**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

**INFLUÊNCIA DO LASER DE ER: YAG E DA BROCA DE CERÂMICA NA
MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO AUTOCONDICIONANTE EM
DENTINA DESMINERALIZADA APÓS ENVELHECIMENTO**

CÍNTIA GUIMARÃES DE ALMEIDA

**RIBEIRÃO PRETO
2015**

CÍNTIA GUIMARÃES DE ALMEIDA

**INFLUÊNCIA DO LASER DE ER: YAG E DA BROCA DE CERÂMICA NA
MICROTRAÇÃO DE UM SISTEMA ADESIVO AUTOCONDICIONANTE EM
DENTINA DESMINERALIZADA APÓS ENVELHECIMENTO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Doutor em Ciências junto ao Programa de Odontopediatria com Área de Concentração em Odontopediatria.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto

Professora Titular da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Co-orientadora: Profa. Dra. Silmara Aparecida Milori Corona

Professora Doutora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

**RIBEIRÃO PRETO
2015**

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

Influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica na microtração de um sistema adesivo autocondicionante em dentina desmineralizada após envelhecimento, Ribeirão Preto, 2015.

52 f. : il. ; 30cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Borsatto, Maria Cristina

Co-orientadora: Corona, Silmara Aparecida Milori

1. Resistência dos materiais. 2. Adesivo dentinário. 3. Lasers. 4. Dentina 5. Cárie Dentária

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: ALMEIDA, Cíntia Guimarães de

Título: Influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica na microtração de um sistema adesivo autocondicionante em dentina desmineralizada após envelhecimento

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para a obtenção do Título de Doutora em Ciências.

Área de concentração: Odontopediatria.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DADOS CURRICULARES

CÍNTIA GUIMARÃES DE ALMEIDA

Nascimento	24/11/1973 – Bauru – SP
Filiação	Omir Abílio de Almeida 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 Monografia intitulada “Percepção da estética dental em crianças e seus responsáveis”. Orientadora: Profa. Dra. Ana Lídia Ciamponi.
2009-2011	Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria, nível de Mestrado. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FORP/USP. Dissertação intitulada “Microtração de sistemas adesivos autocondicionantes em dentina desmineralizada de dentes decíduos após preparo cavitário com laser de Er: YAG: avaliação <i>in vitro</i> ” (Bolsa FAPESP). Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto.
2011-2015	Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria, nível de Doutorado. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – FORP/USP. Tese intitulada “Influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica na microtração de um sistema adesivo autocondicionante em dentina desmineralizada após envelhecimento” (Bolsa CAPES).
2012-2013	Professora Assistente Substituta no Departamento de Clínica Infantil da 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** por tudo. Por todo o amor, o carinho, o afeto, a atenção, a dedicação, o cuidado, a proteção, a doação, por sempre estarem ao meu lado, apoiando-me em todas as etapas de minha vida e por serem meus exemplos de vida. Vocês são meus alicerces, minha força e minha luz. Amo muito vocês! Obrigada por serem pais tão maravilhosos, tão amorosos e tão presentes!

Ao **meu marido Luciano**, agradeço imensamente todo o apoio que me deu para que eu conseguisse seguir em frente. Foram tempos difíceis, de abdicação, sacrifícios, mas você foi simplesmente um companheiro maravilhoso! Essa conquista também é sua porque se eu cheguei até aqui foi por ter você ao meu lado! Muito obrigada por tanto amor, tanta compreensão, tanto carinho, tanto companheirismo e tanta paciência! Te amo muito!

*“ Eu tenho tanto pra lhe falar
Mas com palavras não sei dizer
Como é grande o meu amor por você...”*
Roberto Carlos

Ao **meus filhos Pedro e Gabriel**, luzes da minha vida, verdadeiras bênçãos que recebemos de Deus, que me fortalecem e me ensinam a ser uma pessoa melhor a cada dia! Obrigada, filhos, por vocês existirem e encherem minha vida de cor, luz e alegria! Amo vocês!

À minha irmã **Fabiana**, pelo amor, carinho, amizade e tudo o que compartilhamos ao longo de nossas vidas. Amo muito você e desejo que você seja muito feliz!

*“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

*“O valor das coisas não está no tempo que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem. Por isso
existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis, e
pessoas incomparáveis”*

Fernando Pessoa

Agradecimentos especiais

*À minha querida orientadora **Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto**, por ter me acolhido e me estendido a mão sempre que precisei. Jamais esquecerei tudo o que me ensinou, todo o carinho que me dispensou, todo o amor que me transmitiu. Você é uma pessoa maravilhosa, íntegra, profunda, e com um coração imenso. Sinto-me privilegiada de ter sido sua aluna, de ter feito esta caminhada sob sua orientação e só posso agradecer a Deus por este presente que recebi. Muito obrigada por tudo e você estará sempre em meu coração!*

*À **Profa. Dra. Silmara Aparecida Milori Corona**, obrigada por estar ao nosso lado neste projeto, trazendo conhecimento e alegria durante este convívio. Você é uma pessoa admirável, por quem tenho um imenso carinho e levarei sempre em meu coração!*

*À querida amiga **Carolina Paes Torres Mantovani**, minha gratidão por tudo! Por ser esta amiga maravilhosa, especial, sempre pronta a me ouvir e me ajudar, por me dar suporte nas horas difíceis, por ter sempre me compreendido e me estendido as mãos! Te admiro muito amiga, por ser tão humana, batalhadora e competente! Você é um presente de Deus em minha vida e espero estar ao seu lado sempre!*

*À querida amiga **Jaciara Gomes Silva**, nem tenho palavras para agradecer tudo que você fez e faz por mim! Você é uma amiga maravilhosa, especial, uma pessoa admirável, humana, solidária e agradeço a Deus por tê-la colocado em minha vida! Você sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, nos mais felizes e nos mais difíceis. Obrigada amiga, por fazer parte de minha vida!*

*À querida **Fátima Aparecida Rizóli**, pelos momentos compartilhados, companhia, alegria, amizade, incentivo e carinho. Você é uma pessoa muito querida, que sempre me apoiou e agradeço imensamente tudo o que fez por mim!*

*Ao **Prof. Dr. Rodrigo Galo** pela amizade, companhia, convivência e pelo auxílio prestado para a conclusão desta pesquisa! Obrigada por tudo!*

Agradecimentos

*À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa do atual Diretor **Prof. Dr. Valdemar Mallet da Rocha Barros** e da Vice-Diretora **Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva**, pelo acolhimento e pelo preparo nesta fase importante do aprendizado da docência.*

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

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de pesquisa concedida durante o curso de doutorado.

*À **Profa. Dra. Léa Assed Bezerra da Silva**, minha admiração por sua força e dinamismo e minha eterna gratidão pelas oportunidades oferecidas, pelos conhecimentos transmitidos, pelo privilégio da convivência e pelo apoio a esta pesquisa quando necessário. Muito obrigada por tudo!*

*Ao **Prof. Dr. Paulo Nelson Filho**, agradeço muito pelo privilégio da convivência, pelo carinho a mim dispensado e pelos conhecimentos compartilhados. Você tem minha admiração por ser um exemplo de professor e pesquisador, dedicado e competente e que não poupa esforços para transmitir seu conhecimento. Muito obrigada!*

*À **Profa. Dra. Aldevina Campos de Freitas**, minha eterna gratidão por todo o carinho a mim dispensado. Tenho muita admiração por você que, além de ser uma professora maravilhosa, com uma experiência profissional imensa, tem um coração de ouro, repleto de bondade e amor ao próximo. Só posso agradecer a Deus o privilégio de ter estado ao seu lado seguindo seus passos! Obrigada por compartilhar seus conhecimentos e ser um grande exemplo! Você é uma fonte de inspiração para mim!*

*À **Profa. Dra. Alexandra Mussolino de Queiroz**, minha gratidão pelo acolhimento, pelos ensinamentos, pelo apoio e carinho nas horas difíceis, por estar sempre pronta a ensinar e ajudar. Você é uma professora admirável e exemplar e sempre estará em meu coração!*

À **Profa. Dra. Raquel Assed Bezerra da Silva Segatto**, agradeço imensamente os ensinamentos, o carinho, o apoio, o incentivo e o privilégio da convivência. Tenho muito carinho por você! Obrigada por tudo!

À **Profa. Dra. Andiará De Rossi Daldegan**, agradeço todo o carinho a mim dispensado. Você me deu apoio sempre que precisei, e é um exemplo de professora dedicada e humana. Tenho imenso carinho e admiração por você e sempre a levarei em meu coração!

À **Profa. Dra. Kranya Victoria Serrano Díaz**, agradeço pelos ensinamentos, alegria, amizade, consideração e pelos momentos divertidos e agradáveis que compartilhamos! Obrigada por tudo!

À **Profa. Dra. Patrícia Gatón**, agradeço pelos ensinamentos e pelo apoio fundamental a esta pesquisa.

À **Profa. Dra. Regina Guenka Palma Dibb**, por estar sempre disposta a ensinar e ajudar! Obrigada pelo privilégio da convivência!

À **Profa. Dra. Mônica Serra**, pelo privilégio da convivência e por compartilhar seus conhecimentos! Muito obrigada!

À técnica **Patrícia Marchi** agradeço imensamente o precioso auxílio durante este trabalho! Você foi maravilhosa! Muito obrigada pelo carinho e sua disposição em ajudar!

À querida **Juliana Faraoni** minha gratidão pela convivência, carinho e apoio durante esta caminhada. Muito obrigada por tudo!

Ao **Reginaldo Santana da Silva**, pelo auxílio prestado que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, sempre muito atencioso e prestativo!

Ao técnico **Edson Volta** do laboratório LIPEN, pela paciência, disposição e carinho durante a execução dos testes de microtração. Muito obrigada por ter me ajudado tão prontamente!

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. Léa**

Assed Bezerra da Silva, Prof. Dr. Paulo Nelson Filho, Profa. Dra. Raquel Assed Bezerra da Silva, Profa. Dra. Aldevina Campos de Freitas, Profa. Dra. Maria Cristina Borsatto, Profa. Dra. Alexandra Mussolino de Queiroz, Profa. Dra. Andiará De Rossi, Prof. Dr. Fabrício Kitazono, Profa. Dra. Kranya Victoria Díaz Serrano, Profa. Dra. Maria da Conceição Pereira Saraiva, Profa. Dra. Bernadete Sasso Stuaní, Prof. Dr. Fábio Romano, Prof. Dr. José Tarcísio Lima Ferreira Profa. Dra. Mírian Aiko Nakane Matsumoto, obrigada pelo acolhimento, pela convivência, orientações e ensinamentos.

À querida Elaine Machado Pingueiro Okada, obrigada por me estender a mão quando precisei, pelo carinho, amizade e pela doce convivência! Agradeço muito o auxílio durante esta pesquisa!

À querida Bárbara Jarreta, obrigada pelo apoio, carinho, amizade, pela doce convivência e por todos os momentos agradáveis que compartilhamos!

Aos queridos amigos Cristina Brandão, Rodrigo Alexandre Valério, Marta Giamatei Contente, Camila Scatena, Daniel Galafassi, Talitha de Siqueira Mellara, Danielle Torres Azevedo e Driely Barreiros obrigada pela doce amizade, carinho, convivência e apoio durante esta caminhada! Vocês são pessoas muito especiais e estarão sempre em meu coração!

Às queridas amigas Késsia Suênia Fidelis de Mesquita Guimarães, Fernanda Regina Ribeiro Santos e Marina Fernandes de Sena agradeço a Deus por tê-las colocado em meu caminho! Vocês são muito especiais para mim, são verdadeiras pérolas! Mesmo distantes estarão sempre em meu coração!

Aos colegas de pós-graduação da Odontopediatria Gisele de Ângelo Leite Carbonaro Guerreiro, Maya Fernanda Manfrin Arnez, Marcela C. D. Andrucioli, Marina Fernandes de Sena, Daniela Barroso, Marília Rodrigues Moreira, Ana Zilda N. Bergamo, Silvana Aparecida Fernandes Polizeli, Mariana Alencar Nemezio, Karina Alessandra M. Grecca Pieroni, Gabriela Santin, Talitha Pereira Prates, Daniele Luca Longo, Ana Caroline Fumes, Denise de Souza Matos, Katharina Morant Holanda de Oliveira, Priscilla Coutinho Romualdo, Lidia Regina da Costa Hidalgo, Letícia Andreotti Bignardi, Danielly Cunha Araújo Ferreira, Larissa Nogueira Soares Ribeiro, Sofia Sampaio Meireles de Souza, Marina Moscardini Villela, Francine Lorencetti da Silva, Juliana Arid, Mariana de Oliveira Daltoé, Carolina Maschietto

Pucinelli, Claudia Carpio, Maria Gabriela Flores Bracho e Sara Silva de Oliveira, agradeço o carinho, apoio e a doce e agradável convivência! Levarei comigo um pedacinho de cada uma de vocês!

À querida **Micheli Cristina Leite Rovanholo**, obrigada por ser sempre tão carinhosa, atenciosa, paciente e estar sempre disposta a ajudar! Você é uma pessoa muito especial para mim!

Aos queridos **Filomena Leli Placciti e Matheus Morelli Zanela**, por serem tão atenciosos, prestativos e estarem sempre dispostos a ajudar! Muito obrigada pelo carinho e apoio durante esta caminhada! Vocês são demais!

À querida **Benedita Viana**, pessoa adorável, que me acompanhou nesta trajetória me apoiando e me incentivando! Sempre alegre, divertida e com palavras de motivação! Obrigada por tanto carinho, e saiba que você sempre estará em meu coração!

À funcionária **Renata Aparecida Fernandes Rodrigues**, agradeço toda a colaboração, apoio, carinho e atenção! Obrigada pela convivência e por estar sempre disposta a ajudar!

Ao **Francisco Wanderley Garcia de Paula e Silva**, exemplo de profissional competente e dedicado, por quem tenho muita admiração, obrigada pela convivência e ensinamentos!

À **Marília Pacífico Lucisano**, agradeço o carinho, o apoio, a doçura com que sempre me tratou e a agradável convivência durante esta trajetória!

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

Aos funcionários **Fátima Aparecida Jacinto Daniel, Carmo Eurípedes Terra Barreto, Marco Antônio dos Santos, Nilza Letícia Magalhães, Karina Dadalt Quaglio, Vera Ribeiro do Nascimento, José Aparecido Neves Nascimento** minha gratidão por serem tão prestativos e estarem sempre dispostos a ajudar.

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

RESUMO

ALMEIDA, CG. **Influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica na microtração de um sistema adesivo autocondicionante em dentina desmineralizada após envelhecimento**. 52 f. [Tese de Doutorado]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2015.

Este estudo avaliou a influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica em baixa rotação na adesão de um sistema adesivo autocondicionante na dentina desmineralizada após envelhecimento. Oitenta terceiros molares humanos hígidos tiveram suas raízes e seus terços oclusais seccionados. As câmaras pulpares foram preenchidas com resina composta e a dentina foi desgastada com lixas de granulação decrescente para padronização da smear layer. Os espécimes foram isolados com esmalte cosmético ácido resistente para a indução de cárie artificial. Após 28 dias de ciclagem de pH, os espécimes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos, de acordo com o método de remoção do tecido cariado: (WR) sem remoção, (L) Laser de Er: YAG, (B) Broca Carbide em turbina de baixa rotação, (C) Broca de Cerâmica em turbina de baixa rotação. Após a remoção do tecido cariado, os espécimes foram restaurados com o adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond e restaurados com resina composta Filtek Z 350. Os espécimes permaneceram em estufa a 37°C durante 24 horas e então foram seccionados para produzir palitos com área de secção transversal de 1 mm². Cada grupo foi dividido em dois grupos antes do envelhecimento – (NA) sem envelhecimento e (H) imersão em hipoclorito de sódio 10% por três horas – compondo oito grupos (n = 10) – WRNA, LNA, BNA, CNA, WH, LH, BH e CH. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração em máquina universal de testes com velocidade de 0.5 mm/min (MPa). A classificação dos padrões de fratura foi realizada com lupa estereoscópica com aumento de 90 X. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis 5% demonstrou significância estatística para a interação entre os fatores analisados (remoção do tecido cariado e envelhecimento). O teste complementar de Mann-Whitney 5%, demonstrou que os maiores valores de resistência adesiva foram observados quando o tecido cariado foi removido com o método convencional utilizando a turbina de baixa rotação, tanto para a broca carbide (BNA) como para a broca de cerâmica (CNA) sem envelhecimento, que foram diferentes estatisticamente dos demais grupos. Após

o envelhecimento, a broca de cerâmica (CH) obteve o melhor resultado e foi estatisticamente similar à broca carbide (BH). O grupo BH foi estatisticamente similar ao laser de Er:YAG, com (LH) ou sem (LNA) envelhecimento, e ao tecido desmineralizado com envelhecimento (WRH) que foram os menores valores obtidos. A broca de cerâmica em turbina de baixa rotação influenciou negativamente a resistência adesiva do adesivo autocondicionante após envelhecimento e o laser de Er: YAG influenciou negativamente a resistência do adesivo autocondicionante em ambas as condições testadas.

Palavras chave: Resistência dos materiais, adesivo dentinário, lasers, dentina, cárie dentária.

ABSTRACT

ALMEIDA, CG. **Influence of Er: YAG laser and ceramic bur on the micro-tensile bond strength of a self-etch adhesive system in demineralized dentin after aging.** 52 f. [Tese de Doutorado]. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2015.

The purpose of this study was to evaluate the influence of Er: YAG laser and conventional method of caries removal employing ceramic bur on the bond strength of a self-etching system in demineralized dentin after aging. Eighty recently extracted non-carious human third molars were cut and ground to expose a flat dentin surface. Each tooth was submitted to pH cycles to produce artificial caries affected dentin. The specimens were divided according to the method of caries removal: (WR) without removal, (L) Er: YAG laser, (B) Carbide bur at low speed, (C) Ceramic bur at low speed. After that, the specimens were restored with a self-etch adhesive system (Clearfil SE Bond) and composite resin (Filtek Z 350). The restored teeth were stored in distilled water at 37°C for 24 hours and thereafter-sectioned perpendicular to the bonded interface with a refrigerated low-speed diamond disc to produce sticks 1 mm² cross-sectional area. Then, each group was divided into two groups before aging in 10% sodium hypochloride (n = 10): NA (No aging) – WRNA, LNA, BNA, CAN and H (immersion in 10% sodium hypochloride for 3 hours) – WRH, LH, BH, CH. The microtensile bond strength (microTBS) test was performed in a universal test machine with a crosshead speed of 0.5 mm/minute. Bond strengths were calculated in MPa and analyzed by Kruskal-Wallis and Mann-Whitney at a 0.05 level of significance. Failure patterns were examined with a stereomicroscope. The results showed that there were statistical significance for the interaction between the factors analyzed (removal of decayed tissue and aging). The highest bond strength values were observed for both ceramic bur (CNA) and carbide bur (BNA) without aging, which were statistically different from the other groups. After aging, the ceramic bur (CH) and carbide bur (BH) were statistically similar and showed the highest μ TBS values. Ceramic bur at low speed seemed to be a conservative alternative for the removal of carious tissue and more studies are necessary to establish a more favorable bond strength over time using self-etch adhesive systems.

Key Words: Materials strength, dentin caries, lasers, caries-excavation, dentin adhesive.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Descrição dos grupos experimentais	33
Tabela 2 –	Média da resistência à microtração (DP) da dentina desmineralizada após remoção do tecido cariado com laser de Er: YAG ou turbina de baixa rotação após o envelhecimento (MPa)	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Imagens demonstrando o preparo dos espécimes	29
Figura 2 –	Ciclagem de pH	30
Figura 3 –	Remoção do tecido cariado	31
Figura 4 –	Confecção dos palitos	32
Figura 5 –	Ensaio de resistência à microtração	34

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 –	Porcentagem dos padrões de fraturas para os espécimes estudados	37
--------------------	--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

Laser	Ligth amplification by stimulated emission of radiation
Er:YAG	Laser de Erbium dopado com Yttrium Aluminium Garnet
μm	Micrometro
mJ	Milijoule
Hz	Hertz
MPa	Megapascal
%	Por cento
°C	Graus Celcius
mm	milímetro
pH	Potencial Hidrogênico
mM	Milimolar
CaCl₂	Cloreto de cálcio
NaH₂PO₄	Fosfato monossódico
mL	Mililitro
KCl	Cloreto de potássio
mL/min	Mililitro por minuto
μs	Microsegundo
J	Joule
W	Watt
mm²	Milímetro quadrado
NaOCl	Hipoclorito de sódio
mm/min	Milímetro por minuto
Kgf	Quilograma-força
DP	Desvio-padrão
10 – MDP	10-metacriloxidecil dihidrogênio fosfato

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
PROPOSIÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	28
Delineamento Experimental	28
Aspectos Éticos.....	28
Amostra	28
Preparo dos espécimes	29
Indução da lesão de cárie artificial	30
Remoção do tecido cariado	30
Aplicação do sistema adesivo e restauração dos espécimes	32
Confecção dos palitos	32
Envelhecimento da interface adesiva	32
Ensaio de microtração.....	33
Análise dos dados.....	34
Análise do padrão de fratura em lupa estereoscópica	34
RESULTADOS	36
DISCUSSÃO	39
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO	50

Introdução

INTRODUÇÃO

A manutenção da dentina afetada por cárie e o desenvolvimento de preparos cavitários minimamente invasivos, visam preservar o máximo de estrutura dentária sadia (Massler, 1967; Tyas et al., 2000; Sattabanasuk, 2006). A dentina infectada por cárie, desnaturada e contaminada deve ser completamente removida da parede pulpar da cavidade, deixando a dentina afetada por cárie, a qual pode ser remineralizada em dentes vitais após a restauração (Massler, 1967; Kidd, 2004; Sattabanasuk et al., 2006; Momoi et al., 2012; Joves et al., 2013). Portanto, a dentina afetada por cárie é predominantemente o substrato clínico para adesão na maioria dos preparos cavitários (Joves et al., 2013). As paredes circundantes devem ser completamente limpas, expondo tecido hígido, para assegurar adesão e selamento da cavidade satisfatórios. As margens da cavidade bem seladas irão determinar o sucesso das restaurações adesivas a longo prazo, especialmente em relação à paralisação da lesão de cárie (Mertz-Fairhurst et al., 1998).

Diferentes métodos são utilizados clinicamente para remover a dentina infectada, tais como escavação com base na cor e dureza dentinárias (Pugash et al., 2009; Joves et al., 2013), emprego de corantes para posterior utilização de brocas, agentes químicos e laser de Er:YAG (Fusayama, 1988; Itoh et al., 2009; Pugash et al., 2009; Neves et al., 2011). O método convencional de remoção da lesão de cárie envolve a utilização de broca de aço ou carbide montadas em turbina de baixa rotação. Embora sejam muito eficientes em relação ao tempo de trabalho (Banerjee et al., 2000), a decisão de quando parar a remoção do tecido cariado utilizando essas brocas é muito subjetiva, e basicamente depende do conhecimento e da experiência clínica do operador (Banerjee et al., 2000; Banerjee et al., 2010; Neves et al., 2011).

O método convencional também pode ser utilizado empregando brocas de cerâmica, que apresentam base de alumina com zircônia estabilizada. São consideradas autolimitantes durante a remoção do tecido cariado. O potencial minimamente invasivo foi observado, uma vez que as cavidades produzidas utilizando a broca de cerâmica foram próximas das medidas realizadas para obtenção do tamanho real da cavidade, porém a eficiência de remoção do tecido cariado foi comprometida segundo os autores, porque esta broca permitiu a permanência de uma quantidade maior de tecido cariado do que seria o ideal (Neves *et al.*,

2011). Contudo, um treinamento para sua utilização, aplicando a pressão adequada poderia aumentar sua efetividade de remoção de tecido cariado (Neves et al., 2011).

A remoção de cárie utilizando o laser de Er: YAG tem sido utilizada por ser um método com menor sensibilidade (Keller e Hibst, 1997; Cozean et al., 1997; Evans et al., 2000), menor desconforto, alta aceitabilidade do paciente (Kotlow, 2004; Liu et al., 2006), redução do estresse e da fadiga do profissional (Sulewski, 2000), aumento da resistência à desmineralização do esmalte (Mathew et al., 2013) e maior preservação dos tecidos dentários durante o preparo cavitário (Hibst e Keller, 1989; Gimbel, 2000; Keller e Hibst, 1997; Neves et al., 2011). 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. A remoção seletiva da lesão de cárie pode ser favorecida devido à afinidade do laser de Er: YAG pelas moléculas de água, e o tecido altamente desorganizado possui maior conteúdo de água em relação ao tecido sadio.

Para que os procedimentos restauradores em dentina afetada por cárie com sistemas adesivos autocondicionantes sejam validados para sua utilização na prática clínica, o efeito da degradação da interface adesiva ao longo do tempo deve ser avaliado. O presente estudo foi elaborado com base na escassez de estudos avaliando a força de adesão em longo prazo aos tecidos dentários desmineralizados utilizando diferentes métodos de remoção de tecido cariado, e das controvérsias existentes em relação aos sistemas adesivos a serem utilizados nestes substratos modificados pela irradiação laser e pela broca de cerâmica.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do laser de Er:YAG e do método convencional empregando broca de cerâmica na adesão de um sistema autocondicionante na dentina desmineralizada após envelhecimento.

Proposição

PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi:

- Avaliar *in vitro* a influência do laser de Er: YAG e da broca de cerâmica montada em turbina de baixa rotação na adesão de um sistema adesivo autocondicionante na dentina desmineralizada após envelhecimento, por meio da análise da resistência adesiva.

Material e Métodos

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

Os fatores em estudo foram o **método de remoção de tecido cariado** em quatro níveis: (WR) Sem remoção; (L) Laser de Er: YAG (250 mJ, 4 Hz, modo focado); (B) Broca Carbide (Microdont, São Paulo, Brasil) em turbina de baixa rotação; (C) Broca de cerâmica (*Cerabur*, Komet Dental, Lemgo, Germany) em turbina de baixa rotação e **envelhecimento da interface adesiva** em dois níveis: (NA) Sem envelhecimento (24 horas de armazenamento em água destilada a 37°C) e (H) Com envelhecimento - Imersão em hipoclorito de sódio a 10% durante 3 horas (Toledano et al., 2012). A dentina foi submetida a um protocolo de desmineralização para indução de lesão de cárie artificial (Marquezan et al., 2009).

A amostra do experimento foi composta de 80 fragmentos de dentina divididos aleatoriamente em 8 grupos. Foi utilizado o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray CO. LTD., Umeda, Osaka, Japan). A variável de resposta quantitativa foi a análise da resistência adesiva por meio de microtração (MPa)

Aspectos éticos

O presente estudo foi submetido à apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo/ Plataforma Brasil, obtendo parecer favorável, CAAE 24318813200005419 (Anexo), e após sua aprovação os dentes utilizados na pesquisa foram cedidos pelo Biobanco de Dentes Humanos da FORP/USP.

Amostra

Oitenta terceiros molares hígidos recém-extraídos foram selecionados, limpos com o auxílio de cureta periodontal e receberam profilaxia com pedra pomes e água, utilizando escovas de Robinson em turbina de baixa rotação (KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Santa Catarina, Brasil). Os dentes foram examinados com lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha) com aumento de 10 X, 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 por um período de 48 horas para a desinfecção e foram lavados em água corrente por 24 horas.

Preparo dos espécimes

Os dentes foram seccionados para remoção das raízes e dos terços oclusais com disco diamantado (Struers A/S, Dinamarca) refrigerado com água em cortadeira metalográfica (Minitom, Struers A/S, Dinamarca). As câmaras pulpares foram preenchidas com resina composta e as superfícies dentinárias desgastadas com lixas d'água de granulação #400, #600 e #1200 em uma politriz (Aropol 2V, Arotec Indústria e Comércio, São Paulo, Brasil) para total remoção do esmalte remanescente e padronização da smear layer (Figura 1). Após este procedimento, as superfícies dentinárias foram avaliadas em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha), com aumento de 40 X para assegurar que o esmalte foi totalmente removido. Finalizando esta etapa, os dentes permaneceram em água deionizada a 4°C durante 24 horas.

Figura 1 – Imagens demonstrando o preparo dos espécimes: (a) terceiro molar hígido, (b) profilaxia com pedra pomes e escova Robinson em baixa rotação, (c) corte da raiz e (d) da superfície oclusal, (e, f) acréscimo de resina composta na região de câmara pulpar, (g, h) politriz utilizada para o desgaste, (i) aspecto do dente após o desgaste.

Indução da Lesão de Cárie Artificial

Para a indução da lesão de cárie artificial, os espécimes foram isolados com esmalte cosmético ácido resistente deixando exposta uma área aproximada de 5 mm X 6 mm da superfície dentinária para serem submetidos a um protocolo de ciclagem de pH (Marquezan et al., 2009). Os espécimes foram imersos individualmente em 10 mL de solução desmineralizante composta por 2,2 mM CaCl_2 , 2,2 mM NaH_2PO_4 , 50 mM de ácido acético (pH 4,8) durante 8 horas. A seguir, foram lavados em água destilada, secos e imersos em 10 mL de solução remineralizante composta por 1,5 mM CaCl_2 , 0,9 mM NaH_2PO_4 , 0,15 M KCl (pH 7,0) durante 16 horas. Os espécimes permaneceram em temperatura ambiente durante 28 dias de ciclos, com trocas diárias das soluções (Figura 2).

Figura 2 – Ciclagem de pH: (a) o espécime isolado com esmalte ácido resistente, delimitando a área de dentina exposta e (b) o espécime fixado em cera em frasco utilizado para a ciclagem de pH.

Remoção do tecido cariado

Os espécimes foram divididos em quatro grupos de acordo com o método de remoção do tecido cariado: (WR) Sem remoção; (L) Laser de Er: YAG (250 mJ, 4 Hz, modo focado); (B) Broca Carbide (Microdont, São Paulo, Brasil) em turbina de baixa rotação; (C) Broca de cerâmica (*Cerabur*, Komet Dental, Lemgo, Germany) em turbina de baixa rotação.

Para os espécimes do grupo WR, não houve remoção de tecido cariado.

No grupo L, os espécimes foram irradiados com o laser de Er:YAG (Fidelis Er III, Fotona, Ljubljana, SLOVENIA), com a caneta R02, no modo não contato, energia por pulso de 250 mJ,

frequência de 4 Hz, distância focal de 7 mm, com diâmetro do spot de 0,9 mm e fluxo de água e de ar 6 mL/min, comprimento de onda de 2,94 μ m, operado no regime de microssegundos (SP), com duração de pulso de 300 μ s, energia máxima por pulso de 1,5 J. A irradiação da dentina desmineralizada foi auxiliada por um feixe guia direcionando a emissão do laser de Er:YAG na área a ser irradiada aplicado em toda a área exposta de dentina. A potência de 1 W foi mensurada por meio de um medidor de potência (FieldMax II-TOP, Coherent Inc., Santa Clara, USA).

No grupo B a remoção do tecido cariado foi realizada com broca carbide esférica (Microdont, São Paulo, Brasil) montada em turbina de baixa rotação (KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Joinvile, SC, Brasil), sendo substituída a cada três preparos.

No grupo C o tecido cariado foi removido com a broca de cerâmica (CeraBur - Komet Dental, Lemgo, Alemanha) montada em turbina de baixa rotação (KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Joinvile, SC, Brasil), sendo substituída a cada três preparos.

Tanto a caneta do laser quanto a turbina de baixa rotação foram fixadas em um dispositivo que permite a programação automática da varredura do espécime de maneira padronizada (Figura 3). A área e o tempo de irradiação e de utilização das brocas foram definidos em estudo piloto.

Figura 3 – Remoção do tecido cariado: (a) máquina de varredura (b) laser de Er: YAG (Fidelis Er III, Fotona, Ljubljana, SLOVENIA), (c) broca carbide e (d) broca de cerâmica em turbina de baixa rotação.

Aplicação do sistema adesivo e restauração dos espécimes

Sobre as superfícies preparadas foi aplicado o sistema adesivo autocondicionante de dois frascos Clearfil SE Bond (Kuraray CO. LTD., Umeda, Osaka Japão), de acordo com protocolo estabelecido pelo fabricante, e a seguir os dentes foram restaurados com resina composta Z350 XT cor A2B (3M Dental Products, St. Paul, MN, EUA), sendo confeccionado um platô de resina com 4 mm de altura, aplicado em 4 incrementos de 1 mm cada, e fotopolimerizados (Fotopolimerizador Ultralux, Dabi Atlante S/A Ind. Médico Odontológicas, Ribeirão Preto, SP, Brasil) durante 20 segundos após cada inserção de modo contínuo.

Confecção dos palitos

Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e após este período dez dentes de cada grupo foram cortados para obter palitos com área de secção transversal de aproximadamente 1 mm², empregando uma cortadeira metalográfica (Minitom, Struers, Dinamarca) e disco diamantado série 15LC de 0,3 mm de espessura (Struers A/S, Copenhagen, Dinamarca), sob refrigeração. A seguir, os palitos foram submetidos ao envelhecimento da interface adesiva (Figura 4).

Figura 4— Confecção dos palitos: (a, b, c) espécime posicionado na máquina de corte para secção dos palitos.

Envelhecimento da interface adesiva

Os quatro grupos (WR, L, B, C) foram divididos em dois subgrupos (n = 10), de acordo com o tempo de envelhecimento da interface adesiva.

NA – Os espécimes não foram submetidos à técnica de envelhecimento.

H – Imersão em hipoclorito de sódio a 10% (Neon Comercial Ltda., São Paulo, Brasil) durante três horas, seguido de lavagem em água destilada durante uma hora.

Os grupos experimentais estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos grupos experimentais

Método de Remoção de tecido cariado	Sem envelhecimento (NA)	Com envelhecimento Imersão em NaOCl 10% (H)
Sem Remoção (WR)	WRNA	WRH
Laser de Er: YAG (L)	LNA	LH
Turbina de baixa rotação Broca carbide (B)	BNA	BH
Turbina de baixa rotação Broca de cerâmica – <i>CeraBur</i> (C)	CNA	CH

Ensaio de microtração

A medição da área transversal de cada palito foi realizada com um paquímetro digital (Mitutoyo, Tokyo, Japão). Os espécimes foram fixados pelas suas extremidades em garras para teste de microtração (modelo Geraldeli) por meio de um adesivo à base de cianocrilato (Loctite Super Bonder Power Flex Gel Control, Henkel LTDA., São Paulo, Brasil) acopladas em dispositivo para ensaio de Microtração, Modelo OD04 – Plus (Odeme Equipamentos Médicos e Odontológicos LTDA., Luzerna, Santa Catarina, Brasil) fixado na Máquina de Ensaio Universal (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais, PR, Brasil). O teste foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min, utilizando uma célula de carga de 50 Kgf (Figura 5). Os valores finais de resistência adesiva foram expressos em MPa (megapascal), calculados pelo programa de acordo com as áreas das secções transversais dos palitos. As falhas pré-teste ocorridas nos palitos selecionados foram consideradas com valor de resistência igual a zero e foram incluídas na análise estatística.

Figura 5 – Ensaio de resistência à microtração: (a) palitos apresentando aproximadamente 1 mm² de área transversal; (b) medição realizada com paquímetro digital; (c, d, e) corpo de prova colado na garra para teste de microtração e posicionado na máquina de ensaio universal para a realização do teste e (f) palito rompido após o teste.

Análise dos dados

Os dados foram avaliados pelos testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk e em ambos os testes a amostra não apresentou distribuição normal. Assim, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e teste paramétrico complementar de Mann-Whitney, ao nível de significância de 5%.

Análise do padrão de fratura em lupa estereoscópica

Para avaliar os padrões de fratura após o teste de resistência adesiva, os fragmentos foram analisados em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha) com aumento de 90 X. As fraturas foram classificadas em *fratura adesiva* (rompimento nas interfaces dentina/adesivo ou adesivo/resina); *fratura coesiva em dentina* (rompimento da estrutura dentinária); *fratura coesiva em resina* (rompimento da resina) e *fratura mista* (presença de porções de dentina ou resina na superfície de fratura).

Resultados

RESULTADOS

Na tabela 2 estão apresentados os valores médios da resistência à microtração da dentina desmineralizada após remoção de tecido cariado com laser de Er: YAG ou com turbina de baixa rotação após o envelhecimento em hipoclorito de sódio.

Tabela 2 – Média da resistência à microtração (Desvio Padrão) da dentina desmineralizada após remoção do tecido cariado com laser de Er: YAG ou turbina de baixa rotação após o envelhecimento (MPa).

<i>Método de Remoção do tecido cariado</i>	<i>Sem envelhecimento(NA)</i>	<i>Com envelhecimento (H)</i>
Sem Remoção (WR)	20,45 (9,24) Aa	1,35 (2,08) Ba
Laser de Er: YAG (L)	3,54 (2,29) Ab	1,65 (2,58) Aa
Turbina de baixa rotação Broca Carbide (B)	31,84 (13,25) Ac	5,82 (5,35) Bab
Turbina de baixa rotação CeraBur (C)	32,51 (8,46) Ac	11,09 (4,05) Bb

Letras maiúsculas representam diferenças entre colunas (sem x com envelhecimento)

Letras minúsculas representam diferenças entre linhas (métodos de remoção do tecido cariado)

O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (significância de 5%) demonstrou alta significância estatística para a interação entre os fatores analisados (remoção do tecido cariado e envelhecimento).

O teste complementar de Mann-Whitney (significância de 5%), demonstrou que os maiores valores de resistência adesiva foram observados quando o tecido cariado foi removido com o método convencional utilizando a turbina de baixa rotação, tanto para a broca carbide (BNA) como para a broca de cerâmica (CNA) sem envelhecimento, que foram diferentes estatisticamente dos demais grupos, seguidos pelo grupo de dentina desmineralizada sem envelhecimento (WRNA), que foi diferente de todos os demais grupos. Dentro do método convencional, os valores de resistência adesiva para remoção com broca de cerâmica (CH) e com broca carbide (BH) após envelhecimento foram iguais estatisticamente, contudo a broca carbide após envelhecimento (BH) foi igual estatisticamente ao laser de Er:YAG, com (LH) ou sem (LNA) envelhecimento, e ao tecido desmineralizado com envelhecimento (WRH).

De acordo com a avaliação e classificação dos padrões de fratura obtidos para os diferentes grupos, observou-se predomínio de fraturas coesivas em resina nos grupos WRNA, CNA e BNA. As fraturas coesivas em dentina predominaram nos grupos WRH e LH. As fraturas mistas predominaram nos grupos CH, BH e LNA. Os valores percentuais dos padrões de fratura estão representados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Porcentagem dos padrões de fraturas para os espécimes estudados

Discussão

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que os maiores valores de resistência adesiva foram observados quando o tecido cariado foi removido com o método convencional utilizando a turbina de baixa rotação, tanto para a broca carbide (BNA) como para a broca de cerâmica (CNA) sem envelhecimento. A permanência de tecido desmineralizado não impediu a obtenção de resistência adesiva inicial satisfatória, corroborando o estudo de Neves et al., 2011, que também obtiveram bons valores de resistência adesiva para ambos os tipos de brocas, embora tenham sido mais baixos do que os valores obtidos para dentina sadia.

No estudo de Neves et al., 2011, observou-se uma espessa zona rica em colágeno na interface adesiva, resultante da infiltração incompleta do sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond) durante a hibridização do substrato, quando o tecido cariado foi removido com a broca de cerâmica. No presente estudo também foi utilizado o sistema adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil SE Bond, considerado “padrão ouro”, extensamente pesquisado e que exhibe resultados satisfatórios *in vitro* e efetividade clínica em dentina (Neves et al., 2011). Este sistema adesivo possui a combinação de retenções micro mecânicas e capacidade de adesão química devido à presença do monômero funcional 10-MDP (Yoshida et al., 2004; Joves et al., 2013), melhorando seu desempenho a curto e longo prazo. A interação do monômero 10-MDP é maior em dentina sadia, pois este monômero apresenta ligações fortes com a hidroxiapatita (Yoshida et al., 2004; Joves et al., 2013). No estudo de Joves et al., 2013, houve redução da resistência de união de adesivos autocondicionantes, quando comparou-se a dentina sadia com dentina afetada por cárie, tanto natural quanto artificial.

De acordo com Neves et al., 2011, a presença de colágeno desprotegido pode interferir negativamente na resistência adesiva a longo prazo, uma vez que a qualidade da camada híbrida em dentina afetada por cárie é questionável (Nakajima et al., 2005).

No presente estudo, os valores obtidos pelas brocas carbide e cerâmica em turbina de baixa rotação após o envelhecimento demonstraram que esta fragilidade da interface adesiva em dentina desmineralizada pode ter contribuído para a redução significativa dos valores de resistência adesiva nesses grupos. O valor de resistência adesiva obtido para a broca de cerâmica após o envelhecimento foi o maior valor entre os grupos envelhecidos, embora também tenha sido igual estatisticamente ao valor obtido pela broca carbide. A broca de

cerâmica é considerada autolimitante, preservando a estrutura dentária sadia e mantendo a dentina desmineralizada passível de remineralização, constituindo uma alternativa conservadora para a realização de remoção seletiva do tecido cariado (Neves et al., 2011).

De acordo com a revisão de literatura de Nakajima et al., 2011, em que foram comparados diversos estudos sobre adesão tanto em dentina sadia como em dentina afetada por cárie, observou-se que a adesão em dentina afetada por cárie produz valores de resistência adesiva menores do que em dentina sadia, independentemente do tipo de sistema adesivo. Alguns estudos demonstraram que as fraturas coesivas em dentina aumentam quando a adesão é realizada em dentina afetada por cárie (Yoshiyama et al., 2002; Ceballos et al., 2003; Say et al., 2005; Nakajima et al., 2011). A redução na força coesiva da dentina afetada por cárie seria uma das razões para obtenção de valores de resistência de união menores em comparação com dentina sadia. (Yoshiyama et al., 2002; Nakajima et al., 2011). As mudanças nas características químicas e morfológicas de dentina afetada por cárie poderiam justificar a resistência de união inferior. As camadas híbridas formadas na dentina afetada por cárie são mais espessas do que as da dentina sadia, porque a dentina afetada é mais susceptível ao condicionamento ácido, devido à desmineralização parcial, resultando na formação de uma zona mais profunda desmineralizada (Nakajima et al., 1999; Yoshiyama et al., 2002; Doi et al., 2004; Nakajima et al., 2005; Erhardt et al., 2008; Nakajima et al., 2011).

A broca carbide após envelhecimento (BH) foi igual estatisticamente ao laser de Er:YAG, com (LH) ou sem (LNA) envelhecimento, e ao tecido desmineralizado com envelhecimento (WRH). O laser apresentou os menores valores de resistência de união no presente estudo, não concordando com alguns estudos utilizando o laser de Er: YAG para remoção de tecido cariado, que obtiveram valores iniciais de resistência adesiva bastante satisfatórios (Sattabanasuk et al., 2006; Neves et al., 2011). O laser de Er: YAG emite um comprimento de onda de 2,94 μm , que é bem absorvido pela água, mas também é absorvido pela hidroxiapatita (Hibst e Keller, 1989; Keller e Hibst, 1989). A aplicação do laser Er: YAG provoca a vaporização da água, levando à expansão volumétrica e ablação dos tecidos dentários mineralizados. O processo de ablação é consequência de uma interação termomecânica entre a irradiação laser e os tecidos dentários mineralizados e produz uma superfície muito irregular, livre de smear layer e com uma dentina peritubular mais proeminente do que a dentina intertubular (Van Meerbeek et al., 2003; Carvalho et al., 2005).

Estudos têm demonstrado que o laser de Er: YAG pode desnaturar componentes orgânicos da dentina intertubular na subsuperfície, o que não favoreceria a adesão (Ishisaka et al., 2002). No presente estudo, a hibridização do tecido dentinário parece ter sido insatisfatória, visto que a resistência de união inicial foi muito baixa. De acordo com a metodologia empregada e considerando as limitações deste estudo, a remoção do tecido cariado com laser mantendo tecido desmineralizado, associado ao adesivo autocondicionante, resultou no insucesso deste procedimento.

A dentina afetada por cárie é muito diferente da dentina sadia, em suas características morfológicas, físicas e químicas. Clinicamente, a resina composta é aderida em uma cavidade preparada após a remoção da dentina infectada, em que geralmente o assoalho da cavidade consiste de dentina afetada por cárie, com menor eficácia de adesão (Nakajima et al., 2011). A fraqueza intrínseca da dentina afetada por cárie pode não ser um problema clínico, se houver dentina e/ou esmalte normal nas paredes circundantes, que garantirão maior resistência de união aos sistemas adesivos (Yoshiyama et al., 2002; Nakajima et al., 2011). No entanto, considerando que a adesão no assoalho da cavidade é fortemente influenciada pela contração de polimerização da resina composta, baixa resistência de união na dentina afetada por cárie causaria maior degradação da interface adesiva no assoalho da cavidade restaurada (Nakajima et al., 2011). Além disso, quando exposta a interface adesiva da dentina afetada ao ambiente bucal, a qualidade insatisfatória da camada híbrida da dentina afetada comprometeria a longevidade da restauração de compósito devido à hidrólise das resinas e fibras colágenas (Nakajima et al., 2011).

Erhardt et al., 2007, avaliaram a longevidade da resistência adesiva tanto em dentina sadia como em dentina afetada por cárie, e observaram que as características do substrato tem impacto na adesão. Todos os sistemas adesivos testados por estes autores, incluindo sistemas adesivos autocondicionantes, exibiram maiores valores de resistência adesiva para a dentina sadia, em comparação com a dentina afetada por cárie. Após a degradação dos espécimes em água durante seis meses, os autores observaram maior degradação da interface adesiva em dentina afetada por cárie, enquanto a resistência adesiva em dentina sadia manteve-se estável ao longo do tempo. Estes resultados corroboram os resultados do presente estudo, em que a resistência de união dos grupos estudados reduziu significativamente após o envelhecimento.

No presente estudo as lesões de cárie foram produzidas artificialmente, para padronizar este substrato desmineralizado e obter uma dentina desmineralizada, porém não excessivamente desorganizada, para simular o tecido passível de remineralização que seria mantido na cavidade. O protocolo utilizado para a indução de lesões de cárie foi o de Markezan et al., 2009, aumentando-se o número de ciclagens de pH de quatorze para vinte e oito. Esta modificação visou o aumento da profundidade da lesão de cárie produzida, para que após a remoção seletiva do tecido cariado permanecesse tecido desmineralizado para adesão.

A remoção do tecido cariado também foi padronizada com a utilização de uma máquina de varredura que permite a programação para realização automática desta remoção, fixando tanto a turbina de baixa rotação quanto a caneta do laser de Er: YAG. Desta forma, foi possível determinar previamente em estudos-piloto quais parâmetros do laser seriam utilizados para preservar o tecido cariado e para que a remoção do tecido cariado com broca não tivesse grande variação da pressão exercida sobre a superfície dentinária.

A degradação da interface adesiva foi realizada diretamente nos palitos obtidos para o teste de microtração, e não no espécime como um todo. Isto permitiu a ação química do hipoclorito de sódio a 10% em todos os microespécimes testados, aumentando a superfície de contato. Sendo assim, o efeito da ação proteolítica do hipoclorito de sódio no colágeno exposto da dentina desmineralizada presente na interface adesiva foi responsável pela redução da resistência de união nos grupos estudados.

Considerando os resultados deste estudo, a broca de cerâmica montada em turbina de baixa rotação parece ser uma alternativa conservadora para remoção do tecido cariado, necessitando mais estudos para estabelecer uma resistência de união mais favorável ao longo do tempo utilizando os sistemas adesivos autocondicionantes. O laser de Er: YAG não obteve resistência adesiva inicial satisfatória, o que contraindica este procedimento associado aos adesivos autocondicionantes, considerando as limitações e a metodologia empregada neste estudo.

Conclusão

Conclusão

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- A broca de cerâmica em turbina de baixa rotação influenciou negativamente a resistência adesiva do adesivo autocondicionante após envelhecimento.
- A utilização do laser de Er: YAG influenciou negativamente a resistência do adesivo autocondicionante em ambas as condições testadas.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Banerjee A, Kidd EAM, Watson TF. In vitro evaluation of five alternative methods of carious dentine excavation. *Caries Res* 2000; 34:144-50.
2. Banerjee A, Kellow S, Mannocci F, Cook RJ, Watson TF. An in vitro evaluation of microtensile bond strengths of two adhesive bonding agents to residual dentine after caries removal using three excavation techniques. *J Dent* 2010;480-489.
3. 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.
4. Carvalho RCR, Freitas PM, Otsuki M, Eduardo CP, Tagami J. Influence of Er:YAG laser beam angle, work distance and energy density on dentin morphological changes: a SEM investigation. *J Oral Laser Appl* 2005;5:237-243.
5. 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.
6. Doi J, Itota T, Torii Y, Nakabo S, Yoshiyama M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. *J Oral Rehabil* 2004;31:1023-8.
7. Erhardt MCG, Toledano M, Osorio R, Pimenta LA. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries affected dentin/resin interfaces: effect of long-term water exposure. *Dent Mater* 2008;24:786-98.
8. Evans DJ, Matthews S, Pitts NB, Longbottom C, Nugent ZJ. A clinical evaluation of an Erbium:YAG laser for dental cavity preparation. *BrDent J* 2000;188(12):677-9.
9. Fusayama T. Clinical guide for removing caries using a caries detecting solution. *Quintessence Int* 1988;19(6):397-401.
10. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dent Clin North Am* 2000;44(4):931-948.
11. 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.
12. Itoh K, Kusunoki M, Oikawa M, Tani C, Hisamitsu H. In vitro comparison of three caries dyes. *Am J Dent* 2009; 22:195-199.
13. Ishizaka Y, Eguro T, Maeda T, Tanaka H. Effects of Er: YAG laser irradiation on human dentin: polarizing microscopic, light microscopic and microradiographic observations, and FT-IR analysis. *Lasers Surg Med* 2002;31:171-176.

14. Joves GJ, Inoue G, Nakashima S, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Mineral density, morphology and bond strength of natural versus artificial caries-affected dentin. *Dent Mater J* 2013;32(1):138-143.
15. Keller U, Hibst R. Effects of Er:YAG laser in caries treatment: a clinical pilot study. *Laser Surg Med* 1997;20(1):32-8.
16. Kidd EAM. How 'clean' must a cavity be before restoration? *Caries Res* 2004;38:305-13.
17. Kotlow LA. Lasers in pediatric dentistry. *Dent Clin N Am* 2004;48(4):889-922.
18. 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.
19. Marquezan M, Corrêa FNP, Sanabe ME, Rodrigues Filho LE, Hebling J, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol* 2009 Dec;54(12):1111-7.
20. Massler M. Changing concepts in the treatment of carious lesions. *Br Dent J* 1967;123:547-548.
21. Mathew A, Reddy NV, Sugumaran DK, Peter J, Shameer M, Dauravu LM. Acquired acid resistance of human enamel treated with laser (Er:YAG laser and CO₂ laser) and acidulated phosphate fluoride treatment: An in vitro atomic emission spectrometry analysis. *Contemp Clin Dent* 2013 Apr;4(2):170-5.
22. Mertz-Fairhurst EJ, Curtis JW, Ergle JW, Rueggeberg FA, Adair SM. Ultraconservative and cariostatic sealed restorations: Results at year 10. *J Am Dent Assoc* 1998;129:55-66.
23. Momoi Y, Hayashi M, Fujitani M, Furushima M, Imazato S, Kubo S, Nikaido T, Shimizu A, Unemori M, Yamaki C. Clinical guidelines for treating caries in adults following a minimal intervention policy – Evidence and consensus based report. *J Dent* 2012;40:95-105.
24. Nakajima M, Ogata M, Okuda M, Tagami J, Sano H, Pashley DH. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am J Dent* 1999;12:309-14.
25. Nakajima M, Kitasako Y, Okuda M, Foxton RM, Tagami J. Elemental distributions and microtensile bond strength of adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2005;72B:268-75.
26. Nakajima M, Kunawarote S, Prasansuttiorn T, Tagami J. Bonding to caries-affected dentin. *Japanese Dental Science Review* 2011;47:102-114.
27. Neves AA, Coutinho E, Cardoso MV, Munck J, Van Meerbeek B. Micro-tensile bond strength and interfacial characterization of an adhesive bonded to dentin prepared by contemporary caries-excitation techniques. *Dent Mater* 2011;27:552-562.

28. Pugash MK, Strother J, Darling CL, Fried D, Gansky SA, Marshall SJ, Marshall GW. Dentin caries zones: mineral, structure and properties. *J Dent Res* 2009;88:71-76.
29. 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.
30. Say EC, Nakajima M, Penawongse P, Soyman M, Ozer F, Tagami J. Bonding to sound vs caries-affected dentin using photo- and dual-cure adhesives. *Oper Dent* 2005;30:90-8.
31. Sulewski JG. Historical survey of laser dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44(4):717-52.
32. Toledano M, Cabello I, Yamauti M, Giannini M, Aguilera FS, Osorio E, Osorio R. Resistance to degradation of resin-dentin bonds produced by one-step self-etch adhesives. *MicroscMicroanal*. 2012 Dec;18(6):1480-93.
33. Tyas MJ, Kenneth JA, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry – a review. *Int Dental Journal* 2000;50:1-12.
34. Van Meerbeek B¹, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Oper Dent* 2003; Sep-Oct;28(5):647-60.
35. 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: 454-458.
36. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Itou K, Carvalho RM, Nakajima M, Pashley DH. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res* 2002;81:556-60.

Anexo

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Microtração de sistema adesivo autocondicionante em dentina após envelhecimento

Pesquisador: Cíntia Guimarães de Almeida

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 24318813.2.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 541.001

Data da Relatoria: 24/02/2014

Apresentação do Projeto:

Pesquisa relevante e importante para a área da odontologia. Bem fundamentada, projeto com objetivos claros e pertinentes. Pesquisadores plenamente habilitados para executarem o projeto em questão.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste trabalho será avaliar a influência do laser de Er: YAG e da broca de polímero na resistência de união de um sistema adesivo autocondicionante em dentina desmineralizada após envelhecimento. Cento e quatro terceiros molares hígidos terão as raízes e os terços oclusais removidos, as câmaras pulpares preenchidas com resina composta e as superfícies dentinárias serão desgastadas com lixas de granulação decrescente para padronização da smear layer. Os espécimes serão isolados com esmalte cosmético deixando a superfície dentinária exposta, que será desmineralizada para obtenção de lesão de cárie artificial e a seguir serão divididos em quatro grupos de acordo com o preparo cavitário (n = 26): UP: sem preparo, B - Broca carbide, L - Laser de Er: YAG (250 mJ, 5 Hz) e S - Broca de polímero (SmartBurs™ II). Sobre as superfícies

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br

Continuação do Parecer: 541.001

preparadas será aplicado o sistema adesivo Clearfil SE Bond e os espécimes serão restaurados com resina composta Z350 XT. Os espécimes serão armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas e divididos em dois subgrupos de acordo com o tempo de envelhecimento da interface adesiva (n=13): NA - sem envelhecimento e H - imersão em hipoclorito de sódio a 10% por 3 horas. Dez espécimes de cada grupo serão cortados para obter palitos com área de seção transversal de aproximadamente 1 mm² mensurada com auxílio de um paquímetro digital. Após o envelhecimento, os palitos serão submetidos ao teste de microtração na máquina universal de ensaios e os valores finais de resistência adesiva serão expressos em megapascal (MPa). Se os resultados obtidos tiverem distribuição normal serão submetidos à Análise de Variância (alfa = 0,05). A análise dos fragmentos e classificação dos tipos de fraturas e a análise morfológica da interface adesiva (n = 3) serão realizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Projeto in vitro - dentes. Não há riscos para as pessoas doadoras dos dentes. Os dentes serão doados pelo Biobanco de Dentes Humanos da FORP/USP.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e importante para a área da odontologia. Bem fundamentada, projeto com objetivos claros e pertinentes. Pesquisadores plenamente habilitados para executarem o projeto em questão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pesquisadora apresentou a autorização de infraestrutura corrigida, conforme orientação.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo aprovado. Os relatórios (parciais/final) deverão ser encaminhados, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte "canto superior direito do portal www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 541.001

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme deliberado na 159ª R.O. do CEP.

RIBEIRAO PRETO, 25 de Fevereiro de 2014

Assinador por:
JOSÉ TARCÍSIO LIMA FERREIRA
(Coordenador)

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br