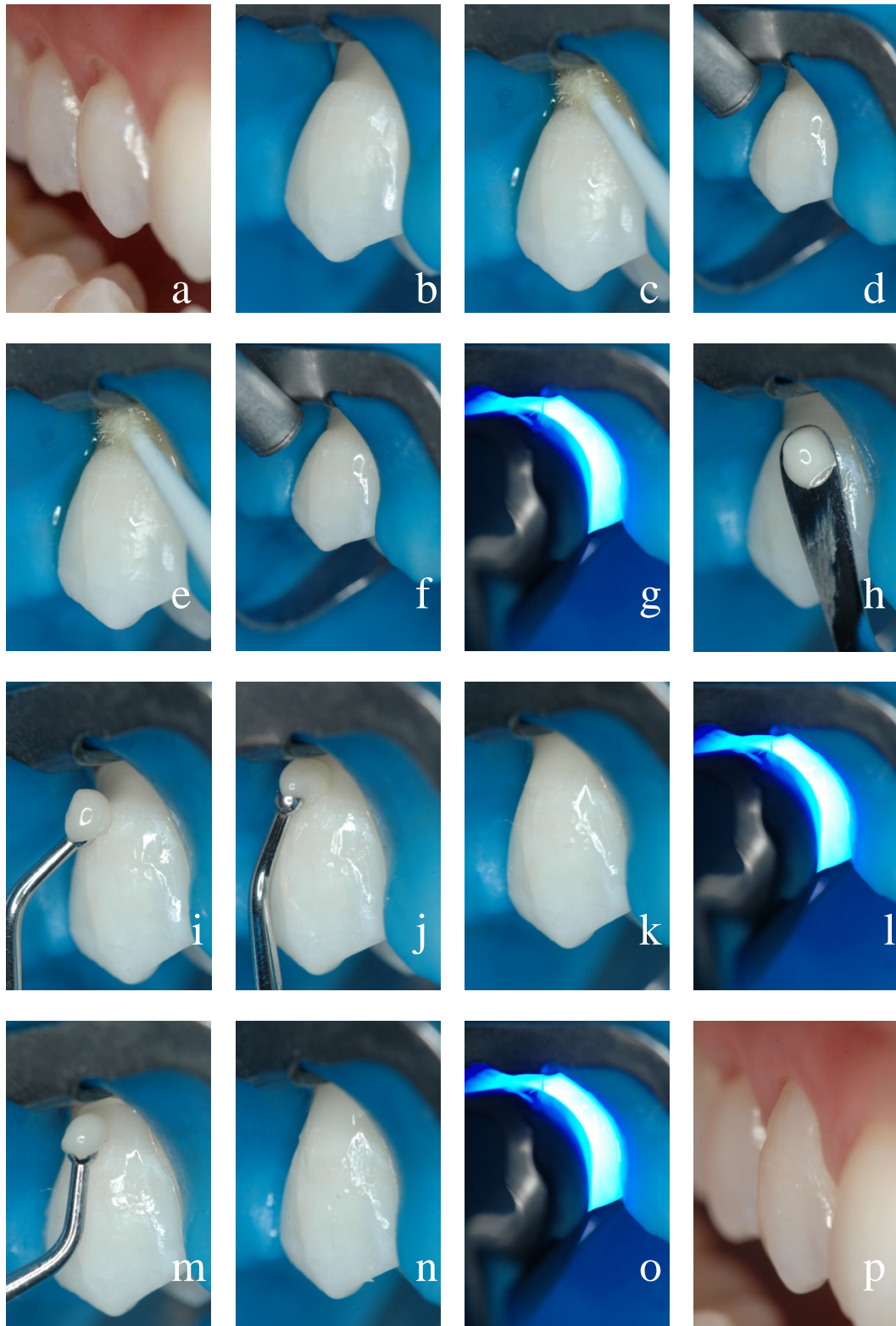
Os sistemas adesivos Adper Prompt e Xeno III foram aplicados da mesma maneira que a descrita para o estudo *in vitro*. De acordo com os critérios de inclusão anteriormente mencionados, quatro dentes de cada paciente recebiam as restaurações, sendo que dois recebiam o tratamento com XE (um dente aplicação ativa e o outro aplicação inativa) e dois com o AP (um dente ativa e o outro aplicação inativa). Foi realizado um sorteio aleatório, onde quatro papéis com o nome do adesivo e a forma de aplicação foram sorteados para determinar em cada dente qual material e técnica (inativa ou ativa) seriam executadas. As lesões foram preenchidas pela técnica incremental com resina composta Esthet X ( $\pm 3$  incrementos). Cada incremento foi fotopolimerizado por 40 segundos, utilizando um aparelho de luz Optilux Demetron (Kerr, Orange, EUA) calibrado em  $600 \text{ mW/cm}^2$  em um radiômetro. Maiores detalhes podem ser observados nas Figuras 21 e 22, mas em especial na Figura 23 (seqüência clínica da restauração de uma lesão não cariosa).



**Figura 21.** Manipulação do adesivo Adper Prompt (dispensa 1 gota do frasco A, em seguida 1 gota do frasco B e mistura por 5 s).



**Figura 22.** Manipulação do adesivo Xeno III (dispensa 1 gota do frasco A, em seguida 1 gota do frasco B e mistura por 5 s)



**Figura 23.** vista lateral de uma lesão cervical não cariosa (a); isolamento absoluto com grampo 212 (b); aplicação da 1ª camada do adesivo (c); jato ar evaporar o solvente conforme o tempo recomendado para cada adesivo (d); aplicação 2ª camada do adesivo (e); jato de ar (f); fotoativação por 10s (g); inserção do 1º incremento de RC (h, i, j e k); fotoativação por 40s (l); inserção do 2º incremento RC (m,n); fotoativação por 40s (o); aspecto final da lesão cervical não cariosa imediatamente após ser restaurada (p).

### 4.2.3 - Avaliação clínica

As lesões foram avaliadas somente após os procedimentos de acabamento e polimento terem sido executados. Foi utilizado pontas diamantadas 2135 e 3195 F e FF (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e discos de lixa abrasivos SofLex Pop-on (3M ESPE, St Paul, MN, EUA).

As categorias que foram avaliadas são: retenção, adaptação marginal, descoloração marginal, sensibilidade pós-operatória e cáries recorrentes de acordo com o critério USPHS (*United States Public Health Service* – Serviço Público de Saúde Americano) adaptado por Barnes <sup>92</sup> et al. (1995) no tempo imediato (*baseline*) e após 6 meses de acompanhamento (Tabela 4). Índices de retenção da restauração foram calculados por meio da seguinte equação, usando o guia da ADA (American Dental Association <sup>93</sup> 2001): falhas cumulativas % =  $[(PF + NF) / (PF + RR)] \times 100\%$ . Onde PF é o número de falhas prévias ao retorno; NF é o número de novas falhas durante o retorno e RR o número de restaurações re chamadas para o retorno.

Dois outros examinadores independentes e calibrados realizaram a avaliação usando espelho e sonda dupla (# 3 e 5 SS White Duflex), após profilaxia dentária. Os examinadores não tinham conhecimento de qual material havia sido utilizado para as restaurações. Deve haver a necessidade de uma concordância inicial de, no mínimo, 85% entre os avaliadores (Alhadainy, Abdalla <sup>94</sup> 1996). Quando não houvesse concordância entre os examinadores durante a avaliação, um consenso foi obtido antes de o paciente ser dispensado.

Estatísticas descritivas foram utilizadas para demonstrar as distribuições de frequência dos critérios avaliados. As diferenças nos índices das duas formas de aplicação testada para cada adesivo após cada tempo (*baseline* e 6 meses) foram submetidos ao teste exato de Fisher's ( $\alpha = 0,05$ ) e a *performance* dos modos de aplicação para cada adesivo no momento e após 6 meses foi avaliado pelo teste de Mc Nemar's ( $\alpha = 0,05$ ). Como uma maneira de medir a concordância entre os examinadores, à estatística de Cohen's Kappa foi utilizada.



**Tabela 4** - Categoria dos critérios USPHS modificada (Barnes <sup>92</sup> et al., 1995), para avaliação.

<b>Categoria</b>	<b>Tipo de inspeção</b>	<b>Escala de classificação</b>
<b>Retenção</b>	Inspeção visual com explorador e espelho	<b>A:</b> retido <b>B:</b> parcialmente retido <b>C:</b> perdido
<b>Adaptação marginal</b>	Inspeção visual com explorador e espelho, se necessário	<b>A:</b> fenda ao longo da margem indetectável <b>B:</b> detectável V - defeito apenas em esmalte <b>C:</b> detectável V – defeito formado na junção amelodentinária
<b>Descoloração marginal</b>	Inspeção visual com espelho	<b>A:</b> nenhuma descoloração ao longo da margem <b>B:</b> mancha superficial ( de fácil remoção) <b>C:</b> mancha profunda
<b>Cáries recorrentes</b>	Inspeção visual com explorador e espelho	<b>A:</b> nenhuma evidência de cárie <b>B:</b> evidência de cárie ao longo da restauração
<b>Sensibilidade pós-Operatória</b>	Perguntando ao paciente	<b>A:</b> nenhuma sensibilidade em algum momento do procedimento restaurador e durante o período de estudo <b>B:</b> experiência de sensibilidade em algum momento do procedimento restaurador e durante o período de estudo



## 5 RESULTADOS

### 5.1 Estudo *in vitro*:

A área de seção transversal dos espécimes variou de 0,75 a 0,92 mm<sup>2</sup> e não houve diferença estatisticamente significativa entre as áreas dos corpos-de-prova dos diferentes grupos testados (dados não demonstrados).

A análise do padrão de fratura dos corpos-de-prova testados, bem como dos que tiveram um deslocamento espontâneo durante o corte ou durante as etapas do teste de microtração e a frequência correspondente a cada padrão de fratura está demonstrada na Tabela 5.

**Tabela 5** - Percentual de corpos-de-prova (%) do Adper Prompt (AP) e Xeno III (XE) distribuídos de acordo com o padrão de fratura, assim como corpos-de-prova que fraturaram precocemente.

Adesivo	Agitação	Padrão de fratura		
		A/M <sup>(*)</sup>	C <sup>(**)</sup>	Perdido
AP	Inativa	48 (90,5)	1 (2,0)	4 (7,5)
	Ativa	40 (75,5)	4 (7,5)	9 (17,0)
XE	Inativa	50 (84,7)	0 (0,0)	9 (15,3)
	Ativa	31 (72,1)	8 (18,6)	4 (9,3)

Nota (\*) A/M – adesiva/mista; (\*\*) C – coesiva de resina ou dentina

Pode-se observar que o padrão de fratura predominante nos ensaios foi adesiva/mista tanto para o AP quanto para o XE e que, não houve diferença no padrão de fratura entre os grupos experimentais, apesar de uma tendência de ambos os adesivos terem maior número de fraturas coesivas quando aplicados ativamente.

Se compararmos o percentual de espécimes perdidos quando os adesivos foram aplicados de forma ativa, percebe-se que um número superior foi perdido para o adesivo AP em relação ao XE.

As médias e desvios padrões dos grupos experimentais testados no tempo imediato e após 6 meses estão demonstrados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Média e desvio-padrão (MPa) da RU imediata e ao longo do tempo em dentina e para cada condição experimental

Adesivo	Técnica (*)	Tempo (**)	
		Imediato (B)	6 meses (A)
AP	Inativa (b)	21,6 ± 5,4	12,5 ± 6,0
	Ativa (a)	28,9 ± 5,1	20,3 ± 5,4
XE	Inativa (b)	19,9 ± 6,0	17,1 ± 7,2
	Ativa (a)	28,0 ± 5,6	25,5 ± 7,7

Nota (\*) Letras minúsculas diferentes indicam significância estatística para o fator TÉCNICA ( $p < 0,05$ )

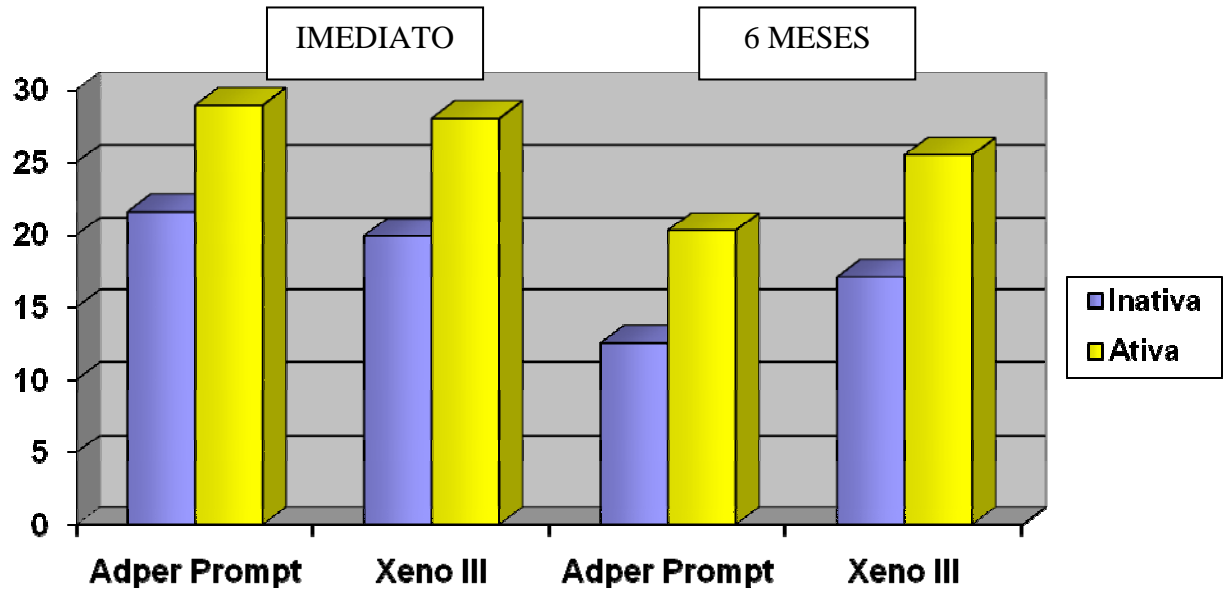
Nota (\*\*) Letras maiúsculas diferentes indicam significância estatística para o fator TEMPO ( $p < 0,05$ )

A análise de variância não demonstrou diferenças significantes para a interação tripla e nem para nenhuma das duplas interações ( $p > 0,05$ ). O fator principal Adesivo também não demonstrou diferenças estatisticamente significante ( $p = 0,37$ ). Apenas os fatores principais Técnica e Tempo foram significantes estatisticamente ( $p = 0,0006$  e  $0,008$ , respectivamente).

Observe que, para os dois sistemas adesivos, houve um aumento da resistência de união imediata à dentina quando aplicados de forma ativa, em relação à aplicação inativa.

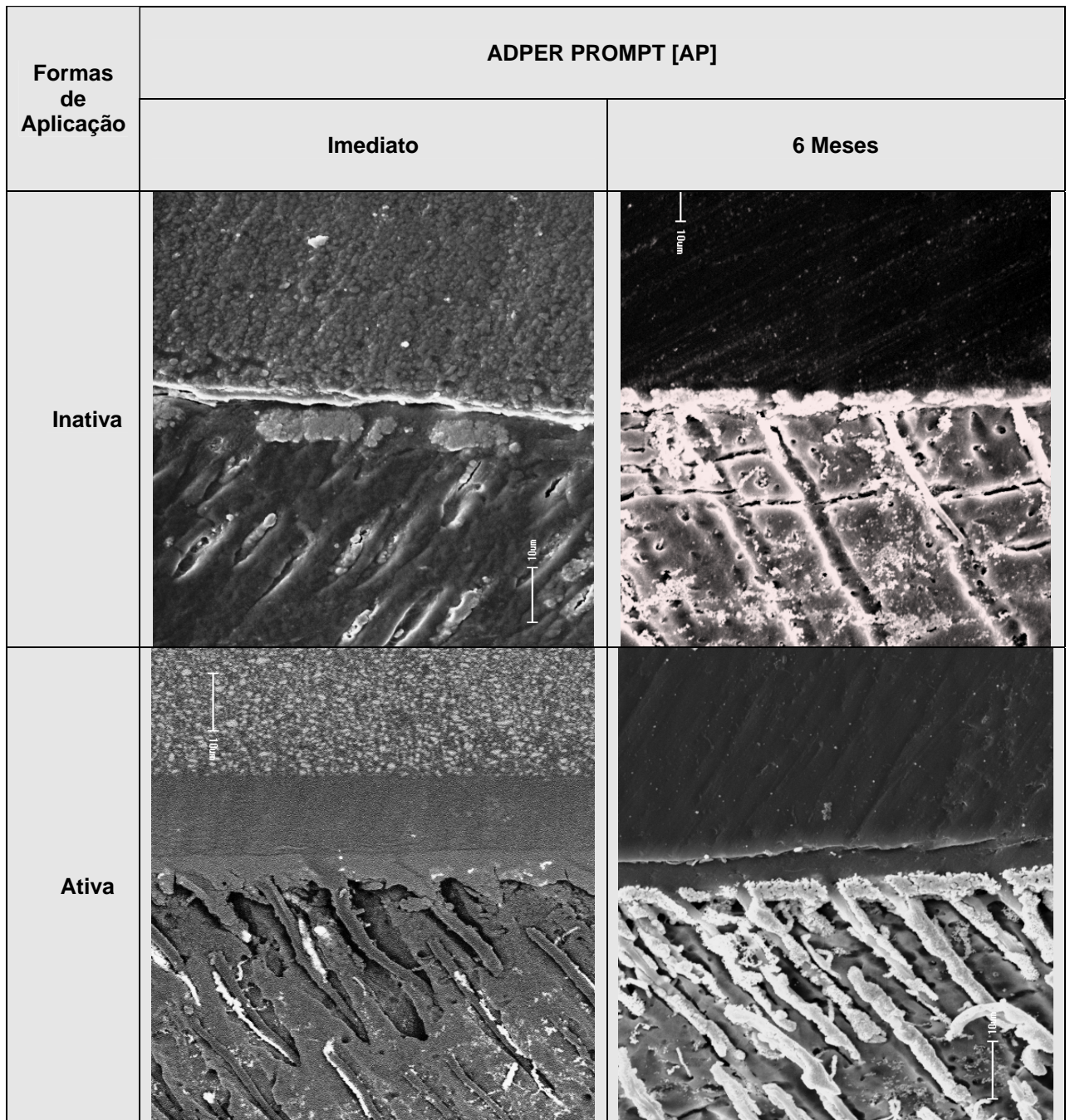
Da mesma forma, ocorreu uma diminuição dos valores de resistência de união após 6 meses de armazenagem em água, independentemente da técnica de aplicação e do adesivo. Mesmo assim, vale fazer menção que, a diminuição da resistência de união foi muito mais significativa para o adesivo AP do que para o XE.

Podemos observar pelo gráfico, as diferenças anteriormente demonstradas na Tabela 6 para a (RU) no período imediato e ao longo do tempo, onde a forma de aplicação ativa para ambos adesivos apresentou um melhor desempenho.



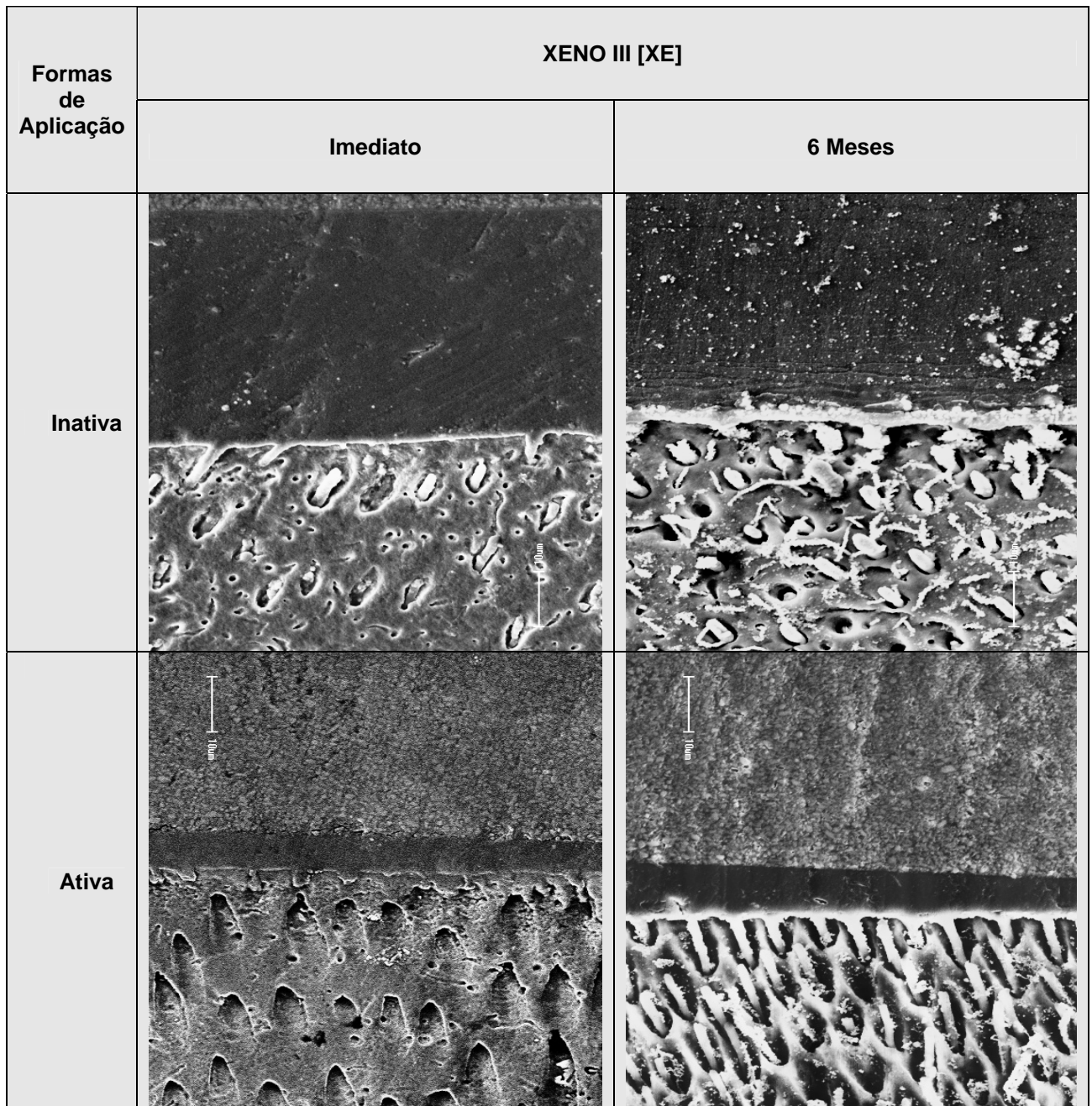
**Figura 24.** Gráfico comparativo da RU em (Mpa) no tempo imediato e após 6 meses de armazenamento em água, diante das formas de aplicação dos sistemas adesivos

### 5.1.2 Análise Microscopia Eletrônica de Varredura



**Figura 25.** Microscopia Eletrônica de Varredura para o AP diante da forma de aplicação e em diferentes tempos.

Fotomicrografias da interface de união entre o substrato dentinário (parte inferior de cada figura) e a resina composta (parte superior de cada figura) para o sistema adesivo Adper Prompt (AP) aplicado de forma inativa e ativa no tempo imediato e após 6 meses. Aumento de 1.200X.



**Figura 26.** Microscopia Eletrônica de Varredura para o XE diante da forma de aplicação e em diferentes tempos.

Fotomicrografias da interface de união entre o substrato dentinário (parte inferior de cada figura) e a resina composta (parte superior de cada figura) para o sistema adesivo Xeno III (XE) aplicado de forma inativa e ativa no tempo imediato e após 6 meses. Aumento de 1.200X.

As fotomicrografias permitem indicar que, no tempo imediato (figuras do lado esquerdo para os dois sistemas adesivos), houve uma menor impregnação de nitrato de prata quando comparadas às técnicas de aplicação, sendo a aplicação ativa (figura inferior esquerda para cada sistema adesivo) a que ocorreu a menor quantidade de deposição do nitrato de prata. Já após 6 meses de armazenagem em água, ocorreu um expressivo aumento da quantidade de infiltração de nitrato de prata, em especial na base da camada híbrida, para os dois sistemas adesivos independentemente da técnica de aplicação (Figuras do lado direito para os dois sistemas adesivos).



## 5.2 Estudo *in vivo*:

Trinta pacientes foram selecionados para o presente estudo, sendo 17 mulheres e 13 homens com uma média de idade de 40 anos (variação 24-56 anos). Setenta e três restaurações foram colocadas no arco superior e quarenta e sete no arco inferior. Aproximadamente 63% das restaurações foram colocadas em pré-molares e 32% em dentes anteriores de acordo com os dados distribuídos na Tabela 7.

O teste estatístico de Cohen's Kappa demonstrou uma excelente concordância entre os examinadores (dados não demonstrados). Apenas uma paciente não pode ser avaliada no tempo de 6 meses por não comparecer à consulta. As restaurações foram avaliadas nos tempos imediato (*baseline*) e após 6 meses. Os resultados da avaliação estão descritos na Tabela 8.

Nas figuras 33 e 34, podem ser visto lesões cervicais em vista frontal e em vista lateral após terem sido restauradas (*baseline*). Até o presente momento, apenas uma restauração soltou, realizada com o adesivo AP na forma inativa e foi classificado como critério C (Charlie), nenhum paciente (ou restaurações) apresentaram sensibilidade pós-operatória, bem como cáries secundárias e descoloração ou desadaptação nas margens das restaurações de acordo com os critérios USPHS modificado.



**Figura 27.** Lesões cervicais em vista frontal e após a restauração (*baseline*).



**Figura 28.** Lesões cervicais em vista lateral e após a restauração (*baseline*).

**Tabela 7** - Distribuição das lesões cervicais não cariosas de acordo com a forma, tamanho cérvico-incisal, grau de esclerose dentinária, presença de sensibilidade pré-operatória e distribuição dos dentes no arco.

<b>Característica das lesões</b>	<b>Número de lesões</b>
<b>Forma (geometria da cavidade)</b>	
< 45°	11
45 - 90°	55
90 - 135°	45
> 135°	09
<b>Tamanho cérvico-incisal (mm)</b>	
< 1,5	08
1,5 - 2,5	34
> 2,5	78
<b>Grau de esclerose dentinária</b>	
1	0
2	75
3	45
4	0
<b>Sensibilidade Pós-operatória (espontânea)</b>	
Sim	0
Não	120
<b>Distribuição dos dentes</b>	
Incisivos	21
Caninos	17
Pré-molares	75
Molares	07
<b>Distribuição no arco</b>	
<b>Superior</b>	73
<b>Inferior</b>	47

**Tabela 8** - Número de restaurações avaliadas de acordo com os critérios USPHS modificado em cada condição experimental (\*) (números entre parênteses indicam a porcentagem)

Categoria		<i>baseline</i>				<i>6 meses</i>			
		API	APA	XEI	XEA	API	APA	XEI	XEA
<b>Retenção</b>	<b>A</b>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	29 (97)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>C</b>	0	0	0	0	1 (3)	0	0	0
<b>Adaptação marginal</b>	<b>A</b>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Descoloração marginal</b>	<b>A</b>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>C</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cáries recorrentes</b>	<b>A</b>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Sensibilidade pós-operatória</b>	<b>A</b>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
	<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

(\*) formas de aplicação para cada condição experimental (API: Adper Prompt Inativa; APA: Adper Prompt Ativa; XEI: Xeno Inativa e XEA: Xeno Ativa)



## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Avaliação *in vitro*: tempo imediato

A eficácia imediata de adesão dos sistemas adesivos contemporâneos é considerada favorável (Inoue <sup>95</sup> et al. 2001). Porém, quando estes materiais são testados em estudos clínicos, a *performance* de alguns sistemas tendem a diminuir significativamente, enquanto a de outros, como os convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos, têm demonstrado ser mais estável (Van Dijken <sup>96</sup> 2000, Brackett <sup>87</sup> et al. 2002).

Os estudos são cada vez mais intensos na avaliação da efetividade dos adesivos principalmente ao longo do tempo, os chamados estudos de longevidade, em especial a adesão ao substrato dentinário. Segundo De Munck <sup>77</sup> et al. (2005), torna-se difícil extrapolar os resultados obtidos em laboratório para uma situação clínica. Pois percebemos diferenças nos resultados obtidos, devido a uma série de fatores que fogem do controle do pesquisador em um estudo *in vivo* e que são passíveis de controle *in vitro*.

Apesar dos dados obtidos em estudos laboratoriais deverem ser interpretados com cautela, certamente um adesivo que tenha um desempenho ruim em um estudo laboratorial não será indicado para a aplicação clínica, e este é o maior valor dos estudos laboratoriais, em especial com os estudos que apresentam dados de longevidade (De Munck <sup>77</sup> et al. 2005).

Os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único, são muito atrativos do ponto de vista da aplicabilidade clínica pela simplificação da técnica. Porém são os sistemas que apresentam os piores resultados nos trabalhos descritos na literatura consultada (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003, De Munck <sup>77</sup> et al. 2005, Peumans <sup>78</sup> et al. 2005; Kenshima <sup>67</sup> et al. 2005), o que conduziu o interesse no presente estudo, em melhorar o desempenho desse material em dentina, tendo em vista que a maioria dos procedimentos restauradores envolve o substrato dentinário.

Uma série de trabalhos propõem diferentes formas de aplicar estes sistemas nos substratos dentários com o intuito de melhorar a *performance* do

material, quer seja através da aplicação de um maior número de camadas (Frankenberger<sup>19</sup> et al. 2001, Pashley<sup>25</sup> et al. 2002, Nakaoki<sup>26</sup> et al. 2005, Perdigão<sup>27</sup> et al. 2006), quer seja pela aplicação por um tempo maior (Ferrari<sup>28</sup> et al. 2000, Perdigão<sup>27</sup> et al. 2006, Velásquez<sup>24</sup> et al. 2006), ou realizando a aplicação desses sistemas de forma ativa, esfregando o adesivo pelo substrato dentinário (Chan<sup>79</sup> et al. 2003, Velásquez<sup>24</sup> et al. 2006). Estes estudos não apresentam dados de longevidade, fundamentais para avaliação da eficácia do material e muitas destas formas de aplicação ainda não foram avaliadas clinicamente.

Alguns estudos laboratoriais realizaram a aplicação ativa no substrato dentinário com adesivos convencionais de dois passos (Dal Bianco<sup>80</sup> et al. 2006, Reis<sup>81</sup> et al. 2007), com adesivos autocondicionantes de dois passos (Chan<sup>79</sup> et al. 2003), e de passo único (Chan<sup>79</sup> et al. 2003, Velásquez<sup>24</sup> et al. 2006) e esta tem sido uma alternativa de fácil aplicabilidade clínica, já que não requer uma outra camada para a aplicação do adesivo.

Na parte relativa ao estudo *in vitro*, percebemos que os testes laboratoriais mais comumente utilizados descritos na literatura para avaliar sistemas adesivos, são os testes mecânicos de resistência de união (Pashley<sup>97,98</sup> et al. 1995; 1999), sendo o de microtração selecionado para nosso estudo.

No presente estudo a aplicação ativa foi utilizada de forma padronizada conforme a mesma metodologia empregada com sistemas adesivos convencionais nos estudos de Dal Bianco<sup>80</sup> et al. (2006) e Reis<sup>81</sup> et al. (2007), ou seja, através da mensuração da pressão aplicada em uma balança de precisão em  $34,5 \pm 6,9$  g de variação (descrito no item 4.1.3).

Estudos laboratoriais que utilizaram sistemas autocondicionantes de passo único aplicados de forma ativa no substrato dentinário, como de Chan<sup>79</sup> et al., (2003), descreveram a aplicação como “continua agitação”, assim como no estudo de Velásquez<sup>24</sup> et al. (2006) que menciona a forma ativa apenas indicando a expressão “com agitação”. Como se podem observar estes outros estudos não dá maiores detalhes de como a forma de aplicação foi realizada.

Como este termo é passível de interpretação pode ter grande variabilidade dependendo do operador. Desta maneira uma padronização da forma ativa de aplicação tornou-se fundamental para diferenciar a formas de aplicação e alcançar os resultados esperados que serão discutidos a seguir.

Os resultados deste estudo confirmaram a expectativa de que altos valores de resistência de união foram obtidos no tempo imediato quando os adesivos foram aplicados de forma ativa no substrato dentinário, demonstrando diferença estatisticamente significativa em relação à aplicação inativa, assim como já demonstrado nos trabalhos de Chan <sup>79</sup> et al. (2003) e Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006).

Sabendo que os adesivos utilizados no presente estudo tornam-se membranas semipermeáveis mesmo após sua polimerização (Tay <sup>22</sup> et al. 2002, Chersoni <sup>99</sup> et al. 2004), a forma de aplicação ativa pode levar a uma maior impregnação de monômeros na dentina para formar uma camada híbrida mais resistente e menos suscetível à passagem de água. Observe que, nas fotomicrografias em que a aplicação ativa foi realizada, ocorreu uma menor infiltração de nitrato de prata, em especial na região basal da camada híbrida, em relação à aplicação inativa, o que em parte corrobora com os resultados deste estudo.

Além disso, a pressão mecânica aplicada no *microbrush* na forma ativa favorece um maior potencial em dissolver a *smear layer*, além de um aumento na agitação das moléculas permitindo assim uma maior evaporação do solvente e conseqüentemente uma melhor difusão dos monômeros no substrato dentinário, levando assim, a um aumento do percentual de formação de polímeros e melhorando as propriedades mecânicas da camada adesiva (Breschi <sup>72</sup> et al. 2007).

Se compararmos os nossos resultados com os do estudo de Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006), observamos que nossos resultados foram superiores tanto para a forma inativa quanto para a forma ativa de aplicação para o adesivo Xeno III, por exemplo. Embora este estudo (Velásquez <sup>24</sup> et al. 2006) tenha observado diferenças quando o adesivo foi aplicado “com agitação” (forma ativa), a média de resistência de união foi de 12,8 MPa, sendo que em nossos dados obtidos foram 19,9 e 28,0 MPa para as aplicações inativa e ativa, respectivamente, ou seja, a forma inativa de nosso estudo foi maior que a forma ativa “com agitação”, do estudo de Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006).

Estas diferenças podem ser explicadas por dois fatores: teste mecânico utilizado e forma de aplicação. No estudo de Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006) o teste empregado foi o de cisalhamento em contrapartida ao realizado por este estudo (microtração). É sabido que, a resistência de união é inversamente proporcional à área adesiva e, portanto, quando se utiliza testes com uma maior



área, tais como os de cisalhamento, é de se esperar menores valores de resistência de união em comparação a testes micromecânicos (Cardoso <sup>100</sup> et al. 1998), o que pode ser observado se comparados os valores deste estudo com o de Chan <sup>79</sup> et al. (2003), que também utilizou o teste de microtração.

Os dois adesivos utilizados no presente estudo possuem grande quantidade de água, solventes e monômeros hidrofílicos em sua composição. Como consequência, sabe-se que a camada formada por estes sistemas tende a ser pouco espessa, trazendo consequências negativas, como incompleta polimerização por influência do oxigênio (Rueggeberg, Margeson <sup>20</sup> 1990), além do fato de atuarem como membranas semipermeáveis favorecendo o processo de degradação da interface de união (Tay <sup>22</sup> et al. 2002, Chersoni <sup>99</sup> et al. 2004), e comprometendo as propriedades mecânicas do polímero formado (Breschi <sup>72</sup> et al., 2007).

Como forma de minimizar estes efeitos deletérios optou-se em padronizar a aplicação em duas camadas para o Adper Prompt como para o Xenon III tanto nas formas inativa e ativa. A aplicação de duas camadas por si só já colaboraria para a melhoria dos valores de resistência de união (Frankenberger <sup>19</sup> et al. 2001, Pashley <sup>25</sup> et al. 2002), fato este realizado neste estudo, mas não no de Velásquez <sup>24</sup> et al. (2006).

No nosso estudo, a utilização de dois sistemas autocondicionantes foi realizada apenas como forma de verificar se o mesmo fenômeno ocorresse para ambos, ou seja, se ocorreria melhoria dos valores de resistência de união e padrão ultramorfológico se os adesivos fossem aplicados de forma ativa. Mesmo assim, selecionamos dois adesivos com diferentes pHs (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003).

Ao avaliarmos os dados de nosso estudo, percebemos que a interação adesiva X aplicação foi significativa. Diante disso, a forma em que os autocondicionantes de passo único são aplicados (inativa vs. ativa) é de maior relevância que o pH de cada sistema, sendo que altos valores de resistência de união, assim como menor infiltração de nitrato de prata, no tempo imediato, foram encontradas quando os adesivos foram ativamente aplicados na dentina.

## 6.2 Avaliação *in vitro*: 6 meses

Para avaliar o desempenho dos sistemas adesivos ao longo do tempo em estudos laboratoriais, diferentes soluções e técnicas de armazenagem dos corpos-de-prova podem ser utilizadas. A mais comumente relatada na literatura e também utilizada em nosso estudo foi à armazenagem em água. Os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37° C pelo período de seis meses.

O período descrito em estudos na literatura consultada, pode variar de poucos meses (Shono <sup>101</sup> et al. 1999) até 4 a 5 anos de armazenamento (Fukushima <sup>102</sup> et al. 2001, De Munck <sup>68</sup> et al. 2003). Para correlacionar os valores de resistência de união no tempo imediato com obtidos com os dados ao longo do tempo, o período de 6 meses foi determinante pois de acordo com os resultados de Tay <sup>103</sup> et al. (2005), nesse período a degradação da interface adesiva ocorre rapidamente e nos fornece dados confiáveis para comparação com os dados imediatos.

Os resultados do nosso estudo demonstraram uma diminuição nos valores de resistência de união após 6 meses de armazenagem em água que ocorreu para os dois sistemas adesivos testados, mesmo quando os adesivos foram aplicados na forma ativa. Estes dados também são corroborados pelas fotomicrografias da análise ultramorfológica que demonstraram um aumento da pigmentação de nitrato de prata, em especial na base da camada híbrida.

Isto pode ser explicado pelo fato de que, ambos adesivos independentes da técnica quando armazenados em água sofrem o processo químico de hidrólise, responsável pela quebra das ligações covalentes formadas pelo polímero resultando em perda de massa e favorecendo a degradação dentro da camada híbrida (Tay <sup>103</sup> et al. 2005; Tay, Pashley <sup>104</sup> 2003), o que contribui para a diminuição da resistência de união ao longo do tempo (Watanabe, Nakabayashi <sup>105</sup> 1993, Tay, Pashley <sup>104</sup> 2003, Tay <sup>74</sup> et al. 2003).

Outros fatores também podem estar correlacionados para essa diminuição na resistência de união observada, tais como as características hidrofílicas dos adesivos utilizados permitem uma maior sorção de água e o polímero final mesmo após a fotoativação, torna-se uma espécie de membrana semipermeável (Tay <sup>74</sup> et al. 2003, Chersoni <sup>99</sup> et al. 2004). Desta maneira os

corpos-de-prova armazenados em água permitem a passagem de água dentro da interface de união através da nanoinfiltração e que pode ser observado nas microscopias eletrônicas de varredura através da impregnação do nitrato de prata demonstrada neste estudo.

A aplicação dos adesivos em duas camadas e com a forma ativa não elimina por completo os efeitos deletérios desses materiais, mas sim consegue minimizá-los, principalmente ao longo do tempo e de acordo com os resultados encontrados em nosso estudo.

Contudo, a diminuição da resistência de união foi mais evidente para o adesivo Adper Prompt do que para o Xeno III. A redução da resistência de união para o Adper Prompt foi de 30 e 42 %, respectivamente para a aplicação ativa e inativa, enquanto que para o Xeno III, a diminuição foi de 9 % para a aplicação ativa e 16% para a aplicação inativa.

Quando observadas diferenças entre o adesivo Adper Prompt e o Xeno III, a que mais chama a atenção é a diferença de pH (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003). O sistema Adper Prompt possui um pH em torno de 0,4 sendo classificado como agressivo, ou seja, a alta acidez resulta em um grande potencial de desmineralização, dissolvendo a hidroxiapatita e produzindo camadas híbridas tão espessas quanto às produzidas pelos sistemas convencionais (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al., 2003).

Isto não implica dizer que uma melhoria da união será obtida, pois têm sido observados baixos valores de resistência de união à dentina com sistemas agressivos em comparação com sistemas autocondicionantes de maior pH (Inoue <sup>95</sup> et al. 2001, De Munck <sup>68</sup> et al. 2003).

Já o adesivo Xeno III, apresenta o pH em torno de 1,4 sendo classificado como um sistema moderado (Van Meerbeek <sup>3</sup> et al. 2003), ou seja, para esses sistemas a desmineralização do tecido dentinário ocorre de maneira mais superficial e menos pronunciada em relação aos agressivos, sendo a profundidade da camada híbrida formada muito menos espessa em comparação aos autocondicionantes agressivos e aos sistemas convencionais, porém, isto não quer dizer que a efetividade da adesão seja menor (Inoue <sup>70,95</sup> et al. 2000; 2001, De Munck <sup>68</sup> et al. 2003). Fato este, que pode ser explicado pela preservação da hidroxiapatita dentro da camada híbrida formada, servindo assim como um receptor

para uma retenção adicional através de uma adesão química (Van Meerbeek <sup>106</sup> et al. 2000, Yoshida <sup>107</sup> et al. 2004).

Desta maneira, é de se esperar que, para um adesivo de pH mais elevado, a aplicação ativa, por melhorar a impregnação de monômeros dentro da camada híbrida, deve apresentar melhores resultados do que para um adesivo com baixo pH, em que a sua própria característica de acidez poderá levar a uma maior desmineralização e conseqüente impregnação, em especial ao longo do tempo, por melhorar as propriedades mecânicas da camada híbrida diferentemente dos sistemas agressivos onde independente do modo de aplicação ocorrerá uma discrepância entre quantidade de tecido desmineralizado e capacidade de infiltração como observado em alguns estudos (Carvalho <sup>14</sup> et al. 2005, Wang, Spencer <sup>15</sup> et al. 2005).

Em contrapartida, quando observados os dados de 6 meses de longevidade, pode-se dizer que, a forma ativa de aplicação para os sistemas agressivos, parece não ser tão relevante como observado na aplicação inativa.

Porém para adesivos moderados e leves, que não possuem um padrão de desmineralização tão pronunciado quanto os agressivos, parece-nos que quando aplicados de forma ativa à pressão exercida pelo *microbrush* durante a aplicação permite uma maior difusão dos monômeros para o interior da dentina formando camadas híbridas mais espessas. Outros estudos devem ser feitos para comprovar as hipóteses aqui testadas.

### 6.3 Avaliação *in vivo* ou clínica

Como nosso estudo apresenta dados imediatos (*baseline*) e de 6 meses de avaliação, os resultados nos indica que ambos adesivos testados, receberiam o selo de aprovação parcial de acordo com os critérios da ADA, independente da técnica de aplicação utilizada.

Van Meerbeek<sup>82</sup> et al. (1998) já relatava que as restaurações adesivas possuem limitada durabilidade clínica. As razões mais citadas para as possíveis falhas das restaurações em estudos clínicos, em um curto período de tempo são a perda de retenção e a deficiente adaptação marginal (Mjör, Gordan<sup>108</sup> 2002, Mjör<sup>109</sup> et al. 2002), e destes dois itens, apenas foi observado perda de algumas restaurações no tempo de 6 meses.

O curto período de avaliação não demonstra resultados significantes com a interação adesivo vs. forma de aplicação. Este estudo demonstrou que no período de 6 meses de avaliação o adesivo XE apresentou uma taxa de retenção de 100% para ambas formas de aplicação (ativa vs. inativa), tendo ocorrido o mesmo ocorreu para o AP quando aplicado de forma ativa. A única diferença observada nesse curto período de avaliação foi à perda de retenção, ou seja, a queda de uma restauração quando o AP foi aplicado na forma inativa, isto corresponde a uma taxa de queda de 3,3%.

Considerando a forma inativa de aplicação conforme as recomendações do fabricante, o resultado apresentado para o AP em nosso estudo ficou muito próximo ao encontrado nos estudos clínicos de Van Dijken<sup>86</sup> (2004), Bittencourt<sup>84</sup> et al. (2005) e Loguercio<sup>85</sup> et al. (2007), onde os autores observaram uma taxa de queda, ou seja, perda de retenção de 0 a 4 % na avaliação de 6 meses para o mesmo adesivo utilizado em nosso estudo.

Os dados do nosso estudo e de Van Dijken<sup>86</sup> (2004) no período de 6 meses diferem muito dos resultados encontrados por Wilder<sup>88</sup> et al. (2001) e Brackett<sup>87</sup> et al. (2001), que relatam altas taxas de queda das restaurações em 6 meses. Por exemplo, no estudo de Brackett<sup>87</sup> et al. (2001), foi demonstrada uma taxa de queda de 24% das restaurações após seis meses de avaliação clínica.

Um dos motivos dessa elevada taxa de queda pode ser atribuída à aplicação do adesivo conforme as antigas recomendações do fabricante, ou seja, a

aplicação do adesivo era feito em apenas uma camada (Prompt-L-Pop, antecessor do sistema Adper Prompt). Porém o mesmo Prompt-L-Pop foi utilizado no estudo de Van Dijken<sup>86</sup> (2004) e os resultados assemelharam-se aos de nosso estudo.

Bittencourt<sup>84</sup> et al. (2005) e Loguercio<sup>85</sup> et al. (2007) após 18 e 36 meses de avaliação clínica utilizando o mesmo Prompt-L-Pop aplicaram o adesivo em duas camadas, como foi feito em nosso estudo e observaram que no período de 6 meses nenhuma queda de restauração foi registrada com esse adesivo.

Lopes<sup>110</sup> et al. (2008), registrou nos períodos de 6 meses e de 1 ano de avaliação clínica 98% e 96% de retenção das restaurações realizadas com o sistema Xeno III. Já Morigami<sup>111</sup> et al. (2003), nos mesmos períodos de avaliação registraram nenhuma queda de restaurações para este adesivo, o que se assemelha com os resultados de nosso estudo.

As possíveis causas para a taxa de queda observada no presente estudo, pode estar relacionada com a esclerose dentinária. Lesões cervicais não cariosas apresentam uma dentina esclerosada, sendo assim exibem uma baixa permeabilidade, resultando em um substrato menos favorável para a adesão em comparação com a dentina normal (Tagami<sup>112</sup> et al. 1992, Burrow<sup>113</sup> et al. 1994), o que nos conduz a pensar que quando os adesivos foram aplicados de forma inativa às taxas de quedas das restaurações ao longo do tempo seriam maiores.

Peumans<sup>78</sup> et al. (2005) em uma revisão sistemática relata que os piores resultados em relação à eficácia clínica demonstrados na literatura, são encontrados com os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único, mesmo em curtos períodos de avaliação, como por exemplo, em 6 meses. Não foi o que ocorreu no nosso estudo, e isto deve ser atribuído em grande parte a aplicação de duas camadas do adesivo (Bittencourt<sup>84</sup> et al. 2005, Loguercio<sup>85</sup> et al. 2007). Resultados ao longo do tempo devem comprovar a durabilidade destes materiais *in vivo*.

Esperamos com o presente estudo em um período maior de avaliação, que diferenças possam ser observadas em relação à forma de aplicação, ou seja, que as restaurações realizadas com aplicação ativa apresentem uma maior durabilidade, melhor adaptação marginal e menores índices de descoloração nas margens, em comparação com a forma inativa, mas se nos embasarmos nos resultados observados no estudo *in vitro*, infelizmente deverão ocorrer problemas nos dois grupos independentemente da forma de aplicação. Vale salientar que,

poucos são os testes *in vitro* que possuem significância e/ou correlação com o que acontece clinicamente, e, portanto, apenas os resultados ao longo prazo da avaliação clínica poderão ser levados em consideração para garantir que a forma de aplicação ativa para sistemas adesivos autocondicionantes realmente proporciona melhores resultados do que a aplicação inativa.





## 7 CONCLUSÕES

### **Avaliação *in vitro*:**

1) Melhores valores de resistência de união à dentina, bem como uma camada híbrida com menor infiltração de nitrato de prata foi observado quando os adesivos autocondicionantes Xeno III e Adper Prompt foram aplicados de forma ativa, ou seja, esfregados de forma vigorosa no substrato dentinário, no tempo imediato;

2) A resistência de união ao longo do tempo (6 meses) e a análise ultramorfológica demonstraram diminuição significativa dos valores de união, bem como aumento da impregnação do nitrato de prata tanto para a aplicação ativa quanto para a aplicação inativa, em especial para o adesivo Adper Prompt.

### **Avaliação *in vivo*:**

1) No período de avaliação de 6 meses, apenas ocorreu a queda de uma restauração, não sendo noticiada nenhuma outra alteração nas restaurações realizadas com os adesivos autocondicionantes Xeno III e Adper Prompt quando aplicados de forma ativa ou inativa.

---

---

## **REFERÊNCIAS**

## REFERÊNCIAS<sup>(\*)</sup>

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 35:849-53.
2. Dias WRL, Pereira PNR, Swift EJ. Effect of surface preparation on microtensile bond strength of three adhesive systems to bovine enamel. *J Adhes Dent* 2004; 6:279-86.
3. Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003; 28:215-35.
4. Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Junior L, Silva SM de A. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto* 2004; 2:n.1.
5. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25:355-72.
6. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997; 8:306-35.
7. Kanca J. Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 1992; 23:39-41.
8. Sano H, Kanemura N, Burrow MF, Inai N, Yamada T, Tagami J. Effect of operator variability on dentin adhesion: students vs dentists. *Dent Mater J* 1998; 17:51-8.

---

\* De acordo com a norma do Programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseado no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

9. Abdalla AI, Davidson CL. Bonding efficiency and interfacial morphology of one-bottle adhesives to contaminated dentin surfaces. *Am J Dent* 1998; 11:281-85.
10. Asmussen E, Peutzfeldt A. The influence of relative humidity on the effect of dentin bonding systems. *J Adhes Dent* 2001; 3:123-27.
11. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater* 2001; 17:430-44.
12. Tay FR, Sano H, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000; 2:83-98.
13. Walker MP, Wang Y, Swafford J, Evans A, Spencer P. Influence of additional acid etch treatment on resin cement dentin infiltration. *J Prosthodont* 2000; 9:77-81.
14. Carvalho RM, Chersoni S, Franknberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* 2005; 26:1035-42.
15. Wang Y, Spencer P. Continuing etching of an all-in-one adhesive in wet dentin tubules. *J Dent Res* 2005; 84:350-54.
16. Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch. Effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* 2003; 134:1621-29.
17. Clinician's preference 2001. *CRA Newsletter* 2001; 25(12).
18. Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Verdonschot EH. Marginal integrity and post-operative sensitivity in class II resin composite restorations in vivo. *J Dent* 1998; 26:555-62.

19. Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives: a microtensile bond strength and morphologic study. *Dent Mater* 2001; 17:373-80.
20. Rueggeberg FA, Margeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 1990; 69:1652-8.
21. Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, et al., Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials* 2005; 26:6449-59.
22. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002; 30:371-82.
23. Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentin. *J Dent* 2004; 32:55-65.
24. Velásquez LM, Sergent RS, Burgess JO, Mercante DE. Effect of placement agitation and placement time on the shear bond strength of 3 self-etching adhesives. *Oper Dent* 2006; 31:426-30.
25. Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent Res* 2002; 30:83-90.
26. Nakaoki Y, Sasakawa, Horiuchi S, Nagano F, Ikeda T, Tanaka T, et al. Effect of double-application of all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Dent* 2005; 33:765-72.
27. Perdigão J, Gomes G, Lopes M. Influence of conditioning-time on enamel adhesion. *Quintessence Int* 2006; 37:35-41.

28. Ferrari M, Mason PN, Vichi A, Davidson CL. Role of the hybridization on marginal leakage and bond strength. *Am J Dent* 2000; 13:329-336.
29. Miyazaki M, Hinoura K, Honjo G, Onose H. Effect of self-etching primer application method on enamel bond strength. *Am J Dent* 2002; 15:412-16.
30. Black GV. *A work on Operative Dentistry, v.2*. Chicago: The Medico-Dental Publ Co, 1908.
31. Anusavice KJ. *Philiphis - Science of dental materials*. 11th. St. Louis: Saunders, 2003.
32. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of a reaction product of bisphenol and glycidil acrylate. U.S Patent number 3,066,112, Nov 1962.
33. Gwinnett AJ, Matsui AA. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesives. *Arch Oral Biol* 1967; 12:1615-19.
34. Fusayama T, et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979; 58:1364-70.
35. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982; 16:256-73.
36. Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by Scanning Electron Microscopy. *Caries Res* 1975; 9:373-87.
37. Carvalho RM. Adesivos dentinários. Fundamentos para a aplicação clínica. *Rev Dent Rest*. 1998; 1: 62-96.

38. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992; 71:1530-40.

39. Katchburian E, Arana V. *Histologia e embriologia oral: texto-atlas-correlações clínicas*, Bogotá: Panamericana; 1999.

40. Swift Jr EJ, Perdigão J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int* 1995; 26:95-110.

41. Lopes GC, Baratieri LN, Andrada MAC, Vieira LCC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 2002; 33:213-24.

42. Pashley DH, Carvalho RM. Dentin permeability and dentin adhesion. *J Dent* 1997; 25:355-72.

43. Gwinnett AJ. Smear layer: morphological considerations. *Oper Dent Suppl* 4 1984; 3:2-12.

44. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent* 1984; 3:13-29.

45. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent* 1992; 17:229-42.

46. Rosales-Leal JI, Osório R, Holgado-Terriza JA, Cabrenizo-Vilchez MA, Toledano M. Dentin wetting by four adhesive system. *Dent Mater* 2001; 17: 526-532.

47. Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J* 1988; 21:17-26.

48. Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. *J Adhes Dent* 2000; 2:30-9.

49. Costa CAS, Giro EMA, Nascimento ABL, Teixeira HM, Heblin J. Short-term evaluation of the pulpo-dentin complex response to a resin-modified glass-ionomer cement and a bonding agent applied in deep cavities. *Dent Mater* 2003; 19:739-46.

50. Pashley DH. Dentin Bonding: overview of the substrate with respect to adhesive material. *J Esthet Dent* 1991; 3:46-50.

51. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *J Dent* 1994; 22:141-46.

52. Prati C, Chersoni S, Mongiorgi G, Pashley DH. Thickness and morphology of resin-infiltrated dentin layer in young, old and sclerotic dentin. *Oper Dent* 1999; 24:66-72

53. Gwinnett AJ. Dentin bonding strength after air drying and rewetting. *Am J Dent* 1994; 7:144-8.

54. Finger WJ, Uno S. Bond Strength of GLUMA CPS using the moist dentin bonding technique. *Am J Dent* 1996; 9:27-30.

55. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 1993; 24: 618-631.

56. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for different solvent-based adhesive systems. *J Adhes Dent* 2003; 5:183-92.



57. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent* 1996; 9:161-6.
58. Frankenberger R, Strobel WO, Lohbauer U, Krämer N, Petschelt A. The effect of six years water storage on resin composite bonding to human dentine. *J Biomed Mater Res* 2004; 69:5-32.
59. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent* 1994; 19:59-64.
60. Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res* 2003; 82:141-45.
61. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials* 2005; 26:1035-1042.
62. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of dentin smear layer on adhesion: a sel-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003; 19:758-67
63. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PE, Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *J Adhes Dent* 2004; 6:313-18.
64. Uno S, Finger WJ. Effects of acid conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J Dent* 1996; 24:211-16.
65. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nano-leakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995; 20:13-25.

66. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. *In vivo* degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000; 79:1385-91.
67. Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo LLF, Rodrigues-Filho LE, Nogueira FN, Loguercio AD. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. *J Adhes Dent* 2005; 7:117-26.
68. De Munk J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, et al. Microtensile bond strengths of one-and-two-step-self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 2003; 16:416-20.
69. Nakabayashi N, Sami Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 1996; 75:1706-15.
70. Inoue S, Van Meerbeek, Vargas M, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion mechanism of a self-etching adhesives. In: Tagami J, Toledano M, Prati C, editors. *Proceedings of the third international Kuraray symposium on advanced adhesive dentistry 2000*; p.131-48.
71. Kaaden C, Powers JM, Friedl KH, Schmalz. Bond strength of self-etching adhesives to a dental hard tissues. *Clin Oral Invest* 2002; 6:155-60.
72. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri, Cadenaro M, Di Lenarda R, Dorigo EDS. Dental adhesion review: aging and stability of debonded interface. *Dent Mater* 2008; 24: 90-101.
73. Reis AF, Giannini M, Pereira PNR. Influence of water-storage time on the sorption and solubility behavior of current adesives and primer/adheive mixtures. *Oper Dent* 2007; 32: 53-9.
74. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res* 2003; 82:537-41.

75. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizzerd V, Pashley DH, Tay FR et al. Water sorption/solubility of dentinal adhesives resins. *Dent Mater* 2006; 22:973-80.

76. Reis AF, Bedran-Russo AKB, Giannini M, Pereira PNR. Interfacial ultramorphology of single-step adhesives: nanoleakage as a function of time. *J Oral Rehabil* 2007; 34:213-21.

77. De Munk J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005; 84:118-32.

78. Peumans M, Kanumilli P, De Munk J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005; 21:864-81.

79. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers - adhesives to dentin with thick smear layers 2003. *Am J Dent* 16; 340-346.

80. Dal Bianco K, Pelizzaro A, Patzlaf R, Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effect of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dent Mater* 2006; 22:1150-6.

81. Reis A, Pelizzaro A, Dal Bianco, Gomes OMM, Patzlaf R, Loguercio AD. Impact of adhesive application on wet and dry long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent* 2007; 32:380-87.

82. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998; 26:1-20.

83. Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-carious cervical lesions. *J Dent* 1994; 22:195-07.

84. Bittencourt DD, Cezcelevski IA, Reis A, Van Dijken WV, Loguercio AD. An 18-months evaluation of self-etch and etch & rinse adhesive in non-carious cervical lesions. *Act Odontol Scand* 2005; 63:173-78.

85. Loguercio AD, Bittencourt DD, Baratieri LN, Reis A. A 36-month evaluation of self-etch and etch-and-rinse adhesive in non-carious cervical lesions. *J Am Dent Assoc* 2007; 138:507-14.

86. Van Dijken JWV. Durability of three simplified adhesive systems in class V non-carious cervical dentin lesions. *Am J Dent* 2004; 17:27-32.

87. Brackett WW, Covey DA, St-Germain HA Jr. One-year clinical performance of a self-etching adhesive in class V resin composites cured by two methods. *Oper Dent* 2002; 27:218-22.

88. Wilder AD Jr, Perdigão J, Heymann HO. Six-month clinical study of all-in-one dentin adhesive. *J Dent Res* 2001; Spec Iss Abstract #234.

89. Armstrong SR, Keller JC, Boyer DB. Mode of failure in the dentin-adhesive resin-resin composite bonded joint as determined by strength-based ( $\mu$ TBS) and fracture-based (CNSB) mechanical testing. *Dent Mater* 2001; 17:201-10.

90. Swift Jr EJ, Perdigão J, Heymann HO, Wilder AD, Bayne SC, May KN, et al. Eighteen-month clinical evaluation of a filled and unfilled dentin adhesive. *J Dent* 2001; 29:1-6.

91. Loguercio AD, Reis A, Barbosa AN, Roulet JF. Five-year double-blind randomized clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer and a polyacid-modified resin in noncarious cervical lesions. *J Adhes Dent* 2003; 5:323-32.

92. Barnes DM, Blank LW, Gingell JC, Gilner PP. A clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer restorative material. *J Am Dent Assoc* 1995; 126:1245-53.

93. American Dental Association – Council on scientific affairs American Dental Association program guidelines: Products for dentin and enamel adhesive materials June, 2001.

94. Alhadainy HA, Abdalla AI. 2-year clinical evaluation of dentin bonding systems. *Am J Dent* 1996; 9:77-9.

95. Inoue S, Vargas MA, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P et al. Micro-tensile bond strength of eleven modern adhesives to dentin. *J Adhes Dent* 2001; 3:237-46.

96. Van Dijken JW. Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions. *Dent Mater* 2000; 16:285-91.

97. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents. *Dent Mater* 1995; 11:117-25.

98. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Shono Y, Fernandes CA et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999; 1:299-309.

99. Chersoni S, Suppa P, Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Yiu C, et al. In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives. *J Dent Res* 2004; 83:459-64.

100. Cardoso PE, Braga RR, Carrilho MR. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater* 1998; 14:394-8.

101. Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russell CM, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds. *J Adhes Dent* 1999; 1:211-218.

102. Fukushima T, Inoue Y, Miyazaki K, Itoh T. Effect of primers containing N-methylolacrylamide or N-methylolmethacrylamide on dentin bond durability of a resin composite after 5 years. *J Dent* 2001; 29:227-34.

103. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CK. Buonocore memorial lecture. Water treeing in simplified dentin adhesives-deja vu? *Oper Dent* 2005; 30:561-79.

104. Tay FR, Pashley DH. Have dentin adhesives become too hydrophilic? *J Can Dent Assoc* 2003; 69:726-31.

105. Watanabe I, Nakabayashi N. Bonding durability of photocured phenyl-P in TEGDMA to smear layer-retained bovine dentin. *Quintessence Int* 1993; 24:335-42.

106. Van Meerbeek, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Abe Y, Fukuda R, et al. Bonding mechanism and micro-tensile bond strength of a 4-MET-based self-etching adhesive. *J Dent Res* 2000; Spec Iss Abstract #845.

107. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama, Okazaki, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004; 83:454-58.

108. Mjör IA, Gordan VV. Failure, repair, refurbishing and longevity of restorations. *Oper Dent* 2002; 27:528-34.

109. Mjör IA, Shen C, Eliasson ST, Richter S. Placement and replacement of restorations. *Oper Dent* 2002; 27:117-23.

110. Lopes GC, Ballarin A, Bruggemann T, Oliveira MT, Pacheco E, Fretta G. Clinical performance of cervical restoration with two bonding strategies. *IADR 2008; Abstract #108.*

111. Morigami M, Sugizaki J, Yamada T. One-year clinical investigation of the Xeno III self-etching resin bonding and restorative systems. Abstract IADR 2003; Seq #241- Clinical evaluation of direct resin composites.

112. Tagami J, Hosoda H, Burrow MF, Nakajima M. Effect of aging and caries on dentin permeability. Proc Finn Dent Soc 1992; 88(suppl 1):149-54.

113. Burrow MF, Takakura H, Nakajima M, Inai N, Tagami J, Takata T. The influence of age and depth of dentin on bonding. Dent Mater 1994; 10:241-6.





## **Anexo A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa**



PARECER Nº 13/2007  
Protocolo: 6291/06

Em reunião ordinária realizada nesta data, a Comissão de Ética em Pesquisa, APROVOU o protocolo de pesquisa intitulado: "Análise in vivo e in vitro do efeito de diferentes formas de aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes" de responsabilidade do Pesquisador Alessandro Dourado Loguercio.

Ponta Grossa, 12 de abril de 2007.

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

  
.....  
Prof. Dr<sup>a</sup> Carla Cristine Kanunfre  
Coordenadora

## **Anexo B - Modelo de ficha de classificação das lesões**

## CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES

### Estudo Clínico adesivo (2006-2008)

Roberto César do Amaral

Identidade do \_\_\_\_\_ Nome do Paciente: \_\_\_\_\_  
 Operador \_\_\_\_\_  
 Data da colocação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ RG do Paciente \_\_\_\_\_  
 Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Prontuário no. \_\_\_\_\_  
 Período de avaliação: B 6m 12m 18m Rolo de Filme #/Exposição #: \_\_\_\_/\_\_\_\_  
 24m  
 Material/Grupo: \_\_\_\_/\_\_\_\_ Lote # (Rest): \_\_\_\_\_  
 Restauração #: Cor: \_\_\_\_\_ Lote \_\_\_\_\_  
 Dente#: \_\_\_\_\_

Classificação da Avaliação Direta:	Avaliador 1: Iniciais: ____	Avaliador 2: Iniciais: ____	Consenso:
Estabilidade de cor:	A B C	A B C	A B C
Descoloração Marginal:	A B C	A B C	A B C
Cáries Secundárias:	A C	A C	A C
Adaptação Marginal:	A B C	A B C	A B C
Textura Superficial:	A B C	A B C	A B C
Sensibilidade Pós-op.(Questionada):	A C	A C	A C
Sensibilidade Pós-op. (Ar):	A C	A C	A C
Retenção:	A B C	A B C	A B C
Fratura:	A B C	A B C	A B C
Outra falha (Descreva):	A C	A C	A C

Comentários:

Geom: En. Marg: A: L: P: Evid de estresse oclusal: Não Sim  
 <45<sup>0</sup> Nenhum 1.5 1.5 1.5 **Escala de esclerose:** 1 2 3 4  
 45-90<sup>0</sup> <25% 2.0 2.0 2.0 Condição Gengival WNL Sim Não  
 90-135<sup>0</sup> 25-50% 2.5 2.5 2.5 Se não, descreva: \_\_\_\_\_  
 >135<sup>0</sup> 3.0 3.0 3.0

Avaliadores:

**Anexo C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### ANÁLISE *IN VIVO* DO EFEITO DE DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)  
Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Dentística Restauradora

**Você está sendo convidado(a) a participar de um projeto de pesquisa que está sendo feito com a aprovação da UEPG. As informações seguintes têm por objetivo lhe dar condições para que você tome a decisão de participar deste estudo conscientemente.**

1. Este estudo irá avaliar restaurações de resina composta (da cor do dente) conservadoras em seus dentes com sistemas adesivos autocondicionantes, sendo aplicados com agitação ou sem agitação (a forma comumente utilizada pelos dentistas de maneira geral).

2. Suas consultas para tratamento demorarão aproximadamente 1 a 2 horas e o tempo total dependerá do número de restaurações que necessitarem serem restauradas (sendo 4 dentes de sua arcada que serão restaurados). Após 6 meses do seu tratamento, ou melhor, da colocação de sua(s) restauração(ões) você será chamado(a) para um novo exame. Cada consulta para reavaliação demorará aproximadamente 15 a 30 minutos. Não haverá nenhum custo para você por estas consultas de confecção da(s) restauração(ões) e por estas consultas de reavaliação.

3. Se seu(s) dente(s) se tornar(em) sensível(is) e necessite(m) outros tratamentos dentais, a restauração será refeita, sem custos (serão cobertos pelo estudo).

4. Você será diretamente beneficiado(a) por participar deste estudo pelo fato de ter as restaurações feitas. Se você retornar em suas consultas de reavaliação, as restaurações serão feitas sem custo algum. É importante documentar o comportamento clínico de restaurações com estas variações, pois este pode ter um rendimento melhor que os outros tipos de restaurações utilizadas até hoje pelos dentistas. Se isto ocorrer, as restaurações durarão mais tempo, e os dentes tratados com esta nova técnica demorarão mais tempo para serem retratados, ou melhor, para trocar as restaurações. Se reduzirmos os retratamentos de um dente, aumentaremos o tempo de vida do mesmo.

5. As outras opções de tratamento para o seu(s) dente(s) é utilizar outros materiais restauradores menos estéticos ou deixar a lesão sem tratamento.

6. Todas as anotações relativas ao seu dente e à sua pessoa serão mantidas confidenciais. Você não será identificado (a) em nenhum relatório ou publicação.

7. Restaurações que não cumprirem com os requisitos dentro dos períodos de avaliação deste estudo serão refeitas sem custo algum. Todos os esforços serão feitos no intuito de corrigir tais conseqüências.

8. Você pode sair deste projeto de pesquisa a qualquer hora. A saída não afetará sua oportunidade de obter tratamento na Faculdade de Odontologia ou qualquer outro benefício que você possa receber.

9. Questões sobre o projeto e sua participação nele devem ser respondidas pelo Mestrando Roberto Amaral (Telefone: 0XX42 – 99115358).

Este projeto está aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG. Se você tiver qualquer dúvida, poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG pelo telefone 0XX42 - 32203108.

Tendo lido esta declaração, Eu concordo em participar deste projeto de pesquisa clínica na UEPG.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Paciente

\_\_\_\_\_  
Data

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Data