CÍNTIA GUIMARÃES DE ALMEIDA

**MICROTRAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES EM
DENTINA DESMINERALIZADA DE DENTES DECÍDUOS APÓS PREPARO
CAVITÁRIO COM LASER DE ER: YAG: AVALIAÇÃO *IN VITRO***

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Ribeirão Preto da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do Título de Mestre em Ciências.

Programa: Odontopediatria.

Área de concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Profa. Dra. MARIA CRISTINA BORSATTO

RIBEIRÃO PRETO

2011

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Almeida, Cíntia Guimarães de

Microtração de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina desmineralizada de dentes decíduos após preparo cavitário com laser de Er: YAG: Avaliação *in vitro*. Ribeirão Preto, 2011.

67 p. : il. ; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Borsatto, Maria Cristina

1. Laser de Érbio. 2. Adesivos dentinários. 3. Resistência à microtração. 4. Dente decíduo. 5. Espectroscopia Infravermelho Transformada Fourier.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALMEIDA, CG. **MICROTRAÇÃO DE SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES EM DENTINA DESMINERALIZADA DE DENTES DECÍDUOS APÓS PREPARO CAVITÁRIO COM LASER DE Er: YAG: AVALIAÇÃO *IN VITRO*.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.
Programa: Odontopediatria.
Área de concentração: Odontopediatria.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DADOS CURRICULARES

CÍNTIA GUIMARÃES DE ALMEIDA

Nascimento	24/11/1973 – Bauru – SP
Filiação	Omair Abílio de Almeida Anita Guimarães de Almeida
1991-1995	Curso de Graduação Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo-FOUSP
2000-2001	Especialização em Odontopediatria Associação Brasileira de Ensino Odontológico – ABENO
2010-2011	Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria, nível de Mestrado Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FORP/USP

“Existem apenas duas maneiras de ver a vida; uma é pensar que não existem milagres e a outra é que tudo é um milagre.”

Albert Einstein

Dedico este trabalho,

*A **Deus**, pelo dom da vida, por me iluminar e me proteger sempre, em todas as etapas de minha vida, dando-me força, persistência, saúde para minha família e colocando pessoas maravilhosas e iluminadas em meu caminho.*

*Aos meus pais **Anita** e **Omir** pelo amor incondicional que sempre tiveram pelas filhas, por sempre estarem ao meu lado, apoiando-me em todas as etapas de minha vida, pela grande dedicação, pela doação e por serem meus exemplos de vida. Vocês são meus alicerces, minha força e minha luz. Amo muito vocês! Obrigada por serem pais tão bons, tão amorosos e tão presentes!*

*Ao **meu marido Luciano**, por todo o amor, carinho, compreensão, incentivo, paciência, companheirismo, ensinamentos e muito mais... Tenho profunda admiração por você e agradeço este apoio incondicional que você me deu durante esta caminhada! Agradeço a Deus por tê-lo ao meu lado. Amo você imensamente!*

*Ao **meu filho Pedro**, criança maravilhosa, luz da minha vida, que me dá forças para seguir em frente! Obrigada, filho, por você existir e encher minha vida de cor e alegria! Amo você!*

*À minha irmã **Fabiana**, pelo amor, carinho, amizade e tantas emoções compartilhadas ao longo de todos esses anos. Amo você!*

“Ó Mestre, fazei que eu procure mais consolar que ser consolado, compreender que ser compreendido, amar que ser amado, pois é dando que se recebe, é perdoando que se é perdoado, e é morrendo que se vive para a vida eterna”.

São Francisco de Assis

*"Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha,
é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra.
Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha, e não nos deixa só,
porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.
Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova
de que as pessoas não se encontram por acaso."*

Charles Chaplin

Agradecimentos especiais

À minha querida orientadora **Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto**, por ter me acolhido tão prontamente, pelo carinho, amizade, apoio, incentivo, paciência e compreensão durante esta caminhada. Agradeço a imensa confiança em mim depositada e os conhecimentos comigo compartilhados. Obrigada por sua gargalhada solta que tanto nos alegra, pelos abraços calorosos, pela serenidade que você transmite frente às dificuldades e por ser um exemplo de integridade, generosidade e solidariedade. Você é uma pessoa maravilhosa, especial e iluminada! Além de ter minha admiração, você ocupa um lugar especial no meu coração! Para mim, você é mais do que orientadora, é uma grande amiga! Obrigada por me permitir fazer parte de seu mundo!

Às queridas amigas **Marta Maria Martins Giamatei Contente, Carolina Paes Torres Mantovani e Jaciara Miranda Gomes da Silva** pelo carinho, apoio, amizade, conversas, cumplicidade, almoços, desabafos, enfim, por serem pessoas maravilhosas e terem me acolhido tão intensamente. Uma amizade como a de vocês é uma verdadeira riqueza! Obrigada por tudo, e saibam que vocês moram no meu coração!

Ao amigo **Rodrigo Galo** pela amizade, companhia, convivência, paciência, por me dar todo o suporte quando precisei e pela fundamental participação para a realização desta pesquisa. Você foi um grande companheiro nesta caminhada. Obrigada de coração!

À **Alessandra Afonso Corrêa**, pela linda amizade construída em tão curto espaço de tempo e por todo o auxílio prestado para a conclusão deste trabalho! Agradeço imensamente seu apoio e seu carinho! Conte sempre comigo!

Às amigas, **Cristina Bueno Brandão, Carolina de Souza Guerra e Soraya Cheir Dib Gonçalves**, pelo carinho, pela amizade, pela agradável convivência, pelo fundamental apoio durante a realização deste trabalho, por terem prontamente me auxiliado quando precisei. Vocês são pessoas muito especiais!

*À querida **Fátima Aparecida Rizóli**, pelos momentos compartilhados, companhia, alegria, amizade, incentivo, carinho. Obrigada por tudo!*

*Aos queridos amigos e colegas de mestrado **Camila Scatena, Danielle Torres de Azevedo, Luciane Almeida do Carmo, Marília Pacífico Lucisano, Marcela Martin Del Campo Fierro, Paula Dariana Fernandes Ferreira, Rodrigo Alexandre Valério e Talitha de Siqueira Mellara**. Obrigada pelos sorrisos, abraços, amizade, carinho, cumplicidade, momentos compartilhados, apoio nos momentos difíceis e por fazerem parte desta caminhada... Cada um de vocês tem um lugar especial em meu coração, e são pessoas das quais jamais esquecerei!*

*À **Profa. Dra. Maria Salete Nahás Pires Corrêa**, por quem cultivo uma grande admiração, uma pessoa maravilhosa e uma profissional brilhante, com um imenso coração e que sempre me incentivou muito! Não tenho palavras para agradecer tudo o que fez por mim! Obrigada pelos ensinamentos e pela oportunidade ímpar de conviver ao seu lado por vários anos! Obrigada por tudo!*

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pelo acolhimento.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa da Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva, pelo privilégio e oportunidade de ser aluna deste programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de pesquisa concedida.

Ao Prof. Dr. Paulo Nelson Filho, por ser um exemplo de professor e pesquisador, dedicado e competente e que não poupa esforços para transmitir seu conhecimento. Sinto-me privilegiada pela convivência e pelo que aprendi. Obrigada por tudo!

À Profa. Dra. Aldevina Campos de Freitas, por ser um exemplo de professora e pessoa, com um enorme coração, que transmite carinho e conhecimento a alunos e pacientes com muita dedicação. Obrigada pelos ensinamentos e pelo privilégio da convivência!

À Profa.Dra. Kranya Victoria Serrano Díaz, pela alegria, pela amizade, pelo carinho, pelos momentos divertidos e agradáveis que compartilhamos! Obrigada por tudo! Você está em meu coração!

À Profa. Dra. Alexandra Mussolino de Queiroz, pelo apoio, palavras de incentivo, carinho, ensinamentos, e por ser um exemplo de professora dedicada!

À Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb, profissional brilhante, exemplo de competência e dedicação, pelo acolhimento, carinho, apoio, ensinamentos e orientações. Obrigada por todo o auxílio prestado para o desenvolvimento deste trabalho!

À Profa. Dra. Silmara Aparecida Milori Corona, obrigada pela alegria, pelo apoio, pela amizade e por transmitir tanta energia positiva! Tenho grande admiração por você!

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, pelo apoio necessário para o desenvolvimento da parte experimental desta pesquisa.

Aos colegas **Juliana Faraoni, César, Taísa, Daniel e Sandra**, pela convivência, carinho e apoio durante esta caminhada.

À técnica **Patrícia Marchi**, por todo o auxílio prestado durante a parte experimental do trabalho. Muito obrigada por tudo!

Ao **Reginaldo Santana da Silva**, pelo auxílio prestado durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos técnicos **Edson e Ricardo** do laboratório LIPEN, por estarem sempre dispostos a ajudar.

À **Profa. Dra. Cristina Kurachi**, responsável pelo Grupo de Ótica do Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo, pelo apoio e suporte técnico para a realização deste trabalho, e à **Lilian Tan Moryama**, pela atenção a mim dispensada.

Aos **docentes do Departamento de Clínica Infantil, Odontologia Preventiva e Social** da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, **Profa. Dra. Sada Assed, Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva, Prof. Dr. Paulo Nelson Filho, Profa. Dra. Aldevina Campos de Freitas, Profa. Dra. Alexandra Mussolino de Queiroz, Profa. Dra. Andiará De Rossi, Profa. Dra. Kranya Victoria Díaz Serrano, Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto, Profa. Dra. Raquel Assed Bezerra da Silva, Profa. Dra. Maria da Conceição Pereira Saraiva, Prof. Dr. Fábio Romano, Prof. Dr. José Tarcísio Lima Ferreira, Profa. Dra. Mírian Aiko Nakane Matsumoto, Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva** pela orientação e ensinamentos.

Às amigas **Késsia Suênia Fidelis de Mesquita, Marina Fernandes de Sena e Lígia Maria Napolitano Gonçalves** pelas conversas, risos, desabafos e momentos agradáveis que compartilhamos!

Às colegas da Odontopediatria **Cristhiane Ristum Bagatin Rossi, Cristiane Thomaz Rocha, Giselle de Ângelo Souza Leite, Marcela Andrucioli, Maya Fernanda Manfrin Arnez,**

Fernanda Regina Ribeiro Santos, Iliana Ferraz Sabatini, Elaine Machado Pinguero pela doce e agradável convivência.

À querida **Micheli Cristina Leite Rovanholo**, sempre tão carinhosa, atenciosa e paciente, muito obrigada por tudo! Você é um anjo!

Às funcionárias **Renata Aparecida Fernandes Rodrigues, Benedita Viana e Mariângela de Oliveira**, pessoas tão queridas, que me acompanharam diariamente nesta trajetória, sempre carinhosas e atenciosas! Obrigada pela convivência, pelas conversas, por tudo!

Ao colega **Francisco Wanderley Garcia de Paula e Silva**, exemplo de competência e dedicação, obrigada pela convivência e ensinamentos.

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação **Isabel Cristina Galino Sola e Regiane Cristina Moi Sacilotto**, muito competentes, atenciosas, prestativas e dispostas a ajudar! Obrigada pelo apoio!

Aos funcionários **Fátima Aparecida Jacinto Daniel, Carmo Eurípedes Terra Barreto, Kleber Barbosa Rita, Vera Ribeiro do Nascimento, José Aparecido Neves Nascimento, Filomena Leli Placciti, Marco Antônio dos Santos, Matheus Morelli Zanela** por serem tão prestativos e estarem sempre dispostos a ajudar.

Aos **Profs. do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FOUSP** que tiveram participação fundamental em minha formação profissional, especialmente as **Profas. Márcia Turolla Wanderley e Ana Lídia Ciamponi**, pessoas maravilhosas com quem tive o privilégio de conviver e aprender muito!

Às amigas **Cinthia, Fabiana e Laima**, que mesmo distantes me estenderam a mão e me apoiaram quando precisei! Obrigada de coração! Contem sempre comigo!

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho... **Muito Obrigada!**

RESUMO

ALMEIDA, CG. **Microtração de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina desmineralizada de dentes decíduos após preparo cavitário com laser de Er: YAG: Avaliação *in vitro***. [Mestrado]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2011.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à microtração de adesivos autocondicionantes em dentina desmineralizada de dentes decíduos após a irradiação com laser de Er: YAG. Oitenta e dois molares decíduos tiveram a porção oclusal seccionada transversalmente e os espécimes foram desgastados com lixas de carbetto de silício de granulações 360 e 600 até expor a dentina. Os 60 espécimes utilizados no teste de microtração foram preenchidos com resina composta fotopolimerizável na região correspondente à câmara pulpar, isolados com esmalte cosmético mantendo a superfície dentinária exposta e, em seguida imersos em solução desmineralizante por seis dias em estufa a 37° C para indução de lesão de cárie artificial em dentina. Após a desmineralização, os espécimes foram preparados com laser de Er: YAG (n=30) com os parâmetros de 260 mJ, 3 Hz, 47 J/cm², 0,81W e com broca de aço esférica em baixa rotação (n=30). Sobre as superfícies preparadas foram aplicados três sistemas adesivos autocondicionantes - Clearfil SE Bond (Kuraray); Adper^{TM} Easy One (3M ESPE) e Adper^{TM} SE Plus (3M ESPE) – e, em seguida foram confeccionados platôs de resina composta Z 250. Após termociclagem (500 ciclos), os corpos de prova foram seccionados produzindo palitos de aproximadamente 1 mm² de área transversal, que foram submetidos ao teste de microtração e os valores obtidos foram analisados estatisticamente através de ANOVA e teste de Duncan (5%). A análise qualitativa dos tipos de fraturas foi realizada por meio de lupa estereoscópica (aumento de 40X) e da interface adesiva por meio de MEV. Para a análise química da dentina através de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), foram utilizados discos de dentina após o preparo superficial com a broca (n=5) e com o laser (n=5), e comparadas com as análises de tecido dentinário sadio e desmineralizado obtidas dos mesmos espécimes. Os resultados foram submetidos ao teste estatístico *t-Student* (5%). O teste de microtração demonstrou que houve diferença significativa entre os adesivos, sendo que o grupo controle (Clearfil e broca) obteve o melhor desempenho comparativamente a todos os grupos avaliados. O preparo com laser de Er: YAG afetou adversamente a adesão para os sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Adper^{TM} Easy One em comparação com os grupos preparados com broca. Nos grupos irradiados com laser, o sistema adesivo Clearfil SE Bond foi o que proporcionou o maior valor médio de microtração. Os resultados da FTIR demonstraram que, com a irradiação da dentina desmineralizada, houve um decréscimo na quantidade de matéria orgânica e de carbonato em relação ao grupo da dentina sadia. No substrato preparado com broca, observou-se aumento da matéria orgânica e redução de carbonato. Conclui-se que, em relação aos sistemas adesivos, o Clearfil SE Bond teve o melhor desempenho no teste de resistência à microtração em dentina de dentes decíduos. A irradiação com laser de Er: YAG afetou adversamente a adesão dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Adper^{TM} Easy One. A irradiação com laser de Er:YAG decresceu de maneira significativa a quantidade de matéria orgânica presente na dentina de dentes decíduos.

Palavras-chave: Laser de Érbio; Adesivos dentinários; Resistência à Microtração; Dente decíduo; Espectroscopia Infravermelho Transformada Fourier.

ABSTRACT

ALMEIDA, CG. **Microtensile bond strength of self-etch adhesive systems in demineralised dentin of primary teeth after Er: YAG laser irradiation: *in vitro* evaluation.** [Mestrado]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo; 2011.

The purpose of this study was to evaluate the microtensile bond strength of three self-etch adhesives systems to demineralized dentin of primary teeth after irradiation with Er: YAG laser. Eighty two primary molars had the occlusal enamel sectioned and the specimens were grounded with silicon carbide sandpaper grits of 360 and 600 to expose the dentin. The 60 specimens used in the microtensile test were filled with composite resin in the region corresponding to the pulp chamber, insulated with nail varnish keeping the exposed dentin surface and then immersed in demineralizing solution for six days in a stove at 37 Celsius degrees in order to produce artificial caries-like lesions in dentin. After demineralization, the specimens were prepared with Er: YAG ($n = 30$) using as parameters 260 mJ, 3 Hz, 47 J/cm², 0.81 W and a round steel drill at low speed ($n = 30$). On the prepared surfaces were applied three self-etch adhesives systems - Clearfil SE Bond (Kuraray); Adper^{TM} Easy One (3M ESPE) and Adper^{TM} SE Plus (3M ESPE) - and then plateaus of composite resin Z 250 were built up. After thermocycling (500 cycles), specimens were sectioned to produce multiple sticks of approximately 1 mm² cross-sectional area, which were subjected to microtensile test and the data were analyzed with ANOVA and Duncan test at a significance level of 0.05. The qualitative analysis of the types of fractures was performed using a stereomicroscope (X40 magnification) and the morphological analyses of adhesive interfaces were performed by scanning electron microscopy (SEM). Chemical analysis of the dentin by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) were performed in dentin discs after surface preparation with the steel drill ($n = 5$) and laser ($n = 5$) and compared with the values previously obtained from the analysis of sound and demineralized dentin tissue in the same specimens. The results were analyzed by Student's t-test at a significance level of 0.05. Regarding the microtensile bond strength there was a significant difference between the adhesive systems, and the control group (Clearfil and steel drill) had the best performance compared to all groups. Er: YAG laser irradiation adversely affected bond strength to the Clearfil SE Bond and Adper^{TM} Easy One compared with the groups prepared with steel drill. In the laser groups Clearfil SE Bond reached the highest average bond strength. Results of FTIR analysis showed that the hydration of dentin remained normal after both preparations. With laser irradiation of demineralized dentin there was a decrease in the amount of organic matter and carbonate in relation to the group of sound dentin. The analyses of substrate prepared with steel drill showed an increase in organic matter and reduction of carbonate. The conclusion in relation to adhesive systems was that Clearfil SE Bond had the best performance in microtensile bond strength in primary teeth dentin. Laser irradiation adversely affected the bond strength of Clearfil SE Bond and Adper^{TM} Easy One self-etch adhesive systems. Laser irradiation had significantly reduced the organic matter content in dentin of deciduous teeth.

Key Words: Er: YAG laser; Bond Strength; Micro tensile; Primary Teeth; FTIR spectroscopy.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
2	PROPOSIÇÃO	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Delineamento Experimental	25
3.2	Materiais Empregados	25
3.3	Seleção dos dentes.....	26
3.4	Preparo dos espécimes para o teste de resistência a microtração	26
3.5	Indução de lesão de cárie artificial.....	27
3.6	Preparo da superfície dentinária desmineralizada	28
3.7	Aplicação dos adesivos e termociclagem	30
3.8	Ensaio de resistência de união à microtração.....	32
3.9	Análise do padrão de fratura	33
3.10	Avaliação da interface adesiva por microscopia eletrônica de varredura	34
3.11	Análise química da dentina por Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).....	35
4	RESULTADOS	38
4.1	Resultados do ensaio de resistência adesiva a microtração	38
4.2	Análise morfológica.....	41
4.3	Resultados da análise por FTIR.....	43
4.3.1	Análise dos resultados.....	43
5	Discussão.....	48
6	Conclusão	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	ANEXO	62

INTRODUÇÃO

---

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia contemporânea busca a prevenção de doenças bucais, aliando procedimentos preventivos e tratamentos restauradores conservativos, respeitando a integridade dos tecidos dentais. Assim, novos materiais adesivos estão sendo desenvolvidos para simplificar a técnica restauradora e melhorar a adesão entre o material restaurador e o substrato dental. Ao mesmo tempo, buscam-se novas tecnologias para a realização de preparos cavitários que permitam máxima preservação dos tecidos dentais saudáveis e proporcionem maior conforto ao paciente.

A aplicação de laser de Er: YAG para realização de preparos cavitários tem sido intensamente pesquisada e apresenta-se como uma técnica promissora para o uso em Odontologia. Dentre os lasers existentes, o laser de Er: YAG apresenta a melhor interação com os tecidos mineralizados, atribuída ao seu comprimento de onda de 2,94 μm que coincide com o pico máximo de absorção da água, o que potencialmente favorece uma alta absorção para todos os tecidos biológicos, incluindo esmalte e dentina. Resultados favoráveis foram observados para a remoção de esmalte e dentina quando aplicado o laser de Er: YAG, quando foi empregada baixa densidade de energia, sem o aparecimento de fendas ou carbonização, com pequeno aumento de temperatura, mesmo sem a utilização de refrigeração (Hibst e Keller 1989). Diversas vantagens são atribuídas ao uso do laser de Er:YAG na clínica, como a redução da necessidade de anestesia (Keller e Hibst, 1997; Cozean et al., 1997; Evans et al., 2000), alta aceitabilidade do paciente (Kotlow, 2004; Liu et al., 2006), redução do estresse e da fadiga do profissional (Sulewski, 2000).

A remoção dos tecidos dentais pelo laser de Er: YAG é alcançada através de efeitos fototérmicos, os quais desintegram o tecido em fragmentos. A maior parte da radiação incidente é consumida no processo de remoção do tecido, havendo pouca energia residual, evitando assim, danos térmicos aos tecidos (Armengol et al., 1999; Gimbel, 2000). A radiação do laser de Er: YAG é intensamente absorvida pelas moléculas de água presentes no tecido, as quais adquirem energia cinética e são vaporizadas rapidamente levando à ruptura do tecido irradiado pelo laser. Este processo de ruptura é denominado ablação

mediada por água, uma vez que o agente causador do fenômeno é a água presente no tecido. A vaporização da água produz micro-explosões a cada pulso do laser incidido sobre o tecido, de forma que todo o preparo cavitário é realizado por uma sequência de micro-explosões. A velocidade e profundidade da cavidade formada são então definidas por essas micro-explosões, as quais são controladas pela energia por pulso e frequência de irradiação (Niemz, 2007). Apesar de haver pouca energia residual transmitida para os tecidos adjacentes não removidos pela ablação, esta dissipação ocorre e pode causar danos à polpa dental ou as moléculas sensíveis à elevação térmica como o colágeno presente na dentina, comprometendo a formação da camada híbrida necessária para a adesão (Marraccini et al., 2005).

Assim, o laser de Er:YAG foi o primeiro laser a ser aprovado pelo Food and Drugs Administration (FDA) em 1997 para remoção de cárie, preparo cavitário e modificação do esmalte e dentina previamente ao condicionamento ácido (Sakakibara et al. 1994), embora também possa ser usado para procedimentos em tecidos moles (Dunn et al., 2005). Somente a partir de 1999, foi aprovado para a utilização em crianças (Parkins et al., 2000).

Com relação aos procedimentos restaurados, os sistemas adesivos estão sendo exaustivamente pesquisados e uma grande variedade destes tem sido desenvolvida para uso clínico (Sakoolnamarka et al., 2003). Os adesivos dentinários atuais empregam dois diferentes métodos para atingir o objetivo de retenção micro-mecânica entre resina e dentina (Pashley & Carvalho, 1997). O primeiro método baseia-se na remoção completa da *smear layer* e desmineralização da sub-superfície de dentina intacta através de um ácido condicionante, contendo agentes quelantes e ácidos minerais. Após a lavagem, um sistema de passos múltiplos de *primer* e adesivo ou um adesivo simplificado contendo *primer* e adesivo em frasco único é aplicado sobre o substrato, completando o protocolo de adesão (Tay & Pashley, 2001). O segundo método utiliza a *smear layer* como substrato de adesão. Conhecidos como adesivos autocondicionantes, eles são aplicados sobre a *smear layer* por um determinado período de tempo. Sem enxágue, uma camada de adesivo resinoso é então aplicada na dentina tratada. Nesses sistemas, o objetivo é incorporar a *smear layer* na camada híbrida (Tay & Pashley, 2001).

O uso de sistemas adesivos autocondicionantes apresenta vantagens em relação aos demais sistemas uma vez que são aplicados em dentina seca e sua aplicação é simplificada. Além disso, geralmente a técnica desses adesivos é menos sensível comparada com sistemas

que utilizam o prévio condicionamento ácido. O colapso da rede de colágeno ocasionado pela secagem é prevenido uma vez que a *smear layer* mantida é simultaneamente desmineralizada e polimerizada *in situ* (Nakabayashi & Saimi, 1996).

Considera-se que a qualidade da adesão em dentina é determinada pela profundidade de desmineralização e pela extensão da difusão e impregnação do monômero através da zona de descalcificação. Quando a profundidade de dentina desmineralizada excede a profundidade de difusão e impregnação do monômero através da mesma, uma área de fibras colágenas com ausência de hidroxiapatita é deixada exposta e não é infiltrada pela resina ou hibridizada (Nakabayashi & Sami, 1996; Tay & Pashley, 2001). Essa zona de colágeno exposto pode ser instável e sujeita a hidrólise e, para evitar isso, foram desenvolvidos os sistemas adesivos autocondicionantes, que não exigem a remoção da *smear layer* por condicionadores ácidos. (Nakabayashi & Sami, 1996).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar a qualidade e força da adesão utilizando os adesivos autocondicionantes. Uma maneira seria a avaliação da agressividade destes adesivos através da análise da espessura da camada híbrida formada, utilizando microscopia eletrônica de transmissão como no estudo realizado por Tay & Pashley (2001). Neste trabalho, os autores classificaram os adesivos autocondicionantes como brandos ou suaves (Clearfil Mega Bond, com formação de camada híbrida de 0,4 a 0,5 μm), moderados (Non-Rinse Conditioner e Prime e Bond NT, formando camadas híbridas entre 1,2 e 2,2 μm) e agressivos (Prompt L-Pop, formando camadas híbridas entre 2,5 e 5 μm). O sistema adesivo mais agressivo solubilizou completamente *smear layer* e *smear plugs* e formou camadas híbridas de espessuras muito próximas daquelas obtidas pelo condicionamento com ácido fosfórico.

Neste sentido, Courson et al. (2005), compararam a resistência ao cisalhamento utilizando nove sistemas adesivos dentinários de diferentes classes em dentina de dentes decíduos e permanentes humanos. Os autores verificaram que o Optibond Solo Plus e o Scotchbond Multipurpose Plus, que utilizam condicionadores ácidos, obtiveram os melhores resultados em dentes decíduos, porém não diferiram estatisticamente dos sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil SE Bond. Agostini et al. (2001) avaliaram a resistência à tração de três adesivos autocondicionantes em esmalte e dentina de dentes decíduos e os resultados mostraram que todos os sistemas adesivos testados obtiveram

valores de adesão satisfatórios em esmalte de dentes decíduos, mas em dentina somente o Clearfil SE Bond obteve resultados adequados.

Em trabalho mais recente, Marquezan et al. (2007), avaliaram a força de adesão de três sistemas adesivos autocondicionantes e dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total ao esmalte e à dentina de dentes decíduos por meio de microtração. Em esmalte, o Clearfil SE Bond apresentou os melhores resultados, seguido de Adper Single Bond 2, AdheSE e Adper Scotch Bond Multi Purpose, sem diferença significativa. Os maiores valores em dentina foram obtidos com o Scotch Bond Multi Purpose sendo que os demais sistemas adesivos não diferiram significativamente deste primeiro, com exceção do Adper Prompt L-Pop, que obteve os menores valores de força de adesão em ambos os substratos. Os autores concluíram que os sistemas adesivos autocondicionantes podem atingir valores satisfatórios de força de adesão tanto em esmalte como em dentina de dentes decíduos.

Alguns trabalhos encontrados na literatura investigaram a adesão em tecido dentinário afetado por lesão de cárie. Assim, Sattabanasuk et al. (2006) avaliaram a adesão em dentina afetada por cárie utilizando diferentes métodos de remoção de cárie e concluíram que além das diferenças entre adesivos, o tipo de método utilizado para a remoção de tecido cariado, incluindo a irradiação por laser de Er:YAG e preparo com broca de aço em baixa rotação parece influenciar nos valores de resistência adesiva à dentina. Ceballos et al. (2003) avaliaram a força de adesão de adesivos autocondicionantes à dentina afetada por cárie, através de testes de microtração, comparando-os a adesivos que utilizam condicionadores ácidos, e verificaram que estes últimos obtiveram valores mais altos de força de adesão, tanto em dentina hígida como em dentina afetada por cárie.

Considerando que a busca por sistemas adesivos autocondicionantes eficientes está associada com as características do substrato, alterando-se o modo de preparo, convencionalmente realizado com broca, para os preparos atuais realizados com irradiação laser, existe a necessidade de se avaliar a eficiência dos adesivos nesta nova morfologia dentinária.

Os valores de resistência ao cisalhamento de três sistemas adesivos autocondicionantes aplicados em superfícies preparadas com laser de Er:YAG foram comparados aos valores obtidos pela aplicação dos mesmos em superfícies preparadas com broca carbide em alta rotação (Brulat et al., 2008). De acordo com os resultados obtidos, os autores consideraram que a ausência de formação da *smear layer* durante o preparo da

dentina pelo laser de Er:YAG não contribuiu para aumentar a resistência adesiva dos sistemas adesivos autocondicionantes.

Esteves-Oliveira et al. (2007) verificaram a resistência à tração de um adesivo autocondicionante às superfícies de esmalte e dentina tratados com os *lasers* de Er:YAG e de Er,Cr:YSGG. As superfícies tratadas com laser de Er:YAG mostraram melhores resultados do que aquelas tratadas com laser de Er,Cr:YSGG, porém ambos os grupos tiveram valores mais baixos de resistência à tração do que os obtidos pelas superfícies tratadas com broca em alta rotação.

A resistência à tração também foi avaliada em um estudo que comparou a influência de dois tipos de lasers, o CO₂ (9,6 µm) e de Er:YAG (2,94 µm), na adesão da resina composta aos tecidos dentais mineralizados utilizando dentes bovinos (Marraccini et al., 2006). Os resultados obtidos mostraram maiores valores de resistência à tração para os grupos irradiados com o laser de Er: YAG comparados aos valores obtidos pelos grupos irradiados com o laser de CO₂, ambos associados ao condicionamento ácido.

Testes de resistência à microtração avaliaram a associação do preparo da dentina com laser de Er: YAG e aplicação de adesivo autocondicionante e verificaram que a força de adesão foi similar em comparação com a dentina preparada com ponta diamantada em alta rotação (Manhães et al., 2005). Ainda utilizando o laser de Er: YAG e ensaio de microtração, Oliveira et al. (2005) verificaram que a força de adesão do adesivo autocondicionante associado à aplicação de laser de Er:YAG apresentou-se estável após termociclagem.

Sierpinsky et al. (2008), avaliaram *in vitro* a força de adesão de dois sistemas adesivos que utilizam condicionadores ácidos e um adesivo autocondicionante, que foram aplicados em dentina de dentes permanentes após irradiação com laser de Er:YAG, utilizando teste de microtração. Os resultados mostraram que os grupos tratados com laser de Er: YAG obtiveram resultados mais baixos de força de adesão, independente do sistema adesivo utilizado. O adesivo Prompt L-Pop apresentou menores valores de resistência à microtração comparados com os demais adesivos avaliados. Os autores verificaram que as falhas adesivas predominaram em todos os grupos experimentais e concluíram que o laser de Er: YAG influenciou negativamente nos valores de força de adesão dos sistemas adesivos.

De acordo com a literatura, a força de adesão em substrato dental irradiado com laser de Er: YAG, quando se utiliza adesivos autocondicionantes, ainda mostra valores inferiores aos resultados obtidos com tratamento convencional, utilizando brocas (Oliveira

et al., 2005; Dunn et al., 2005; Esteves-Oliveira, 2007; Brulat et al., 2008; Sierpinsky et al. 2008). Este fato traduz a necessidade do desenvolvimento de materiais e procedimentos mais adequados para o substrato dental preparado com laser. A investigação de novos procedimentos de irradiação pode ser auxiliada pela análise das modificações químicas que ocorrem na matriz orgânica dos tecidos dentários quando estes são submetidos à irradiação laser. A avaliação por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) de dentina irradiada com laser de Er: YAG apresentou alterações na estrutura do colágeno e remoção de água após irradiação com exposições radiantes entre 0,3-1,9 J/cm² (Bachmann et al., 2005). Esta alteração nas fibras de colágeno explica os menores valores médios da adesão em dentina irradiada com laser de Er: YAG comparado com a broca (Marraccini et al., 2006). Porém, este laser produz uma elevação térmica superficial menor do que a produzida pelos lasers de Er,Cr: YSGG (Esteves-Oliveira et al., 2007) e de CO₂. (Marraccini et al., 2006). Assim, o laser de Er: YAG, comparado aos demais lasers utilizados para preparo cavitário, parece ser o mais indicado e foi empregado nesta pesquisa para avaliação da interferência da irradiação laser na força de adesão de sistemas adesivos autocondicionantes à dentina de dentes decíduos.

Desta forma, em função da escassez de estudos avaliando a força de adesão aos tecidos dentários irradiados com laser de Er: YAG, principalmente em dentes decíduos, e das controvérsias existentes em relação aos sistemas adesivos a serem utilizados nestes substratos modificados pela irradiação laser, há necessidade de se desenvolver pesquisas que avaliem a influência desta tecnologia e de novos materiais na adesão a estes substratos.

PROPOSIÇÃO

---

2 PROPOSIÇÃO

Os objetivos do presente trabalho foram:

- avaliar *in vitro* a influência do preparo cavitário realizado com laser de Er: YAG em dentina desmineralizada de dentes decíduos na resistência à microtração de três sistemas adesivos autocondicionantes;
- analisar, por meio de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), o efeito do preparo cavitário realizado com laser de Er: YAG na composição química da dentina desmineralizada de dentes decíduos;
- análise qualitativa por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificar o efeito do preparo cavitário realizado com laser de Er: YAG sobre a morfologia da interface adesiva entre dentina de dentes decíduos e sistemas restauradores adesivos.

MATERIAL E MÉTODOS

---

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 *Delineamento Experimental*

Os fatores em estudo foram o sistema adesivo em três níveis: Clearfil SE Bond (Kuraray CO. LTD., Umeda, Osaka Japan), Adper^{TM} Easy One (3M/ESPE) e Adper^{TM} SE Plus (3M/ESPE) e o preparo da dentina desmineralizada em dois níveis: laser de Er:YAG e broca de aço em baixa rotação. A amostra do experimento foi composta de fragmentos de dentina de dentes decíduos humanos distribuídos aleatoriamente nos seis grupos experimentais para a análise de resistência adesiva (n=10), para a análise química (n=5) e para análise da interface adesiva (n=2). A variável de resposta quantitativa foi obtida através do teste de microtração (MPa) e da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e a análise qualitativa foi obtida através da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

3.2 *Materiais Empregados*

Para a realização deste experimento foram empregados os seguintes produtos: os sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil SE Bond (Kuraray CO. LTD., Umeda, Osaka Japan), Adper^{TM} Easy One (3M ESPE, ST. Paul, MN, USA) e Adper^{TM} SE Plus (3M ESPE, ST. Paul, MN, USA) e a resina composta Filtek^{MR} Z250 (3M ESPE, ST. Paul, MN, USA) (Figura 1).

Figura 1 – Materiais empregados no trabalho: (a) sistema adesivo *self-etch* de dois passos Clearfil SE Bond, (b) sistema adesivo *self-etch* de passo único Adper™ Easy One, (c) sistema adesivo *self-etch* de dois passos Adper™ SE Plus, (d) resina composta Filtek™ Z 250.

3.3 Seleção dos dentes

Para a realização deste estudo, foram empregados 82 dentes decíduos humanos hígidos, obtidos junto ao Banco de Dentes da FORP-USP após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FORP-USP, processo no. 2009.1.502.58.8 (Anexo A). Os dentes foram limpos com o auxílio de cureta tipo Gracey e receberam profilaxia com pedra pomes e água, por meio de escovas de Robinson montadas em contra-ângulo em baixa rotação. Os dentes foram examinados com lupa estereoscópica com aumento de 10X, com a finalidade de detectar possíveis trincas, lesões de cárie ou alterações estruturais que pudessem comprometer o experimento. Em seguida, os dentes foram armazenados em solução de Timol a 0,1%, à temperatura de 4° C até o início da pesquisa.

3.4 Preparo dos espécimes para o teste de resistência a microtração

Sessenta molares decíduos foram posicionados em uma cortadeira metalográfica (Minitom, Struers, Dinamarca) e utilizando um disco diamantado série 15LC de 0,3 mm de

espessura, sob refrigeração, os dentes foram seccionados transversalmente, em velocidade de 350 rotações por minuto (RPM), removendo a superfície oclusal e foram polidos com lixas de carbeto de silício de granulações 360 e 600 (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, USA), montadas na politriz sob refrigeração com água, durante 15 segundos para padronização da *smear layer*. Após este procedimento, as superfícies dentinárias foram avaliadas em lupa estereoscópica, com aumento de 40X para assegurar que o esmalte foi totalmente removido. Em seguida, os dentes receberam preenchimento com resina composta na porção correspondente à câmara pulpar. Finalizando esta etapa, os dentes permaneceram em água deionizada a 4°C durante 24 horas (Figura 2).

Figura 2 – Imagens demonstrando o preparo do dente: (a) dente decíduo hígido, (b) profilaxia com pedra pomes e escova Robinson em baixa rotação, (c) corte da superfície oclusal, (d) acréscimo de resina composta na região de câmara pulpar, (e, f) politriz utilizada para o desgaste, (g) aspecto do dente após o desgaste.

3.5 Indução de lesão de cárie artificial

Estes sessenta espécimes foram isolados com duas camadas de esmalte cosmético ácido resistente, deixando a superfície dentinária exposta e, em seguida, permaneceram imersos individualmente em 40 mL de solução desmineralizante (2 mmol/L de cálcio, 2 mmol/L de fosfato e 75 mol/L de acetato em pH 4,6) durante 6 dias em estufa a 37°C (Estufa ECB – 1.3 Digital, Odontobrás Ind. E Com. De Equip. Méd. Odont. LTDA., Ribeirão Preto, SP, Brasil), sem necessidade de renovação da solução (Figura 3).

Figura 3 – Preparo do espécime para indução de cárie artificial: (a, b) isolamento do espécime com duas camadas consecutivas de esmalte cosmético expondo somente a superfície dentinária a ser desmineralizada; (c) imersão do espécime em 40 mL de solução desmineralizante; (d, e) permanência dos espécimes em estufa a 37°C por 6 dias. (f) Aspecto final do espécime com lesão de cárie induzida.

3.6 Preparo da superfície dentinária desmineralizada

Trinta espécimes foram irradiados com laser de Er:YAG, utilizando o equipamento de laser de Er:YAG modelo Twin Light (Fotona Medical Lasers, Slovenia) com alta densidade de potência, comprimento de onda de 2,94 μm , operado no regime de microssegundos, com duração de pulso de 200 a 450 μs , energia máxima por pulso de 500 mJ, taxa de repetição ou frequência de 2 a 15 Hz. O sistema de entrega possui braços articulados com janela de Safira em não contato; sistema de resfriamento com *spray* ar/água. A irradiação da dentina foi auxiliada por um feixe guia direcionando a emissão do laser de Er:YAG na área a ser irradiada.

Durante a irradiação, o *spray* água/ar foi ativado e o fluxo de água foi regulado em 1,5 mL/min para refrigeração do tecido dentário. A irradiação com laser de Er:YAG foi realizada no modo não contato, focado, a uma distância de 12 mm, com energia por pulso de 260 mJ, na frequência de 3 Hz, aplicado até remoção da lesão de cárie em toda a área exposta de dentina.

O raio do feixe laser foi determinado na região focal através da técnica borda da lâmina. Essa técnica obstrui progressivamente o feixe laser com uma lâmina, gerando um perfil de energia transmitida em função da posição dessa lâmina. Com esse perfil é possível determinar o raio, que apresentou um valor de 0,048 cm. Com o valor do raio, obteve-se uma área transversal do feixe de $0,0055 \text{ cm}^2$ que foi utilizada, juntamente com a energia por pulso de 260 mJ (0,26 J) para o cálculo da densidade de energia, resultando em 47 J/cm^2 . A potência foi mensurada através de um medidor de potência (FieldMax II-TOP, Coherent Inc., Santa Clara, USA), resultando em 0,81 W.

Os corpos de prova foram fixados em cera utilidade e para a padronização da distância focal, empregou-se um dispositivo confeccionado com fio ortodôntico que foi fixado na caneta para guiar o operador durante a remoção da lesão de cárie.

Trinta dentes foram preparados com broca de aço esférica nº4, montada em contra-ângulo em baixa rotação (KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda, Joinville, SC, Brasil), sendo substituída a cada cinco preparos. Após os preparos utilizou-se uma sonda exploradora para averiguar se o tecido dentinário apresentava-se resistente. Os preparos simularam os procedimentos realizados em clínica, procurando a máxima preservação de tecido sadio e com o próprio operador manuseando as canetas, sem a utilização de dispositivos para a fixação das mesmas (Figura 4).

Figura 4 – Preparo da superfície dentinária: (a) Aparelho de laser de Er:YAG (Twinlight, Fotona Medical Lasers); (b) parâmetros utilizados: 260 mJ de energia por pulso, 3 Hz; (c) medição da potência (FieldMaxII-TOP, Coherent Inc., Santa Clara, USA); (d) dispositivo confeccionado com fio ortodôntico fixado na caneta do aparelho de laser para padronizar a distância de aplicação (12mm); (e) preparo com broca de aço em baixa rotação.

3.7 Aplicação dos adesivos e termociclagem

Sobre as superfícies preparadas foram aplicados os sistemas adesivos de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes (Tabela 1), sendo que os grupos G1 e G2 receberam o Clearfil SE Bond, os grupos G3 e G4 receberam o Adper^{TM} Easy One e os grupos G5 e G6 receberam o Adper^{TM} SE Plus (Tabela 2). Em seguida, os dentes foram restaurados com resina composta Z250 cor A2, sendo confeccionado um platô de resina com 4 mm de altura, aplicado em 3 incrementos de 1 a 1,5 mm cada, fotopolimerizados (Fotopolimerizador Ultralux, Dabi Atlante S/A Ind. Médico Odontológicas, Ribeirão Preto, SP, Brasil) durante 20 segundos após cada inserção de modo contínuo, com intensidade de 615 mW/cm², controlada através de um radiômetro (Radiômetro RD-7, Ecel Ind. e Com. LTDA, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Tabela 1. Descrição da composição química dos sistemas adesivos e sequência de aplicação.

Material	Composição	Lote	Sequência de aplicação
Clearfil SE Bond (Kuraray)	PRIMER MDP(10-Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato), HEMA (hidroxietil metacrilato), Dimetacrilato Hidrofilico, Canforoquinona, N-Dietanol-p-toluidina, Sílica Coloidal Silanizada	00954A	Aplicação do primer por 20 s; leve jato de ar para remover o excesso de água; a superfície deve apresentar-se com aspecto brilhante - não deve ser lavada; aplicação do Bond com um pincel; leve jato de ar; fotopolimerização por 10 s.
	BOND MDP, Bis-GMA (bisfenol-A glicidil metacrilato), HEMA, Dimetacrilato Hidrofóbico, Canforoquinona, Dietanol-p-toluidina, Sílica Coloidal Silanizada	01415A	
Adper™ Easy One (3M ESPE)	Ésteres fosfatados de metacrilato (componente autocondicionante), Etanol, Bis-GMA, Silano tratado com carga de sílica, HEMA, Glicerol 1,3 dimetacrilato, copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico e diuretanodimetacrilato	404261	Aplicação do adesivo sobre toda a superfície da cavidade por 20 s; secagem por 5 s com jato de ar leve para evaporação do solvente; fotopolimerização por 10 s.
Adper™ SE Plus (3M ESPE)	LÍQUIDO A Água, HEMA, Surfactante, Corante Pink	9BL	Aplicação do líquido A em toda a área de união formando uma camada vermelha contínua na superfície utilizando um aplicador descartável; aplicação do líquido B por toda a região, friccionando com pressão moderada por 20s; a coloração vermelha do líquido A desaparece evidenciando sua ativação pelo líquido B. Seca-se totalmente com jatos de ar por 10s para evaporar a água. O adesivo deve permanecer no local e ter aspecto brilhante após a conclusão desta fase; aplicação da segunda camada do líquido B; aplicação de leve jato de ar; fotopolimerização por 10s.
	LÍQUIDO B UDMA (uretano dimetacrilato), HEMA, TEGDMA (triétileno glicol dimetacrilato), TMPTMA (trimetacrilato hidrofóbico) MHP (fosfatos contendo metacrilatos), nanopartículas de zircônia fundidas, sistema iniciador baseado em canforoquinona	9BR	

Tabela 2. Grupos experimentais.

Grupos (n=10)	Preparo da superfície dentinária	Sistema adesivo
G1	Laser Er: YAG	Clearfil SE Bond
G2 (Controle)	Broca de aço em baixa rotação	Clearfil SE Bond
G3	Laser Er: YAG	Adper™ Easy One
G4	Broca de aço em baixa rotação	Adper™ Easy One
G5	Laser Er: YAG	Adper™ SE Plus
G6	Broca de aço em baixa rotação	Adper™ SE Plus

Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37° C em estufa durante 24 horas e, a seguir, termociclados automaticamente por meio de banhos de água alternando as temperaturas de 5° C $\pm$ 2° C e 55° C $\pm$ 2° C. O tempo de imersão, em cada banho foi de 30 segundos, com 3 segundos de intervalo entre um banho e outro, perfazendo um total de 500 ciclos (Máquina de ciclagem térmica Ética, Equipamentos Científicos S.A., São Paulo, Brasil).

3.8 *Ensaio de resistência de união à microtração*

Após a ciclagem térmica, os dentes foram imersos em água destilada, e mantidos em estufa a 37° C, durante 14 horas. Os dentes foram então cortados para obter palitos com área de seção transversal de aproximadamente 1 mm². A medição da área transversal de cada palito foi feita com um paquímetro digital (Mitutoyo, Tokyo, Japan), e em seguida os espécimes foram fixados pelas suas extremidades à máquina de ensaio universal (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais, PR, Brasil), por meio de um adesivo à base de cianocrilato (Super Bonder, Henkel Ltda., São Paulo, SP, Brasil). O teste foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min, utilizando uma célula de carga de 50 Kgf. Os valores finais de resistência adesiva foram expressos em MPa (megapascal), fornecidos pelo programa, calculados pelas seções transversais dos palitos medidos previamente ao ensaio (Figura 5).

Figura 5 – Ensaio de resistência à microtração: (a) Máquina de termociclagem; (b,c,d) espécime posicionado na máquina de corte para secção dos palitos; (e) palitos apresentando aproximadamente 1 mm² de área transversal; (f) medição realizada com paquímetro digital; (g) corpo de prova colado no dispositivo para microtração e (h) corpo de prova posicionado na máquina de ensaio universal para a realização do teste.

3.9 Análise do padrão de fratura

Para avaliar os padrões de fratura após o teste de resistência adesiva, os fragmentos foram observados em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Germany) em aumento de 40X sendo que três espécimes de cada grupo foram selecionados para observação em microscopia eletrônica de varredura.

Os tipos de fratura foram classificados em *fratura adesiva* (rompimento na interface dentina/adesivo); *fratura coesiva em dentina* (rompimento da estrutura dentinária); *fratura coesiva em resina* (rompimento da resina) e *fratura mista* (presença de fratura em dentina e/ou resina em um mesmo corpo de prova).

3.10 *Avaliação da interface adesiva por microscopia eletrônica de varredura*

Para análise da camada híbrida, foram empregados dois molares decíduos por grupo, que receberam o preparo de acordo com o descrito anteriormente até a fase de termociclagem e foram seccionados longitudinalmente (Cortadeira Metalográfica Minitom, Struers, Dinamarca) obtendo-se fragmentos de aproximadamente 2 mm de espessura. Os fragmentos foram polidos em politriz (Lixadeira Politriz Acopol 2V, Arotec S/A Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil) com lixas de carvão de silício com granulação ascendente, 400, 600, 1200 e com discos de feltro e alumina 3 μm . Após o polimento, os fragmentos foram preparados de acordo com o seguinte protocolo: aplicação de gel de EDTA por 30 segundos, lavagem abundante com spray ar/água destilada; limpeza em ultra som (Ultrasonic Cleaner T-1449D, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) contendo água destilada por 5 minutos; remoção e lavagem com água destilada; novamente limpeza em ultra som por 5 minutos; secagem com papel absorvente; imersão em solução de glutaraldeído a 2,5% tamponado com solução de cacodilato de sódio (Merck KGaA, Darmstadt, D-64293, Darmstadt, Germany) a 0,1M com pH 7,4 à temperatura de 4°C por 12 horas; lavagem com água destilada por 3 minutos, seguida de imersão em água destilada por 1 hora, com trocas a cada 20 minutos; desidratação em graus ascendentes de etanol (Labsynth LTDA., Diadema, SP, Brasil) 25%(20 min), 50%(20 min), 75% (20 min), 95%(30 min) e 100%(60 min), seguido da imersão em HMDS (Merck Kgap, Damstadt, D64293, Alemanha) por 10 minutos para a secagem química com o objetivo de minimizar as alterações da superfície a ser examinada, favorecendo a deposição subsequente da camada de ouro, a fim de tornar o campo a ser visto mais nítido. Todos os procedimentos foram realizados no interior de uma capela para exaustão dos gases. Depois da desidratação, os corpos de prova foram fixados em *stubs* com o auxílio de uma fita adesiva dupla-face de carbono (Electron Microscopy Sciences, Washington, PA 19034, USA) e a cobertura com ouro foi realizada em aparelho de metalização a vácuo (SDC 050, Bal-Tec AG, Balzers, Liechtenstein), com pressão de 0,01mbar, corrente de 40 mA, distância de trabalho de 50mm, tempo de cobertura de 100 segundos e espessura média de deposição de 20 a 30 nm.

Os *stubs* foram levados ao Microscópio Eletrônico de Varredura (EVO Carl Zeiss, Oberkochen, Baden-Wurttemberg, Germany) do Centro de Ensino Integrado de Química – Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto para a obtenção das imagens.

3.11 *Análise química da dentina por Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)*

Dez dentes decíduos foram aleatoriamente selecionados para a análise por FTIR. Os dentes tiveram as suas porções radiculares, quando presentes, e o terço oclusal seccionados por meio de máquina de corte (Minitom, Struers, Dinamarca). As superfícies oclusais a serem avaliadas foram lixadas em politriz com lixas de carbetto de silício de números 360 e 600 para remoção total do esmalte remanescente tanto na superfície dentinária oclusal como em toda a periferia do dente, restando um disco contendo apenas dentina. Os discos de dentina foram mantidos em água destilada a 4° C até a realização das medidas no espectrômetro. As superfícies dos espécimes de dentina foram raspadas superficialmente com um recortador de margem gengival para a produção de pequena quantidade de raspas do substrato. Esse procedimento foi realizado utilizando uma lupa estereoscópica com aumento de 10X. Priorizava-se a remoção de dentina mais superficial para analisar o substrato remanescente após cada procedimento realizado.

Após a remoção das raspas de dentina, estas foram posicionadas sobre o detector de ATR (Attenuated Total Reflectance) de diamante, com diâmetro de 2 mm (Durascope, Smiths Detection, USA). Este acessório está acoplado ao espectrômetro de transformada de Fourier (Nicolet-380, Nicolet, USA). Foram analisados cinco espécimes de dentina de dentes decíduos para cada procedimento de preparo empregado: laser de érbio e broca de aço em baixa rotação (Figura 6). Os espécimes foram analisados em três momentos: tecido sem tratamento ou sadio (Controle), após a indução da cárie artificial (Desmineralizado) e após o tratamento superficial (laser de érbio ou broca). Os procedimentos de indução de lesão de cárie artificial e de tratamento superficial da dentina foram realizados da mesma forma descrita anteriormente, com a diferença de que estes espécimes não foram recobertos com esmalte cosmético para não haver contaminação de outros compostos químicos na superfície dentinária avaliada. Entre a realização de cada etapa, os espécimes eram mantidos em água destilada a 4°C.

A medida experimental consistiu na aquisição do espectro de absorbância na região entre 4000-400cm⁻¹ com resolução de 0,5cm⁻¹ e 32 varreduras para cada espectro adquirido. Todo espécime teve uma determinada quantidade de raspas dentinárias removidas em triplicata, gerando assim 3 espectros de absorção para cada espécime analisado, em cada etapa da análise.

Figura 6 – Organograma representativo da sequência experimental da análise por FTIR.

RESULTADOS

---

4 RESULTADOS

4.1 Resultados do ensaio de resistência adesiva a microtração

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade e foi verificada a normalidade dos grupos. Assim, os valores foram analisados estatisticamente por Análise de Variância ($\alpha = 0,05$) para dois fatores de variação: *Adesivo* e *Preparo da dentina* e a interação entre ambos. Observou-se diferença estatística para ambos os fatores e interação significativa entre os mesmos.

O teste de Duncan ($p \leq 0,05$) foi utilizado para múltiplas comparações. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SPSS para Windows, versão 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). As médias e os desvios-padrões estão demonstrados na Tabela 3 e no Gráfico 1.

Tabela 3. Médias dos valores de resistência adesiva (MPa) e os desvios-padrões dos grupos estudados.

Tratamento	Laser Er:YAG	Broca de aço
Material		
Clearfil SE Bond	(G1) 28,34 ($\pm 7,58$) ^a	(G2) 42,72 ($\pm 10,20$) ^c
Adper™ Easy One	(G3) 16,68 ($\pm 5,89$) ^b	(G4) 26,99 ($\pm 14,93$) ^a
Adper™ SE Plus	(G5) 16,59 ($\pm 5,94$) ^b	(G6) 20,60 ($\pm 8,32$) ^{ab}

Letras iguais significam similaridade estatística.

Gráfico 1 – Representação dos valores médios e desvios-padrões obtidos no teste de resistência à microtração.

Foram obtidos em média de três a seis palitos por dente e os valores médios de resistência à microtração foram calculados por elemento dental, sendo utilizadas 10 médias por grupo para o cálculo da média final e dos desvios-padrões. As falhas pré-teste não foram incluídas na análise estatística.

Após a realização do teste de Duncan (5%), observou-se que o adesivo Clearfil SE Bond apresentou o maior valor médio de resistência adesiva quando o tratamento foi com broca de aço (Controle), em comparação aos demais grupos. Entre os grupos que receberam tratamento com laser, o Clearfil SE Bond obteve a maior média no teste de microtração. Não se observou diferença estatística para os diferentes tratamentos quando foi utilizado o adesivo Adper^{TM} SE Plus. O sistema adesivo Adper^{TM} Easy One obteve o melhor resultado quando utilizado em dentina tratada com broca de aço, que foi comparável estatisticamente ao grupo de Clearfil SE Bond tratado com laser.

Os padrões das fraturas foram analisados após o teste de microtração e verificou-se o predomínio de fraturas adesivas em todos os grupos experimentais, porém para os grupos G1 e G2 houve uma porcentagem maior de fraturas coesivas em resina em comparação aos demais grupos (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Representa os valores percentuais dos padrões de fratura.

Figura 7 – Imagens representativas de fraturas mistas e adesivas ocorridas nos diferentes grupos estudados, avaliadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (240X): (a) fratura adesiva do G1-Clearfil SE Bond + laser; (b) fratura mista do G2-Clearfil SE Bond + broca; (c) fratura adesiva do G3-Adper Easy One + laser; (d) fratura mista do G4-Adper Easy One + broca; (e) fratura adesiva do G5-Adper SE Plus + laser; (f) fratura mista do G6-Adper SE Plus + broca.

Na análise das interfaces das fraturas por meio de MEV (Figura 7) observou-se que, nos grupos em que foi realizado o preparo com broca de aço (b, d, f), a superfície dentinária encontra-se mais planificada; nas superfícies irradiadas são observadas irregularidades, caracterizando o aspecto crateriforme típico de preparos cavitários realizados com laser de Er: YAG (a, c, e).

4.2 **Análise morfológica**

A análise da interface adesiva foi avaliada (Figura 8) e verificou-se que o sistema adesivo Clearfil SE Bond apresentou uma camada híbrida espessa, densa, mais evidente em associação com o substrato preparado com broca (b) comparado ao preparo com laser (a); o sistema adesivo Adper Easy One exibiu uma camada híbrida delgada, com presença de *tags* (d) e *tags* menos evidentes no preparo com laser (c). A camada híbrida formada pelo Adper SE Plus apresentou-se delgada e com *tags* irregulares na superfície preparada com broca (f), porém na superfície preparada com laser não está evidente. Não foram observadas falhas ou *gaps* nas interfaces adesivas de todos os grupos.

Durante a análise da interface adesiva por meio de MEV, observou-se que houve, nas superfícies irradiadas com laser, o “empçamento” dos adesivos dentinários nas crateras originadas do processo de ablação, resultando em camadas mais espessas de sistema adesivo. Este fato está evidenciado na fratura adesiva da Figura 7-e, em que se observa o preenchimento das crateras pelo sistema adesivo Adper SE Plus.

Figura 8 – Imagens representativas da interface adesiva de cada sistema adesivo (2.000X): (a) Clearfil SE Bond + laser; (b) Clearfil SE Bond + broca; (c) Adper Easy One + laser; (d) Adper Easy One + broca; (e) Adper SE Plus + laser; (f) Adper SE Plus + broca. R=Resina, A=Adesivo, D=Dentina, T=Tag, CH=Camada Híbrida.

4.3 Resultados da análise por FTIR

4.3.1 Análise dos resultados

Os espectros de absorvância foram analisados pelo programa Origin 8.0 (Microcal Origin 8.0®, OriginLab, USA). Inicialmente, os espectros tiveram o seu sinal de fundo removido e dividido em 4 principais regiões: $3750\text{--}2400\text{cm}^{-1}$; $1750\text{--}1340\text{cm}^{-1}$; $1300\text{--}1185\text{cm}^{-1}$ e $1190\text{--}800\text{cm}^{-1}$.

Após a divisão, removeu-se o sinal de fundo dos espectros utilizando a ferramenta “subtract straight line” do programa Origin 8.0. Realizando esse procedimento para todos os espécimes e para as quatro regiões, cada espectro foi normalizado pela intensidade da sua banda de fosfato posicionada em 1010cm^{-1} .

Após a normalização, fez-se a média dos 15 espectros de cada grupo experimental, que estão representadas nas Figuras 9 a 12.

Figura 9 – Bandas de absorção do fosfato, que foi utilizado como referência para normalização. Observa-se uma sobreposição das bandas de fosfato nos diferentes grupos experimentais.

Figura 10 – Espectro de absorção normalizado pelo fosfato das bandas da água e do radical C-H dos espécimes sem tratamento, desmineralizados e tratados com laser de Érbio e broca de alta rotação.

Na Figura 10 observa-se um aumento relativo da quantidade de matéria orgânica após o processo de desmineralização e uma redução da água após o tratamento tanto com broca de aço como após a irradiação com o laser de Er: YAG. Comparando a quantidade de água do grupo controle com o grupo laser, observa-se uma redução da água na dentina após o tratamento com laser.

Figura 11 – Espectros de absorção das bandas de carbonato, amida II, amida I e água.

Nota-se uma redução mais acentuada do carbonato e água após a irradiação com o laser, quando comparado com o grupo broca (Figura 11).

Figura 12 – Bandas de absorção da Amida III e bandas associadas à estrutura do colágeno. Estas bandas de absorção são muito sensíveis a ações térmicas, como o laser.

A Amida III e a estrutura do colágeno são muito sensíveis a ações térmicas, como a do laser. De acordo com a Figura 12, houve redução das bandas após a irradiação com o laser, diferente do resultado obtido com a broca, em que se observa um aumento dessas bandas após o preparo. No substrato preparado com broca, a dentina mais profunda contém mais

matéria orgânica, além de haver a presença da *smear layer*, o que explicaria o aumento dessas bandas. No substrato preparado com laser, a matéria orgânica é carbonizada pelo efeito térmico do laser, o que explicaria a redução das bandas.

Após a análise dos espectros de absorção das amostras de dentina e a análise qualitativa das alterações do tecido dentinário desmineralizado e preparado com laser e broca, selecionou-se a banda de água posicionada em 3300cm^{-1} , as bandas da matriz orgânica em 1284cm^{-1} , 1238cm^{-1} e 1203cm^{-1} e, finalmente, as bandas do carbonato posicionadas em 878cm^{-1} e 871cm^{-1} .

Observam-se na Tabela 5 os valores destas áreas para os diferentes grupos experimentais, sendo que a comparação entre os grupos broca e laser não foi realizada. A análise estatística empregada para avaliar as diferenças estatisticamente significantes dentro de cada grupo foi conduzida pelo teste *t-Student* com significância em nível de 5%.

Tabela 5. Área sob as bandas de água, matéria orgânica e carbonato da dentina após o processo de desmineralização e emprego da broca ou laser.

Preparo	Broca de aço			Laser de Er: YAG		
Dentina	Hígida	Desmine- ralizada	Preparada	Hígida	Desmine- ralizada	Preparada
COMPOSTOS						
Água	0,57±0,15a	1,34±0,48b	0,63±0,09a	0,71±0,21A	1,12±0,40B	0,64±0,14A
Amida III	0,005±0,001a	0,020±0,007b	0,009±0,003c	0,006±0,002A	0,025±0,012B	0,003±0,002C
Carbonato	0,019±0,001a	0,015±0,002b	0,016±0,002b	0,018±0,002A	0,015±0,003B	0,013±0,001C

Letras iguais na mesma linha indicam similaridade estatística.

Observa-se que após o processo de desmineralização, a água e a matéria orgânica presentes na dentina são ressaltadas, enquanto o carbonato é reduzido.

Utilizando os valores de áreas, pôde-se realizar uma avaliação mais confiável por meio da aplicação do teste estatístico nas diferenças observadas. Nota-se que, após o preparo com broca, a água e o carbonato voltam a valores similares aos observados no grupo controle, enquanto a matéria orgânica apresenta valores maiores do que os obtidos no grupo controle. Este maior valor pode ser associado a dois fatores. O primeiro seria a exposição de dentina mais profunda, mais próxima da polpa após o preparo, contendo maior porcentagem de matéria orgânica, e o outro possível fator responsável seria a permanência de tecido desmineralizado após o preparo pela broca, demonstrando a alteração sub-

superficial da dentina decorrente do processo de desmineralização e a preservação tecidual após o preparo, não havendo um sobre tratamento com remoção excessiva de tecido sadio.

No grupo irradiado observa-se após a desmineralização um processo similar ao apresentado para o grupo com broca, preservação apenas da água no tecido, redução da matéria orgânica e discreta redução do carbonato. A presença de água no tecido irradiado deve-se à permanência dos espécimes em água destilada, o que permitiu a reidratação do mesmo após o efeito térmico do laser. A matéria orgânica e o carbonato podem ser degradados devido à ação térmica do laser de Er: YAG, porém a redução de carbonato pode ter ocorrido devido à permanência de material desmineralizado, após a irradiação.

DISCUSSÃO

---

5 Discussão

A união entre sistema adesivo e estrutura dentária é avaliada pela obtenção dos valores de resistência adesiva, podendo ser mensurados por meio de diferentes ensaios mecânicos como: teste de **cisalhamento** (el-Kalla e García-Godoy, 1998; Oliveira et al., 2003; Courson et al., 2005; Dunn et al., 2005; Brulat et al., 2008; Brulat et al., 2009), **microcisalhamento** (Senawongse et al., 2004; Ishikawa et al., 2007; Carvalho et al., 2008), **tração** (Nakabayashi e Saimi, 1996; Martínez-Insua et al., 2000; Agostini et al., 2001; Souza et al., 2004; Esteves-Oliveira et al., 2007; Kameyama et al., 2009) e **microtração** (Sano et al., 1994; Fritz et al., 1997; De Munck et al., 2002; Ceballos et al., 2003; Çehreli e Akça, 2003; Manhães et al., 2005; Oliveira et al., 2005; Nakornchai et al., 2005; Sattabanasuk et al., 2006; Marquezan et al., 2007; Rocha et al., 2007; Bolanõs-Carmona, 2008; Sierpinsky et al., 2008; Osorio et al., 2010).

O teste de microtração, utilizado no presente estudo, foi inicialmente proposto por Sano et al. (1994) com o objetivo de contribuir para o aperfeiçoamento dos testes de resistência adesiva, permitindo a sua realização em substratos que mimetizam condições observadas clinicamente como as lesões cariosas, dentina esclerótica ou erosões cervicais, difíceis de serem avaliadas pelo teste de tração. Outra vantagem do ensaio de microtração é a possibilidade de mensurar a resistência adesiva em diferentes regiões do mesmo dente, em pequenas áreas da superfície dentária, assim como avaliar a degradação da interface adesiva em regiões específicas. Trata-se de um teste versátil que ampliou a possibilidade de avaliação da resistência adesiva em diferentes situações. Além disso, a resistência aos diferentes testes depende da área de superfície de união, assim, quanto menor a área testada, maior e mais fidedigno será o valor de resistência.

Neste sentido, Pashley et al. (1995) acrescentaram ainda como vantagens desse teste, a redução da ocorrência de fraturas coesivas no substrato, a possibilidade do cálculo de médias e variações em um único elemento dental, além de permitir a realização do teste em superfícies de união irregulares e facilitar o exame das fraturas por MEV, uma vez que as áreas avaliadas possuem em torno de 1 mm^2 . Como desvantagens relataram a dificuldade técnica no preparo dos espécimes, bem como a mensuração de valores de resistência abaixo de 5 MPa (Pashley et al., 1999).

Nesse estudo, o teste de microtração demonstrou que os valores de resistência adesiva foram maiores nos grupos em que o preparo da dentina foi realizado com broca de aço, em comparação com os valores obtidos nos grupos em que o preparo foi realizado com laser de Er: YAG, exceto para os Grupos 5 e 6 (Adper^{TM} SE Plus), em que não foi demonstrada diferença estatística entre eles. O Grupo 2 que associou o sistema adesivo Clearfil SE Bond ao preparo da dentina com broca de aço, foi utilizado como Grupo Controle, pois este sistema adesivo é considerado padrão ouro na categoria dos adesivos autocondicionantes de dois passos, devido à simplicidade de uso, ser clinicamente satisfatório e estável, apresentar reduzida sensibilidade técnica, composição consistente e resistência mecânica (Peumans et al., 2005; Van Meerbeek et al., 2005; Kameyama et al., 2009, Peumans et al., 2010). O Grupo Controle foi o que demonstrou o maior valor médio de resistência adesiva (42,72 MPa), apresentando diferença estatística em relação aos demais grupos, corroborando os achados na literatura que utilizaram dentes decíduos (Agostini et al., 2001; Senawongse et al., 2004; Torres et al., 2005; Nakornchai et al., 2005; Casagrande et al., 2006; Marquezan et al., 2007; Rocha et al., 2007; Osorio et al., 2010). O Clearfil SE Bond é classificado como sendo um sistema adesivo autocondicionante de agressividade “suave”, por ter pH próximo de 2, o que favorece a permanência de cristais de hidroxiapatita em torno das fibras colágenas. De acordo com o estudo realizado por Yoshida et al. (2004), existe interação química entre o monômero funcional presente em sua composição, o 10-metacriloxidecil dihidrogênio fosfato (10-MDP), e a hidroxiapatita, o que justificaria o bom desempenho do Clearfil SE Bond. Os sistemas adesivos autocondicionantes Adper SE Plus e Adper^{TM} Easy One foram selecionados para o estudo por serem produtos novos no comércio e não terem sido testados em dentes decíduos em associação ao preparo com laser. O sistema adesivo Adper^{TM} Easy One é também considerado de agressividade “suave” (pH=2,3) e apresenta-se em frasco único, reduzindo o tempo de trabalho, o que é interessante para o atendimento odontopediátrico. Esse adesivo demonstrou ter maior resistência adesiva ao substrato tratado com broca (G4 = 26,99 MPa), apresentando diferença estatística do grupo preparado com laser (G3 = 16,68 MPa). Para o Adper^{TM} SE Plus, que é um adesivo autocondicionante de dois passos de agressividade “forte” (pH<1), não houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos.

Neste sentido, Belli et al. (2010) avaliaram, entre outros sistemas adesivos, o Adper^{TM} Easy Bond (correspondente ao Adper^{TM} Easy One), o Adper^{TM} Scotchbond SE

(correspondente ao Adper^{TM} SE Plus) e o Clearfil SE Bond, por meio do teste de resistência à microtração em dentina de dentes permanentes. Os adesivos foram testados após 24 hs de imersão em água simulando pressão pulpar e um ano após a imersão. O Clearfil SE Bond não foi diferente estatisticamente do Adper^{TM} Easy Bond após 24 hs, e após 1 ano de degradação os valores não foram diferentes estatisticamente daqueles obtidos inicialmente, demonstrando estabilidade destes sistemas adesivos. O Adper^{TM} Scotchbond SE apresentou valores médios de resistência à microtração muito menores, e diferentes estatisticamente dos demais. No presente estudo, o sistema adesivo Adper^{TM} SE Plus apresentou o menor valor médio de resistência à microtração em associação com o substrato preparado com broca, embora não tenha apresentado diferença estatística significativa do Adper^{TM} Easy One.

A análise do padrão de fraturas demonstrou que houve predomínio de fraturas adesivas em todos os grupos, porém nos dois grupos que receberam o adesivo Clearfil SE Bond, houve um maior número de fraturas coesivas em relação aos demais grupos. Esta observação está de acordo com os resultados obtidos no teste de microtração, pois este foi o adesivo com melhor desempenho, demonstrando que este adesivo proporcionou uma adesão tão forte que a interface se manteve íntegra, ocorrendo fratura do material restaurador.

Existe uma discussão na literatura a respeito dos testes mecânicos chamados “micro”, em que se utilizam micro-espécimes. Há uma divergência entre alguns autores a respeito do preparo dos espécimes e da inclusão ou não de todas as fraturas na análise estatística, inclusive as falhas pré-teste. Armstrong et al. (2010) defendem que os espécimes produzidos em forma de “halteres”, com área da seção transversal circular, distribuem a força uniformemente na região da interface adesiva a ser testada, sendo mais indicados para o teste. Scherrer et al. (2010), em uma revisão crítica da literatura, verificaram que não existe diferença significativa nos valores de resistência obtidos utilizando espécimes em forma de palitos ou de haltere, e sugeriram que sejam obtidos no mínimo trinta palitos por grupo, com fraturas adesivas e mistas contendo apenas 10% de material (resina ou dentina) e que somente essas fraturas integrem a análise estatística. Sugeriram também que todos os fragmentos sejam analisados por meio de MEV. No presente estudo, os espécimes foram produzidos em forma de palitos, pois é a geometria utilizada pela maioria dos trabalhos da literatura (Scherrer, 2010). Como existe uma variabilidade muito grande nas metodologias

que utilizam os testes de microtração para avaliação da adesão, tanto Armstrong et al. (2010) quanto Scherrer et al. (2010) sugerem algumas recomendações para serem considerados no delineamento experimental e assim haver uma padronização da metodologia para favorecer a comparação entre os diferentes trabalhos científicos.

Em função da observação e análise dos padrões de fraturas de todos os espécimes por meio de lupa estereoscópica com aumento de 40X, pôde-se experienciar a grande dificuldade de se classificar os diferentes tipos de fraturas, o que nos leva a sugerir que em futuros trabalhos a serem delineados se faça a análise morfológica das fraturas por meio de MEV. A análise por meio de MEV de todos os fragmentos é bastante interessante para que se possa determinar em que aspecto o sistema adesivo falhou, se no topo ou no fundo da camada híbrida, se houve coesão no próprio sistema adesivo ou se o adesivo falhou na interface com a resina. Esta não foi a proposta do presente trabalho, porém futuros trabalhos experimentais podem ser delineados prevendo a análise morfológica dos fragmentos por meio de MEV.

A estabilidade da adesão em dentes decíduos do Clearfil SE Bond foi verificada por Marquezan et al. (2007), apresentando valores satisfatórios de resistência à microtração tanto em esmalte quanto em dentina após três meses de estocagem em água a 37°C. A influência da degradação da interface adesiva através de tratamentos envelhedores foi testada para o Clearfil SE Bond em dentes decíduos por meio do teste de microtração por Rocha et al. (2007), e foi observado que a ciclagem de pH e a combinação entre tratamentos envelhedores influenciaram negativamente na resistência adesiva deste adesivo, resultados similares aos obtidos pelo Single Bond, que é um adesivo de condicionamento ácido total.

O sistema adesivo que obteve melhor resultado para o substrato irradiado foi o Clearfil SE Bond (28,34 MPa), e foi comparável estatisticamente aos outros dois adesivos associados ao preparo com broca. Este é um achado de grande interesse para a Odontologia, pois apesar da redução do valor da resistência adesiva, o Clearfil SE Bond obteve um resultado bastante satisfatório na dentina de dente decíduo irradiada. Diferentemente dos resultados encontrados neste estudo, Flury et al. (2011) avaliaram a adesão em dentina de dentes decíduos utilizando diferentes parâmetros do laser de Er:YAG (1,75W; 3,5W; 5W e 8W) comparados com outros dois grupos, um preparado com broca diamantada de granulação 40 µm e outro preparado com polimento + broca diamantada de granulação 40

µm. A avaliação foi por meio do teste de microtração e de microscopia eletrônica de varredura (MEV), e o sistema adesivo utilizado foi o Clearfil SE Bond. Não houve diferença estatística entre os diversos grupos para a resistência adesiva a microtração. Apesar deste trabalho ter sido realizado em dente decíduo, a dentina não foi desmineralizada, o que torna difícil a comparação dos resultados do mesmo com o presente estudo, bem como os parâmetros utilizados para o laser de Er: YAG foram diferentes.

A maioria das pesquisas realizadas com testes de resistência adesiva em superfície irradiada com laser foi realizada em dentes bovinos (Oliveira et al., 2005; Kameyama et al., 2009) ou permanentes (Martínez-Inshua et al., 2000; de Souza et al., 2004; de Souza-Gabriel et al., 2006; Esteves-Oliveira et al., 2007), não permitindo a comparação direta desses resultados com os resultados obtidos neste estudo.

A adesão à dentina tratada com laser seria explicada pela retenção mecânica fornecida pela formação dos *tags* resinosos e a infiltração do adesivo resinoso nas micro-irregularidades da dentina irradiada. Os resultados da MET obtidos por Aoki et al. (1998) mostraram que a camada superficial modificada pelo laser foi composta por uma camada escamosa em que fibrilas de colágeno foram completamente degradadas e vaporizadas. Ao longo da parte basal da camada modificada por laser, as fibrilas remanescentes de colágeno desnaturado foram colabadas e mal aderidas ao substrato dentinário (Aoki et al., 1998). De acordo com Ceballos et al. (2002), a presença desta camada fusionada, em que espaços interfibrilares estão ausentes provavelmente restringiram a difusão do sistema adesivo na dentina intertubular sub-superficial, comprometendo a adesão e resultando em valores mais baixos de resistência ao cisalhamento. Isto explica os menores valores de resistência a microtração encontrados neste estudo nos grupos irradiados.

Mais estudos utilizando o sistema adesivo Clearfil SE Bond devem ser realizados avaliando a longevidade da união no substrato irradiado, associando degradação e alterações de protocolos de aplicação, pois se trata de um excelente sistema adesivo associado ao tratamento convencional e apresenta perspectiva de utilização em dentina de dentes decíduos irradiada com laser de Er: YAG, como observado no presente estudo. Adicionalmente, a longevidade necessária para as restaurações em dentes decíduos é menor comparada aos dentes permanentes, pois são dentes que possuem um tempo de vida limitado, favorecendo a utilização de determinados materiais sem prejuízo para o procedimento restaurador. O mesmo se aplica para o sistema adesivo Adper Easy One, uma

vez que este sistema adesivo apresentou uma adesão com um valor médio alto de microtração em dentes decíduos quando do tratamento convencional, tanto pela resistência de união obtida quanto pela facilidade na técnica de aplicação.

A metodologia utilizada na presente pesquisa buscou a aproximação com a clínica, realizando a indução de cárie artificial previamente aos preparos cavitários. O modelo experimental de indução de cárie proposto por Manesh et al. (2009) foi modificado, reduzindo o tempo de desmineralização de 12 para 6 dias, para que houvesse desmineralização superficial da dentina somente para permitir o preparo, sem reduzir excessivamente a espessura dentinária. Da mesma forma, buscou-se a aproximação com a clínica realizando-se os procedimentos de preparo cavitário, tanto com broca de aço em baixa rotação como a irradiação com o laser de Er: YAG com a manipulação realizada pelo próprio operador, sem a necessidade de plataformas móveis para fixação dos espécimes. Em um estudo avaliando adesão associada à irradiação com laser de Er: YAG, Aizawa et al. (2008) verificaram que não houve diferença nos valores de resistência adesiva obtidos com a irradiação realizada à mão livre ou mecanicamente uniforme com o espécime fixado em plataforma móvel. O laser de Er:YAG foi utilizado com parâmetros previamente pesquisados por estudos realizados em dentina de dentes decíduos e que foram considerados ideais para este substrato. Assim, de Oliveira Ortolan et al. (2009) analisaram a capacidade de ablação do laser de Er: YAG pela perda de massa em dentes decíduos e também verificaram por meio da análise morfológica em MEV, que a energia por pulso de 250 mJ com frequência de 3 Hz produziu ablação da dentina intertubular seletivamente mais intensa do que a da dentina peritubular, resultando em um aspecto de “túbulos protuídos”. Brandão (2009) mensurou a variação da temperatura com diferentes taxas de repetição de pulso (4, 6 e 10 Hz) utilizando a mesma energia por pulso (250 mJ), e obteve pequeno aumento de temperatura para a frequência de 4 Hz (0,064° C), com maior aquecimento para a frequência de 10 Hz. Com a frequência de 6 Hz houve uma variação de temperatura similar estatisticamente à obtida para 4 Hz, porém na análise morfológica observou-se presença de fendas e túbulos obstruídos, com mais irregularidades superficiais. Com base nos resultados dos dois trabalhos e de acordo com o ajuste de energia permitido pelo *display* do aparelho de laser de Er: YAG utilizado, modelo Twin Light (Fotona Medical Lasers, Slovenia), os parâmetros utilizados no presente estudo foram 260 mJ de energia por pulso com frequência de 3 Hz.

No presente estudo, a análise química da dentina foi realizada através da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), que identifica compostos químicos pela interação do comprimento de onda emitido entre 4000 e 400 cm^{-1} e o substrato analisado, resultando em espectros de absorção constituídos pela somatória das bandas de absorção originárias dos compostos químicos presentes no substrato. Desta forma, a análise por FTIR constitui uma ferramenta que permite estudar os substratos sem a destruição dos espécimes, o que foi de suma importância para o delineamento experimental deste estudo. Devido à possibilidade de preservação dos espécimes, os mesmos cinco espécimes foram analisados nas três etapas da pesquisa, tecido dentinário sadio; tecido desmineralizado, permitindo a observação das alterações químicas ocorridas após a indução de lesão de cárie artificial, que simula uma lesão de cárie aguda, com rápida desmineralização e após os diferentes preparos.

Os resultados obtidos por FTIR foram normalizados em relação ao fosfato, sendo que um aumento ou redução de um composto foi resultante da comparação com a banda de fosfato. Esta relação é válida para todos os resultados de FTIR que foram apresentados.

No tecido desmineralizado houve aumento da quantidade de matéria orgânica, e de água, o que é esperado, pois no processo de desmineralização há perda da matriz mineral. Observou-se também aumento das bandas das amidas I e III, correspondentes ao colágeno. Sendo assim, o conteúdo orgânico e água aumentaram em relação ao fosfato, comparados com o tecido sadio (Controle) como observado na Figura 12.

Na dentina irradiada, observou-se redução da água que não foi estatisticamente significativa (Tabela 5), sendo que, após o tratamento com broca de aço, a dentina permanece hidratada quando comparada com o tecido sadio (Figura 12). Deve-se salientar que os espécimes eram reidratados após os preparos, portanto a redução significativa de água ocorrida no tecido irradiado não foi detectada durante a análise química, demonstrando a capacidade do tecido dentinário de reidratar-se após sofrer a ação térmica do laser. As bandas de absorção da Amida III e bandas associadas à estrutura do colágeno são muito sensíveis a variações térmicas, como a causada pela ação do laser. Assim, observou-se redução significativa das bandas após a irradiação com o laser, diferente do resultado obtido com a broca, em que se observa um aumento significativo dessas bandas após o preparo, como demonstrado na figura 14. É importante notar que no substrato

preparado com broca, a dentina mais profunda contém mais matéria orgânica, além de haver a presença da *smear layer*, o que explicaria o aumento dessas bandas.

Da mesma forma, no grupo irradiado com laser, apesar da degradação da matéria orgânica pela ação térmica do laser, pôde ser constatada pela FTIR a permanência de tecido desmineralizado após o preparo. Isto significa que possivelmente o laser produziu uma degradação da matéria orgânica mais significativa do que a apresentada pelos trabalhos de FTIR.

Na dentina, a presença da matriz orgânica é fundamental para ocorrer formação da camada híbrida com o sistema adesivo. Neste trabalho, a presença de matéria orgânica diminuiu após a irradiação com o laser de Er: YAG o que está de acordo com o trabalho de Bachmann et al. (2005), que observaram que a irradiação com laser de Er:YAG e laser de Er,Cr:YSGG produz alterações na composição e conformação da matriz orgânica e da superfície da dentina, resultando em degradação parcial do colágeno, uma vez que o mesmo produz elevado aumento de temperatura na superfície irradiada. Durante a irradiação, há desnaturação do colágeno nas camadas superficiais e sub-superficiais da dentina, e considerando que o colágeno desempenha um importante papel na força de união, a adesão de compósitos à dentina irradiada com laser pode ser comprometida (Ceballos et al., 2002).

A análise morfológica por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) demonstrou a formação de uma camada híbrida espessa e densa, com *tags* curtos e regulares, no Grupo Controle. Essa morfologia corrobora o maior valor médio obtido no teste de microtração. Foi observada a formação de uma camada híbrida mais delgada, porém com presença de *tags* no grupo do Adper™ Easy One associado ao preparo com broca. Silva e Souza et al. (2010) observaram a formação de *tags* cilíndricos e curtos para o sistema adesivo autocondicionante considerado “suave”. Para o adesivo considerado fortemente agressivo, os autores encontraram a formação de *tags* longos e de forma cônica, o que está de acordo com o observado para o adesivo Adper™ SE Plus. Nos grupos irradiados com laser, as camadas híbridas mostraram-se delgadas, principalmente com os adesivos Adper™ Easy One e Adper™ SE Plus.

Os resultados morfológicos obtidos em investigações prévias por meio de análise por MEV revelaram que as características da dentina irradiada não foram favoráveis para a difusão dos monômeros através da rede de colágeno (Martínez-Insua et al., 2000; Dunn et al., 2005).

As alterações químicas decorrentes do efeito térmico do laser em associação às alterações morfológicas da superfície dentinária podem explicar os menores valores médios de resistência adesiva à microtração dos sistemas adesivos autocondicionantes Clearfil SE Bond e Adper^{TM} Easy One em dentina de dentes decíduos quando comparados com o preparo com broca de aço.

Assim, é importante salientar que a realização deste trabalho vem acrescentar dados à literatura, inexistentes até o momento, como a indicação do sistema adesivo Clearfil SE Bond para utilização em dentina de dentes decíduos desmineralizados após o preparo com laser de Er: YAG. Pode ser indicado também, a partir dos resultados encontrados neste estudo, a utilização do sistema adesivo Adper^{TM} Easy One associado ao preparo convencional. Da mesma forma, a análise por FTIR avaliando o processo que se inicia desde a dentina sadia, desmineralizada e tratada é inédita e vem colaborar sobremaneira com a literatura, principalmente quando se trata de dentes decíduos.

A adesão à superfície dentinária preparada com laser de Er: YAG, para ser satisfatória e estável, exige sistemas adesivos e protocolos de utilização que sejam capazes de se adaptar às características peculiares deste substrato e, para isso, novos estudos são necessários, tanto testando os materiais existentes como pesquisando novos materiais que sejam desenvolvidos para este substrato modificado pela irradiação com o laser.

Além disso, mais estudos utilizando dentes decíduos associando laser e sistemas adesivos autocondicionantes devem ser encorajados, principalmente estudos clínicos, pois a utilização do laser para preparos cavitários é bem aceita pelos pacientes infantis, bem como a utilização dos adesivos autocondicionantes pela facilidade técnica e redução do tempo de trabalho.

CONCLUSÃO

---

6 Conclusão

Baseado nos resultados obtidos, e dentro das limitações de um estudo *in vitro*, pode-se concluir que:

- o sistema adesivo Clearfil SE Bond apresentou os maiores valores médios no teste de resistência à microtração em dentina de dentes decíduos independentemente do preparo;
- a irradiação com laser de Er: YAG afetou adversamente a adesão dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Adper^{TM} Easy One;
- a análise química por FTIR demonstrou que a quantidade de matéria orgânica presente na dentina de dentes decíduos diminuiu de maneira significativa após a irradiação com laser de Er: YAG e aumentou com o preparo utilizando broca;
- a análise morfológica da interface adesiva por meio de MEV evidenciou uma espessa e densa camada híbrida formada pelo adesivo Clearfil SE Bond no substrato preparado com broca; a morfologia da interface adesiva apresentou diferenças entre os substratos preparados com broca e laser para os três sistemas adesivos testados.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent* 2001;23(6):481-6.
2. Aizawa K, Kameyama A, Kato J, Oda Y, Hirai Y. Influence of free-hand vs uniform irradiation on tensile bond strength in Er:YAG-lased dentin. *J Adhes Dent* 2008;10(4):295-9.
3. Aoki A, Ishikawa I, Yamada T, Otsuki M, Watanabe H, Tagami J, Ando Y, Yamamoto H. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res* 1998;77(6):1404-14.
4. Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H. Scanning Electron Microscopic analysis of diseased and healthy dental hard tissues after Er:YAG laser irradiation: in vitro study. *J Endod* 1999; 25(8):543-46.
5. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater* 2010;26(2):e50-62.
6. Bachmann L, Diebolder R, Hibst R, Zetzl DM. Changes in chemical composition and collagen structure of dentine tissue after erbium laser irradiation. *Spectrochim Acta A: Mol Biomol Spectrosc*. 2005;61(11-12):2634-9.
7. Belli R, Sartori N, Peruchi LD, Guimarães JC, Araújo E, Monteiro S Jr, Baratieri LN, Lohbauer U. Slow progression of dentin bond degradation during one-year water storage under simulated pulpal pressure. *J Dent* 2010;38(10):802-10.
8. Bolanõs-Carmona V, González-López S, Haro-Munõz C, Briones-Luján MT. Interfacial morphology and bond strength of self-etching adhesives to primary dentin with and without acid etching. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008;87(2):499-507.
9. Brandão CB. Avaliação da alteração de temperatura durante a remoção de dentina hígida e desmineralizada de dentes decíduos utilizando laser Er: YAG em diferentes frequências. [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2009.
10. Brulat N, Leforestier E, Rocca JP, Darquet-Cerretti E, Bertrand MF. Shear Bond strength of self-etching adhesive systems to Er: YAG laser-prepared dentine with and without pulpal pressure simulation. *Photomed Laser Surg* 2008;26(6):579-83.
11. Brulat N, Rocca JP, Leforestier E, Fiorucci G, Nammour S, Bertrand MF. Shear Bond strength of self-etching adhesive systems to Er: YAG laser-prepared dentin. *Laser Med Sci* 2009;24(1):53-7.

12. Carvalho RCR, Freitas PM, Otsuki M, Eduardo CP, Tagami J. Micro-shear Bond strength of Er: YAG laser-treated dentin. *Lasers Med Sci* 2008;23(2):117-124.
13. Casagrande L, de Hipólito V, de Góes MF, Barata JS, Garcia-Godoy F, de Araújo FB. Bond strength and failure patterns of adhesive restorations in primary teeth aged in the oral environment. *Am J Dent* 2006;19(5):279-82.
14. Ceballos L, Toledano M, Osorio R, Tay FR and Marshall GW. Bonding to Er-YAG-laser-treated Dentin. *J Dent Res* 2002; 81(2):119-22.
15. Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osório R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength to total-etch e self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent* 2003;31(7):469-77.
16. Çehreli ZC, Akça T. Effect of dentinal tubule orientation on the microtensile bond strength to primary dentin. *J Dent Child* 2003;70(2):139-44.
17. Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell GL. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Assoc* 1997; 128(8):1080-7.
18. Courson F, Bouter D, Ruse ND, Degrange M. Bond Strengths of nine current dentine adhesive systems to primary and permanent teeth. *J Oral Rehabil* 2005;32(4):296-303.
19. De Munck J, Van Meerbeek B, Yudhira R, Lambrechts P, Vanherle G. Micro-tensile bond strength of two adhesives to Er:YAG-lased vs. bur-cut enamel and dentin. *Eur J Oral Sci* 2002;110(4):322–9.
20. Dunn WJ, Davis JT, Bush AC. Shear bond strength and SEM evaluation of composite bonded to Er: YAG laser-prepared dentin and enamel. *Dent Mater* 2005;21(7):616-24.
21. Esteves-Oliveira M, Zezell DM, Apel C, Turbino ML, Aranha ACC, Eduardo CP, Gutknecht. Bond strength of self-etching primer to bur cut, Er,Cr: YSGG, and Er: YAG lased dental surfaces. *Photomed Laser Surg* 2007;25(5):373-80.
22. Evans DJ, Matthews S, Pitts NB, Longbottom C, Nugent ZJ. A clinical evaluation of an Erbium:YAG laser for dental cavity preparation. *Br Dent J* 2000;188(12):677-9.
23. Flury S, Koch T, Peutzfeldt A, Lussi A. Micromorphology and adhesive performance of Er:YAG laser-treated dentin of primary teeth. *Lasers Med Sci* 2011;Feb 5. [Epub ahead of print].
24. Fritz U, García-Godoy F, Finger WJ. Enamel and dentin bond strength and bonding mechanism to dentin of Gluma CPS to primary teeth. *ASDC J Dent Child* 1997;64(1):32-8.
25. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dent Clin North Am* 2000; 44(4):931-948.

26. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. measurements of the ablation rate. *Lasers Surg Med* 1989; 9(4):338-344.
27. Ishikawa A, Shimada Y, Foxton RM, Tagami J. Micro-tensile and micro-shear bond strengths of current self-etch adhesives to enamel and dentin. *Am J Dent* 2007;20(3):161-66.
28. el-Kalla IH, García-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent molars. *ASDC J Dent Child* 1998;65(3):169-76.
29. Kameyama A, Aizawa K, Kato J, Hirai Y. Tensile Bond strength of single-step self-etch adhesives to Er: YAG laser irradiated dentin. *Photomed Laser Surg* 2009;27(1):3-10
30. Keller U, Hibst R. Effects of Er:YAG laser in caries treatment: a clinical pilot study. *Laser Surg Med* 1997;20(1):32-8.
31. Kotlow LA. Lasers in pediatric dentistry. *Dent Clin N Am* 2004;48(4):889-922.
32. Liu JF, Lai YL, Shu WY, Lee SY. Acceptance and efficiency of Er:YAG Laser for cavity preparation in children. *Photomed Laser Surg* 2006;24(4):489-93.
33. Manesh SK, Darling CL, Fried D. Nondestructive assessment of dentin demineralization using polarization-sensitive optical coherence tomography after exposure to fluoride and laser irradiation. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2009;90(2):802-12.
34. Manhães L, Oliveira DC, Marques MM, Matos AB. Influence of Er:YAG laser surface treatment and primer application methods on microtensile bond strength self-etching systems. *Photomed Laser Surg* 2005;23(3):304-12.
35. Marquezan M, da Silveira BL, Burnett LH Jr, Rodrigues CR, Kramer PF. Microtensile bond strength of contemporary adhesives to primary enamel and dentin. *J Clin Pediatr Dent* 2007;32(2):127-32.
36. Marraccini TM, Bachmann L, Wigdor HA, Walsh Jr JT, Stabholtz A, Zezell DM. Morphological evaluation of enamel and dentin irradiated with 9.6µm CO₂ and 2.94 µm Er: YAG lasers. *Laser Phys Lett* 2005;2(11):551-5.
37. Marraccini TM, Bachmann L, Wigdor HA, Walsh Jr JT, Turbino ML, Stabholtz A, Zezell DM. Enamel and dentin irradiation with 9.6µm CO₂ and 2.94µm Er: YAG lasers: bond strength evaluation. *Laser Phys Lett* 2006;3(2):96-101.
38. Martínez-Insua A, Dominguez LS, Rivera FG, Santana-Penín UA. Differences in bonding to acid-etched or Er:YAG laser treated enamel and dentin surfaces. *J Prosthet Dent* 2000; 84(3):280-8.

39. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 1996;75(9):1706-15.
40. Nakornchai S, Harnirattisai C, Surarit R, Thiradilok S. Microtensile Bond strength of a total-etching versus self-etching adhesive to caries-affected and intact dentin in primary teeth. *J Am Dent Assoc* 2005;136(4):477-83.
41. Niemz, MH. *Laser-tissue interactions: fundamentals and applications*. Berlin: Springer, 2007.
42. Oliveira DC, Manhães LA, Marques MM, Matos AB. Microtensile bond strength analysis of different adhesive systems and dentin prepared with high-speed and Er:YAG Laser: a comparative study. *Photomedicine and Laser Surgery* 2005; 23(2):219-24.
43. de Oliveira Ortolan AS, Torres CP, Gomes-Silva JM, de Menezes-Oliveira MA, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Effect of erbium-doped yttrium aluminium garnet laser parameters on ablation capacity and morphology of primary dentin. *Photomed Laser Surg* 2009;27(6):885-90.
44. Osorio R, Aguilera FS, Otero PR, Romero M, Osorio E, García-Godoy F, Toledano M. Primary dentin etching time, bond strength and ultra-structure characterization of dentin surfaces. *J Dent* 2010;38(3):222-31.
45. Parkins F. Lasers in pediatric and adolescent dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44(4):821-830.
46. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995;11(2):117-25.
47. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25(5):355-72.
48. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999;1(4):299-309.
49. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21(9):864-81.
50. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dent Mater* 2010;26(12):1176-84.
51. Rocha R, Soares FZM, Rodrigues CR, Rodrigues Filho LE. Influence of aging treatments on microtensile bond strength of adhesive systems to primary dentin. *J Dent Child* 2007;74(2):109-12.

-
52. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 1994;10(4):236-40.
  53. Sakakibara Y, Ishimaru K, Asano S, Takamizu M, Kohno A. Morfological change of tooth surface irradiated by Er:YAG laser. In: *The 4th International Congress of Lasers in Dentistry*; 1994 Aug 6-10; Singapore. Bologna: Monduzzi; 1994. p. 163-6.
  54. Sakoolnamarka R, Burrow MF, Tyas MJ. Interfacial micromorphology of three adhesive systems created in caries-affected dentin. *Am J Dent* 2003;16(3):202-6.
  55. Sattabanasuk V, Burrow MF, Shimada Y, Tagami J. Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods. *Aust Dent J* 2006;51(2):162-9.
  56. Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater* 2010;26(2):e78-93.
  57. Senawongse P, Haranirattisai C, Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Operat Dent* 2004;29(2):196-202.
  58. Sierpinsky LMG, Lima DM, Candido MSM, Bagnato VS, Porto-Neto ST. Microtensile bond strength of different adhesive systems in dentin irradiated with Er: YAG laser. *Laser Phys Lett* 2008;5(7):547-51.
  59. Silva e Souza MH Jr, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PAR, Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci* 2010;18(3):207-14.
  60. de Souza AE, Corona SA, Palma-Dibb RG, Borsatto MC, Pécora JD. Influence of Er:YAG laser on tensile bond strength of a self-etching system and a flowable resin in different dentin depths. *J Dent* 2004;32(4):269-75.
  61. de Souza-Gabriel AE, Chinelatti MA, Borsatto MC, Pecora JD, Palma-Dibb RG, Corona SA. Effect of Er:YAG laser irradiation distance on superficial dentin morphology. *Am J Dent* 2006;19(4):217-21.
  62. Sulewski JG. Historical survey of laser dentistry. *Dent Clin North Am* 2000; 44(4):717-52.
  63. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17(5):296-308.
  64. Torres CP, Ciccone JC, Ramos RP, Corona SAM, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Tensile Bond strength of self-etching adhesive systems to primary dentin. *Am J Dent* 2005;18(6):327-32.

65. Van Meerbeek B, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Peumans M. A randomized controlled study evaluating the effectiveness of a two-step self-etch adhesive with and without selective phosphoric-acid etching of enamel. *Dent Mater* 2005;21(4):375-83.
66. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 2004;83(6):454-8.

ANEXO

Anexo A- APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963
14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil
Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/211/FORP

Ribeirão Preto, 08 de junho de 2009.

Senhora Professora,

Ref.: Processo nº 2009.1.502.58.8
CAAE nº 0037.0.138.000-09

A pedido da Profa. Dra. Cláudia Helena Lovato da Silva, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa, desta Faculdade, informamos que o referido Comitê em sua 98ª Sessão, realizada em 21 de maio de 2009, **aprovou o Projeto de Pesquisa:** "Microtração de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina desmineralizada de dentes decíduos irradiada com laser Er:YAG: avaliação *in vitro*".

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com o formulário preenchido pelo pesquisador responsável, o **Relatório Parcial** no dia **01 de maio de 2010** e o **Relatório Final** no dia **01 de maio de 2011**.

Atenciosamente,

Glaucete Della Rosa
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilma Sra.

Profa. Dra. MARIA CRISTINA BORSATTO

Professora Associada do Departamento de Clínica Infantil, Odontologia Preventiva e Social – FORP/USP