

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ODONTOLÓGICAS**

**INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO NA
EVAPORAÇÃO DO SOLVENTE DE SISTEMAS
ADESIVOS EM DENTINA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Tatiana Dalla Costa Chiattonne

Santa Maria, RS, Brasil

2015

INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO NA EVAPORAÇÃO DO SOLVENTE DE SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA

Tatiana Dalla Costa Chiattonne

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, Ênfase em Dentística, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas.**

Orientador: Prof. Dr. Bruno Lopes da Silveira

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO NA EVAPORAÇÃO DO
SOLVENTE DE SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA**

elaborado por
Tatiana Dalla Costa Chiattonne

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas

COMISSÃO EXAMINADORA:

Bruno Lopes da Silveira, Dr.
(Presidente / Orientador)

Rachel de Oliveira Rocha, Dr^a. (UFSM)

Anne Buss Becker, Dr^a. (UNIFRA)

Roselaine Teresinha Pozzobon, Dr^a. (UFSM) (Suplente)

Santa Maria, 29 de junho de 2015.

***Dedico esta dissertação aos meus pais e irmãos,
base sólida da minha vida.
Ao meu grande amor, Juliano, pelo companheirismo e
cumplicidade constantes e
à Helena, fruto deste imenso amor que
em breve dará mais luz e cor as nossas vidas!***

AGRADECIMENTOS

Ao Professor **Dr. Bruno Lopes da Silveira**, minha sincera gratidão por ter me recebido como orientada, sempre ensinando de maneira paciente e tranquila seus conhecimentos. Obrigada pela disposição e por descomplicar o que, muitas vezes, parecia sem solução.

À **Universidade Federal de Santa Maria**, da qual, orgulhosamente, faço parte do quadro de servidores, pela possibilidade de realização deste curso. Aos meus chefes, Carmen Borges, Tânia Flores e Aداuton Muller pela compreensão e por possibilitarem que eu cumprisse meu trabalho com reduzida carga horária.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas e aos seus professores** pela oportunidade de contínuo crescimento profissional.

À secretária da pós-graduação, **Jéssica Dalcin da Silva**, pela competência, presteza e comprometimento com seu trabalho.

Aos meus **colegas de mestrado**: foi um prazer ter conhecido todos vocês! Obrigada pela rica convivência, por partilharem comigo livros, trabalhos, ideias, sorrisos e exemplos contagiantes!

Em especial às minhas colegas e amigas **Michele May, Flávia Isaia Vieira e Catina Prochnow** por dividirem comigo gargalhadas e dores de cabeça, próprias dessa jornada...

À **Luciana Roggia Friedrich** que tão pacientemente me ensinou parte da metodologia utilizada nesta pesquisa. Obrigada pela disponibilidade e boa vontade de sempre!

À **Dra. Marcela Marquezan**, minha colega de trabalho e irmã de alma, pela realização da análise estatística e pela paciência com que transmitiu seus conhecimentos, te admiro muito!!

À professora **Dra. Rachel de Oliveira Rocha**, por me emprestar alguns materiais utilizados neste estudo e por sempre perguntar: “Queres que te ajude?” Obrigada por tudo!

Ao professor **Dr. Marco Aurélio de Menezes** pelo empréstimo do aparelho utilizado para a realização das cavidades.

A todos os meus amigos, que, de perto ou longe, torceram para que este propósito fosse cumprido. Em especial a minha amiga **Simone Perini**, por todo apoio, incentivo e ajuda! Obrigada por tamanha generosidade!

E a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que mais esta etapa da minha vida se concretizasse. Obrigada de coração!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Universidade Federal de Santa Maria

INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO NA EVAPORAÇÃO DO SOLVENTE DE SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA.

AUTORA: TATIANA DALLA COSTA CHIATTONE

ORIENTADOR: BRUNO LOPES DA SILVEIRA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de junho de 2015.

Este estudo objetivou avaliar, *in vitro*, a influência do Laser de Diodo sobre a evaporação do solvente de sistemas adesivos aplicados sobre dentina. Os grupos foram distribuídos em função dos sistemas adesivos (Adper Single Bond 2, Adper Scotchbond Multi Purpose, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond e Optibond All-in-one) e da técnica para a evaporação do solvente (jato de ar ou Laser de Diodo). O grau de evaporação (GE) foi determinado através da mensuração da perda de massa pelo método gravimétrico. Para tal, 100 terceiros molares humanos tiveram cavidades classe I confeccionadas de forma padronizada com ponta diamantada em alta rotação (# 4054, KG Soresen, Barueri, SP, Brasil), sob refrigeração, nas quais foi dispensado 10 μ L de cada sistema adesivo, seguido da aplicação de uma das técnicas de evaporação do solvente: jato de ar a uma distância de 10 cm por 5 segundos (técnica controle) ou Laser de Diodo irradiado em modo contínuo, perpendicularmente e a uma distância de 1 cm, na potência de 3W no tempo de 30 segundos (técnica experimental). Para cada um dos sistemas adesivos e para cada uma das técnicas de evaporação foram realizadas dez repetições de monitoramento (n=10). Para a técnica experimental as mensurações foram realizadas de 5 em 5 segundos, até 30 segundos. A variação entre massa inicial (mi) e final (mf) das amostras, respectivamente, antes e após a aplicação dos protocolos de evaporação propostos, foram transformadas em GE aplicando-se a seguinte equação: $(mi - mf/mi) \times 100$. Portanto, para cada intervalo de tempo, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 segundos, houve um desfecho GE calculado. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores e teste de Tukey. Para comparação entre as técnicas de evaporação em cada sistema adesivo foi utilizado teste *t-student* ($\alpha = 5\%$). Com base nos valores obtidos do GE verificados no presente estudo, o laser provocou maior evaporação do solvente quando comparado ao Jato de ar, no tempo de 30 segundos, exceto para o sistema adesivo acetinado. Desta forma, a irradiação com Laser de Diodo foi capaz de provocar a evaporação do solvente dos sistemas adesivos testados, sendo superior à técnica controle quando utilizada no tempo de 30 segundos, exceto para o sistema adesivo Optibond-all-in-one.

Palavras-chave: Evaporação. Sistema Adesivo. Laser de Diodo.

ABSTRACT

Master Course Degree
Post Graduate Program in Dental Science
Federal University of Santa Maria

THE INFLUENCE OF DIODE LASER IN EVAPORATION OF ADHESIVE SYSTEMS SOLVENT IN DENTIN

AUTHOR: TATIANA DALLA COSTA CHIATTONE

ADVISER: BRUNO LOPES DA SILVEIRA

Date and Local of Defense: Santa Maria – RS, 2015, June 29.

This study aimed to evaluate, *in vitro*, the influence of Diode Laser on the evaporation of adhesive systems solvent applied on the dentin. The groups were distributed in relation to the adhesive systems (Adper Single Bond 2, Adper Scotchbond Multi Purpose, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond e Optibond All-in-one) and also to the technique for the evaporation of the solvent (air dry stream or Diode Laser). The degree of evaporation (GE) was determined through the measuring of mass loss through the gravimetric method in an analytical digital balance. To do so, a hundred human third molars had cavities class I made of following a pattern with the diamond burs # 4054 (KG Soresen, Barueri, SP, Brasil), under refrigeration, on which 10 µL were dispensed of each adhesive system, then one of the both techniques of solvent evaporation was applied: air dry stream, from a distance of 10 cm for each 5 seconds (control technique) or Diode Laser irradiated in a continuous mode perpendicularly and from a distance of 1 cm, in the power of 3 W in the interval of 30 seconds (experimental technique). To each one of the adhesive systems and to each one of the evaporation techniques ten monitoring repetitions were realized (n=10). Regarding the experimental technique, the measurements were realized from 5 to 5 seconds, up to 30 seconds. The variation between the initial mass (mi) and the final mass (mf) of the samples, respectively, before and after the application methods of evaporation proposed were turned into GE, by using the following equation: $(mi-mf/mi) \times 100$. In this way, to each time interval (5, 10, 15, 20, 25 and 30 seconds) it happened a calculated GE outcome. Those values were submitted to variance analysis (ANOVA) of two factors and Tukey's test as well. To the comparison between both of the evaporation techniques in each adhesive system a t-student test ($\alpha=5\%$) was realized. Basing on the obtained values of the GE, verified on the current study, it is possible to conclude that the irradiation with Diode Laser was capable of inducing the solvent evaporation of the tested adhesive systems, being superior to the control technique when used in the time of 30 seconds, excepted to the Optibond-all-in-one adhesive system.

Keywords: Evaporation. Adhesive System. Diode Laser.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores médios de GE dos sistemas adesivos para as técnicas utilizadas em cada intervalo de tempo.....30

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Sistema de Adesão: Fabricante, Lote e composição.....	22
Quadro 2 - Sistemas de Adesão e Protocolo de aplicação dos agentes primer e/ou adesivo.....	24
Tabela 1 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 5 segundos.....	27
Tabela 2 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 10 segundos.....	28
Tabela 3 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 15 segundos.....	28
Tabela 4 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 20 segundos.....	29
Tabela 5 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 25 segundos.....	29
Tabela 6 - Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 30 segundos.....	30

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
ARTIGO* - INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO SOBRE A EVAPORAÇÃO DO SOLVENTE DE SISTEMAS ADESIVOS APLICADOS EM DENTINA	17
Resumo	18
Abstract	19
Introdução	20
Materiais e Métodos	22
Seleção e preparo dos dentes.....	23
Composição dos grupos.....	24
Aferição do GE.....	25
Análise Estatística.....	26
Resultados	27
Discussão	31
Conclusão	35
Referências	36
CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	
Anexo A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	44
Anexo B – Normas para publicação no Periódico <i>Lasers in Medical Science</i>	46

INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas a adesão dos materiais resinosos aos tecidos dentais tem sido revolucionada pelo avanço contínuo da tecnologia adesiva. Graças a isso, preparos cavitários minimamente invasivos tornaram-se possíveis na prática clínica diária (LIU et al., 2011). No entanto, a longevidade clínica destas restaurações é ainda uma preocupação devido à tendência de degradação progressiva da interface adesiva em longo prazo (DE MUNCK et al., 2005a), razões pelas quais a técnica adesiva tem sido estudada extensivamente.

Os adesivos dentais apresentam um mecanismo de retenção micromecânica à estrutura dental, através de um processo de hibridização (NAKABAYASHI, 1998). Alguns monômeros presentes nos sistemas adesivos podem ainda reagir quimicamente com elementos do substrato dental, sugerindo um mecanismo adicional de retenção química (VAN MEERBEEK et al., 2003; YOSHIDA et al., 2004).

Atualmente, os sistemas adesivos podem ser classificados segundo sua estratégia de interação com o substrato dental através das seguintes técnicas: condicionamento ácido prévio ou o autocondicionamento. A primeira técnica utiliza sistemas adesivos que removem a lama dentinária pela ação do condicionamento ácido total. Estes adesivos estão disponíveis em sistemas de três passos (condicionamento ácido + *primer* + adesivo) ou em sistemas de dois passos de aplicação (condicionamento ácido + *primer* e adesivo). Já na segunda técnica a lama dentinária não é removida por completo, e sim incorporada à interface de união. Os sistemas adesivos autocondicionantes podem apresentar-se em dois passos clínicos (*primer* autocondicionante + adesivo) ou em um passo clínico (*primer* autocondicionante é misturado ao adesivo) (VAN MEERBEEK et al., 2003).

Quanto à composição, os sistemas adesivos são uma combinação de monômeros resinosos de diferentes pesos moleculares e viscosidades. A diluição dos monômeros para que apresentem fluidez adequada é conseguida pela adição de diluentes resinosos e solventes (CARVALHO et al., 2004). Além da água, que pode ser usada como solvente inorgânico, os principais solventes orgânicos

utilizados são a acetona e o etanol (VAN LANDUYT et al., 2007) e ainda, podendo ser utilizada na formulação apenas um ou uma associação de solventes.

A função essencial do solvente é deslocar a água presente no interior das fibrilas colágenas da dentina desmineralizada e concomitantemente promover a permeação dos monômeros resinosos nos espaços interfibrilares, de modo a obter uma correta hibridização da interface dente-adesivo (REIS et al., 2003). Outra importante função dos solventes é a redução da viscosidade do sistema adesivo, facilitando a difusão dos monômeros para o interior das microporosidades formadas na dentina condicionada (CADENARO et al., 2009).

Contudo, após executar a sua função de carrear os monômeros resinosos para os espaços interfibrilares, os solventes devem ser evaporados, pois a permanência de solventes residuais pode ter um efeito indesejável na qualidade e durabilidade da união (KLEIN-JÚNIOR et al., 2008), uma vez que comprometem uma adequada polimerização (HOLMES et al., 2007) contribuindo para a diminuição das propriedades mecânicas da interface adesiva, como uma reduzida resistência de união à tração (VAN MEERBEEK et al., 2003; IKEDA et al., 2008; FURUSE, 2008) e ao cisalhamento (FROTA et al., 2014). Adicionalmente, uma polimerização incompleta leva a maior permeabilidade dos adesivos que favorece a infiltração de fluidos orais com conseqüente degradação da interface adesiva e microinfiltração (JACOBSEN, 1995; TAY et al., 2004; REIS et al., 2010, MOOSAVI et al., 2013).

A técnica de evaporação recomendada pelos fabricantes emprega o uso de ar frio pela seringa de ar/água (GARCIA, et al., 2010) e um tempo de aplicação que pode variar entre 5 e 10 segundos (SKUPIEN et al., 2009). Entretanto, mesmo que o clínico empregue a técnica de evaporação proposta, o uso do jato de ar pode apresentar limitações como a falta de padronização na pressão do ar comprimido das seringas tríplices e, ainda, a possibilidade de incorporação de umidade e oleosidade no interior das mesmas, podendo comprometer a qualidade do procedimento adesivo (SADR et al., 2007; LUQUE-MARTINEZ et al., 2014).

Alguns estudos têm empregado o jato de ar aquecido como alternativa, apresentando maiores taxas de evaporação do solvente (BAIL et al., 2012), bem como aumento na resistência à tração imediata da maioria dos sistemas adesivos utilizados (GARCIA et al., 2009; REIS et al., 2010; REIS et al., 2013) e reduzida nanoinfiltração da interface adesiva (MOURA et al., 2014).

Neste contexto, o Laser de Diodo em alta potência surge como uma ferramenta para potencializar a evaporação do solvente dos sistemas adesivos, uma vez que sua utilização provoca um aumento da temperatura local através da interação fototérmica entre a superfície irradiada e o adesivo (GONÇALVES, ARAÚJO & DAMIÃO, 1999).

A irradiação Laser sobre sistemas adesivos aplicados em dentina, antes de sua fotoativação, tem mostrado resultados promissores, com valores aumentados de resistência de união (MATOS et al., 2000; MARIMOTO et al., 2013; MAENOSONO et al., 2015), podendo favorecer a criação de um substrato mais resistente fisicamente e com maior afinidade química ao processo de adesão (GONÇALVES, ARAÚJO & DAMIÃO, 1999), bem como melhor penetração do sistema adesivo na dentina (FRANKE et al., 2006).

Sendo assim, o propósito deste estudo foi avaliar a influência do Laser de Diodo em alta potência sobre o grau de evaporação do solvente de sistemas adesivos aplicados sobre a dentina, com vistas a aprimorar a técnica adesiva. A hipótese nula foi a de que não existe diferença entre as diferentes técnicas de evaporação do solvente para os sistemas adesivos testados.

ARTIGO – INFLUÊNCIA DO LASER DE DIODO NA EVAPORAÇÃO DO SOLVENTE DE SISTEMAS ADESIVOS EM DENTINA.

Este artigo será submetido à publicação no periódico *Lasers in Medical Science*, ISSN 1435-604X.

Página de Título

Influência do Laser de Diodo na Evaporação do Solvente de Sistemas Adesivos em Dentina

Tatiana Dalla Costa Chiattonne ¹; Luciana Roggia Friedrich ²; Marcela Marquezan ³; Bruno Lopes da Silveira ⁴.

1. Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
Rua Coronel Niederauer, 621. Apto 904. Cep 97015121. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

2. Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
Rua Floriano Peixoto, 611. Apto 302. Cep 97010310. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

3. Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
Avenida Roraima, 1000. União Universitária, sala 1. Cep 97105900. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

4. Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
Rua Floriano Peixoto, 1184. Sala 115. Cep 97015372. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor Correspondente:

Tatiana Dalla Costa Chiattonne

Rua Coronel Niederauer, 621. Apto 904. Cep 97015121. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Fone: (55) 33074673

E-mail: tatianadallacostac@gmail.com

Resumo

Este estudo objetivou avaliar, *in vitro*, a influência do Laser de Diodo sobre a evaporação do solvente de sistemas adesivos aplicados sobre dentina. Os grupos foram distribuídos em função dos sistemas adesivos (Adper Single Bond 2, Adper Scotchbond Multi Purpose, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond e Optibond All-in-one) e da técnica para a evaporação do solvente (jato de ar ou Laser de Diodo). O grau de evaporação (GE) foi determinado através da mensuração da perda de massa pelo método gravimétrico. Para tal, 100 terceiros molares humanos tiveram cavidades classe I confeccionadas de forma padronizada com ponta diamantada em alta rotação (# 4054, KG Soresen, Barueri, SP, Brasil), sob refrigeração, nas quais foi dispensado 10 μ L de cada sistema adesivo, seguido da aplicação de uma das técnicas de evaporação do solvente: jato de ar a uma distância de 10 cm por 5 segundos (técnica controle) ou laser de diodo irradiado em modo contínuo, perpendicularmente e a uma distância de 1 cm, na potência de 3W no tempo de 30 segundos (técnica experimental). Para cada um dos sistemas adesivos e para cada uma das técnicas de evaporação foram realizadas dez repetições de monitoramento ($n=10$). Para a técnica experimental as mensurações foram realizadas de 5 em 5 segundos, até 30 segundos. A variação entre massa inicial (m_i) e final (m_f) das amostras, respectivamente antes e após a aplicação dos protocolos de evaporação propostos, foram transformadas em GE aplicando-se a seguinte equação: $(m_i - m_f/m_i) \times 100$. Portanto, para cada intervalo de tempo, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 segundos, houve um desfecho GE calculado. Tais valores foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois fatores e teste de Tukey. Para comparação entre as técnicas de evaporação em cada sistema adesivo foi utilizado teste *t-student* ($\alpha = 5\%$). Com base nos valores obtidos do GE verificados no presente estudo, o laser provocou maior evaporação do solvente quando comparado ao Jato de ar, no tempo de 30 segundos, exceto para o sistema adesivo acetinado. Desta forma, pode-se concluir que, a irradiação com Laser de Diodo foi capaz de provocar a evaporação do solvente dos sistemas adesivos testados, sendo superior à técnica controle quando utilizada por 30 segundos, exceto para o sistema adesivo Optibond-all-in-one.

Palavras-Chave: Evaporação. Sistema Adesivo. Laser de Diodo

Abstract

This study aimed to evaluate, *in vitro*, the influence of Diode Laser on the evaporation of adhesive systems solvent applied on the dentin. The groups were distributed in relation to the adhesive systems (Adper Single Bond 2, Adper Scotchbond Multi Purpose, Single Bond Universal, Clearfil SE Bond e Optibond All-in-one) and also to the technique for the evaporation of the solvent (air dry stream or Diode Laser). The degree of evaporation (GE) was determined through the measuring of mass loss through the gravimetric method in an analytical digital balance. To do so, a hundred human third molars had cavities class I made of following a pattern with the diamond burs # 4054 (KG Soresen, Barueri, SP, Brasil), under refrigeration, on which 10 μ L were dispensed of each adhesive system, then one of the both techniques of solvent evaporation was applied: air dry stream, from a distance of 10 cm for each 5 seconds (control technique) or Diode Laser irradiated in a continuous mode perpendicularly and from a distance of 1 cm, in the power of 3 W in the interval of 30 seconds (experimental technique). To each one of the adhesive systems and to each one of the evaporation techniques ten monitoring repetitions were realized (n=10). Regarding the experimental technique, the measurements were realized from 5 to 5 seconds, up to 30 seconds. The variation between the initial mass (m_i) and the final mass (m_f) of the samples, respectively, before and after the application methods of evaporation proposed were turned into GE, by using the following equation: $(m_i - m_f / m_i) \times 100$. In this way, to each time interval (5, 10, 15, 20, 25 and 30 seconds) it happened a calculated GE outcome. Those values were submitted to variance analysis (ANOVA) of two factors and Tukey's test as well. To the comparison between both of the evaporation techniques in each adhesive system a t-student test ($\alpha=5\%$) was realized. Basing on the obtained values of the GE, verified on the current study, it is possible to conclude that the irradiation with Diode Laser was capable of inducing the solvent evaporation of the tested adhesive systems, being superior to the control technique when used in the time of 30 seconds, excepted to the Optibond-all-in-one adhesive system.

Keywords: Evaporation. Adhesive System. Diode Laser.

Introdução

Os sistemas adesivos contêm uma combinação de monômeros resinosos de diferentes pesos moleculares e viscosidades. A diluição dos monômeros para que apresentem fluidez adequada é conseguida pela adição de diluentes resinosos e solventes [3]. Além da água, os principais solventes orgânicos utilizados são a acetona e o etanol [4], podendo ser utilizada na formulação apenas um ou uma associação de solventes.

A função essencial do solvente é deslocar a água presente no interior das fibrilas colágenas da dentina desmineralizada e concomitantemente promover a permeação dos monômeros resinosos nos espaços interfibrilares, de modo a obter uma correta hibridização da interface dente-adesivo [5]. Outra importante função dos solventes é a redução da viscosidade do sistema adesivo, facilitando a difusão dos monômeros para o interior das microporosidades formadas na dentina condicionada [6].

Contudo, após executar a sua função de carrear os monômeros resinosos para os espaços interfibrilares, os solventes devem ser evaporados, pois a permanência de solventes residuais pode ter um efeito indesejável na qualidade e durabilidade da união [7] uma vez que comprometem uma adequada polimerização [8] contribuindo para a diminuição das propriedades mecânicas da interface adesiva, como uma reduzida resistência de união à tração [9, 10, 11] e ao cisalhamento [12]. Adicionalmente, uma polimerização incompleta leva a maior permeabilidade dos adesivos que favorece a infiltração de fluidos orais com conseqüente degradação da interface adesiva e microinfiltração [13, 14, 15, 16].

Compete ao clínico empregar uma correta técnica de evaporação e aplicação do sistema adesivo visando maximizar a evaporação desses elementos voláteis [17]. A técnica de evaporação recomendada emprega o uso de ar frio pela seringa de ar/água [18] e um tempo de aplicação que pode variar entre 5 e 10 segundos de acordo com as recomendações dos fabricantes [19]. Entretanto, o uso do jato de ar pode apresentar limitações como a falta de padronização na pressão do ar comprimido das seringas tríplexes e, ainda, a possibilidade de incorporação de

umidade e oleosidade no interior das mesmas, podendo comprometer a qualidade do procedimento adesivo [20, 21].

Alguns estudos têm empregado o jato de ar aquecido como alternativa, apresentando maiores taxas de evaporação do solvente [22] bem como aumento na resistência à tração imediata da maioria dos sistemas adesivos utilizados [23, 24, 25] e reduzida nanoinfiltração da interface adesiva [26].

Neste contexto, o Laser de Diodo em alta potência surge como uma ferramenta para potencializar a evaporação do solvente dos sistemas adesivos, uma vez que sua utilização provoca um aumento da temperatura local através da interação fototérmica entre a superfície irradiada e o adesivo [27].

Desta forma, o propósito deste estudo foi avaliar a influência do Laser de Diodo em alta potência sobre o grau de evaporação do solvente de sistemas adesivos aplicados sobre a dentina, com vistas a aprimorar a técnica adesiva.

Materiais e Métodos

O delineamento experimental do presente estudo in vitro foi fatorial 5 x 2 onde os fatores de variação foram: sistemas adesivos em 5 níveis (Quadro 1) e técnica de evaporação em 2 níveis (CONTROLE: Jato de ar e EXPERIMENTAL: irradiação com Laser de Diodo).

Sistemas de Adesão Fabricante Lote	Composição conforme o fabricante (destaque para o solvente)
Adper Scotchbond Multi Purpose 3M ESPE, St Paul, MN, EUA N 504006	Primer: HEMA, ácido polialcenóico, água (40 a 50%) .
Adper Single Bond 2 3M ESPE, St Paul, MN, EUA N 368478	Bis-GMA, HEMA, silano tratado com sílica, glicerol-1,3-dimetacrilato, copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico, diuretano dimetacrilato, água (<5%) e etanol (25% a 35%) .
SingleBond Universal 3M ESPE, St Paul, MN, EUA N 509806	MDP, Bis-GMA, HEMA, silano tratado com sílica, glicerol-1,3-dimetacrilato, copolímero de ácido itacônico, diuretano dimetacrilato, silano, água (10% a 15%) e etanol (10% a 15%) .
Clearfil SE Bond Kuraray, Kurashiki, Okayama, Japan N 01233A	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrófilo, canforoquinona, N.N dietanol β-toluidina, água .
OptiBond All-in-One Kerr, Orange, CA, EUA N5125872	GPDM, monomer metacrilato e disfuncional, canforoquinona, nano-sílica, hexafluorsilicato de sódio, etanol, água e acetona (35-45%) .

Quadro 1 – Sistema de Adesão: Fabricante, Lote e composição.

Seleção e preparo dos dentes

Após a aprovação pelo Comitê de Ética da Instituição (Parecer nº 988.607), cem terceiros molares humanos hígidos extraídos provenientes do Banco de Dentes do Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria foram selecionados para o estudo. Após a seleção, os dentes foram limpos e armazenados em solução de Tymol a 0,5% durante 30 dias, sendo removidos deste meio um dia antes da realização do estudo, quando foram limpos com água corrente e armazenados em água destilada.

Inicialmente, os dentes selecionados foram parcialmente incluídos em tubos de polivinil (PVC) através de suas porções radiculares com resina acrílica autopolimerizável (JET, Artigos Odontológicos Clássico, Cpo. Limpo Pta, SP – Brasil). Após a polimerização da resina acrílica o esmalte dental teve sua superfície oclusal totalmente removida através da utilização de lixa de Carbetto de Silício granulação 100. Em seguida, cavidades padronizadas foram confeccionadas nas superfícies oclusais em dentina com o uso de ponta diamantada para alta rotação # 4054 (KG Sorensen Ind. E Com. Ltda., Barueri, SP-Brasil) sob irrigação constante. O conjunto ponta diamantada e alta rotação foi acoplado a um dispositivo verticalizador, cujo objetivo foi padronizar a confecção das cavidades, diminuindo a interferência da manipulação do operador. Os preparos foram realizados pelo mesmo operador e as pontas diamantadas substituídas a cada 5 preparos. As cavidades foram confeccionadas com 1 mm de profundidade e 5 mm de diâmetro (correspondente ao diâmetro da ponta ativa da broca). As dimensões foram verificadas por meio de sonda periodontal milimetrada (PCP-UNC 15, Hu-Friedy, Chicago, Illinois, USA).

Para facilitar a adaptação dos dentes na balança digital, as raízes foram cortadas cerca de 2mm apicalmente à junção cimento-esmalte, de forma a obter-se uma base plana com o uso de disco diamantado #7020 (KG Sorensen, Ind. E Com. Ltda., Barueri, SP-Brasil) adaptado à peça reta em baixa velocidade, com refrigeração constante.

Após este procedimento, os espécimes foram armazenados em água destilada até o momento da análise gravimétrica.

Composição dos grupos

Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente, em 10 grupos (n=10) em função do sistema adesivo e da técnica para evaporação do solvente, conforme apresentado a seguir no Quadro 2.

Sistema de Adesão	Protocolo de Evaporação	
	Jato de Ar	Laser
Adper Scotchbond Multi Purpose	<p>SBM-Ar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento ácido por 15s; 2. Lavagem; 3. Remoção do excesso de água com papel absorvente; 4. Aplicação de 10 µL primer; 5. Jato de ar por 5s 	<p>SBM-L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento ácido por 15s; 2. Lavagem; 3. Remoção do excesso de água com papel absorvente; 4. Aplicação de 10 µL primer; 5. Aplicação de Laser por 30s
Adper Single Bond 2	<p>SB2-Ar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento ácido por 15s; 2. Lavagem; 3. Remoção do excesso de água com papel absorvente; 4. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 5. Jato de ar por 5s 	<p>SB2-L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento ácido por 15s; 2. Lavagem; 3. Remoção do excesso de água com papel absorvente; 4. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 5. Aplicação de Laser por 30s
OptiBond All-in-One	<p>OAo-Ar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 2. Jato de ar por 5s 	<p>OAo-L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 2. Aplicação de Laser por 30 s
Single Bond Universal	<p>SBU-Ar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 2. Jato de ar por 5 s; 	<p>SBU-L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do sistema adesivo 2. Aplicação de Laser por 30 s
Clearfill SE Bond	<p>CSE-Ar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do primer. 2. Jato de ar por 5 s 	<p>CSE-L</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de 10 µL do primer. 2. Aplicação do Laser por 30 s

Quadro 2 – Sistemas de Adesão e Protocolo de aplicação dos agentes primer ou primer/ adesivo.

Todos os protocolos foram conduzidos até a fase de aplicação do *primer* ou *primer/adesivo*, dependendo do protocolo preconizado pelo fabricante para cada sistema adesivo, assim, quando o sistema apresentava o adesivo em frasco separado, este não era empregado.

Aferição do Grau de Evaporação

A evaporação dos solventes foi verificada pelo método gravimétrico, onde a variação de massa de cada amostra foi mensurada em uma balança digital (Bosh SAE 200, Bosh, Jungingen, BW, Alemanha) com precisão de 0,0001g, previamente calibrada no início da etapa laboratorial e com constante monitoramento da calibração durante todo o ensaio. Para cada mensuração, o espécime foi posicionado no centro da balança e, após a sua pesagem, a balança foi zerada.

Com o uso de micropipeta de alta precisão (Kacil Indústria e Comércio Ltda, Recife, PE, Brasil) e ponta descartável (Cral, Cotia, SP, Brasil), 10 μ L do sistema adesivo foi dispensado na cavidade previamente preparada.

Imediatamente após colocar o material testado sobre o espécime, o valor da massa inicial (M_i) foi registrado.

Após o procedimento anterior, foi realizada a **evaporação do solvente**, conforme as seguintes técnicas:

Técnica Controle: Aplicação do jato de ar realizada a 10 cm de distância da superfície dentinária por 5s. Um *stop* de borracha foi adaptado à seringa tríplice para garantir que a mesma pressão fosse aplicada a todos os espécimes, sendo todos os procedimentos realizados pelo mesmo operador.

Técnica Experimental: Irradiação com Laser de Diodo de alta potência (Thera Lase Surgery DMC Equipamentos Ltda, São Carlos, São Paulo, Brasil) com comprimento de onda de 810 nm e diâmetro da fibra de 400 μ m aplicado em modo contínuo, perpendicularmente e a uma distância de 1cm da superfície com potência de 3W durante 30 s, gerando densidade de energia de 71.656 J/cm².

A variação entre massa inicial (m_i) e final (m_f) das amostras, respectivamente antes e após a aplicação dos protocolos de evaporação propostos,

foram transformadas em GE aplicando-se a seguinte equação: $(m_i - m_f / m_i) \times 100$. Para cada intervalo de tempo, 5, 10, 15, 20, 25 e 30s, registrou-se um desfecho GE.

Todo o experimento foi realizado em ambiente laboratorial com temperatura controlada entre 20 a 24 °C e umidade relativa do ar de aproximadamente 50% monitoradas por meio de termo-higrômetro e todos os procedimentos foram executados pelo mesmo operador.

Análise Estatística

Os valores nominais de GE foram tabulados em planilhas específicas e submetidos à análise estatística no programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versão 18.0).

Para cada grupo a normalidade de distribuição foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedacidade entre estes pela Prova de Levene. Análise de variância de 2 fatores foi utilizada para avaliar o efeito dos fatores adesivo e técnica de evaporação sobre o GE. De forma a elucidar o efeito independente desses fatores uma análise de variância comparou o GE entre os sistemas adesivos em cada técnica de evaporação em cada um dos tempos analisados. Para comparação entre as técnicas de evaporação em cada sistema adesivo foi utilizado teste *t-student*. Todos os testes foram realizados ao nível de significância de $\alpha = 5\%$.

Resultados

A análise de variância de dois fatores demonstrou que os fatores adesivo ($p < 0,05$), técnica de evaporação ($p < 0,05$) e a interação entre esses dois fatores ($p < 0,05$) afetaram significativamente o GE. As tabelas que seguem apresentam os resultados das comparações entre as técnicas de evaporação Ar 5s x Laser nos tempos 5s, 10s, 15s, 20s, 25s e 30s. Bem como, a comparação entre os sistemas adesivos quando utilizada cada técnica.

Tabela 1- Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 5 segundos.

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	0,38 (0,65) Bb	2,01 (0,72) Ab
Clearfill SE Bond	0,24 (0,57)Bb	1,37 (0,49) Ab
Scotch Bond Multi Purpose	0,00 (0,00) Bb	1,38 (0,39) Ab
Adper Single Bond 2	0,00 (0,00) Bb	3,05 (0,40) Ab
Optibond All-in-One	1,64 (1,02) Ba	17,24 (2,93) Aa

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre os as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste *t- Student*).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica de evaporação(ANOVA/Tukey).

Tabela 2 – Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 10 segundos

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	0,88 (0,80) Bb	2,01 (0,72) Ab
Clearfill SE Bond	0,37 (0,57) Bb	1,37 (0,49) Ab
Scotch Bond Multi Purpose	0,39 (0,27) Bb	1,38 (0,39) Ab
Adper Single Bond 2	0,39 (0,45) Bb	3,05 (0,40) Ab
Optibond All-in-One	3,37 (1,41) Ba	17,24 (2,93) Aa

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste *t-student*).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica (ANOVA/Tukey).

Tabela 3 – Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 15 segundos

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	1,39 (1,06) Ab	2,01 (0,72) Ab
Clearfill SE Bond	0,79 (0,63) Bb	1,37 (0,49) Ab
Scotch Bond Multi Purpose	0,68 (0,36) Bb	1,38 (0,39) Ab
Adper Single Bond 2	1,24 (0,36) Bb	3,05 (0,40) Ab
Optibond All-in-One	5,31 (1,79) Ba	17,24 (2,93) Aa

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste *t-student*).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica (ANOVA/Tukey)

Tabela 4 – Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 20 segundos

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	2,37 (1,23) Ab	2,01 (0,72) Ab
Clearfill SE Bond	1,23 (0,58) Ab	1,37 (0,49) Ab
Scotch Bond Multi Purpose	1,07 (0,33) Ab	1,38 (0,39) Ab
Adper Single Bond 2	2,03 (0,50) Bb	3,05 (0,40) Ab
Optibond All-in-One	7,30 (2,15) Ba	17,24 (2,93) Aa

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste t-student).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica (ANOVA/Tukey).

Tabela 5 – Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 25 segundos

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	2,86 (1,34) Ab	2,01 (0,72) Ab
Clearfill SE Bond	1,85 (0,43) Ab c	1,37 (0,49) Bb
Scotch Bond Multi Purpose	1,35 (0,41) Ac	1,38 (0,39) Ab
Adper Single Bond 2	3,07 (0,65) Ab	3,05 (0,40) Ab
Optibond All-in-One	8,93 (1,91) Ba	17,24 (2,93) Aa

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste t-student).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica (ANOVA/Tukey).

Tabela 6- Médias (dp) de GE dos sistemas adesivos para as técnicas Ar 5 segundos e Laser 30 segundos.

	Laser	Ar
	Média (dp)	Média (dp)
Single Bond Universal	3,28 (1,26) A bc	2,01 (0,72) B b
Clearfill SE Bond	2,65 (0,54) A cd	1,37 (0,49) B b
Scotch Bond Multi Purpose	1,80 (0,36) A d	1,38 (0,39) B b
Adper Single Bond 2	3,98 (0,53) A b	3,05 (0,40) B b
Optibond All-in-One	10,76 (1,96) B a	17,24 (2,93) A a

Letras maiúsculas indicam diferença significativa entre as técnicas mantendo-se um mesmo sistema adesivo (teste t-student).

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre os adesivos para uma mesma técnica (ANOVA/Tukey).

O gráfico a seguir apresenta os valores médios de GE de cada sistema adesivo para as técnicas utilizadas em cada intervalo de tempo.

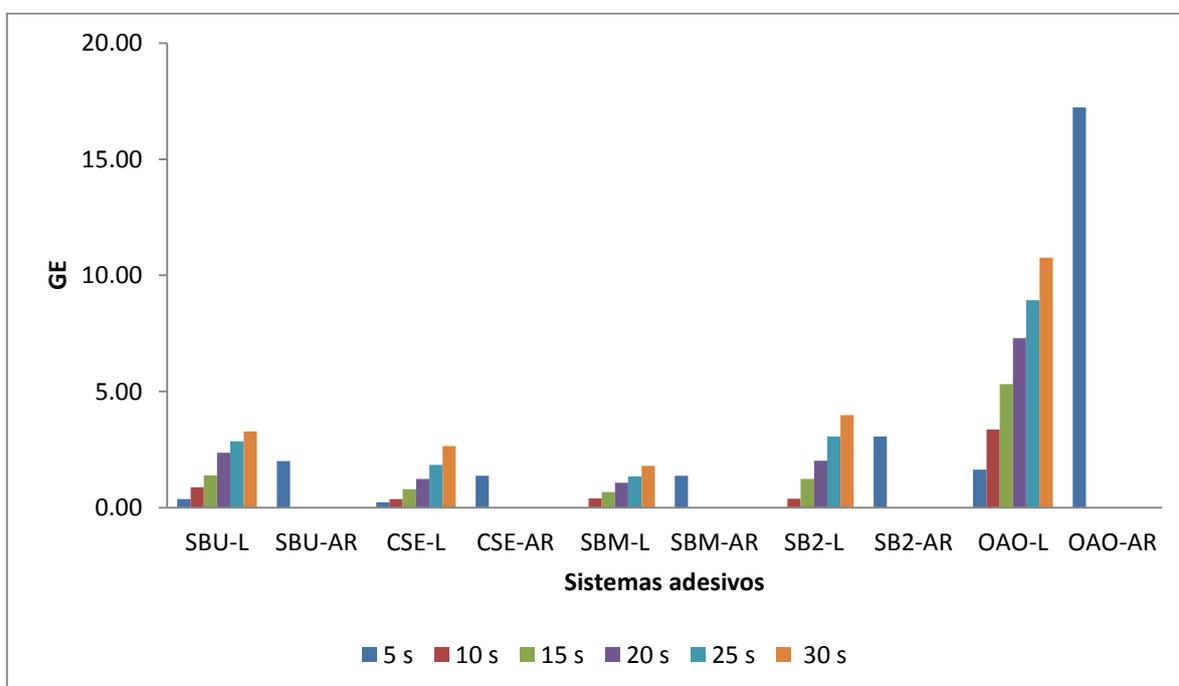


Gráfico 1 – Valores médios de GE para as duas técnicas de evaporação.

Discussão

Os sistemas adesivos atuais são formulados com uma combinação de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos dissolvidos geralmente em etanol, acetona ou água ou em uma associação destes solventes [4]. Entretanto, apesar de os solventes serem considerados ingredientes indispensáveis na composição dos sistemas adesivos, eles devem ser eliminados adequadamente após promoverem a permeação dos monômeros resinosos nos espaços interfibrilares da dentina condicionada [5].

A deficiente evaporação destes componentes voláteis pode comprometer o processo de polimerização [13, 32, 8, 22], resultando em uma estrutura interfacial mais hidrofílica e, conseqüentemente, mais propensa à degradação hidrolítica, reduzindo a qualidade e durabilidade da união [9, 33, 7, 24].

Assim, é essencial que a maior quantidade possível de solvente seja removida da superfície dentinária previamente à polimerização. Entretanto, tal remoção parece difícil de ser obtida clinicamente [7,6], especialmente quando utilizados os tempos de evaporação recomendados pelos fabricantes [32, 10, 6, 22]. Em nosso estudo, tanto o jato de ar quanto o Laser foram capazes de provocar a evaporação do solvente, sendo que o Laser foi superior à técnica controle quando utilizados tempos maiores para a maioria dos sistemas adesivos testados.

A capacidade de volatilização dos solventes está diretamente ligada a parâmetros como peso molecular do solvente, pressão de vapor, temperatura e umidade relativa do ar [34]. Quanto maior a pressão de vapor de uma substância, maior será sua taxa de evaporação. A acetona possui alta pressão de vapor (180 mmHg) quando comparada ao etanol (43,9 mmHg) e à água (17,5 mmHg), resultando em maiores taxas de evaporação [35].

A explicação acima pode elucidar os resultados observados em nosso estudo para o sistema adesivo Optibond All-in-One que apresenta como um de seus solventes a acetona, obtendo maior GE comparado aos outros adesivos, tanto na técnica controle quanto na experimental, em todos os tempos testados.

De forma análoga, adesivos à base de água/etanol, por possuírem menor pressão de vapor quando comparados aqueles à base de acetona [35] necessitam

um maior tempo de aplicação da técnica de evaporação a fim de garantir a máxima volatilização do solvente. Em nossa pesquisa os adesivos à base de água (Scotch Bond Multi Purpose e Clearfill SE Bond) ou à base de água/etanol (Adper Single Bond 2 e Single Bond Universal) apresentaram significativamente menor GE quando comparados ao Optibond All-in-one para ambas as técnicas.

O tempo clínico recomendado para a evaporação do solvente, em torno de 5 a 10 segundos, tem sido considerado insuficiente [32, 10, 6, 36, 22]. Neste sentido, diferentes estratégias têm sido investigadas para maximizar sua evaporação, tais como prolongados tempos de aplicação do jato de ar [37, 32, 23, 7, 11, 38, 21] e a utilização de ar aquecido [7, 36, 24, 17, 16, 26].

Desta forma, o Laser de Diodo em alta potência surge como uma ferramenta para potencializar a evaporação do solvente, uma vez que sua utilização provoca um aumento da temperatura local através da interação fototérmica entre a superfície irradiada e o adesivo [27]. Adicionalmente, a utilização da luz Laser não possui as limitações inerentes ao uso das seringas de ar/água como a falta de padronização do ar comprimido, a possibilidade de incorporação de umidade e oleosidade presente no interior das mesmas, bem como o empoçamento do adesivo nos ângulos da cavidade, [20, 21]. Ademais, a irradiação Laser tem sido utilizada sobre sistemas adesivos aplicados em dentina, antes de sua fotoativação, mostrando resultados promissores, com valores aumentados de resistência de união [28, 29, 30].

Os resultados do presente estudo apontam claramente para o fato de que a aplicação do jato de ar por 5 segundos promove menor evaporação do solvente comparada àquela decorrente da utilização do Laser de Diodo no tempo de 30 segundos para todos os sistemas adesivos avaliados, exceto Optibond All-in-one (acetinado), sendo rejeitada a hipótese nula. Tais achados estão em acordo com Klein-Júnior et al., 2008, cujo estudo sugeriu que o aumento na temperatura, bem como tempos de evaporação prolongados, poderiam provavelmente aumentar a energia cinética entre as moléculas do sistema adesivo, promovendo um aumento da vibração molecular e facilitando o rompimento das ligações intermoleculares entre o solvente e os grupos polares dos co-mônômeros resinosos, favorecendo a evaporação do solvente.

Ademais, a elevação da temperatura eleva também a pressão de vapor do solvente [22], aumentando suas taxas de evaporação, como observado nesta pesquisa, onde os adesivos à base de água ou água/etanol apresentaram aumento gradativo no GE na técnica experimental ao longo de 30 segundos (gráfico 1).

A perda de massa do solvente, representada neste estudo pelo GE, tem sido frequentemente relatada como uma variável importante no desempenho de um adesivo [36, 22, 39, 38]. Os testes utilizados para verificação da perda de massa do solvente podem ser realizados por diferentes técnicas analíticas tais como a análise gravimétrica utilizada nesta pesquisa, sendo esta técnica um método simples e eficaz na avaliação da evaporação do solvente de sistemas adesivos [40].

Entretanto, as pesquisas que utilizam o método gravimétrico para análise da perda de massa do solvente o fazem, frequentemente, sobre materiais inertes como vidro [37, 10, 6, 39] ou moldes de silicone [38], teflon [36] ou polipropileno [22]. Nossa pesquisa preocupou-se em avaliar o GE de sistemas adesivos utilizados sobre superfície de dentina de dentes humanos extraídos, de forma a aproximar, tanto quanto possível, uma correta interpretação dos resultados deste importante passo clínico.

Os resultados observados na tabela 1 evidenciam que a irradiação com Laser de Diodo durante o tempo de 5 segundos resultou em pequenas taxas de evaporação, fazendo-se necessário um tempo maior para que sua utilização seja igual ou superior à técnica convencional. Tais achados podem estar associados à ocorrência de uma possível interação do Laser/adesivo com a estrutura dentinária, a qual, pela absorção do laser, aumentaria a temperatura gradativamente favorecendo a evaporação do solvente.

Assim, na presença de tempos aumentados, a técnica experimental passou a obter resultados similares, quanto à evaporação do solvente, em relação ao jato de ar para o adesivo Single Bond Universal aos 15 segundos e para os adesivos Clearfill SE Bond e Adper Scotch Bond Multi Purpose aos 20 segundos. Já aos 25 segundos a irradiação Laser mostrou-se superior à técnica controle para o adesivo Clearfill SE Bond e no tempo de 30 segundos o Laser passou a apresentar maiores taxas de evaporação do solvente para todos os sistemas adesivos, exceto para o Optibond All-in-one, quando comparado ao jato de ar por 5 segundos.

Desta forma, o Laser de Diodo em alta potência influenciou positivamente o grau de evaporação dos sistemas adesivos, podendo ser utilizado como substituto ao jato de ar durante o passo clínico de evaporação do solvente. Ademais, seu uso não representa uma limitação quanto à possibilidade de polimerização do sistema adesivo uma vez que emite um feixe de luz infravermelha, com comprimento de onda de 810 nm, diferente do comprimento de onda responsável pelo início do processo de fotopolimerização de sistemas adesivos [41].

Cabe ainda ressaltar a importância de que novos estudos sejam conduzidos no sentido de se estabelecer parâmetros seguros de utilização do Laser de Diodo quanto a possíveis efeitos no tecido pulpar, bem como investigações adicionais quanto a sua influência na resistência de união e grau de conversão dos sistemas adesivos.

Conclusão

O presente estudo verificou que a aplicação do Laser de Diodo, na potência de 3W, durante 30 segundos é capaz de evaporar o solvente de maneira superior à técnica controle (jato de ar) para os sistemas adesivos testados, exceto para o sistema que contém acetona em sua composição.

Referências

1. Liu Y, Tjaderhane L, Breschi L, Mazzoni A, Li N, Mao J, Pashley D H, Tay F R (2011) Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res*, v. 90 (8):935-968
2. De Munck J, Van Landuyt K L, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B (2005a) A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*, v. 84 (2): 118-132
3. Carvalho R M, Carrilho MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini JL (2004) Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Rev Biodonto* 2 (1):8-89
4. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Coutinho E, Poitevin A, Yoshida Y, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2007) Origin of interfacial droplets with one-step adhesives. *J Dent Res* 86 (8):739-744
5. Reis A, Loguercio A D, Azevedo C L N, Carvalho R M, Singer J M, Grande R H M (2003) Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent* 5 (3): 183-192
6. Cadenaro M, Breschi L, Rueggeberg FA, Suchko M, Grodin E, Agee K, Di Lenarda R, Tay FR, Pashley DH (2009) Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. *Dent Mater* 25 (5):621-628
7. Klein-Junior CA, Zander-Grande C, Amaral R, Stanislawczuk R, Garcia EJ, Baumhardt-Neto R, Meier MM, Loguercio AD, Reis A (2008) Evaporating solvents with a warm air-stream: effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. *J Dent* 36 (8):618-625
8. Holmes RG, Rueggeberg FA, Callan RS, Caughman F, Chan DCN, Pashley DH, Looney SW (2007) Effect of solvent type and content on monomer conversion of a model resin system as a thin film. *Dent Mater*. 23: 1506-1512
9. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G (2003) Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 28 (3):215-235
10. Ikeda T, De Munck J, Shirai K, Hikita K, Inoue S, Sano H, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2008) Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of HEMA-rich versus HEMA-free one-step adhesives. *Dent Mater* 24 (10):1316-1323

11. Furuse AY, Peutzfeldt A, Smussen A (2008) Effect of evaporation of solvents from one-step, self-etching adhesives. *J Adhes Dent* 10 (1): 35-39
12. Frota PHDB, Tanaka A, Loguercio AD, Lima DM, Carvalho CN, Bauer J (2014) Effect os different times of evaporation and pH in two self-etching adhesive systems on the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. *Int J Adhes Adhes* 50: 223-227
13. Jacobsen T, Finger WJ, Kanehira M (2006) Air-drying time of self-etching adhesives vs bonding efficacy. *J Adhes Dent* 8 (6): 387-392
14. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, Lai CNS (2004) Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polimerization. I. In vivo evidence. *J Dent* 32: 611-621
15. Reis A, Klein-Junior CA, de Souza FH, Stanislawczuk R, Loguercio AD (2010) The use of warm air stream for solvent evaporation: effects on the durability of resindentin bonds. *Oper Dent* 35 (1):29-36
16. Moosavi H, Forghani M, Managhebi E (2013) Effect of different air-drying time on the microleakage of single-step self-etch adhesives. *Res Dent & End* 38 (2): 73-78
17. Lobo JS, Nery MM, Beatrice LCS, Moreira JF, Braz R (2012) A influência da temperatura de secagem e do tempo de aplicação de Adesivos Autocondicionantes na Microinfiltração Marginal. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr* 12 (3): 331-36
18. Garcia FC, Wang L, Pereira LC, de Andrade e Silva SM, Junior LM, Carrilho MR (2010) Influences of surface and solvent on retention of HEMA/mixture components after evaporation. *J Dent* 38 (1):44-49
19. Skupien JA, Lenzi TL, Borges MF, Marchiori JC, Rocha RO, Susin AH, Bortolloto T, Krejci I (2009) Adhesive Systems: Considerations About Solvents. *Int. J. Odontostomat* 3 (2): 19-124
20. Sadr A, Shimada Y, Tagami J (2007) Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. *Dent Mat* 23: 1114-1119
21. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Munoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD (2014) Effect of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal of universal adhesives to dentin. *Dent Mat* 30: 1126-1135
22. Bail M, Malacarne-Zanon J, Silva SM, Anauate-Netto A, Nascimento FD, Amore R, Lewgoy H, Pashley DH, Carrilho MR (2012) Effect of air-drying on the solvent evaporation, degree of conversion and water sorption/solubility of dental adhesive models. *J Mater Sci Mater Med* 23 (3):629-63

23. Garcia FCP, Almeida JCF, Osório R, Carvalho RM, Toledano M (2009) Influence of drying time and temperature on bond strength of contemporary adhesives to dentine. *J Dent* 37 (4): 315-320
24. Reis A, Klein-Junior CA, de Souza FH, Stanislawczuk R, Loguercio AD (2010) The use of warm air stream for solvent evaporation: effects on the durability of resin-dentin bonds. *Oper Dent* 35 (1):29-36
25. Reis A, Wambier L, Malaquias T, Wambier DS, Loguercio AD (2013) Effect of warm air drying on water sorption, solubility, and adhesive strength of simplified etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent* 15 (1): 41-46
26. Moura SK, Murad CG, Reis A, Klein-Junior CA, Grande RHM, Loguercio AD (2014) The influence of air temperature for solvent evaporation on bonding of self-etch adhesives to dentin. *Eur J Dent* 8 (2): 205-210
27. Gonçalves SE, De Araujo MA, Damião AJ (1999) Dentin bond strength: influence of laser irradiation, acid etching, and hypermineralization. *J Clin Laser Med Surg* 17 (2): 77-85
28. Matos AB, Oliveira DC, Kuramoto M, Eduardo CP, Matson E (2000) Nd:YAG laser influence on tensile bond strength of self-etching adhesive systems. *J Clin Laser Med Surg* 18 (5): 253-257
29. Marimoto AK, Cunha LA, Yui KCK, Huhtala MFRL, Barcellos DC, Prakki A, Gonçalves SEP (2013) Influence of Nd: YAG Laser on the bond strength of Self-etching and conventional adhesive systems to dental hard tissues. *Oper Dent* 38 (4):447- 455
30. Maenosono RM, Bim-Junior O, Duarte MAH, Wang L, Palma-Dibb RG, Ishikiriama SK (2015): Diode Laser irradiation increases microtensile bond strength of dentin. *Braz Oral Res* 29 (1): 1-5
31. Franke M, Taylor AW, Lago A, Fredel MC (2006) Influence of Nd:YAG laser irradiation on an adhesive restorative procedure. *Oper Dent* 31(5): 604-609
32. Nunes TG, Garcia FCP, Osorio R, Carvalho RM, Toledano M (2006) Polymerization efficacy of simplified adhesives systems studied by NMR and MRI techniques. *Dent Mater* 22: 963-972
33. Hashimoto M, Tay FR, Svizero NR, Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H, Kaga M, Pashley DH (2006) Effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. *Dent Mat* 26: 560-568
34. Pashley EL, Zhang Y, Lockwood PE, Rueggeberg FA, Pashley DH (1998) Effects of HEMA on water evaporation from water- HEMA mixtures. *Dent Mat* 14 (6): 6-10
35. Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL (2000) Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J Dent* 28 (6):437-440

36. Ito S, Hoshino T, Iijima M, Tsukamoto N, Pashley DH, Saito T (2010) Water sorption/solubility of self-etching dentin bonding agents. *Dent Mater* 26 (7):617-626
37. Cardoso PC, Loguercio AD, Vieira LCC, Baratieri LN, Reis A (2005) Effect of prolonged application times on Resin-Dentin bond strengths. *J Adhes Dent* 7: 143-149
38. Emamieh S, Sadr A, Ghasemi A, Torabzadeh H, Akhavanzanjani V, Tagami J (2013) Effects of solvent drying time on mass change of three adhesives. *J Cons Dent* 16: 418-422
39. Abdussamad JY, George JV, Sreenivasa M, Indiresha HN (2012) The effect of storage and air-drying on solvent evaporation of three different one-bottle adhesive systems: a comparative in-vitro study. *J Int Oral Health* 4 (3): 35-44
40. B'hymer C. (2003) Residual solvent testing: A review of gas-chromatographic and alternative techniques. *Pharm Res* 20: 337-344
41. Cassoni A, Rodrigues JÁ. (2007) Argon laser: a light source alternative for photopolymerization and in-office tooth bleaching. *Gen Dent* 55 (5): 416-419

CONCLUSÃO

O presente estudo verificou a influência do Laser de Diodo aplicado sobre diferentes sistemas adesivos em dentina no processo de evaporação do solvente. Os resultados evidenciaram que a aplicação da técnica experimental durante 30 segundos é capaz de evaporar o solvente de maneira superior à técnica controle (jato de ar) para os sistemas adesivos testados, exceto para o sistema que contém acetona em sua composição.

Esses achados podem servir de base para o desenvolvimento de um novo protocolo clínico para a evaporação do solvente de sistemas adesivos, visando uma melhora na qualidade da união à dentina em longo prazo.

REFERÊNCIAS

BAIL, M. et al. Effect of air-drying on the solvent evaporation, degree of conversion and water sorption/solubility of dental adhesive models. **Journal of Material Science**, v. 23, p. 629-38, Mar 2012.

CADENARO, M. et al. Effects of residual ethanol on the rate and degree of conversion of five experimental resins. **Dental Materials**, v. 25, n. 5, p. 621-8, May 2009.

CARVALHO, R. M. et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. **Revista. Biodonto**, v. 2, n. 1, p. 8-89, 2004.

DE MUNCK, J. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **Journal of Dental Research**, v. 84, n. 2, p. 118-32, 2005a.

EL-ASKARY, F. S.; VAN NOORT, R. Effect of air-drying pressure and distance on microtensile bond strength of a self-etching adhesive. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 13, n. 2, p. 147-53, Apr 2011.

FRANKE M. et al. Influence of Nd:YAG laser irradiation on an adhesive restorative procedure. **Operative Dentistry**, v. 31, n. 5, p. 604-9, 2006.

FROTA, P. H. D.B. et al. Effect os different times of evaporation and pH in two self-etching adhesive systems on the shear bond strength of metallic orthodontic brackets. **International Journal of Adhesion and Adhesive**, v.50, p. 223-27, Apr 2014.

FURUSE, A. Y.; PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Effect of evaporation of solvent from one-step, self-etching adhesives. **Journal of Adhesive Dentistry**, v.10, n. 1, p.35-39, 2008.

GARCIA, F. C. et al. Influence of drying time and temperature on bond strength of contemporary adhesives to dentine. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 4, p. 315-20, Apr 2009.

GARCIA, F. C. et al. Influences of surface and solvent on retention of HEMA/mixture components after evaporation. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 1, p. 44-9, Jan 2010.

GONCALVES, S. E.; DE ARAUJO, M. A.; DAMIAO, A. J. Dentin bond strength: influence of laser irradiation, acid etching, and hypermineralization. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v. 17, n. 2, p. 77-85, Apr 1999.

HOLMES, R.G. et al. Effect of solvent type and content on monomer conversion of a model resin system as a thin film. **Dental Materials**, v. 23, p. 1506-1512, Jan 2007.

IKEDA, T. et al. Effect of air-drying and solvent evaporation on the strength of -rich versus HEMA-free one-step adhesives. **Dental Materials**, v. 24, n. 10, p. 1316-23, Oct 2008.

JACOBSEN, T.; SÖDERHOLM, K. Some effects of water on dentin bonding. **Dental Materials**, v. 11, p. 132-36, Mar 1995.

KLEIN-JÚNIOR, C.A. et al. Evaporating solvents with a warm air-stream: Effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. **Journal of Dentistry**, v. 36, p. 618-25, Apr 2008.

LIU, Y. et al. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. **Journal of Dental Research**, v. 90, n. 8, p.935-68, Aug 2011.

LOBO J. S. et al. A influência da temperatura de secagem e do tempo de aplicação de Adesivos Autocondicionantes na Microinfiltração Marginal. **Pesquisa Brasileira de Odontopediatria e Clínica Integrada**, v.12, n. 3, p. 331-36, Jul/Set 2012.

LUQUE-MARTINEZ I.V. et al. Effect of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal of universal adhesives to dentin. **Dental Materials.**, v.30, p. 1126-35, Jul 2014.

MATOS A.B. et al. Nd:YAG laser influence on tensile bond strength of self-etching adhesive systems. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**. , v.18, n. 5, p. 253-7, 2000.

MAENOSONO R.M. et al. Diode Laser irradiation increases microtensile bond strength of dentin. **Brazilian Oral Research**, v.29, n.1, p. 1-5, 2015.

MARIMOTO A. et al. Influence of Nd: YAG Laser on the bond strength of Self-etching and convencional adhesive systems to dental hard tissues. **Operative Dentistry**, v. 38, n. 4, p. 447- 455, 2013.

MOOSAVI, H.; FORGHANI, M.;MANAGHEBI, E. Effect of different air-drying time on the microleakage of single-step self-etch adhesives.**Restorative Dentistry & Endodontics**, v.38, n. 2, p. 73-78, May 2013.

MOURA, S.K. et al. The influence of air temperature for solvent evaporation on bonding of self-etch adhesives to dentin. **European Journal of Dentistry**, v.8, n. 2, p.205-10, Apr-Jun 2014.

NAKABAYASHI N.; PASHLEY D.H. Hibridization of dental hard tissues. Chicago: **Quintessence Publishing**, pp 65-67,1998.

PASHLEY, D. H. et al. The microtensile bond test: a review. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 1, n. 4, p. 299-309, Winter 1999.

PASHLEY, D. H. et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dental Materials**, v. 11, n. 2, p. 117-25, Mar 1995.

REIS, A. et al. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 5, n. 3, p. 183-192, Fall 2003.

REIS A.F. et al. M. Degradation of resin-dentin interfaces: a literature review. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 35, n. 3 p. 191-99, 2006.

REIS, A. et al. The use of warm air stream for solvent evaporation: effects on the durability of resin-dentin bonds. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 1, p. 29-36, Jan-Feb 2010.

REIS, A. et al. Effect of warm air drying on water sorption, solubility, and adhesive strength of simplified etch-and-rinse adhesives. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 15, n. 1, p. 41-46, 2013.

SADR, A.; SHIMADA, Y.; TAGAMI, J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. **Dental Materials**, v. 23, p. 1114-19, 2007.

SKUPIEN, J. A. et al. Adhesive Systems: Considerations About Solvents. **International Journal of Odontostomatology**, v. 3, n. 2, p. 119-24, 2009.

TAY, F. R. et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I In vivo evidence. **Journal of Dentistry**, v. 32, p. 611-21, 2004.

VAN LANDUYT, K. L. et al. Origin of interfacial droplets with one-step adhesives. **Journal of Dental Research**, v. 86, n. 8, p. 739-44, Aug 2007.

VAN MEERBEEK, B. et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Operative Dentistry**, v. 28, n. 3, p. 215-35, May-Jun 2003.

YOSHIDA, Y. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **Journal of Dental Research**, v. 83, n. 6, p. 454-58, 2004.