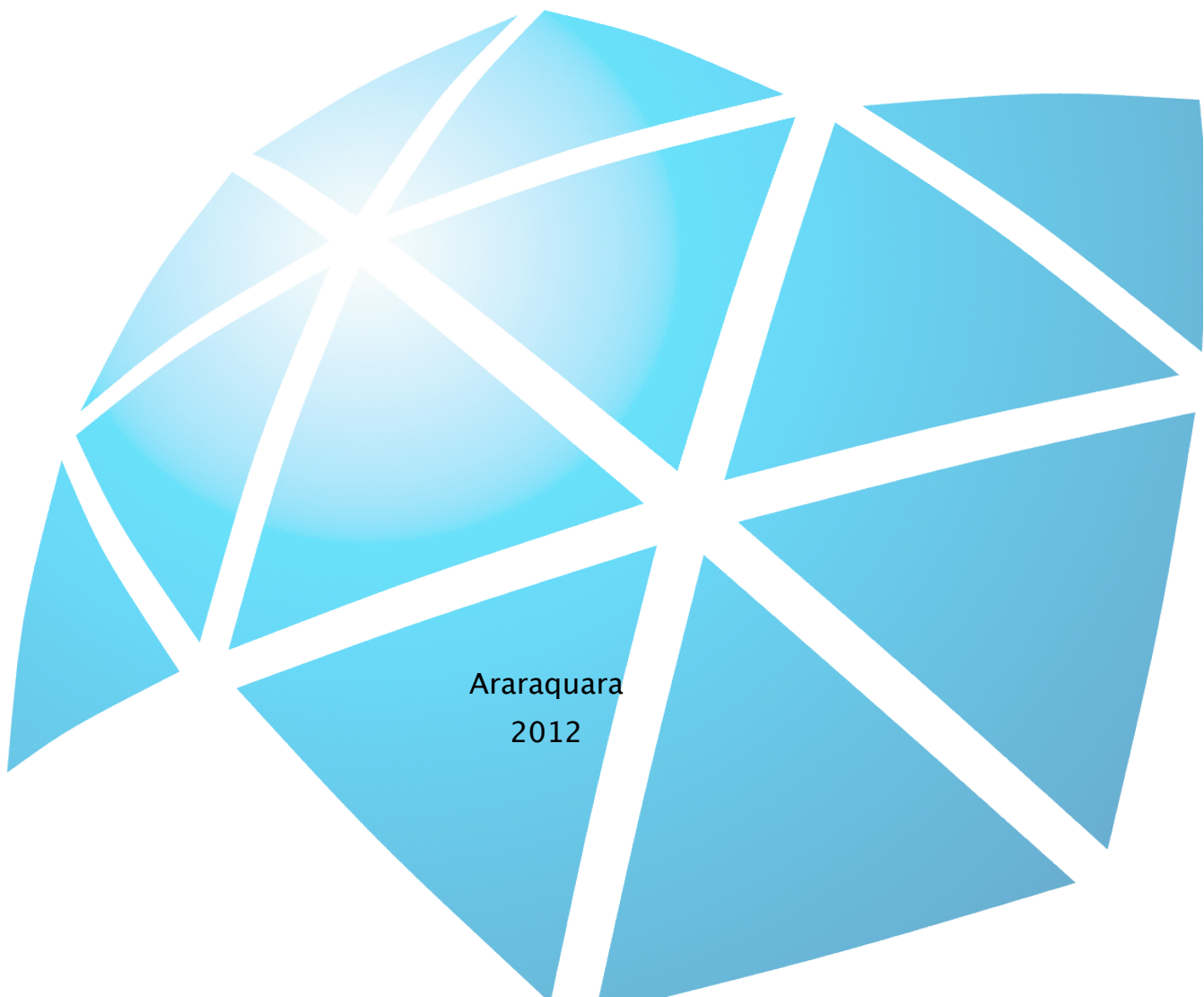


William Kabbach

Efeito da clorexidina e laser sobre
adaptação externa de resina a base de
silorano em cavidade hígida e afetada
por cárie.



William Kabbach

Efeito da clorexidina e laser sobre adaptação
externa de resina a base de silorano em
cavidade hígida e afetada por cárie.

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas Área de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara

2012

Kabbach, William

Efeito da clorexidina e laser sobre adaptação externa de resina a base de silorano em cavidade hígida e afetada por cárie / William Kabbach . – Araraquara: [s.n.], 2012.

82 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Resinas compostas 2. Clorexidina 3. Laser 4. Cárie dentária 5. Microscopia eletrônica de varredura I. Título

William Kabbach

Efeito da clorexidina e laser sobre adaptação
externa de resina a base de silorano em
cavidade hígida e afetada por cárie.

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Segundo Examinador: Prof. Dr. Hugo Alvim

Terceiro Examinador Prof. Dr. Victor Humberto Obergoso

Quarto Examinador Prof. Dr. Edson Alves de Campos

Quinto Examinador Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

Araraquara, 1 de abril de 2012

William Kabbach
DADOS CURRICULARES

Nascimento 23/11/1982

Filiação William Roberto Kabbach
Silvana Crestana Kabbach

2002 a 2005 Graduação em Odontologia pela Faculdade de
Odontologia de Araraquara – FOAr – UNESP

2006 a 2008 Curso de Pós Graduação em Ciências
Odontológicas, Área de Concentração Dentística,
nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de
Araraquara – FOAr – UNESP

2009 a 2012 Curso de Pós Graduação em Ciências
Odontológicas, Área de Concentração Dentística,
nível Doutorado, na Faculdade de Odontologia
de Araraquara – FOAr – UNESP

À **Deus** por não ter me abandonado nos
momentos mais difíceis dessa caminhada, sempre me
iluminando e guiando em todas minhas decisões.

*À minha família Ia, Silvana e Carolina, por todo amor,
carinho, dedicação, pelo exemplo de vida, por tudo
que me ensinam, dedico esse trabalho.*

*A minha tia Denise Maria Zezell pela pessoa admirável
que é. Sendo pra mim um espelho de dedicação e motivação.
Por toda colaboração científica, profissional e pessoal que me é dada.*

Agradecimentos

Ao Professor Doutor **Marcelo Ferrarezi de Andrade**, meu orientador, amigo, pela confiança, por todo estímulo e, principalmente, pelas oportunidades que me proporcionou.

Ao Professor Doutor **Osmir Batista de Oliveira Junior**, coordenador do curso de pós-graduação em odontologia, por toda dedicação, empenho e amizade.

Ao Professor **José Roberto Cury Saad**, pela amizade e apoio, nunca economizou esforços em me ajudar.

Ao Professor **Edson Alves de Campos**, pelo gigantesco apoio, amizade que rapidamente se formou e que foi fundamental para a conclusão de mais essa etapa em minha vida.

Ao Professor **Sizenando de Toledo Porto Neto**, pela amizade e por ter me acolhido como aluno desde a iniciação científica, época em que sequer imaginava a importância do fator-C!

Aos demais professores da disciplina de dentística restauradora, **Alessandra Rastelli** e **Andréia Abi Rached**, pelo respeito e amizade.

Aos Profs. Dr. **Victor Humberto Obergoso Flores** e Dr. **Hugo Alvim**, por abdicarem seus compromissos e virem de tão longe para fazerem parte da banca examinadora deste trabalho.

Ao meus grande amigo **Mateus Tonetto**, por sua gigantesca ajuda na realização deste trabalho, sem seu apoio, presteza e competência não teríamos esse resultado.

Ao amigo **Rafael Calixto**, companheiro desde o início, o convívio ao seu lado me ensinou valores que levarei por toda a vida! Obrigado!

Ao irmão **Victor Clavijo**, sempre ao meu lado me apoiando e principalmente mantendo acesa a chama da motivação. Sua amizade é muito preciosa para mim, desejo vida longa e lindos vãos juntos!!!

À minha amiga da Pós, **Juliana Capellozza Boaventura**, pelas experiências trocadas, pelo apoio nos momentos difíceis, pelo excepcional convívio, e principalmente, pela amizade sincera. A todos vocês desejo muita paz, amor e saúde!

A amiga **Carolina Benetti** do Ipen/USP, pela disponibilidade, competência e dedicação, pelos milhares de e-mail respondidos. Você foi importantíssima para realização desse trabalho. Muito Obrigado!

Aos funcionários da disciplina dentística, **Dona Cida, Creuza, Marinho e Vanderlei**, pelo respeito, amizade e por animarem os corredores do departamento sempre com ótimo humor. A vocês desejo toda felicidade do mundo!

A bibliotecária **Ceres** e **Marley** demais funcionários da Biblioteca de Odontologia da UNESP - Araraquara, pela boa vontade e auxílio constante na busca de material literário.

À **Mara** e todos os funcionários da coordenadoria de Pós-Graduação em Odontologia, pela boa vontade e presteza apresentada.

Ao Centro de Lasers e Aplicações do IPEN - CNEN/SP por ter aberto suas portas permitindo a realização de boa parte dessa pesquisa.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, em especial ao Programa de Pós- Graduação em Odontologia, por ter proporcionado a oportunidade de aprendizado a todos desse curso.

A todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram no desenvolvimento desse trabalho.

Sumário

Sumário

Resumo.....	14
1 Introdução.....	17
2 Revisão da Literatura.....	21
2.1 Cárie Dental.....	22
2.2 Agentes de Limpeza Cavitária	25
2.3 Laser.....	27
2.4 Resinas Compostas.....	28
3 Proposição.....	41
4 Material e Métodos.....	43
5 Resultados.....	54
6 Discussão.....	61
7 Conclusão.....	72
Referências.....	74

Resumo

Kabbach W. **Efeito da clorexidina e laser sobre adaptação externa de resina a base de silorano em cavidade hígida e afetada por cárie.** [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2012.

O presente trabalho propõe avaliar a utilização de clorexidina e laser de Er,Cr:YSGG no processo de adesão em cavidades mistas hígidas e afetadas por cárie em relação a adaptação externa de restaurações classe V submetidas a ciclagem térmica. Foram realizados preparos cavitários mistos de classe V vestibular em 36 molares humanos, dos quais metade foram induzidos artificialmente à cárie. Foi feita a remoção da cárie com broca esférica em baixa rotação, permanecendo a dentina afetada. Os dentes foram subdivididos em 6 grupos, cavidade hígida: sem tratamento prévio, utilização de clorexidina e utilização de laser de Er,Cr:YSGG e cariados: sem tratamento prévio, utilização de clorexidina e utilização de laser de Er,Cr:YSGG. Foi empregado o sistema adesivo e restaurador da resina a base de silorano Filtek P90 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Os espécimes foram submetidos a 5000 ciclos térmicos (5-55° C em banhos de 60 minutos). Para caracterização da adaptação externa foram obtidas réplicas de epóxi pela impressão da superfície das restaurações. Foi realizada a análise quantitativa da adaptação externa, tanto em dentina hígida quanto afetada, por meio de réplicas de epóxi, utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura. Os valores médios em porcentagem de margem não-adaptadas foram 5,41% em esmalte e 6,49% em dentina antes da termociclagem e 25% e 33,7% respectivamente após. As amostras do grupo com cavidade cariada que foram irradiados com laser apresentaram os maiores valores de margem não-contínua. A clorexidina não afetou os resultados na adaptação marginal;

Descritores: Resinas compostas, clorexidina, laser, cárie dentária, MEV.

Kabbach W. Effect of chlorhexidine and laser on external adaptation restored with silorano resin system in healthy and carie affected cavities. [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2012.

This study evaluates the use of chlorhexidine and laser Er,Cr:YSGG in the adhesion in cavities mixed healthy and carie affected, in relation to external adaptation on class V restorations subjected to thermal cycling. Cavity preparations were performed mixed class V buccal 36 human molars, half of which were artificially carie induced. Was removed from the cavity with round bur at low speed, the remaining affected dentin. The teeth were divided into 6 groups, cavity healthy: without previous treatment, use of chlorhexidine and the use of Er,Cr:YSGG and carie affected: no previous treatment, use of chlorhexidine and the use of Er,Cr:YSGG. We used adhesive system and restorative resin-based silorano Filtek P90 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). The specimens were subjected to 5000 thermal cycles (5-55° C 60 minutes). To characterize the external adaptation of epoxy replicas were obtained by printing the surface of the restorations. We performed quantitative analysis of external adaptation, both in healthy female and affected dentin, using epoxy replicas, using SEM. The average percentage of non-adapted were 5.41% and 6.49% in enamel dentine before thermal cycling and 25% and 33.7% respectively after. And the group they were carious cavity laser irradiated showed higher non-continuous margin. The clorexidine does not affected the result.

Keywords: Composite resins, chlorhexidine, laser, dental caries, SEM.

Introdução

1 Introdução

A procura por tratamentos estéticos com procedimentos pouco invasivos, tem resultado em um extenso uso de restaurações diretas adesivas com resina composta nos dentes anteriores e posteriores. Para obter sucesso funcional e uma aparência natural para estas restaurações, o profissional precisa eleger resinas compostas e sistemas adesivos³ que tenham bom desempenho frente a diferentes condições como presença ou ausência de cárie, além de saber fazer uso de agentes de desinfecção cavitária como a clorexidina e o laser.

Apesar dos diversos métodos de prevenção, a cárie dental é uma das infecções mais prevalentes na cavidade oral¹², e quando acomete o substrato dentário, ocorrem alterações nas características físicas, químicas e biológicas que podem influenciar a estabilidade de união resina-dentina ao longo do tempo⁹⁷, sendo esta, uma condição clínica que deve ser considerada ao optar pela técnica restauradora mais adequada. Agentes de limpeza cavitária têm sido utilizados previamente à utilização dos sistemas adesivos com o objetivo de diminuir ou remover possíveis contaminações provenientes do tecido cariado, resíduos durante o preparo ou mesmo contaminações por saliva e sangue. As técnicas mais empregadas para esse fim é a utilização da clorexidina ou uso de laser ajustado em um protocolo de desinfecção.

A maioria das resinas compostas tem como base polimérica radicais de metacrilato, que pela conversão de seus monômeros em polímeros resulta na contração de polimerização. Este tem sido um dos fenômenos mais estudados na odontologia nos últimos anos. Atualmente, sabe-se que vários fatores influenciam nas tensões de contração, tais como a configuração da cavidade, definida por Feilzer³⁰ como fator-C, a velocidade com que a polimerização ocorre além do módulo de elasticidade e a própria contração, inerente ao material resinoso¹¹.

O estresse resultante da tensão de contração pode induzir forças de tracionamento sobre as paredes laterais e de fundo de um preparo cavitário e promover o surgimento de fendas pelo deslocamento dos materiais restauradores ou protetores⁸⁶. Estas fendas podem causar infiltração de fluidos na interface, manchamento marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes além de poder acarretar danos aos materiais protetores pulpares, eventualmente utilizados¹⁶. A melhor forma de evitar estes efeitos lesivos seria utilizar uma resina com contração nula.

Recentemente uma resina de baixa contração tem sido comercializada. Neste material monômeros chamados de silorano tomam o lugar do metacrilato na matrix resinosos^{25-26,43}. O processo de polimerização de resinas a base de silorano ocorrem de forma a reduzir a contração para menos que 1% em volume⁹⁵. Esse material é

comercializado com um sistema adesivo de dois passo, sendo indicado pelo fabricante, de uso obrigatório junto à resina.

Diante do exposto, considerando que situações clínicas exigem a combinação de procedimentos de desinfecção previamente a restaurações em resinas compostas, julgamos pertinente estudar o efeito da clorexidina e laser sobre adaptação externa da resina a base de silorano em dentina hígida e afetada por cárie.

Revisão da Literatura

2 Revisão da Literatura

No intuito de organizar o assunto, dividiu-se a revisão de literatura em quatro itens, conforme apresentados a seguir:

2.1 Cárie Dental

Embora muitos estudos de adesão sejam realizados em dentina hígida, a maioria dos preparos cavitários apresentam substrato alterado pelo processo carioso⁶⁹.

A cárie dental é bem descrita na literatura. Foi o estudo aprofundado das características da lesão de cárie, o avanço dos métodos de prevenção e o surgimento dos materiais restauradores adesivos que direcionaram os princípios cavitários anteriormente descritos por Black em 1893 para um conceito mais conservador.

Em estudo clássico da literatura, Sarnat, Massler⁷⁸ (1965), observaram as características das lesões de cárie aguda e crônica. Neste trabalho, verificaram a presença de bactérias em uma porção mais superficial da lesão, que recebeu a denominação de dentina infectada. Estas bactérias foram raramente observadas na porção mais profunda destas mesmas lesões. A desmineralização presente nesta camada, denominada dentina afetada, é causada por ácidos produzidos pelas bactérias presentes na porção superficial.

Posteriormente, Ohgushi, Fusayama⁶⁵ (1975) observaram estas duas camadas por microscopia eletrônica de varredura e as descreveram. A dentina intertubular da porção infectada era mais desmineralizada e continha cristais granulares em forma de folha distribuídos irregularmente. Destacou-se a presença de fibras colágenas desorganizadas e em pequena quantidade, ausência de processo odontoblástico e dentina peritubular. Os túbulos dentinários encontram-se preenchidos com bactérias ou cristais. Já a dentina afetada apresentou-se parcialmente desmineralizada, mas com os cristais de apatita ligados às fibras colágenas com características similares às da dentina sadia. A dentina peritubular encontrou-se parcialmente desmineralizada e os processos odontoblásticos permaneceram como na dentina sadia.

A heterogeneidade estrutural e composicional do substrato dentinário tornam um grande desafio para a odontologia adesiva²¹, principalmente no que se refere a estabilidade longitudinal das interfaces produzidas neste substrato⁷². Quando são comparados substratos de dentina hígida com afetada por cárie, suas diferenças se tornam ainda mais evidentes⁶¹.

Devido a fenômenos químicos e fisiológicos que acontecem durante a evolução do processo carioso, a zona intertubular da dentina afetada por cárie apresenta menor conteúdo mineral^{62,93,98,100} enquanto que cristais resistentes à dissolução ácida, são depositados no interior dos túbulos dentinários, reduzindo a permeabilidade desse tecido^{64,83}.

Essa obstrução tubular representa um mecanismo de defesa contra a invasão bacteriana mas limita a penetração de monômeros resinosos e a formação dos tags de resina que em conjunto da camada híbrida representa as principais e mais efetivas formas de adesão das resinas à dentina^{66,89}.

A adesão da resina à dentina ocorre por meio da infiltração e polimerização de resinas hidrofílicas na malha de colágeno exposta em função da ação ácida⁶⁰, formando a camada híbrida. A dentina afetada por cárie apresenta maior profundidade de desmineralização, dificultando a impregnação dos monômeros resinosos. Tem sido observada a discrepância entre a profundidade de desmineralização e infiltração dos monômeros resinosos levando a manutenção de fibrilas de colágeno desprotegidas dos monômeros, resultando na penetração de flúidos nas porosidades, denominado de nanoinfiltração⁷⁶, fenômeno que acelera a degradação da união resina dentina⁴⁵. As restaurações adesivas devem promover além de um vedamento imediato da interface entre o material restaurador e a estrutura dental, garantir a durabilidade da união aos tecidos dentários.

2.2 Agentes de Limpeza Cavitária

Mesmo preconizado o uso do isolamento absoluto para a técnica de aplicação da resina composta, o risco de contaminação não está eliminado. Este pode ocorrer pela presença de cárie, por resíduos durante o preparo cavitário ou mesmo contaminações por saliva e sangue. Técnicas para a descontaminação cavitária têm sido utilizados previamente a utilização dos sistemas adesivos com o objetivo de diminuir ou remover possíveis contaminações.

Algumas substâncias são de uso frequente na endodontia como substâncias químicas auxiliares no preparo químico-mecânico dos canais radiculares⁸⁰. Esta é por muitos autores considerada a fase mais importante do tratamento endodôntico. Dentre os meios químicos mais comumente empregados para limpeza, destacam-se alguns utilizados como agentes de limpeza nas superfícies dentais previamente a restauração com resina composta.

Os compostos halogenados, como todas as soluções à base de hipoclorito, exibem o equilíbrio dinâmico segundo a equação: $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{HOCl}$. O hipoclorito de sódio é amplamente utilizado na odontologia e consagrado na literatura por conferir uma eficiente ação antimicrobiana^{6,17,49,67}. Sua ação atua sobre as proteínas, desnaturando e tornando-as solúveis em água o que facilita a remoção das proteínas alojadas no preparo cavitário. Saponifica gorduras, dando

origem a sabões cuja remoção não oferece dificuldade, pois são na sua grande maioria solúveis em água.

A clorexidina é um conhecido e efetivo agente desinfetante químico utilizado na Odontologia. Essa substância possui várias propriedades, como amplo espectro de ação antimicrobiana, efeito residual e baixa toxicidade⁵⁴. O uso da clorexidina como um agente de limpeza de cavidade tem sido discutido na literatura. Alguns estudos²², mostram que a clorexidina não interfere na força adesiva dos sistemas adesivos. Entretanto, outros estudos^{15,19,27} demonstram perda de adesão apesar de favorecer a preservação da resistência de união dos sistemas adesivos por um período de tempo maior.

Isso ocorre pela habilidade de inibir a formação das proteínas MMP (matriz metaloproteinase) -2, -8 e -9⁷. As proteínas MMPs ficam retidas na matriz extracelular da dentina mineralizada em estado latente, mas podem ser ativadas se a dentina for desmineralizada³⁷. Desta forma, as enzimas podem ser liberadas da matriz de dentina mineralizada e podem participar da degradação do colágeno exposto pelo procedimento adesivo, ou deixado como subproduto da lesão de cárie.

Tem sido demonstrado que soluções de clorexidina, além da ampla utilização como agente antimicrobiano, têm a capacidade de inibir a atividade de MMP-2 (gelatinase-A) e MMP-9 (gelatinase-B)³⁸. A clorexidina a 2% em solução aquosa, sobre a dentina condicionada, previamente ao uso de adesivos, apresenta bons resultados como agente

coadjuvante no processo de adesão polimérica ao substrato dentinário¹³, e não interfere negativamente no desempenho adesivo imediato^{20,68,73} e em longo prazo^{10,14,47}.

2.3 Laser

Nas décadas de 60 e 70 surgiram os primeiros estudos com laser de rubi analisando sua interação com os tecidos duros dentais⁴⁰.

Desde então o laser tem sido utilizado na Odontologia para diversos procedimentos, entre eles podemos citar a desinfecção⁵¹. O laser Er,Cr:YSGG é composto por um cristal heterogêneo (óxido de gálio, escândio e ítrio dopado com cromo e érbio), emitindo num comprimento de onda na faixa do infravermelho de 2,79 μm ^{84,87}.

A maneira como o laser interage com os tecidos depende de seu coeficiente de absorção, sendo o laser Er,Cr:YSGG bem absorvido pela água e hidroxiapatita. A desinfecção é promovida pelo rápido aquecimento gerado pelo laser (aproximadamente 1.200°C), no qual a polpa não sofre agressão, além de promover a evaporação da água presente na bactéria.

A irradiação laser das superfícies dentais, com parâmetros subablasivos, é o desejado em um protocolo de desinfecção tecidual, mesmo assim importantes alterações teciduais são observadas na superfície²³. Tanto para o esmalte quanto para a dentina, o laser promove

superfície mais rugosas quando comparadas com aquelas obtidas com o condicionamento convencional⁴⁸.

Considerando a evolução da odontologia e dos materiais restauradores as novas técnicas devem não apenas preservar o máximo de estrutura dental e promover a desinfecção cavitária, mas também ser capazes de preparar adequadamente as paredes da cavidade para receber o sistema restaurador⁸².

2.4. Resinas Compostas

O desafio de obter materiais restauradores mais eficientes do ponto de vista estético e funcional encoraja o surgimento de novos materiais. O amálgama é utilizado desde 1826 na Odontologia⁷¹ e possui boas propriedades físicas e mecânicas, sendo resistente ao desgaste e aos esforços mastigatórios, insolúvel aos fluidos bucais, de fácil manipulação e inserção, baixo custo, além de ter uma baixa sensibilidade técnica^{18,41,58}. Entretanto, vem tornando-se cada vez menos utilizado devido à falta de estética e a falta de adesividade à estrutura dentária, além de possuir mercúrio em sua composição e poder causar absorção pelo organismo^{55-56,74}.

Em 1963, quando Bowen⁹ associou partículas de sílica tratadas com vinil-silano e uma matriz resinosa de Bisfenil-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), surgindo então as resinas compostas. Devido a

rápida evolução das propriedades mecânicas, físicas e ópticas, as resinas compostas são utilizadas em restaurações anteriores e posteriores até os dias atuais.

Com o decorrer do tempo, as resinas compostas foram sofrendo modificações, a fim de suprir algumas desvantagens que o material apresentava. Para isso, seu conteúdo inorgânico e orgânico sofreu variações em sua quantidade e composição, sem no entanto modificar sua matriz principal à base de metacrilato. Apesar de toda a evolução apresentada pelas resinas compostas até este momento, o material continuava com sua carga orgânica à base de metacrilato.

A grande maioria das resinas compostas a base de metacrilato, na conversão dos monômeros em polímeros tem os espaços ocupados por ligações de van-der-waals trocados por ligações covalentes que ocupam um menor espaço, é essa aproximação das moléculas que causa uma considerável contração de polimerização⁸⁸. Braga et al.¹¹ (2005), estudaram através de revisão de literatura os fatores primários envolvidos no estresse de contração de polimerização das resinas compostas. Verificando que este consiste em um fenômeno multifatorial, associado à composição do material, velocidade de reação, grau de conversão além de seu comportamento viscoelástico.

A tensão de contração gera estresse que pode induzir a forças de tracionamento sobre as paredes laterais e de fundo de um preparo cavitário e promover o surgimento de fendas pelo deslocamento

dos materiais restauradores ou protetores⁸⁶. Estas fendas podem causar infiltração de fluidos na interface, manchamento marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes¹⁶.

Para evitar que essa contração de polimerização interfira na união entre material restaurador e estrutura dentária, a inserção da resina composta deve ser realizada em incrementos e em pequenas porções⁹⁴, associado à polimerização gradual da resina, no entanto nem uma técnica pode eliminar a contração da resina. Por ser essa uma característica do material³¹. A melhor forma de evitar os efeitos lesivos seria utilizar uma resina que não contraia, no entanto esse material não existe.

Recentemente uma resina de baixa contração de polimerização vem sendo comercializada a Filtek Silorano (3M-ESPE, Seefeld, Germany). Os monômeros chamados de silorano tomaram lugar do tradicional metacrilato na matriz orgânica das resinas compostas. Monômeros silorano são uma combinação de radicais siloxano com oxirano que formam cadeias em forma de anel⁹². O processo de polimerização se dá pela abertura desses anéis que se unem em cadeias poliméricas, o que resulta em uma contração de polimerização menor que 1% em volume⁹⁵.

Weinmann⁹⁵ et al. (2005) compararam o perfil dos compósitos a base de Silorano, que polimeriza por meio de um processo de abertura de um anel catiônico, com o perfil dos produtos de diferentes restauradores a base de metacrilato. Quatro materiais à base de

metacrilato (Filtek Z250, Filtek P60, Tetric Ceram, TPH Spectrum) e um material à base de Silorano foram investigados quanto às suas resistências flexural e à compressão, módulo de elasticidade e estabilidade à luz ambiente. Os dados foram analisados pela análise de variância de um fator (ANOVA *one way*) e dois testes simples de amostra ($p < 0,05$). Dados de contração foram determinados pelo método de Arquimedes e pelo método do disco ligado. A reatividade do Silorano e Tetric Ceram foram obtidos a partir do momento de comportamento de contração resoluto e o desenvolvimento do módulo de elasticidade ao longo do tempo. O compósito de Silorano revelou com 0,94 vol% (método do disco ligado) e 0,99 vol% (método de Arquimedes), a menor contração de polimerização entre todos os compósitos testados. Sua reação foi comparável à reatividade da Tetric Ceram. No entanto, a estabilidade à luz ambiente > 10 min para Silorano foi maior do que a reatividade de luz ambiente dos outros metacrilatos testados (55-90 s).

A Filtek Silorano deve ser utilizada, segundo fabricante, com sistema adesivo do sistema. Este é um adesivo auto-condicionante de dois passos comercializado com o nome de Silorane System Adhesive' (SSA). Primeiro um primer hidrofílico auto condicionante (Silorane System Adhesive Self-Etch Primer, SSA-Primer) é aplicado e foto polimerizado antes da aplicação do adesivo hidrofóbico (Silorane System Adhesive Bond, SSA-Bond). O adesivo tem uma base de metacrilato compatível com metacrilato convencional. Maiores detalhes da maneira com que a resina a base de silorano se une com adesivo a base de metacrilato não

são disponibilizados pelo fabricante, de acordo com este o adesivo contém um monômero hidrofóbico bi-funcional para se combinar com a resina hidrofóbica a base de silorano^{77,79}.

Duarte Jr²⁴ et al., em 2009, testaram a resistência adesiva e a nanoinfiltração de um compósito de baixa contração à base de silorano. Trinta e dois molares com indicação para extração foram separados em 4 grupos: adesivo autocondicionante LS System (LS, 3M ESPE); condicionamento com ácido fosfórico por 15 s + adesivo autocondicionante LS System(LSpa); Adesivo Single Bond Plus (SB, 3M ESPE); SB + LS Bond(SBLS). A dentina oclusal foi exposta e restaurada com a resina Filtek P90 LS (3M ESPE). Os espécimes foram submetidos a ciclagem termomecânica onde foram termociclados por 20.000 ciclos e expostos a fadiga de 6 meses de idade. Foram seccionados com secção de $0,8 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ e submetidos ao ensaio de microtração a uma velocidade de carregamento de 1 mm/min. Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA e pós teste de Duncan ao nível de significância de 5%. Cinco espécimes foram preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A resina com baixa contração de polimerização mostrou ser compatível apenas com o sistema adesivo preconizado para o uso em conjunto. O condicionamento prévio não aumentou a resistência de união. Algum grau de infiltração foi verificado em todos os grupos.

Um estudo de microscopia de força atômica da caracterização da interface adesiva não revelou nem uma diferença da separação entre o adesivo e a resina a base de silorano⁵⁹. Em um trabalho anterior em que se avaliou por meio de MEV pode se notar diferença na interface resina restauração²⁸. Devido a natureza de baixa contração da resina a base de silorano é esperado que a configuração cavitária e a necessidade de uma técnica incremental sejam menos crítica.

Para analisar o grau de conversão (DC) das interfaces de adesivo criadas pelo adesivo Silorano Filtek e Clearfil SE Bond, Navarra⁶³ et al. (2009) utilizaram a espectroscopia micro-Raman. Os adesivos foram aplicados sobre a dentina humana, de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram cortados para expor a interface de união ao feixe de micro-Raman (Ranishaw inVia; laser wl 785 nm). Espectros Raman foram coletados ao longo da dentina/primer autocondicionantes/interface adesiva em 1 μm de intervalos. As intensidades relativas das faixas associadas com minerais (grupo funcional P-O em 960 cm^{-1}) e componentes adesivos (grupo C-C-O em 605 cm^{-1}) dentro da interface de união foram utilizados para detectar a penetração do monômero na matriz dentinária e calcular o grau de conversão (GC de 1640 cm^{-1} como o pico da reação, G-C-O em 605 cm^{-1} como o pico de referência). Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância de dois fatores (ANOVA *two-way*). O grau de conversão (GC) do adesivo Silorano Filtek foi de $69 \pm 7\%$ na camada adesiva, aumentando ($p < 0,05$) para $93 \pm$

5% na primeira demão e $92 \pm 9\%$ na camada híbrida. Clearfil SE Bond apresentou um GC de $83 \pm 3\%$ na camada híbrida e $85 \pm 3\%$ na camada adesiva. Assim, o adesivo Silorano Filtek mostrou um GC superior ao Clearfil SE Bond na camada híbrida ($p < 0,05$), mas um GC menor na camada adesivo ($p < 0,05$). Como o alto grau de conversão é um pré-requisito fundamental para a estabilidade da adesão ao longo do tempo, este estudo corrobora a hipótese de que a ótima estabilidade do adesivo Silorano Filtek pode ser obtida. No entanto, mais estudos são necessários para investigar as propriedades mecânicas da camada híbrida criada pelo adesivo Silorano Filtek e sua estabilidade à longo prazo.

Al-Boni, Raja¹ (2010) Analisaram a microinfiltração de resina à base de Silorano em comparação com dois compósitos homólogos à base de metacrilato. Cavidades classe I padronizadas ($4 \times 2,5 \times 3$ mm) foram preparadas em molares humanos extraídos e divididos aleatoriamente em três grupos ($N = 15$) como segue: Grupo A, Filtek P90 (Silorano) com seu sistema adesivo específico (Sistema adesivo P90), Grupo B, Adper SE Plus com Filtek Z250; Grupo C, Peak SE com Amelogen Plus. Os dentes foram submetidos ao regime de termociclagem ($200x, 5-55^{\circ} C$) e penetração de corante nas secções dos dentes foram avaliados após 30 min de imersão em corante azul de metileno 2%. A análise estatística foi realizada com o teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney com nível de significância de 95%. Silorano apresentou significativa diminuição de microinfiltração em comparação com qualquer outra base de resina composta. As cavidades restauradas com Amelogen

Plus exibiram microinfiltração não significativamente superior com Filtek Z250. Apesar de todos os sistemas restauradores terem tido microinfiltração, a tecnologia Silorano apresentou menos microinfiltração comparável ao sucesso do compósito a base de metacrilato. Isto irá melhorar o desempenho clínico e prolongar a durabilidade dos compósitos.

Gregoire et al.⁴² (2010) investigaram o mecanismo de reação da formação da camada híbrida por um adesivo auto condicionante a base de silorano através da infiltração de líquidos, ângulo de contato e ultra-estrutura interfacial por MEV após um período de um ano de envelhecimento. O comportamento ácido e interações de produtos químicos entre Sistema Adesivo Silorano e dentina foi estudado por titulações potenciométricas, espectroscopia de absorção atômica e espectroscopia de infravermelho. A hidrofiliabilidade do adesivo foi avaliada utilizando o método da gota séssil e da permeabilidade dentinária pela condutividade hidráulica. O estudo morfológico da interface dentina / sistema adesivo foi realizada utilizando SEM. O sistema adesivo Silorano se comportou como um multi ácido, com vários valores diferentes de pKa. Quando o adesivo estava em contato com a dentina, o ácido foi progressivamente consumido e íons cálcio foram liberados. Os acrilatos substituídos fosfonados ligados fortemente à cristais de apatita. O copolímero ácido poliacrílico reagiu com íons de cálcio e formaram uma rede de polímeros interpenetrantes (IPN). As medidas do ângulo de contato com a água mostrou rápida propagação do primer (ângulos

atingiram 158 a 30) e os maiores ângulos de contato quando a camada adesiva de Silorano foi adicionada (de mais de 608 a 448). Uma grossa e homogênea camada híbrida foi observada em ambos inicialmente e após 1 ano de idade, com uma condutividade hidráulica correspondente de 48.50% inicialmente e 52.07% em 12 meses. Concluíram que o sistema adesivo Silorano é capaz de dissolver os íons de cálcio, ligando-se às superfícies da apatita. Os resultados mostraram a hidrofiliabilidade do adesivo que formaram uma camada híbrida que conservou adequada impermeabilidade durante um período de 1 ano.

Guiraldo et al.⁴⁴ (2010) investigaram a influência de diferentes resinas compostas - Filtek P90 (composto à base de Silorano) e Heliomolar (composto à base de metacrilato) - sobre a transmissão de luz e diminuição da dureza Knoop entre o fundo e o topo dos espécimes curados. A irradiação de uma unidade de fotoativação foi medida com um medidor de energia (Ophir Optronics, 900 mW/cm²) e distribuições espectrais foram obtidas usando um espectrômetro (USB 2000). Vinte espécimes cilíndricos padronizados (2 mm de espessura x 7 mm de diâmetro) de cada resina foram obtidos pela cura usando a UML para 40s. A energia de transmissão da luz através dos compósitos foi calculada (n=10). O número de dureza Knoop para cada superfície foi registrado como a média de 3 indentações. A diferença em dureza Knoop entre o topo e o fundo do mesmo espécime foi calculado (n=10). A irradiação de luz que passou através da Filtek P90 (272 mW/cm²) não foi significativamente maior do que o passado através da Heliomolar (271

mW/cm²). A diferença em dureza Knoop da Filtek P90 (25%) foi significativamente maior do que a de Heliomolar (12%). Houve um melhor grau de polimerização da subsuperfície dos compósitos a base de metacrilato em comparação aos compósitos a base de Silorano.

O estudo de Klautau et al.⁵⁰ (2011) avaliou o selamento de resinas a base de silorano em cavidades profundas e extensas restauradas com incremento único. Foram preparadas cavidades extensas e profundas (5,0 mm de diâmetro e 2,5 mm de profundidade) circundadas por esmalte em dentes bovinos, estes foram divididos em cinco grupos. Grupos 1, 2, 3 e 4: condicionamento ácido + adesivo Adper Single Bond (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) e restauração com Aelite LS Posterior (BISCO Inc. Schaumburg, IL, EUA) (G1); Filtek Z-350 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) (G2); Filtek Z-350 Flow (3M ESPE, St Paul MN, EUA) (G3); Premisa (KERR Corporation, Orange, CA, EUA) (G4). Grupo 5: Sistema adesivo Silorano (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) + restauração com Filtek de baixa contração posterior P90 (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA). Após a polimerização, os dentes foram imersos em solução de fucsina básica a 0,5% e imediatamente lavadas. Utilizando o ImageTool Software, a extensão do corante ao longo das margens foi calculado como uma porcentagem do perímetro total. As restaurações foram seccionadas transversalmente e a profundidade da penetração do corante foi calculada em mm, utilizando o mesmo software. O teste de Kruskal-Wallis não apresentou diferença estatística por extensão ($p = 0,54$) ou profundidade ($p = 0,8364$) de penetração do corante. De acordo

com essa metodologia, as chamadas resinas compostas de baixa contração tiveram a mesma capacidade de vedação em relação aos compósitos a base de metacrilato.

Schmidt et al.⁸¹ (2011) avaliaram a adaptação marginal de um novo compósito de baixa contração à base de Silorano (Filtek TM Silorane, 3M-Espe), comparando-o com um compósito a base de metacrilato (CeramX TM, Dentsply DeTrey). Foi testada a hipótese de que a contração de polimerização reduzida melhoraria a adaptação marginal. Setenta e dois pacientes participaram do estudo. Um total de 158 restaurações foram confeccionadas em 80 pré-molares e 78 molares. Somente restaurações Classe II foram incluídas, e cada paciente poderia contribuir com mais de um dente. As restaurações foram avaliadas no início e após um ano. Embora a comparação estatística de adaptação marginal no seguimento indicaram melhor desempenho do CeramX TM oclusal e proximalmente ($p = 0,01$ e $p < 0,01$), o valor de kappa baixo (32%) reflete a dificuldade de avaliar a adaptação marginal clinicamente. A redução na contração de polimerização demonstrada em laboratório não foi clinicamente significativa no presente estudo.

Yaman et al.⁹⁶ (2011) comparou a microinfiltração de reparos de restaurações de resina composta em cavidades classe V preparadas por laser Er: YAG ou uma ponta diamantada. Noventa e seis molares humanos intactos foram aleatoriamente distribuídos em oito grupos. Nos primeiros quatro grupos, cavidades classe V ($3 \times 3 \times 3$ mm)

preparadas nas superfícies vestibular e lingual dos dentes, usando um laser de érbio: ítrio-alumínio-granada (VersaWave, HOYA ConBio, Japão). Cavidades classe V similares foram preparadas nos outros quatro grupos, utilizando uma ponta diamantada (SClass, Komet, UK). Os dentes dos grupos 1, 2 e 5, 6 foram restaurados com compósito de nano-cerâmica (Ceram.X duo, DENTSPLY), ao passo que um material Silorano (Silorano Filtek, 3M ESPE) foi usado para restaurar cavidades nos grupos 3, 4 e 7, 8. Dois diferentes sistemas adesivos (XP Bond, Dentsply, e Sistema Adesivo Silorano, 3M ESPE) também foram utilizados. Todos os espécimes foram armazenados por 7 dias. Novas cavidades (3 × 3 × 3 mm) foram preparadas ao lado das antigas restaurações com laser de Er: YAG laser (grupos I-IV) ou ponta diamantada (grupos V a VIII). Diferentes materiais de reparo foram então aplicados para as novas cavidades, utilizando os dois materiais restauradores prévios e dois sistemas adesivos. Todos os dentes foram submetidos à termociclagem (5.000 ciclos entre 5 e 55 ° C) e ciclagem axial (30 N, 1 Hz, 2.000 ciclos). Os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata 50%. Os dentes foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual. Estereomicroscópico (Nikon SMZ 800) e MEV (JEOL JSM 5600) foram utilizados para avaliar a microinfiltração que existia na interface entre as restaurações antigas e os materiais de reparo. Os dados foram analisados estatisticamente com análise de variância de um fator (ANOVA one-way) e teste de Tukey (p <0,05). Mesmo não havendo diferenças estatisticamente significante entre nenhum dos grupos, as cavidades

reparadas com restauradores diferentes mostraram ligeira infiltração, principalmente, aquelas preparadas por laser Er: YAG ($p > 0,05$). Nenhuma contagem de microinfiltração foi obtida nos grupos reparados com Silorano Filtek e CeramX. Todas as substâncias testadas neste estudo podem ser utilizadas como materiais de reparo imediato após preparos cavitários com laser Er: YAG e ponta diamantada.

Dessa forma, o presente projeto propõe investigar a influência que a solução de clorexidina e laser exercem na adaptação externa e de restaurações classe V em resina a base de silorano submetidas à ciclagem térmica, em cavidades mistas (esmalte e dentina) hígida e afetada por cárie.

Proposição

3 Proposição

O objetivo deste trabalho é avaliar:

1. Se a utilização de clorexidina afeta na adaptação externa de cavidades de classe V mistas restauradas com resina a base de silorano.

2. Se a utilização de laser Er,Cr:YSGG afeta na adaptação externa de cavidades de classe V mistas restauradas com resina a base de silorano.

Material e Método

4 Material e métodos

4.1 Seleção dos dentes

Neste estudo foram utilizados 36 terceiros molares humanos extraídos, isentos de cárie, mantidos em solução de timol 0,1% a 4° C até o momento de sua utilização. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara sob o protocolo 42/11.

4.2 Preparo cavitário

Foram preparadas cavidades mistas (envolvendo esmalte e dentina) de classe V nas superfícies vestibulares na união cimento esmalte de 36 espécimes utilizando ponta diamantada cilíndrica de extremo arredondado (4130 MF KG Sorensen, Barueri – SP, BR) sob refrigeração abundante de spray de água. Cada ponta foi substituída por uma nova após quatro cavidades preparadas com as dimensões de 2,0 mm de profundidade, 2,0 mm de altura gengivo-oclusal e 3,0 mm de largura méso-distal.

Os preparos cavitários foram verificados para análise de imperfeições marginais, tais como fraturas ou trincas, utilizando uma lupa estereoscópica (Modelo SZXL, Olympus, São Paulo, Brasil) com aumento de 20 vezes.

4.3 Indução artificial da lesão de cárie

Dos 36 espécimes, 18 foram cobertos com uma camada de adesivo epóxi (ARALDITE, Ciba Especialidades Químicas Ltda., São Paulo, Brasil) e esmalte de unha (Colorama, CEIL Com. Exp. Ind. Ltda, São Paulo, Brasil) em toda a extensão, exceto 1 mm ao redor do preparo cavitário, e após esterilizados, os espécimes foram suspensos dentro de uma solução cariogênica composto de 3,7 g de BHI caldo (Brain Heart infusion, Becton Dickinson and Company - USA), 2g de sacarose (Synth; LabSynth, São Paulo, SP, Brazil), 1 g de glicose (Synth; LabSynth, São Paulo, SP, Brazil) e 0,5 g de extrato de levedura (Becton Dickinson and Company, Sparks, MD, USA) para cada 100 mL de água destilada, e autoclavado a 120°C durante 20 minutos. Em seguida foi realizada a inoculação de cepas de streptococcus mutans (5 mL a cada 10^8 UFC/mL), e os dentes foram esterilizados e mantidos na solução (25 mL/dente) em estufa durante 14 dias, sendo que a cada 48 horas o meio cariogênico era trocado. Decorrido o período de incubação da cárie, o biofilme sobre os dentes foi removido com gazes esterilizadas e o adesivo epóxi e esmalte foram removidos com auxílio de uma lâmina de bisturi e posteriormente os dentes foram lavados abundantemente com água corrente, de forma a ser observada a dentina escurecida.

4.4 Remoção da dentina infectada por cárie

Para remoção da dentina cariada, um único operador previamente treinado, utilizou uma broca esférica de aço nº 3 (KG Sorensen, Barueri – SP, BR) em baixa rotação, substituída a cada 4 dentes. As superfícies foram desgastadas até a remoção completa da dentina infectada, permanecendo a dentina afetada, obtendo uma superfície resistente ao toque com uma cureta com leve pressão.

As medidas de largura, altura e profundidade dos espécimes preparados foram obtidas com um paquímetro digital (Caliper, Mitutoyo, Kawasaki, Japan) com precisão de 0,01 mm, dos 36 dentes, determinando uma média para padronizar as dimensões das cavidades dos dentes que não foram submetidos ao processo de cárie induzida. Ainda com intuito de se padronizar a smear layer, foram utilizadas a mesma broca esférica de aço nº 3 (KG Sorensen, Barueri – SP, BR) em baixa rotação, como última etapa do preparo cavitário.

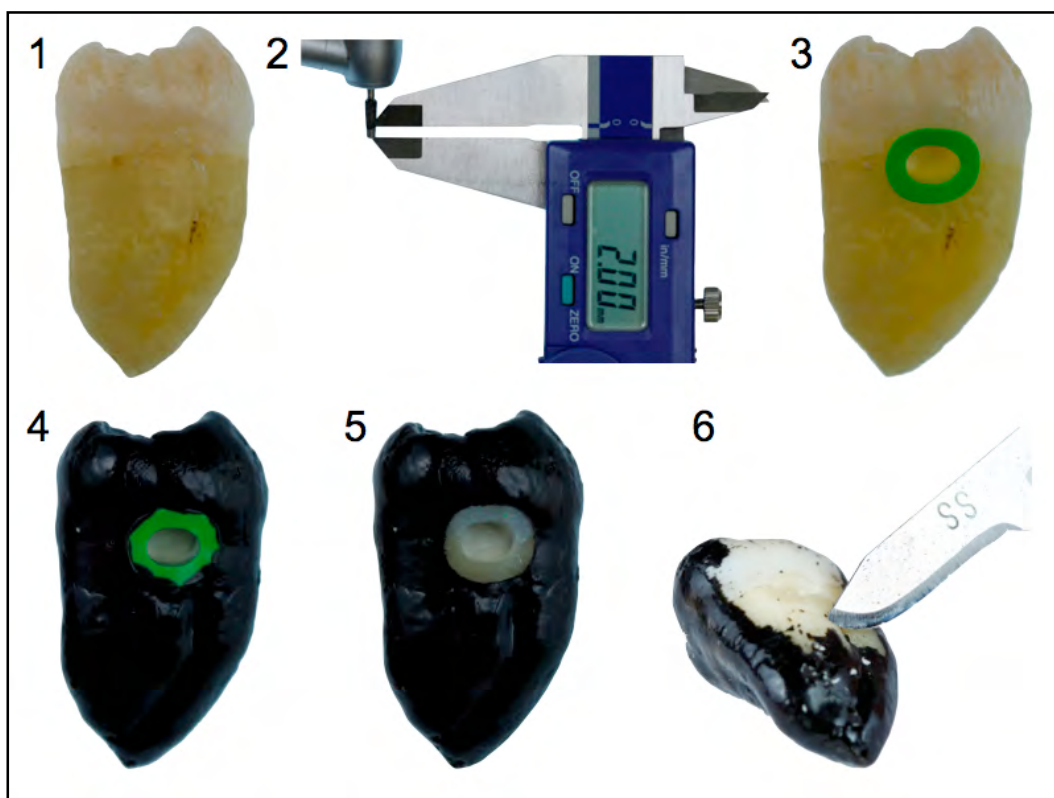


FIGURA 1: 1 terceiro molar hígido, 2 delimitação da profundidade do preparo, 3 adesivo delimitando altura x largura do preparo, 4 dentes pintados com esmalte de unha, 5 adesivo removido e perímetro de 1mm sem proteção, 6 após indução de cárie esmalte de unha sendo removido.

4.5 Divisão dos grupos experimentais

Tanto o grupo de dentes hígidos (n=18) quanto o grupo de dentes afetados por cárie (n=18) foram aleatoriamente divididos em três grupos segundo a utilização ou não de clorexidina e laser de Er,Cr:YSGG, totalizando 6 grupos experimentais (figura 1), sendo:

Grupo 1: Dentes com dentina hígida em que não foram utilizados procedimentos de limpeza nos espécimes.

Grupo 2: Dentes com dentina hígida em que foram aplicados clorexidina à 2% nos espécimes durante 60 segundos com auxílio de um micro-brush, sendo o excesso de umidade removido com papel absorvente durante 5 segundos.

Grupo 3: Dentes com dentina hígida em que foram irradiados com laser Er,Cr:YSGG (Waterlase MD; Biolase Technology, Inc, San Clement, CA), com a potência média de 0,25 W ($2,7 \text{ J/cm}^2$) e frequência de 20 Hz. Essas superfícies foram lavadas durante 30 segundos e secas com papel absorvente durante 5 segundos.

Grupo 4: Dentes com dentina cariada em que não foram utilizados procedimentos de limpeza nos espécimes.

Grupo 5: Dentes com dentina cariada em que foram aplicados clorexidina à 2% nos espécimes durante 60 segundos com auxílio de um micro-brush, sendo o excesso de umidade removido com papel absorvente durante 5 segundos.

Grupo 6: Dentes com dentina cariada em que foi irradiada com o laser Er,Cr:YSGG (Waterlase MD; Biolase Technology, Inc, San Clement, CA), com a potência média de 0,25W ($2,7 \text{ J/cm}^2$) e frequência de 20 Hz. Essas superfícies foram lavadas durante 30 segundos e secas com papel absorvente durante 5 segundos.

4.6 Aplicação da clorexidina

Nos grupos em que foram aplicados clorexidina (grupos 2 e 4) a superfície foi lavada com água destilada por 10 segundos e secas com papel absorvente para a obtenção de uma superfície úmida. Então 2 mL de uma solução de clorexidina a 2% (Chlorhexidina 2%), ou 20 mL de água deionizada foram aplicados nos grupos experimentais e grupos controles, respectivamente, com o auxílio de uma micropipeta, cobrindo toda a superfície de dentina por 60 segundos. Em seguida, os excessos foram removidos com papel absorvente para a manutenção do aspecto úmido.

4.7 Irradiação das amostras

O laser utilizado foi o laser de Er,Cr:YSGG (Waterlase, Biolaser – USA), do Centro de Lasers e Aplicações (IPEN – CNEN/SP), com comprimento de onda de 2780 nm. O sistema de entrega do feixe é realizado por um sistema de fibra óptica cristalina flexível bastante sensível (informações sobre composição protegidas por patente), e uma peça de mão que permite diversas opções de pontas de safira na saída do feixe. O sistema também possui um jato d'água e de ar para resfriar as

amostras durante a irradiação quando desejado. Outras características do equipamento são apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Especificações ópticas do sistema laser

Classificação Laser	IV
Meio	Er,Cr:YSGG
Comprimento de Onda	2,78 μm
Modo	Pulsado
Taxa de repetição fixa	20 Hz

As amostras dos grupos 3 e 6 foram fixadas em cera utilidade e irradiadas por um mesmo operador durante 20 segundos. A ponta de saída que será utilizada no experimento é a G4, com diâmetro de 600 μm , segundo especificações do fabricante, e foi posicionada a 1 mm da amostra durante a irradiação. Ela foi escolhida, pois seu diâmetro e comprimento, que permitem boa precisão durante a irradiação. Não foram utilizados refrigeração ar-água. A energia de saída do feixe foi ajustada no equipamento, com o auxílio de um medidor de energia e potência (Power/energy Meter FieldMaster GS e detector LM 10i , Coherent, Santa Clara-CA, EUA), e foi de 7,6 mJ/pulso, o que resultou em uma densidade de energia de 2,7 J/cm².

4.6 Procedimentos adesivos

Após a realização dos procedimentos citados anteriormente para cada grupo, o sistema adesivo apropriado para a resina composta à base de silorano foi aplicado na superfície dentinária, seguindo as recomendações do fabricante.

O líquido A foi aplicado em uma única camada, com auxílio de um microbrush durante 15 segundos com aplicação ativa. Depois, um leve jato de ar durante 5 segundos foi aplicado e a polimerização realizada com o aparelho fotopolimerizador LED, Rarii Plus (SDI Limited, Bayswater, Victoria, Australia), com intensidade de potência de 1200mW/cm^2 , 440~480nm, durante 10 segundos. A irradiância foi verificada com o radiômetro Curing Radiometer P/N 10503-Model 100 (Demetron Research Scorp., EUA) antes de cada utilização. Na sequência, o líquido B foi aplicado da mesma maneira que o líquido A.

4.7 Procedimento Restaurador

As cavidades foram restauradas em resina composta Filtek P90 na cor A3 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). A inserção da resina composta procedeu-se em incremento único, e fotopolimerizados por 40 segundos cada incremento. Ambos adesivo e compósito foram polimerizados com a mesma unidade de luz LED (Rarii Plus, intensidade

de potência de 1200mW/cm², 440~480nm) sendo 10 segundos para foto polimerizar o adesivo e 40 segundos a resina.

Após a polimerização, as restaurações receberam acabamento e polimento com discos abrasivos de diferentes granulações iniciando pelo de maior para o de menor granulação (Sof-lex Pop-on – 3M - ESPE - Brasil) e polimento final com escova de carbeto de silício (Jiffy Brush – Ultradent) e posteriormente os dentes restaurados foram armazenados em água a 37°C em ambiente escuro.

4.8 Análise da adaptação externa

A análise da adaptação externa foi realizada nos espécimes constituintes, sendo 6 de cada grupo.

Decorrida 24 horas de armazenagem, impressões da margem externa de cada restauração foram realizadas com um material à base de silicone de adição (Express XT light body; 3M ESPE - Brasil) para tal as superfícies foram limpas com auxílio de uma escova de Robson e creme dental para remover impurezas e desengordurar a superfície. Depois de seca a superfície o material de moldagem foi aplicado e um leve jato de ar foi aplicado para facilitar o contato do material com a superfície restaurada. Réplicas de epóxi (Epofix, Stuers, Rodovre,

Dinamarca) foram preparadas, depois de proporcionado o material segundo orientação do fabricante o líquido foi vazado sobre os moldes.

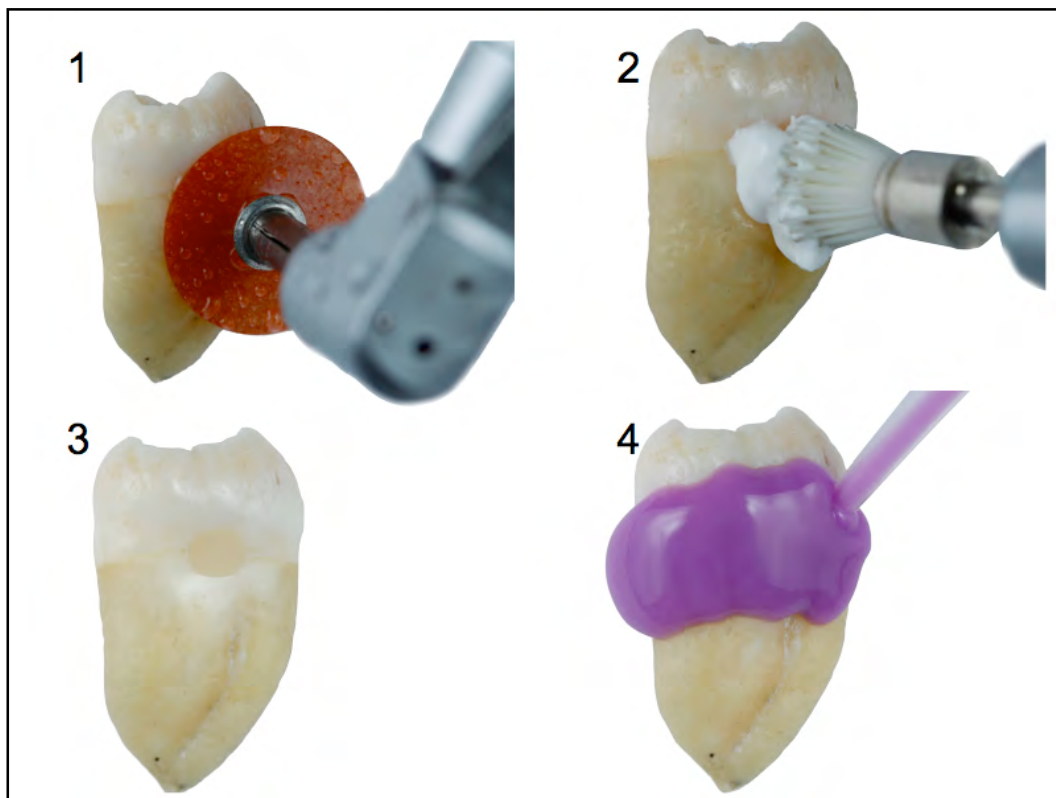


FIGURA 2: 1 acabamento com sequência de discos abrasivos, 2 uso de creme dental para maior limpeza da superfície, 3 dente restaurado, polido e desengordurado, 4 impressão com silicone de adição leve.

Posteriormente, os dentes foram submetidos à 5.000 ciclos térmicos e com ciclos de água com temperaturas mudando de 5°C a 50°C, com um tempo de permanência de 1 min por temperatura.

Após a ciclagem térmica, novamente foram realizadas impressões da margem externa de cada restauração utilizando silicone de adição

(Express XT light body; 3M ESPE - Brasil). Em seguida, foram preparadas as réplicas de epóxi a partir das impressões e foi feita a análise quantitativa e qualitativa da margem externa utilizando microscopia eletrônica de varredura (XL20, Philips, Eindhoven, Holanda) com uma ampliação de 200X. Os resultados foram registrados em porcentagem de "margem não contínua".

Resultados

5 Resultados

A tabela 2 mostra os valores do percentual de margem não-contínua na região de esmalte, avaliados em microscopia eletrônica de varredura nos seis grupos (n=6), nos diferentes substratos; hígido e cariado, e diferentes tratamentos de superfície; laser e clorexidina. Na tabela estão contidas as médias e desvios padrão dos grupos. O resultado da aplicação do teste de Tamhane ($p < 0,001$) está indicado de tal forma que médias acompanhadas de letras iguais não foram consideradas significativamente diferentes, revelando que os grupos se comportaram de maneira semelhante. Foi observada diferença estatística significativa para o grupo do substrato cariado tratado com o laser em relação ao grupo do substrato hígido sem tratamento de superfície. Nota-se que os valores de margem “não-contínua” do grupo do substrato cariado tratado com o laser foram maiores, evidenciando maior quantidade de fendas marginais.

Tabela 2 – Análise inicial com as médias e desvios padrão de margem aberta em % na região de esmalte (médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes, ao nível de 5%, pelo teste de Tamhane).

Substrato	Tratamento	Margem não-contínua (%)
Hígido	Sem tratamento	2,43±1,36 ^a
	Clorexidina	3,70±1,32 ^{ab}
	Laser	4,29±1,35 ^{ab}
Cariado	Sem tratamento	4,29±1,73 ^{ab}
	Clorexidina	6,18±4,13 ^{ab}
	Laser	11,57±4,33 ^b

Na tabela 3, o teste Tamhane mostra os valores do percentual de margem não-contínua na região de dentina, nos mesmos grupos representados anteriormente. Na dentina, o resultado do teste revelou que os grupos pertencentes ao substrato hígido se comportaram de maneira semelhante, incluindo também o grupo sem tratamento de superfície com o substrato cariado, podendo ser notado pelas médias acompanhadas de letras iguais, onde não foram consideradas significativamente diferentes. O grupo do substrato cariado tratado com clorexidina foi considerado semelhante ao grupo do substrato cariado sem tratamento e tratado com laser, já este último foi estatisticamente semelhante apenas ao grupo do substrato cariado tratado com clorexidina.

Tabela 3 – Análise inicial com as médias e desvios padrão de margem aberta em % na região de dentina (médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes, ao nível de 5%, pelo teste de Tamhane).

Substrato	Tratamento	Margem não-contínua (%)
Hígido	Sem tratamento	4,69±1,50 ^a
	Clorexidina	4,51±1,37 ^a
	Laser	3,92±1,21 ^a
Cariado	Sem tratamento	6,45±4,10 ^{ab}
	Clorexidina	12,39±3,57 ^{bc}
	Laser	14,84±3,18 ^c

A tabela 4 representa valores médios de percentual da margem “não-contínua” obtidos após a ciclagem térmica. O teste Tamhane mostrou que na região de esmalte não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, independente do tipo de tratamento do substrato ou tratamento de superfície.

Tabela 4 – Análise após ciclagem térmica com as médias e desvios padrão (média±DP) de margem descontínua em % na região de esmalte (médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes, ao nível de 5%, pelo teste de Tamhane).

Substrato	Tratamento	Margem descontínua (%)
Hígido	Sem tratamento	17,29±6,38 ^a
	Clorexidina	13,79±5,57 ^a
	Laser	22,01±13,58 ^a
Cariado	Sem tratamento	20,22±9,55 ^a
	Clorexidina	28,97±11,15 ^a
	Laser	47,82±23,10 ^a

O mesmo não ocorreu na dentina quando se avaliou a margem após a ciclagem térmica, como mostra a tabela 5, onde o mesmo teste evidenciou uma diferença estatística significativa para o grupo com o substrato cariado tratado com laser em relação ao grupo de substrato hígido sem tratamento de superfície.

Tabela 5 – Análise após ciclagem térmica com as médias e desvios padrão (média±DP) de margem descontínua em % na região de dentina (médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes, ao nível de 5%, pelo teste de Tamhane).

Substrato	Tratamento	Margem desadaptada (%)
Hígido	Sem tratamento	19,57±11,78 ^a
	Clorexidina	22,48±7,79 ^{ab}
	Laser	26,13±11,91 ^{ab}
Cariado	Sem tratamento	39,10±16,25 ^{ab}
	Clorexidina	38,83±14,73 ^{ab}
	Laser	56,10±18,04 ^b

Nota-se também, nas diferentes tabelas, que há uma maior tendência de percentual de margem “não-contínua” nos grupos pertencentes a substratos cariados em relação aos hígidos.

Quando se compara os valores de percentual de margem “não-contínua” antes e após a ciclagem térmica, o teste de Tukey, por meio de uma comparação em pares revelou que há diferença significativa antes e após a ciclagem, notando-se maior valor de margem “não-contínua” após a ciclagem térmica, como pode ser verificado na tabela 6.

Tabela 6 – Análise do esmalte em pares antes e após ciclagem térmica com as médias e desvios padrão (média±DP) de margem não-contínua em % (nível de significância 5%, pelo teste de Tukey).

Substrato	Tratamento	Fenda aberta (%)	
		Antes ciclagem	Após ciclagem
Hígido	Sem tratamento	2,43±1,35 ^a	17,29±6,38 ^b
	Clorexidina	3,70±1,31 ^a	13,79±5,57 ^b
	Laser	4,29±1,35 ^a	22,00±13,57 ^b
Cariado	Sem tratamento	4,29±1,72 ^a	20,22±9,54 ^b
	Clorexidina	6,18±4,13 ^a	28,97±11,14 ^b
	Laser	11,60±4,33 ^a	47,82±23,09 ^b

Tabela 7 – Análise da dentina em pares antes e após ciclagem térmica com as médias e desvios padrão (média±DP) de margem não-contínua em % (nível de significância 5%, pelo teste de Tukey).

Substrato	Tratamento	Fenda aberta (%)	
		Antes ciclagem	Após ciclagem
Hígido	Sem tratamento	4,69±1,50 ^a	19,57±11,78 ^b
	Clorexidina	4,51±1,37 ^a	22,48±7,79 ^b
	Laser	3,92±1,20 ^a	26,13±11,91 ^b
Cariado	Sem tratamento	6,46±4,11 ^a	39,10±16,25 ^b
	Clorexidina	12,44±3,59 ^a	38,83±14,73 ^b
	Laser	14,86±3,20 ^a	56,10±18,05 ^b

Discussão

6 Discussão

Existem várias formas de simular em laboratório o desempenho clínico de materiais dentários. Testes de microtração são comumente realizados sob carga estática até que frature^{46,85}. Entretanto, clinicamente falhas de sobrecarga em restaurações são observadas mais em dentes tratados endodonticamente, em dentes polpados é mais comum estudos que avaliam a interface adesiva, uma vez que as restaurações menores sofrem cargas mais leves o que dificilmente é a causa direta de falhas³⁴⁻³⁶. Estudos de observação clínica constataram que após meses ou anos de avaliação o mais comum são falhas da interface como manchamento e ocorrência de fendas^{28,52-53,57}.

Em restaurações de resina composta os processos de adesão e polimerização são bastante complexos. A inserção da resina composta na cavidade preparada leva a competição entre as forças de contração de polimerização e as forças de adesão à estrutura dental. Para minimizar tal efeito foram desenvolvidas técnicas restauradoras compensatórias, que incluem procedimentos tais como: inserção incremental da resina composta, redução de volume do material restaurador pela aplicação de agentes protetores pulpares representado pelos forradores cavitários com baixo módulo de elasticidade, e a polimerização gradual^{4,33}.

A contração de polimerização das resinas compostas apresenta-se como um grande problema ainda sem solução efetiva^{8,32,88}.

Essa contração acontece como consequência do re-ordenamento molecular em um espaço menor do aquele requerido na fase inicial da reação. Anteriormente à polimerização, a distância entre as moléculas é da ordem de 0,3 a 0,4 nm, determinada pelas forças de Van-der-Waals. Quando as ligações covalentes se estabelecem entre monômeros, a distância entre eles passa a ser de 0,15 nm, resultando na contração, pelo encurtamento de cadeias poliméricas, inerente à reação de polimerização^{70,75}. Clinicamente esta característica do material pode promover a formação de uma fenda marginal nas restaurações onde as forças de contração conseguem ser maiores do que a resistência de união fornecida pelo sistema adesivo utilizado.

A formação de fendas pode ocorrer na margem de esmalte, dentina ou mesmo na camada de adesivo e se prolongar para o interior da cavidade afetando a adaptação da restauração. Estas fendas resultam da deficiência em compensar a tensão de contração de polimerização inicial que ocorre na restauração antes que qualquer esforço seja realizado^{90,91}. Em nosso estudo encontramos fendas iniciais em todos os grupos para o esmalte e dentina.

A degradação da união resina-dentina tem sido demonstrada em vários estudos *in vitro* e *in vivo*¹⁰. O exato mecanismo de degradação dos componentes da interface adesiva ainda não é totalmente conhecido, mas esse processo pode ser definido como um complexo e intrincado fenômeno que envolve ambos os substratos, resina e dentina, os quais

são negativamente afetados pela ação da água (degradação hidrolítica) e de enzimas salivares, bacterianas e da própria dentina (degradação enzimática). Embora o processo de degradação possa ser dividido em três estágios, plastificação do polímero pela água, eluição de monômeros e/ou oligômeros da camada híbrida ou de adesivo, e degradação hidrolítica e enzimática da matriz dentinária⁷², ainda não existe consenso sobre qual componente da interface é mais susceptível a esses eventos.

A termociclagem é muito utilizada em estudos que pretendem simular o efeito do tempo sobre os materiais odontológicos e pode ajudar a entender melhor o que ocorre com os materiais quando *in vivo*⁵. Infelizmente o aspecto contínuo da margem (figura 3) não se manteve após a termociclagem. A porcentagem de margem não-contínua passou da ordem de 5,41% em esmalte e 6,49% em dentina para 25% e 33,7% respectivamente. Trabalhos que avaliam integridade marginal mencionam fraturas próximo a margem de esmalte ou dentina^{42,59}. A análise qualitativa das margens não contínuas mostraram fissuras por deslocamento do conjunto resina/adesivo sendo observado fissuras entre o adesivo e a dentina ou esmalte. Isto sugere uma força adesiva maior entre resina/adesivo que entre adesivo dentina ou esmalte (figura 4) observações semelhantes foram encontradas Em nossos achados pode ser observada a nítida separação do conjunto adesivo/resina com as paredes da cavidade, achados que concordam com um estudo de microscopia de força atômica da caracterização da interface adesiva que não revelou diferença da separação entre o adesivo e a resina a base de

silorano⁵⁹, porém outra avaliação por MEV pode ser notar diferença na interface resina restauração²⁹.

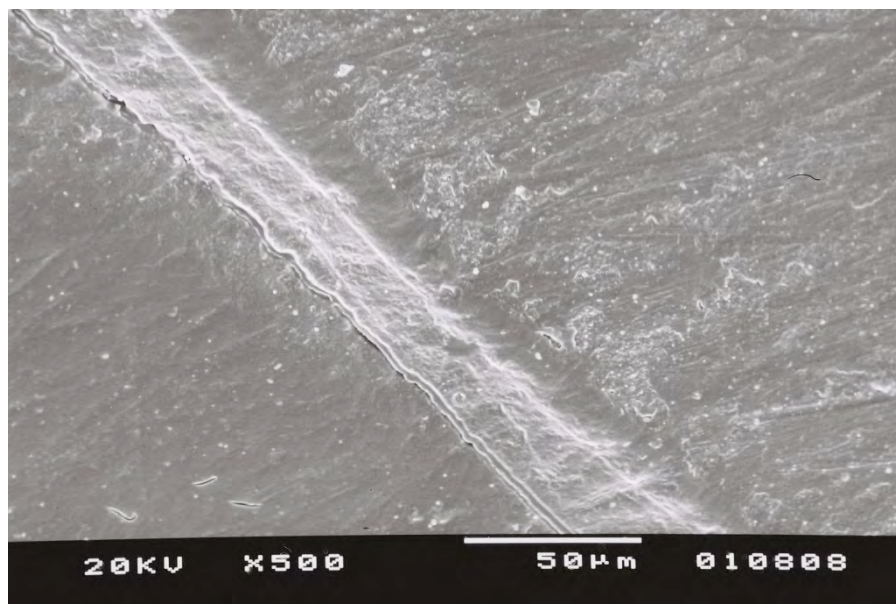


FIGURA 3: Imagem representativa de margem contínua da restauração

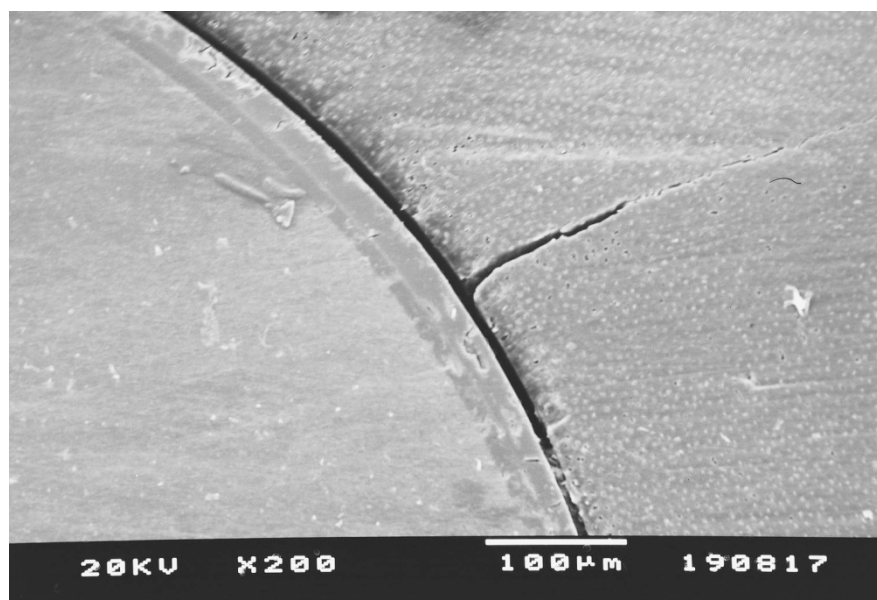


FIGURA 4: Imagem representativa da adaptação externa da restauração após ciclagem térmica. À esquerda da imagem restauração e a direita dentina.

Num estudo comparativo da interface adesiva de sistemas adesivos autocondicionantes Sener et al.³⁹ (2004) verificaram que o sistema adesivo Clearfil SE Bond apresentou uma camada adesiva fina e adequada integridade nas condições do experimento. Em nosso estudo pudemos verificar, através da imagem fornecida pelo MEV (figura 4), que a camada de adesivo, do sistema adesivo P-90 a base de silorano, é espessa (25 μm), atribuímos esta espessura a viscosidade do líquido A (primer) e líquido B (adesivo), também à necessidade de fotopolimerização de ambos, conforme recomendação do fabricante, espessa camada híbrida também foi observada por Gregoire⁴² et al. (2010).

Weinmann et al.⁹⁵ (2005) compararam a contração de polimerização de uma resina a base de silorano e quatro compósitos a base de metacrilato e verificou que a menor contração de polimerização foi encontrada na resina silorano que também foi verificado por outros autores pesquisando sobre o grau de conversão deste novo material¹.

Estudos sobre contração e microinfiltração foram realizados por Klautau et al.⁵⁰ (2011) e os resultados não apresentaram diferença significativa entre os grupos silorano e metacrilato, o mesmo foi observado por Schmidt et al.⁸¹ (2011) em seu estudo clínico embora, *in vitro*, tenha havido uma redução na contração de polimerização no grupo silorano.

Cavidades tipo classe V com as dimensões utilizadas nessa investigação, apresentam um fator-C (fator de configuração cavitária)

altamente desfavorável, 5 paredes de contato (axial, gengival, oclusal, mesial e distal) com apenas uma parede livre (vestibular), clinicamente esse tipo de cavidade deve ser restaurada seguindo a técnica incremental em que incrementos com o diâmetro próximo a 2mm sejam acomodados em partes de forma a estar em contato no máximo com 2 paredes, essa é a forma mais eficiente e indicada pra reduzir os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas¹¹. Em nosso estudo preenchemos a cavidade em um único incremento, segundo fabricante a resina a base de silorano não deve ser fotopolimerizada em espessura maior que 2,5mm, tendo a cavidade 2mm de espessura conseguimos respeitar essa especificação. Sendo a resina utilizada nesse estudo um material de baixa contração, restaurar a cavidade em um único incremento foi fundamental para observar o desempenho do material restaurador na pior das condições⁸.

O primeiro desafio à interface adesiva durante os procedimentos restauradores adesivos, mais especificamente durante a cura dos materiais poliméricos, é representada pela resistência às tensões geradas pela contração de polimerização. Portanto, é importante que a resistência de união imediata seja forte o suficiente para suportar essas tensões⁷⁶. Também, a análise do aspecto da interface adesiva se faz necessário para a comparação de materiais e modificações das técnicas adesivas, como a utilização da clorexidina e laser para promover a desinfecção da cavidade antes que o material restaurador seja aplicado.

É imprescindível que o uso dessas técnicas não influenciem negativamente nos resultados avaliados.

Em nossos achados ambos os grupos em que foram aplicados clorexidina não apresentaram diferenças estatísticas em relação aos grupos sem tratamento e ao grupo que foi irradiado com laser, para esmalte e dentina. Além do que para todos os grupos houve um aumento das fendas marginais generalizada após a termociclagem, as cavidades em que foram aplicada clorexidina não foi diferente quando analisamos antes e depois da termociclagem tanto para o esmalte quanto para a dentina (tabelas 5 e 6). A clorexidina se aplicada sobre a cavidade recém preparada possui um efeito bactericida e bacteriostático **Error! Bookmark not defined.** porém os trabalhos não apontam alterações estruturais. Alterações estruturais ocorrem quando a clorexidina é aplicada após condicionamento ácido em sistemas adesivos convencionais como o sistema adesivo da resina utilizada é um adesivo auto-condicionante a clorexidina foi aplicada antes da aplicação do adesivo na cavidade recém preparada, assim a mesma não causou nenhuma mudança estrutural ao esmalte e dentina não interferindo nos resultados.

O protocolo ideal para irradiação laser na desinfecção cavitária deve oferecer mínima alteração ao tecido dental e ser capaz de eliminar as bactérias presentes, porém mesmo utilizando baixa potência média (baixa densidade de energia) é possível observar alterações

teciduais. Sabe-se que a irradiação da dentina com laser de Er,Cr:YSGG sem refrigeração ar-água, com a mesma potência média utilizada em nosso trabalho de 0,25W é capaz de promover um efeito bactericida além de aumentar a resistência da dentina à ação dos ácidos², podendo promover maior obstáculo para a formação da camada híbrida. A morfologia peculiar da superfície irradiada sem refrigeração ar-água, pode adicionar efeitos adversos tanto na fase mineral e na estrutura de colágeno. Deste modo, pode dificultar a penetração dos monômeros do sistema adesivo, formando uma camada híbrida irregular, favorecendo assim o aumento de fendas marginais.

A irradiação a laser promove a remoção de moléculas de água, colágeno, smear layer além de aumentar a dureza da dentina peritubular⁹⁹ essas alterações morfológicas do substrato dentinário pode dificultar a formação da camada adesiva do sistema silorano testado, a utilização de um agente desmineralizante após irradiação laser poderia apresentar melhores resultados.

Devido a natureza de baixa contração da resina a base de silorano é esperado que a configuração cavitária e a necessidade de uma técnica incremental sejam menos crítica. Levando em consideração as limitações desse trabalho, pode ser observado que a resina a base de silorano utilizada apresentou fendas iniciais que aumentaram após os ciclos térmicos, a clorexidina não demonstrou afetar os resultados tanto em cavidades cariadas como híginas e o laser apresentou o pior

desempenho para cavidades cariadas. Talvez a utilização da técnica incremental apresentasse melhores resultados quando a adaptação marginal.

Conclusão

7 Conclusão

Nas condições experimentais deste trabalho, pode-se concluir que na adaptação externa de cavidades de classe V mistas restauradas com resina a base de silorano:

1. A clorexidina não afetou os resultados na adaptação marginal;
2. A irradiação com laser Er,Cr:YSGG, apresentou resultados significativamente inferiores em relação ao grupo controle.

Referências

Referencias*

1. Al-Boni R, Raja OM. Microleakage evaluation of silorane based composite versus methacrylate based composite. *J Conserv Dent.* 13:152-5.
2. Ana PA. Estudo in vitro da resistência à desmineralização e da retenção de flúor em esmalte dental irradiado com laser de Er, Cr:YSGG. IPEN/USP. 2007;
3. Asmussen E, Uno S. Adhesion of restorative resins to dentin: chemical and physicochemical aspects. *Oper Dent.* 1992; Suppl 5:68-74.
4. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations--a 3D finite element analysis. *Dent Mater.* 2002; 18:295-303.
5. Blunck U, Zaslansky P. Enamel margin integrity of Class I one-bottle all-in-one adhesives-based restorations. *J Adhes Dent.* 13:23-9.
6. Bodrumlu E, Parlak E, Bodrumlu EH. The effect of irrigation solutions on the apical sealing ability in different root canal sealers. *Braz Oral Res.* 24:165-9.
7. Bourd-Boittin K, Fridman R, Fanchon S, Septier D, Goldberg M, Menashi S. Matrix metalloproteinase inhibition impairs the processing, formation and mineralization of dental tissues during mouse molar development. *Exp Cell Res.* 2005; 304:493-505.
8. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA. Effect of ramped light intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent.* 2000; 12:328-39.
9. Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963; 66:57-64.
10. Brackett WW, Tay FR, Brackett MG, Dib A, Sword RJ, Pashley DH. The effect of chlorhexidine on dentin hybrid layers in vivo. *Oper Dent.* 2007; 32:107-11.
11. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21:962-70.
12. Calderon SH, Gilbert P, Zeff RN, Gansky SA, Featherstone JD, Weintraub JA, et al. Dental students' knowledge, attitudes, and intended behaviors regarding caries risk assessment: impact of years of education and patient age. *J Dent Educ.* 2007; 71:1420-27.

*De acordo com o estilo Vancouver disponível no site:
http://www.nlm.gov/bsd/unifor_requeriments.html

13. Campos EA, Correr GM, Leonardi DP, Barato-Filho F, Gonzaga CC, Zielak JC. Chlorhexidine diminishes the loss of bond strength over time under simulated pulpal pressure and thermo-mechanical stressing. *J Dent*. 2009; 37:108-14.
14. Carrilho MR, Geraldeli S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjaderhane L, et al. In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *J Dent Res*. 2007; 86:529-33.
15. Carrilho MR, Tay FR, Pashley DH, Tjaderhane L, Carvalho RM. Mechanical stability of resin-dentin bond components. *Dent Mater*. 2005; 21:232-41.
16. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996; 21:17-24.
17. de Castro FL, de Andrade MF, Duarte Junior SL, Vaz LG, Ahid FJ. Effect of 2% chlorhexidine on microtensile bond strength of composite to dentin. *J Adhes Dent*. 2003; 5:129-38.
19. Celik C, Erkut S, Gulsahi K, Yamanel K, Kucukesmen C. Effect of sodium ascorbate on bond strength of different adhesive systems to NaOCl-treated dentin. *Aust Endod J*. 36:12-8.
19. Charlton DG, Murchison DF, Moore BK. Incorporation of adhesive liners in amalgam: effect on compressive strength and creep. *Am J Dent*. 1991; 4:184-8.
20. Cunningham MP, Meiers JC. The effect of dentin disinfectants on shear bond strength of resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int*. 1997; 28:545-51.
21. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2003; 82:136-40.
22. De Munck J VdSP, Mine A, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker G, Van Meerbeek B. Inhibition of enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces. *J Dent Res*. 2009; 88:123-6
23. Delme KI, De Moor RJ. Scanning electron microscopic evaluation of enamel and dentin surfaces after Er:YAG laser preparation and laser conditioning. *Photomed Laser Surg*. 2007; 25:393-401.
24. Duarte S, Jr., Phark JH, Varjao FM, Sadan A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. *Dent Mater*. 2009; 25:589-600.

25. Eick JD, Kotha SP, Chappelow CC, Kilway KV, Giese GJ, Glaros AG, et al. Properties of silorane-based dental resins and composites containing a stress-reducing monomer. *Dent Mater.* 2007; 23:1011-017.
26. Eick JD, Smith RE, Pinzino CS, Kostoryz EL. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *J Dent.* 2006; 34:405-10.
27. Erdemir A, Ari H, Gungunes H, Belli S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. *J Endod.* 2004; 30:113-16.
28. Ernst CP, Canbek K, Aksogan K, Willershausen B. Two-year clinical performance of a packable posterior composite with and without a flowable composite liner. *Clin Oral Investig.* 2003; 7:129-34.
29. Ernst CP, Galler P, Willershausen B, Haller B. Marginal integrity of class V restorations: SEM versus dye penetration. *Dent Mater.* 2008; 24:319-27.
30. Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987; 66:1636-39.
31. Ferracane JL. Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent Mater.* 2005; 21:36-42.
32. Ferracane JL, Mitchem JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in Class V cavities. *Am J Dent.* 2003; 16:239-43.
33. Frankenberger R, Kramer N, Pelka M, Petschelt A. Internal adaptation and overhang formation of direct Class II resin composite restorations. *Clin Oral Investig.* 1999; 3:208-15.
34. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *J Adhes Dent.* 2008; 10:339-44.
35. Frankenberger R, Strobel WO, Kramer N, Lohbauer U, Winterscheidt J, Winterscheidt B, et al. Evaluation of the fatigue behavior of the resin-dentin bond with the use of different methods. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2003; 67:712-21.
36. Garcia-Godoy F, Kramer N, Feilzer AJ, Frankenberger R. Long-term degradation of enamel and dentin bonds: 6-year results in vitro vs. in vivo. *Dent Mater.* 2006; 26:1113-8.
37. Garcia MB, Carrilho MR, Nor JE, Anauate-Netto C, Anido-Anido A, Amore R, et al. Chlorhexidine Inhibits the Proteolytic Activity of Root and Coronal Carious Dentin in vitro. *Caries Res.* 2009; 43:92-6.

38. Gendron R, Grenier D, Sorsa T, Mayrand D. Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8, and 9 by chlorhexidine. *Clin Diagn Lab Immunol*. 1999; 6:437-9.
39. Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schmidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio-isotope analysis. *J Dent*. 2004; 32:235-40.
40. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of the Laser on Dental Caries. *Nature*. 1964; 203:417.
41. Gordan VV, Mjor IA, Hucke RD, Smith GE. Effect of different liner treatments on postoperative sensitivity of amalgam restorations. *Quintessence Int*. 1999; 30:55-9.
42. Gregoire G, Dabsie F, Delannee M, Akon B, Sharrock P. Water permeability, hybrid layer long-term integrity and reaction mechanism of a two-step adhesive system. *J Dent*. 38:526-33.
43. Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond methacrylates. *Am J Dent*. 2000; 13:82D-84D.
44. Guiraldo RD, Consani S, Consani RL, Berger SB, Mendes WB, Sinhoreti MA, et al. Comparison of silorane and methacrylate-based composite resins on the curing light transmission. *Braz Dent J*. 21:538-42.
45. Haj-Ali R, Walker M, Williams K, Wang Y, Spencer P. Histomorphologic characterization of noncarious and caries-affected dentin/adhesive interfaces. *J Prosthodont*. 2006; 15:82-8.
46. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent*. 1999; 24:172-80.
47. Hebling J, Pashley DH, Tjaderhane L, Tay FR. Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res*. 2005; 84:741-6.
48. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Suzuki N, Murakami Y, Matsumoto K. Analysis of surface roughness of enamel and dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg*. 2001; 19:297-303.
49. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *J Endod*. 36:1064-7.
50. Klautau EB, Carneiro KK, Lobato MF, Machado SM, Silva e Souza MH, Jr. Low shrinkage composite resins: influence on sealing ability in unfavorable C-factor cavities. *Braz Oral Res*. 25:5-12.
51. Klink T, Klimm W, Gutknecht N. Antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation within root canal dentin. *J Clin Laser Med Surg*. 1997; 15:29-31.

52. Kramer N, Garcia-Godoy F, Frankenberger R. Evaluation of resin composite materials. Part II: in vivo investigations. *Am J Dent.* 2005; 18:75-81.
53. Kramer N, Garcia-Godoy F, Reinelt C, Feilzer AJ, Frankenberger R. Nanohybrid vs. fine hybrid composite in extended Class II cavities after six years. *Dent Mater.* 27:455-64.
54. Loguercio AD, Stanislawczuk R, Polli LG, Costa JA, Michel MD, Reis A. Influence of chlorhexidine digluconate concentration and application time on resin-dentin bond strength durability. *Eur J Oral Sci.* 2009; 117:587-96.
55. Mahler DB. Buonocore memorial lecture. The amalgam-tooth interface. *Oper Dent.* 1996; 21:230-6.
56. Mahler DB, Engle JH, Simms LE, Terkla LG. One-year clinical evaluation of bonded amalgam restorations. *J Am Dent Assoc.* 1996; 127:345-349, quiz 391.
57. Manhart J, Chen H, Hamm G, Hickel R. Buonocore Memorial Lecture. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Oper Dent.* 2004; 29:481-508.
58. Marchiori S, Baratieri LN, de Andrada MA, Monteiro Junior S, Ritter AV. The use of liners under amalgam restorations: an in vitro study on marginal leakage. *Quintessence Int.* 1998; 29:637-42.
59. Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T, Yoshida Y, et al. Bonding effectiveness and interfacial characterization of a HEMA/TEGDMA-free three-step etch&rinse adhesive. *J Dent.* 2008; 36:767-73.
60. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 16:265-73.
61. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *J Dent Res.* 1995; 74:1679-88.
62. Nakajima M, Sano H, Zheng L, Tagami J, Pashley DH. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. caries-affected dentin with Scotchbond Multi-Purpose Plus. *J Dent Res.* 1999; 78:1298-303.
63. Navarra CO, Cadenaro M, Armstrong SR, Jessop J, Antonioli F, Sergo V, et al. Degree of conversion of Filtek Silorane Adhesive System and Clearfil SE Bond within the hybrid and adhesive layer: an in situ Raman analysis. *Dent Mater.* 2009; 25:1178-85.
64. Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T. The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res.* 1983; 62:7-10.

65. Ogushi K, Fusayama T. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. *J Dent Res.* 1975; 54:1019-26.
66. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent.* 1997; 25:355-72.
67. Pécora JD. Soluções auxiliares da biomecânica dos canais radiculares. 2010;
68. Perdigao J, Denehy GE, Swift EJ, Jr. Effects of chlorhexidine on dentin surfaces and shear bond strengths. *Am J Dent.* 1994; 7:81-4.
69. Pereira PN, Nunes MF, Miguez PA, Swift EJ, Jr. Bond strengths of a 1-step self-etching system to caries-affected and normal dentin. *Oper Dent.* 2006; 31:677-81.
70. Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105:97-116.
71. Philips RW. Ligas para amálgama dentário e estrutura do amálgama. 1984; 219-41.
72. Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Effects of a peripheral enamel bond on the long-term effectiveness of dentin bonding agents exposed to water in vitro. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008; 85:10-7.
73. Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Pashley DH, Hebling J. Chlorhexidine increases the longevity of in vivo resin-dentin bonds. *Eur J Oral Sci.* 118:411-6.
74. Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth-coloured alternatives to amalgam. *J Dent.* 1997; 25:459-73.
75. Russo EMA CR, Matson E, Santos RSC. Infiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com materiais estéticos, utilizando diferentes técnicas restauradoras. *Pesqui Odontol Bras.* 15:145-50.
76. Sano H, Yoshiyama M, Ebisu S, Burrow MF, Takatsu T, Ciucchi B, et al. Comparative SEM and TEM observations of nanoleakage within the hybrid layer. *Oper Dent.* 1995; 20:160-7.
77. Santini A, Miletic V. Comparison of the hybrid layer formed by Silorane adhesive, one-step self-etch and etch and rinse systems using confocal micro-Raman spectroscopy and SEM. *J Dent.* 2008; 36:683-91.
78. Sarnat H MM. Microstructure of active and arrested dentinal caries. *J Dent Res.* 1965; 44:725-8.
79. Sauro S, Pashley DH, Mannocci F, Tay FR, Pilecki P, Sherrieff M, et al. Micropermeability of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: a comparison study using a double-staining/confocal microscopy technique. *Eur J Oral Sci.* 2008; 116:184-93.

80. Schilder H. The current status of clinical endodontics. *J Endod.* 1982; 8:389-90.
81. Schmidt M, Kirkevang LL, Horsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 15:291-5.
82. Setien VJ, Cobb DS, Denehy GE, Vargas MA. Cavity preparation devices: effect on microleakage of Class V resin-based composite restorations. *Am J Dent.* 2001; 14:157-62.
83. 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.
84. Tani Y, Kawada H. Effects of laser irradiation on dentin. I. Effect on smear layer. *Dent Mater J.* 1987; 6:127-34.
85. Tay FR, Pashley DH, Garcia-Godoy F, Yiu CK. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part II. Silver tracer penetration evidence. *Am J Dent.* 2004; 17:315-22.
86. Tay FR, Sidhu SK, Watson TF, Pashley DH. Water-dependent interfacial transition zone in resin-modified glass-ionomer cement/dentin interfaces. *J Dent Res.* 2004; 83:644-9.
87. Turkun M, Turkun LS, Celik EU, Ates M. Bactericidal effect of Er,Cr:YSGG laser on *Streptococcus mutans*. *Dent Mater J.* 2006; 25:81-6.
88. Van Ende A, De Munck J, Mine A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Does a low-shrinking composite induce less stress at the adhesive interface? *Dent Mater.* 26:215-22.
89. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent.* 2003; 28:647-60.
90. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J.* 2005; 24:1-13.
91. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2009; 27:17-28.
92. Viehbeck A FL. Low shrink posterior restorative. *Oper Dent.* 2007; 39:239-45.
93. Wang Y, Spencer P, Walker MP. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. *J Biomed Mater Res A.* 2007; 81:279-86.

94. Watts DC, Amer O, Combe EC. Characteristics of visible-light-activated composite systems. *Br Dent J.* 1984; 156:209-15.
95. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21:68-74.
96. Yaman BC, Efes BG, Dorter C, Gomec Y, Erdilek D, Yazicioglu O. Microleakage of repaired class V silorane and nano-hybrid composite restorations after preparation with erbium:yttrium-aluminum-garnet laser and diamond bur. *Lasers Med Sci.* 26:163-70.
97. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res.* 2002; 81:556-60.
98. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH. Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries-affected dentin. *Oper Dent.* 2000; 25:163-9.
99. Zezell DM BL. Estrutura e composição do esmalte e da dentina: tratamento térmico e irradiação com laser. 1a Ed São Paulo: Editora Livraria de Fídica. 2005;
100. Zheng L, Hilton JF, Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. *Eur J Oral Sci.* 2003; 111:243-52.

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 1 de abril de 2012
WILLIAM KABBACH