

GINO BARALDI GIMENEZ

Avaliação da resistência de união de um sistema adesivo *multi-mode* e de um sistema adesivo de condicionamento ácido total aplicado com um novo dispositivo sônico vibratório

ARAÇATUBA – SP

2015

GINO BARALDI GIMENEZ

Avaliação da resistência de união de um sistema adesivo *multi-mode* e de um sistema adesivo de condicionamento ácido total aplicado com um novo dispositivo sônico vibratório.

Trabalho de Conclusão de Curso como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Orientadora: Prof^a. Assist. Dr^a. Ticiane Cestari Fagundes

**ARAÇATUBA – SP
2015**

Dedicatória

Dedico este trabalho a toda minha família, especialmente aos meus pais por me proporcionarem estar aqui e concluir o curso.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus que traçou esse caminho para mim, possibilitando um crescimento pessoal e profissional e ainda por colocar pessoas especiais em minha vida nessa nova jornada.

Tudo isso só foi possível pelo empenho dos meus pais para minha formação. Obrigado João Donizete Gimenez e Lea Silvia Baraldi Gimenez, meus pais, pelos ensinamentos e educação.

Agradeço imensamente a toda minha família, em especial aos meus tios Hélio Baraldi e Ana Lúcia Preveiro Baraldi por serem exemplos para mim e me ajudarem a alcançar meus sonhos e concluir essa etapa.

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Assist. Dr^a. Ticiane Cestari Fagundes pelo empenho e pelos ensinamentos durante o desenvolvimento do trabalho. Agradeço ao Doutorando Rafael Simões Gonçalves por toda ajuda durante o trabalho e apoio.

Agradeço também a Prof^a. Dr^a Mirela Sanae Shinohara por me introduzir a essa pesquisa e por possibilitar sua conclusão.

Jimenez GB, Fagundes TC, Gonçalves RS, Shinohara MS. **Avaliação da resistência de união de um sistema adesivo *multi-mode* e de um sistema adesivo de condicionamento ácido total aplicado com um novo dispositivo sônico vibratório.** 2015. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.

Resumo

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar a resistência de união de um sistema adesivo multi-mode (Single Bond Universal – SBU, 3M ESPE), comparado com um sistema adesivo convencional (Ambar – AB, FGM) usando um dispositivo sônico (Smart Sonic Device – SSD) para a aplicação do adesivo na dentina em diferentes condições: seca (DS) ou úmida (DU)/ condicionada com ácido fosfórico 37% (ac) ou não. Também foi avaliado o efeito da termociclagem na degradação da interface adesivo-dentina.

Materiais e Métodos: Noventa e seis molares humanos extraídos foram divididos em 12 grupos (n=8) de acordo com a técnica de aplicação do adesivo: SBU/DS, SBU/ac/DS, SBU/SSD/DS, SBU/SSD/ac/DS, SBU/DU, SBU/ac/DU, SBU/SSD/DU, SBU/SSD/ac/DU, AB/ac/DS/SSD, AB/ac/DS, AB/ac/DU/SSD, AB/ac/DU. Os terços oclusais dos dentes foram removidos para acesso da dentina média e planificados com lixa de carbetto de silício #600 por 60s para padronização da camada de *smear layer*. Após a aplicação do sistema adesivo nas diferentes condições, os dentes foram restaurados com resina composta (Opallis, FGM) em incrementos de 2mm para formar um bloco de 6mm de altura. Após 24 horas, os dentes restaurados foram cortados em palitos (0,8mm²) em uma cortadeira metalográfica. Os palitos obtidos de cada dente foram divididos em subgrupos em que metade foi destinada à 10.000 ciclos térmicos em água destilada à 5°C (± 1°C) e 55°C (± 1°C) e o restante para realização do ensaio mecânico de microtração imediato. O teste de microtração foi feito a uma velocidade de + 0.7mm/min e os valores convertidos em MegaPascal (MPa). Os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente ao nível de significância a 5% por meio do teste de Kruskal-Wallis e para comparações múltiplas foi utilizado o teste de Mann-Whitney U.

Resultados: Não foi observado diferença significativa entre a resistência de união de adesivos aplicados com dispositivo sônico e a aplicação convencional, tanto nos grupos ciclados quanto nos não ciclados. O adesivo Ambar mostrou resultados

inferiores quando comparados com SBU, exceto para SBU/SSD/ac/DU, que apresentou resultados semelhantes ao AB. O adesivo SBU não apresentou diferença estatística quando aplicado em dentina condicionada e não condicionada. O substrato DS apresentou valores de resistência de união estatisticamente superiores quando comparado com DU nos grupos SBU/SSD/ac.

Conclusão: Conclui-se que a aplicação com o dispositivo sônico dos adesivos convencional e multi-mode não influenciou a resistência à adesão da dentina em diferentes condições.

Palavras-chave: Resistência à Tração. Envelhecimento. Dentina. Adesivos Dentinários.

GB Gimenez, TC Fagundes, RS Gonçalves, MS Shinohara. **Bond strength of a multi-mode adhesive system and a conventional adhesive system applied with a new sonic device.** 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.

Abstract

Objectives: The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength of a new one-step multimode adhesive (Scotchbond Universal – SU, 3M/ESPE) compared to the total etching adhesive (Ambar – AB, FGM) using a sonic device (Smart Sonic Device – SD) in different dentin conditions: dry (D) and wet (W), etched (E) and non-etched (NE). The effects of thermocycling on the degradation of adhesive-dentine interfaces were also studied.

Material and Methods: Ninety-six extracted human molar teeth were divided into 12 groups (n=8) according to the adhesive technique: SU/NE/D, SU/E/D, SU/NE/D/SD, SU/E/D/SD, SU/NE/W, SU/E/W, SU/NE/W/SD, SU/E/W/SD, AB/E/D/SD, AB/E/D, AB/E/W/SD, AB/E/W. Enamel was removed and the middle dentin surfaces were ground with 600-grit SiC paper. Each adhesive system was applied according to the different adhesive techniques, and composite resin blocks (Opallis, FGM) were incrementally built up and stored for 24 hours. Specimens were sectioned into sticks with a cross-sectional area of 0.8mm². Sticks obtained from each tooth were divided in subgroups and half of them were tested under tension (0.7mm/min) immediately and, the other half resin-dentin sticks were tested after 10.000 thermal cycles (5°C and 55°C). Bond strength data (MPa) were analyzed with the Kruskal-Wallis test, and post hoc comparison was done using the Mann-Whitney U test (alpha=0.05).

Results: No significant difference was observed when comparing the application of adhesive systems with sonic device or conventional application, as well as between cycled or non-cycled groups. AB showed lower results compared to the SU, except for the SU/E/W/SD group, which presented similar results to AB. E and NE conditions did not statistically affect the bond strength of SU groups. Dry dentin presented statistically superior bond strength values when compared to wet dentin for SU/E/SD groups.

Conclusions: Sonic application of simplified and conventional adhesive systems had no effect on bonding to dentin under different conditions.

Keywords: Tensile Strength. Aging. Dentin. Bonding Agents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ilustração dos cortes feitos em cada amostra. Página 13.

Figura 2. Sequência do prepare da superfície e aplicação do adesivo SBU com condicionamento ácido. Página 14.

Figura 3. Sequência do preparo com SBU, sem condicionamento ácido. Página 15.

Figura 4. Sequência do preparo da superfície com adesivo Âmbar. Página 15.

Figura 5. Ilustração da sequência restauradora feita nas amostras. Página 16.

Figura 6. Ilustração da sequência de cortes para obtenção do palito. Página 17.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Divisão dos grupos experimentais Página 14.

Tabela 2. Materiais utilizados e seus respectivos protocolos. Página 16.

Tabela 3. Valores de resistência de união (Mpa) e desvio padrão diante de diferentes protocolos de aplicação, antes e depois da termociclagem. Página 20.

Tabelas 4 e 5: Quantidade de falhas prematuras e local da falha nos palitos não ciclados e ciclados, respectivamente. Página 21.

LISTA DE ABREVIATURAS

AB = Adesivo Âmbar, FGM.

Ac = Condicionamento com ácido fosfórico 37%.

DS = Dentina seca.

DU = Dentina úmida.

SBU = Adesivo Single Bond Universal, 3M ESPE.

SSD= Smart Sonic Device, FGM.

SUMÁRIO

1. Introdução	10
2. Objetivo.....	11
3. Materiais e Métodos.	12
4.Resultados	18
5. Discussão.....	21
6. Conclusão	29
7. Referências.....	30

1. Introdução

O interesse pela estética na Odontologia levou ao desenvolvimento e aprimoramento dos conceitos, das técnicas e dos materiais, fundamentais para a terapêutica restauradora atual (Toledano and Osorio, 2015). Desde o princípio da Odontologia Adesiva, melhoras significativas ocorreram na resistência de união e na capacidade seladora junto à dentina (Breschi e col., 2008). As restaurações estéticas utilizam materiais resinosos que se unem ao substrato dental por meio de sistemas adesivos, o que permite a realização de técnicas restauradoras menos invasivas e conseqüentemente maior conservação de estrutura dental sadia (Loguercio e col., 2015b; Milia e col., 2012).

O mecanismo de adesão ao substrato dentário corresponde a um processo de embricamento mecânico dos adesivos nas porosidades criadas pela desmineralização do esmalte e da dentina (Milia e col., 2012; Reis e col., 2015). Quando comparada à adesão ao esmalte, a adesão ao substrato dentinário torna-se mais crítica devido à composição predominantemente orgânica formada basicamente pela malha de fibras colágenas heterogênea e a presença de túbulos dentinários em toda sua extensão, conferindo a este substrato permeabilidade e umidade intrínseca (Breschi e col., 2008; Milia e col., 2012).

A durabilidade das ligações entre o sistema adesivo e o substrato dentário é de extrema importância para a longevidade das restaurações (Breschi e col., 2008; Heintze e col., 2015), uma vez que a degradação desta interface pode enfraquecer a adesão e levar à formação de fendas entre o dente e o material restaurador (Breschi e col., 2008; Morresi e col., 2014). Estudos prévios mostram que, clinicamente, a infiltração e a deterioração marginal foram descritos como os principais fatores envolvidos na degradação e longevidade das restaurações (Breschi e col., 2008; Morresi e col., 2014), conseqüentemente estando associados aos efeitos indesejáveis, incluindo a sensibilidade pós-operatória, a descoloração marginal e a cárie secundária (Dennison and Sarrett, 2012; Pioch e col., 2001; Reis e col., 2015). Estudos têm enfatizado que os valores de resistência de união imediato à dentina não se correlacionam com a estabilidade de união à longo prazo, já que a interface de união dentina/adesivo pode se degradar (Carrilho e col., 2005; Morresi e col., 2014; Tay e col., 2005).

Deste modo, desde a introdução dos sistemas adesivos, várias modificações nesses materiais e pesquisas têm sido elaboradas baseando-se no desenvolvimento de diferentes estratégias de adesão atualmente disponíveis para a prática clínica com o objetivo de melhorar sua capacidade adesiva (Cardoso e col., 2011). Neste contexto, os aparelhos de ultrassom têm sido propostos no intuito de potencializar a acomodação e difusão dos materiais restauradores no substrato dentário, uma vez que este dispositivo é capaz de gerar uma energia sônica vibratória (Bagis e col., 2009; Mena-Serrano e col., 2014b). Deste modo, acredita-se que a aplicação do adesivo com este dispositivo poderia gerar resultados promissores na resistência de união do adesivo com o substrato dentinário, uma vez que a penetração incompleta do adesivo na rede de fibrilas de colágeno na dentina desmineralizada pode ser o principal local de susceptibilidade de sua degradação hidrolítica (Breschi e col., 2008; Dennison and Sarrett, 2012; Tam and Jokstad, 2010). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de união de uma nova categoria de sistema adesivo (Single Bond Universal “multi-mode”) (SBU) e do sistema adesivo de condicionamento ácido total (Ambar) com o uso ou não de um dispositivo sônico vibratório (SSD) em diferentes condições do substrato dental: dentina seca (DS) ou úmida (DU)/ condicionada com ácido fosfórico 37% (ac) ou não; assim como, a utilização ou não de termociclagem.

2. Objetivo.

O objetivo desse estudo foi analisar a resistência de união entre o sistema restaurador e a superfície dentinária por meio de diferentes protocolos de tratamento de superfície e aplicação do sistema adesivo; assim como, o envelhecimento térmico das interfaces.

Hipóteses Nulas

- (1) A resistência de união de uma nova categoria de um sistema adesivo “*multi-mode*” quando aplicado em dentina com ou sem condicionamento ácido, não difere do adesivo de condicionamento total.

- (2) As diferentes condições da dentina (seca ou úmida) não influenciam na resistência de união dos adesivos.
- (3) A utilização de um aparelho de energia sônica vibratória para aplicação do adesivo não influencia na resistência de união.
- (4) O envelhecimento das interfaces adesivas não influencia na resistência de união das restaurações.

Fatores em Estudo

- A. Sistema adesivo (2 níveis): adesivo “*multi-mode*” ou adesivo de condicionamento total;
- B. Condicionamento ácido – adesivo “*multi-mode*” (2 níveis): dentina condicionada ou não com ácido fosfórico 37%;
- C. Substrato dentinário (2 níveis): dentina seca e dentina úmida;
- D. Modo de aplicação do adesivo (2 níveis): uso do dispositivo sônico vibratório ou aplicação convencional;
- E. Envelhecimento térmico (2 níveis): 24 horas e após o envelhecimento térmico (10 000 ciclos em água destilada à 5°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 1^\circ\text{C}$)).

3. Materiais e Métodos.

Previamente a execução do experimento, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA/UNESP (#36815914.6.0000.5420).

Para realização deste estudo foram utilizados 96 molares humanos recém-extraídos livres de cárie, os quais foram limpos e armazenados em solução de timol 0,1% até o início do experimento.

3.1. Preparação das Amostras:

Inicialmente foram feitos dois cortes em cada amostra, paralelos a junção cimento/esmalte. O primeiro corte removeu o terço coronário do dente, e o segundo removeu o terço apical para permitir a fixação nas bases da cortadeira. Os cortes foram feitos com disco diamantado acoplado em cortadeira metalográfica (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração e água (Figura 1).

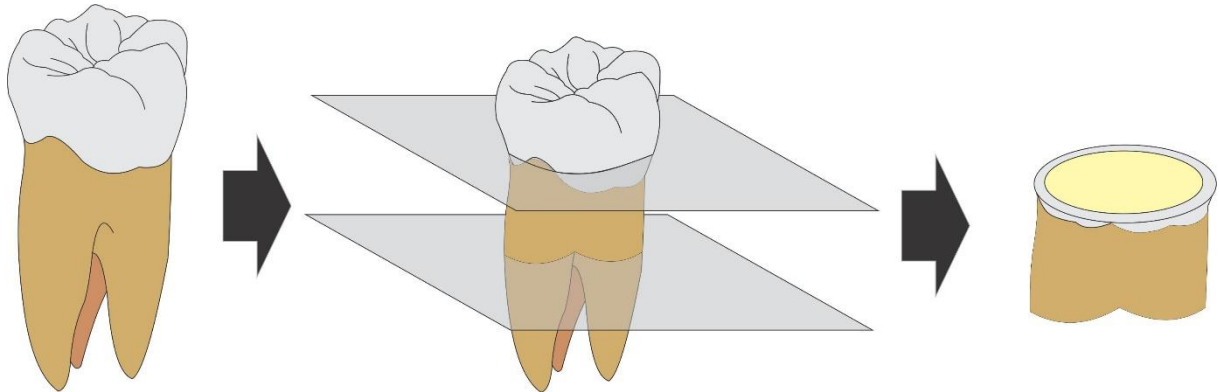


Figura 1: Ilustração dos cortes feitos em cada amostra.

Após remoção da superfície oclusal, foi realizado um desgaste na superfície plana obtida, utilizando-se lixas de carbeto de silício de granulação #320 (Extec Corp, Enfield, CT, EUA) em politriz (AROPOL E - Arotec Industria e Comércio Ltda, Cotia, SP, Brasil) em baixa rotação com refrigeração constante. Somente o esmalte e a parte da dentina superficial foram removidos. Essa superfície foi avaliada com o auxílio de lupa estereoscópica (Stemi SV11, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) no aumento de 45x para verificar a completa ausência de esmalte. Em seguida, do mesmo modo em que foi realizado o desgaste oclusal, a superfície dentinária foi exposta à lixa de carbeto de silício de granulação #600 sob movimentos giratórios manuais sob refrigeração com água por 60 segundos, de modo a produzir uma *smear layer* padronizada.

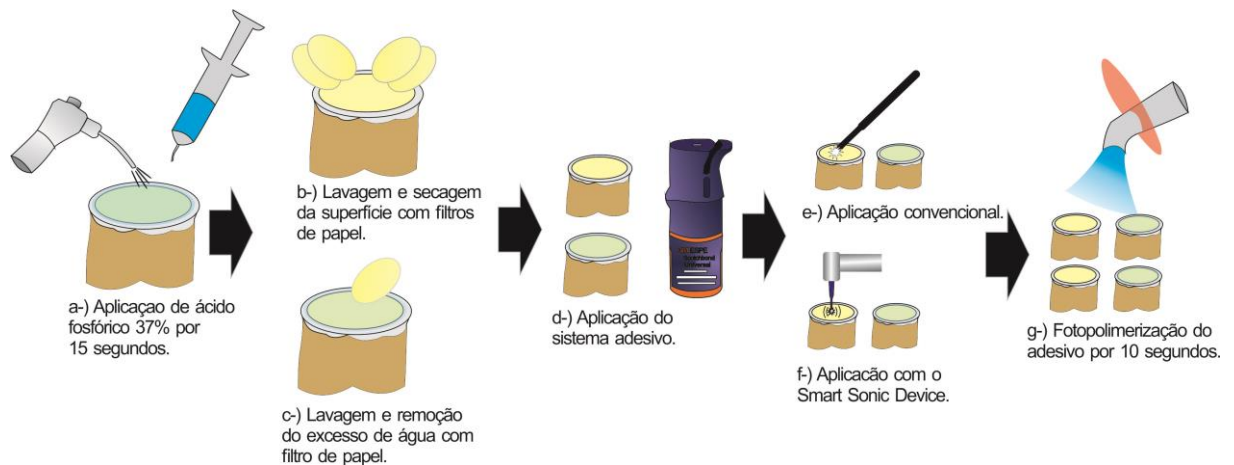
3.2. Divisão dos Grupos

As amostras de dentina foram divididas em 12 grupos (n=8) de acordo com o protocolo de aplicação do adesivo e tratamento da superfície dentinária (Quadro 1, Figuras 2, 3 e 4).

Tabela 1: Divisão dos grupos experimentais.

Grupo	Ácido Fosfórico 37%	Condição da Dentina	Adesivo	Tipo de aplicação do Adesivo
SBU/ac/DS/SSD	Sim	Seca	SBU	Smart Sonic
SBU/ac/DU/SSD		Úmida		
SBU/ac/DS		Seca		Cavibrush
SBU/ac/DU		Úmida		
SBU/DS/SSD	Não	Seca		Smart Sonic
SBU/DU/SSD		Úmida		
SBU/DS		Seca		Cavibrush
SBU/DU		Úmida		
Ambar/ac/DS/SSD	Sim	Seca	Ambar	Smart Sonic
Ambar/ac/DU/SSD		Úmida		
Ambar/ac/DS		Seca		Cavibrush
Ambar/ac/DU		Úmida		

SBU-Single Bond Universal; ac- ácido fosfórico 37%; DS- dentina seca; DU- dentina úmida; SSD- smart sonic device.

**Figura 2:** Sequência do preparo da superfície e aplicação do adesivo SBU com condicionamento ácido.

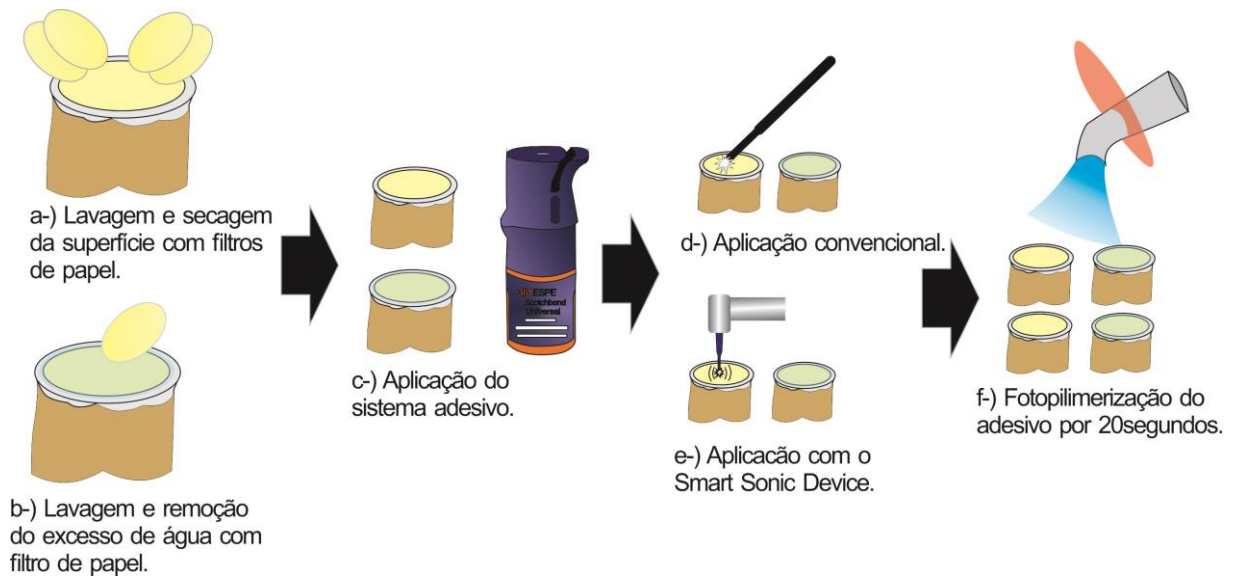


Figura 3: Sequência do preparo da superfície com SBU, sem condicionamento ácido.

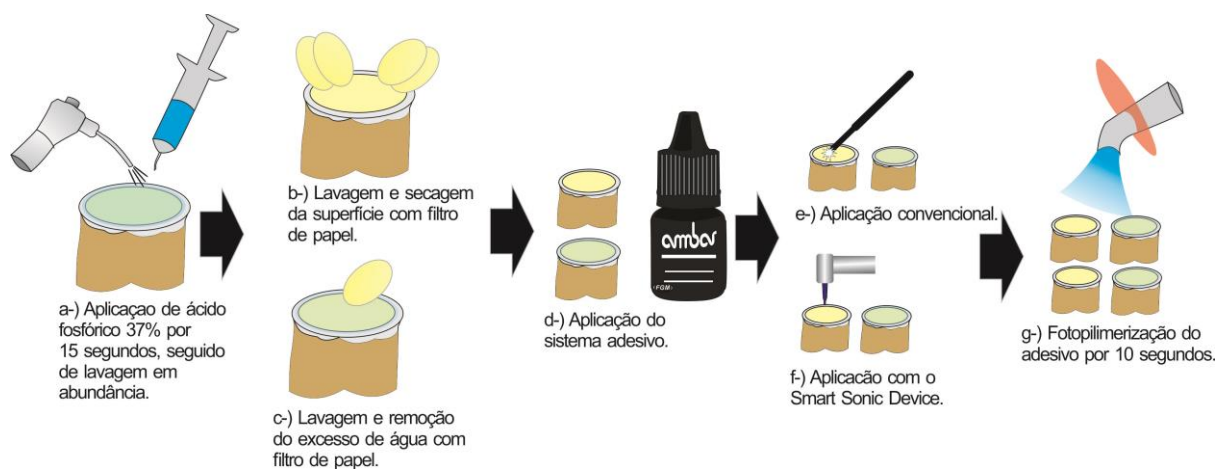


Figura 4: Sequência do preparo da superfície com adesivo Ambar.

3.3. Procedimento Restaurador

Para realizar o procedimento restaurador foi utilizado a resina Opallis A3D (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil). Foi confeccionado um bloco na superfície oclusal de 6mm de espessura no sentido vestibulo-oclusal em cada dente, utilizando a técnica incremental. Cada incremento foi polimerizado por 20 s

(1,500mW/cm² – Radii Plus - SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália. (Quadro 2, Figura 5).

Tabela 2: Materiais utilizados e seus respectivos protocolos detalhadamente.

Material	Aplicação
Ácido Fosfórico 37% - FGM	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do COND AC 37 na região a ser condicionada e aguardar por um período de 15 segundos; • Lavagem da superfície com água em abundância
Ambar FGM	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do adesivo com auxílio de um aplicador (cavibrush ou Smart Sonic Device), esfregando a primeira gota do produto vigorosamente por 10 segundos; • Em seguida, nova camada de adesivo deve ser aplicada na mesma superfície por mais 10 segundos; • Aplicação de um leve jato de ar por 10 segundos, que contribui para evaporação do solvente e conseqüentemente aumento da adesão; • Fotopolimerização por 10 segundos.
Single Bond Universal 3M	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de uma camada de adesivo agitando-o na superfície por 20 segundos. Secagem do adesivo para evaporar o solvente, por 5 segundos; • Fotopolimerização por 10 segundos.
Smart Sonic Devic FGM	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação do adesivo de acordo com as recomendações do fabricante. • Vibração de 1800 rpm.
Radii Plus SDI	<ul style="list-style-type: none"> • Fotopolimerização de cada incremento por 20 segundos. • Após o último incremento, fotopolimerização por 40 segundos.

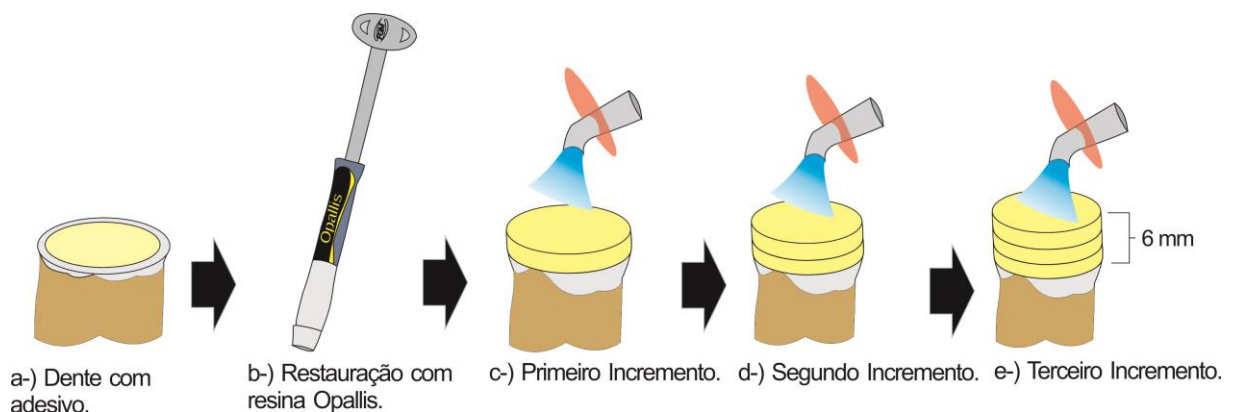


Figura 5: Ilustração da sequência restauradora feita nas amostras.

3.4. Secção dos Palitos

Após o procedimento restaurador, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas, para obtenção dos palitos.

O conjunto dente/restauração foi fixado em base de resina acrílica utilizando um adesivo à base de cianocrilato (Super Bonder Flex Gel, Loctite, SP, Brasil). A placa de acrílico com a amostra em posição foi acoplada à cortadeira metalográfica, para obtenção dos palitos com área de aproximadamente 0.8mm² (Figura 6). Após seleção dos palitos de cada dente, os mesmos foram divididos em subgrupos em que metade foi destinada à termociclagem prévia e a outra metade para realização do ensaio mecânico de microtração imediato.

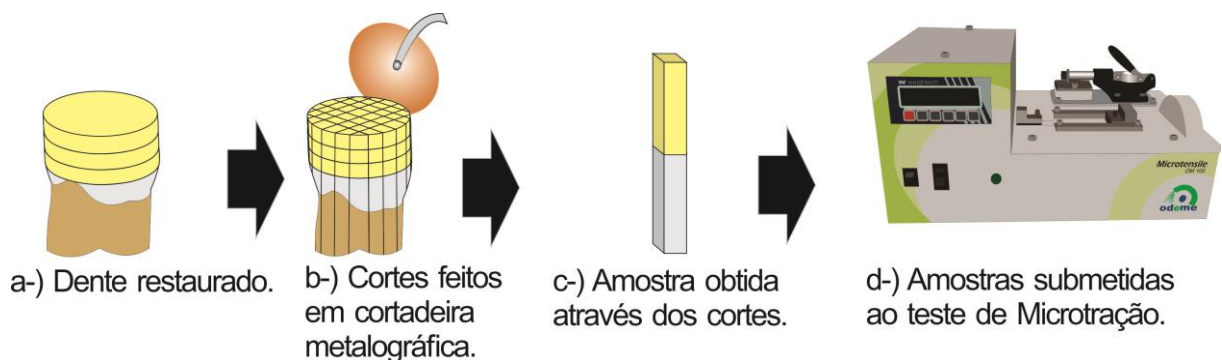


Figura 6: Ilustração da sequência de cortes para obtenção dos palitos.

3.5. Termociclagem

Os palitos foram submetidos a 10.000 ciclos térmicos em água destilada a 5°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) e 55°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), segundo recomendações da ISO 11450(Organization, 1994). Cada banho foi realizado por 15 segundos sendo o tempo de transferência entre as cubas de 3 segundos.

3.6. Ensaio de Microtração

Para análise da resistência de união pelo teste de microtração, os palitos foram fixados em garra para teste de microtração (Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil) utilizando-se cola à base de cianocrilato e acoplados individualmente à máquina de microtração (Microtensile OM 100, Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil) a velocidade de 0.7mm/min. Os valores de resistência de união foram obtidos em MPa por meio da fórmula:

Força (N)/ Área (mm²)

Os dados obtidos foram tabulados e analisados, como não houve normalidade nos resultados, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis (teste não-paramétrico), e para comparações múltiplas foi utilizado o teste de Mann-Whitney U, ao nível de significância de 5%. Para tanto, foi utilizado o programa estatístico BioEstat 2.0.

4.Resultados

Na avaliação dos dados referentes ao sistema adesivo de condicionamento total, pode-se observar que o adesivo Ambar, apresentou resultados inferiores em relação ao adesivo Single Bond Universal ($p>0.05$); exceto após o condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo “*multi-mode*” com auxílio do dispositivo *Smart Sonic Device em dentina úmida*, que apresentaram valores estatisticamente semelhantes ($p>0.05$).

Pode-se observar que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união entre os grupos do sistema adesivo “*multi-mode*” (Single Bond Universal), quando aplicado em dentina com e sem condicionamento ácido, independente da condição do substrato dentinário (dentina seca ou úmida) e tempo ($p>0.05$).

Somente houve valores de resistência de união estatisticamente superiores em dentina seca quando comparados à dentina úmida após o condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo “*multi-mode*” com auxílio do dispositivo *Smart Sonic Device* ($p < 0.05$), após 24h de armazenamento.

Quando se comparou a aplicação do *Smart Sonic Device* com a aplicação convencional dos sistemas adesivos, não houve diferença estatisticamente significativa, dentro da mesma condição do estudo ($p > 0.05$). .

Também não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ciclados e não ciclados, independente da condição estudada ($p > 0.05$).

Tabela 3- Valores de resistência de união (Mpa) e desvio padrão diante de diferentes protocolos de aplicação, antes e após ciclos térmicos.

Sistema adesivo	Técnica adesiva	Após 24 h		
		Dentina seca	Dentina úmida	
Single Bond Universal	Sem ácido fosfórico	Smart Sonic Device	39,5 (11,7) aA	37,3 (12,8) aA
		Aplicador convencional	33,5 (11,4) aA	36,7 (12,2) aA
	Com ácido fosfórico	Smart Sonic Device	33,2 (11,7) aA	29,0 (8,0) bAB
		Aplicador convencional	36,9 (12,5) aA	35,9 (11,7) aA
Ambar	Com ácido fosfórico	Smart Sonic Device	23,5 (10,1) aB	22,5 (8,9) aB
		Aplicador convencional	23,5 (8,0) aB	23,5 (8,7) aB

Sistema adesivo	Técnica adesiva	Após 10.000 ciclos térmicos		
		Dentina seca	Dentina úmida	
Single Bond Universal	Sem ácido fosfórico	Smart Sonic Device	34,8 (12,4) aA	34,2 (12,5) aA
		Aplicador convencional	36,0 (13,8) aA	30,7 (14,1) aA
	Com ácido fosfórico	Smart Sonic Device	32,2 (11,8) aA	28,8 (12,5) aA
		Aplicador convencional	29,3 (11,1) aA	29,7 (14,5) aA
Ambar	Com ácido fosfórico	Smart Sonic Device	21,4 (8,3) aB	23,4 (7,3) aB
		Aplicador convencional	20,9 (8,3) aB	24,0 (7,9) aB

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre linhas de uma mesma coluna e letras minúsculas distintas indicam diferenças entre colunas de uma mesma linha, N= 8, (p<0,05).

Durante o teste de microtração dos palitos, foi observada a área de fratura dos mesmos e divididas da seguinte maneira:

- Adesiva, falha entre a restauração e o substrato.
- Coesiva, falha que ocorreu ou em dentina ou em resina.
- Falha mista quando envolveu mais de uma das superfícies.

A maioria das fraturas foram de ordem adesiva, porém 19,27% do total de palitos testados foram do tipo coesiva ou mista. Os grupos ciclados e não ciclados apresentaram percentual de fratura coesiva ou mista de 17,3% e 21,28% respectivamente. A grande diferença se deu quando comparamos os grupos que usaram SU e Ambar. As fraturas não adesivas quando Ambar foi usado, tiveram percentual de 6,99% dos palitos testados com esse adesivo, quando o SU teve percentual de 25,36% dos palitos restaurados com o mesmo.

Isso pode ser explicado pelo fato de SU ter apresentado valores de resistência de união superiores ao Ambar, devido a sua capacidade de interação

com o substrato e conseqüentemente melhor adesão, permitindo falhas coesivas antes que fosse alcançado o valor de fratura adesiva. (Joonghee Ahn e col, 2014).

Tabelas 4 e 5: Quantidade de falhas prematuras e local da falha nos palitos não ciclados e ciclados, respectivamente.

Tabela 4:

Grupo	Resina	Dentina	Mista
SBU/ac/DS/SSD	9	4	2
SBU/ac/DU/SSD	6	2	1
SBU/ac/DS	10	11	1
SBU/ac/DU	12	8	0
SBU/DS/SSD	17	12	0
SBU/DU/SSD	9	12	1
SBU/DS	17	14	0
SBU/DU	19	9	1
Ambar/ac/DS/SSD	4	1	0
Ambar/ac/DU/SSD	5	0	2
Ambar/ac/DS	2	0	0
Ambar/ac/DU	3	2	0
<u>Total</u>	113	75	8

Tabela 5:

Grupo	Resina	Dentina	Mista
SBU/ac/DS/SSD	8	1	0
SBU/ac/DU/SSD	13	2	0
SBU/ac/DS	12	4	0
SBU/ac/DU	6	11	0
SBU/DS/SSD	11	8	0
SBU/DU/SSD	14	5	0
SBU/DS	13	11	0
SBU/DU	10	9	0
Ambar/ac/DS/SSD	6	1	0
Ambar/ac/DU/SSD	6	1	0
Ambar/ac/DS	4	0	0
Ambar/ac/DU	4	1	1
<u>Total</u>	107	54	1

5. Discussão

O presente estudo *in vitro* utilizou terceiros molares humanos hígidos recém-extraídos para avaliar a resistência de união de dois sistemas adesivos à dentina por meio de diferentes protocolos de aplicação. Para tanto, o ensaio de microtração foi escolhido por ser o mais utilizado e, por apresentar maior precisão na avaliação da resistência de união de materiais (Sano e col., 1994). Esta metodologia, utilizada no presente estudo, é uma variação do teste de tração idealizado por Sano e col., 1994 (Sano e col., 1994), que permite a verificação real da magnitude da resistência, limitando a ação das forças de tração em uma pequena área da interface adesiva. Esta metodologia permite versatilidade, apresentando relevância para estudos de adesão de materiais restauradores utilizados clinicamente (Pashley e col., 1999).

A adesão entre um material restaurador e os tecidos dentais tem como objetivo uma efetiva união entre ambos, além de um selamento hermético e duradouro das margens restauradoras (Heintze e col., 2015; Khalighinejad e col., 2014; Milia e col., 2012). No entanto, apesar dos sistemas adesivos apresentarem efetiva união ao esmalte dental, em dentina ainda há limitações por ser um tecido com maior grau de complexidade (Breschi e col., 2008; Khalighinejad e col., 2014; Milia e col., 2012; Rosa e col., 2015), sendo os adesivos classificados de acordo com seu mecanismo de interação com o substrato dentinário (Milia e col., 2012; Perdigão, 2002).

No presente estudo, para avaliação das diferentes formas e técnicas de aplicação de sistemas adesivos foram utilizados um adesivo de condicionamento total (Ambar) e um “multi-mode” (Single Bond Universal). Deste modo, de maneira geral, os valores de resistência de união do adesivo “multi-mode” apresentaram-se

superiores ao de condicionamento total. O Single Bond Universal apresenta tanto uma interação mecânica (camada híbrida), como uma interação química devida a presença do monômero bifuncional 10-MDP (Peumans e col., 2010; Silva e Souza e col., 2010; Van Meerbeek e col., 2011). O 10-MDP age ligando-se ionicamente ao cálcio (Ca) e ao mesmo tempo é capaz de extrair o Ca^{2+} da hidroxiapatita, formando sais de MDP-Ca (Hipolito e col., 2011; Silva e Souza e col., 2010; Van Meerbeek e col., 2011). Adicionalmente, ocorre a interação química do copolímero Vitrebond, presente no SBU, com o cálcio da hidroxiapatita (Fukuda e col., 2003; Mitra e col., 2009; Perdigão e col., 2013; Yoshihara e col., 2011b), permitindo a superioridade dos resultados deste sistema adesivo. Deste modo, a falta de uma interação química do adesivo Ambar com o substrato dentinário pode ser a razão dos menores resultados de resistência de união quando comparados com o adesivo SBU. Em um estudo *in vitro*, Yazdi e col., 2015 (Yazdi e col., 2015), demonstraram a influência que um adesivo com diferentes concentrações de 10-MDP têm na resistência de união à dentina. Neste estudo, os autores concluíram que a presença do monômero bifuncional influencia diretamente nos valores de resistência de união, mostrando-se superiores aos adesivos que não contém ou que apresentam concentrações baixa de MDP em sua composição.

Na variação da técnica de aplicação do sistema adesivo SBU não foi observado diferença nos valores de resistência de união com e sem condicionamento ácido da dentina. Tais resultados corroboram com a conclusão de uma revisão sistemática e meta-análise, na qual não houve diferença nos valores de resistência de união dos adesivos universais autocondicionantes médios, quando utilizado ácido fosfórico ou não previamente em substrato dentinário (Rosa e col., 2015). No entanto, neste trabalho, os autores demonstraram que o adesivo All-Bond

Universal foi o único a apresentar uma melhora nos valores de resistência de união após o condicionamento ácido. Provavelmente, estes valores tenham sido devido a sua acidez ser relativamente baixa (fraco ; pH 3,1), diferentemente do pH do Single Bond Universal que apresenta um menor valor (médio; 2,7), possibilitando um melhor condicionamento e penetração do monômero na dentina (Rosa e col., 2015). Assim, alguns estudos tem demonstrado que os efeitos do condicionamento ácido na dentina previamente à aplicação de um sistema adesivo são material dependente (Erhardt e col., 2008; Taschner e col., 2012).

Em relação à umidade da dentina, a ausência de diferença entre os resultados de resistência de união do adesivo SBU quando aplicado em dentina úmida e seca, na maioria das condições, possa ser devido a sua composição ser a base de água/etanol (10 e 15% respectivamente). Esta porcentagem de água pode ter sido o suficiente para plastificar as fibrilas de colágeno colapsadas permitindo a reexpansão e reabertura dos espaços interfibrilares para infiltração do monômero resinoso (Gwinnett, 1992; Maciel e col., 1996; Reis e col., 2003). Adicionalmente, vale ressaltar que a ação friccional durante a aplicação do SBU pode também ter influenciado esses resultados; visto que tem sido observado que uma adesão adequada pode ser alcançada em dentina seca desde que o sistema adesivo seja aplicado ativamente (Dal-Bianco e col., 2006; Reis e col., 2007). A pressão mecânica aplicada durante a fricção vigorosa pode comprimir a rede de colágeno colapsada de tal maneira que o adesivo é puxado para dentro da malha de colágeno quando a pressão é aliviada (Zander-Grande e col., 2011). Além disso, esta maneira de aplicação pode melhorar a difusão do monômero, enquanto solventes são evaporados. (Loguercio e col., 2015a).

No entanto, a degradação da interface ainda é um desafio na Odontologia atual (Breschi e col., 2008; Dennison and Sarrett, 2012; Hashimoto e col., 2000). A durabilidade da união à dentina depende da penetração efetiva dos monômeros na rede de fibrilas colágenas (Breschi e col., 2008; Milia e col., 2012; Rosa e col., 2015). Uma penetração insuficiente resulta em fibrilas expostas, que podem servir de sítio para início do processo de degradação da interface adesiva (Breschi e col., 2008; Morresi e col., 2014; Pioch e col., 2001).

Este fenômeno inicia-se pelo processo de quebra das ligações covalentes entre os polímeros pela adição de água deixando as fibrilas de colágeno expostas (Breschi e col., 2008; Carrilho e col., 2007; Morresi e col., 2014). Como consequência, ocorre degradação da rede de colágeno e redução da resistência de união entre tecido dentinário e sistemas adesivos, comprometendo a durabilidade das restaurações adesivas (Breschi e col., 2008; Carrilho e col., 2007; Dennison and Sarrett, 2012; Morresi e col., 2014). Neste contexto, os aparelhos de ultrassom têm sido propostos no intuito de potencializar a acomodação e difusão de materiais adesivos no substrato dentário, uma vez que este dispositivo é capaz de gerar uma energia sônica vibratória (Bagis e col., 2009; Fagundes e col., 2006; Mena-Serrano e col., 2014a; Mena-Serrano e col., 2014b).

Em Odontologia, os aparelhos de ultrassom têm sido utilizados desde 1950 principalmente em periodontia e endodontia (Tay e col., 2002; Tay and Pashley, 2003). No entanto, ainda há espaço para investigações para a aplicação dos adesivos com aparelhos ultrassônicos. No presente estudo, foi demonstrado que a utilização de um aparelho sônico vibratório não influencia a resistência de união à dentina dos sistemas adesivos utilizados, independente da condição estudada. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Mena-Serrano e

colaboradores, 2014 (Mena-Serrano e col., 2014a), que também não observaram uma melhoria na resistência à microtração à dentina quando utilizaram um adesivo auto-condicionante com MDP (All Bond SE); apesar de uma diminuição significativa na permeabilidade dentinária ser encontrada com a aplicação de ultrassom. Finger WJ, Tani C, 2005, (Finger WJ, Tani C, 2005) também não encontraram diferença entre os modos de aplicação na resistência ao cisalhamento utilizando diferentes sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte e dentina.

No entanto, em outros estudos foram observados diferentes comportamentos mediante o protocolo de aplicação com ultrassom, visto que para os sistemas adesivos One Coat (não contém MDP) e Clearfil SB (contém MDP) tiveram melhora na resistência de união, entretanto o Futurabond (não contém MDP) não teve diferença na resistência de união (Mena-Serrano e col., 2014 b). Em outro estudo, o mesmo foi observado para o sistema adesivo Futurabond; no entanto, também não houve aumento de adesão para o sistema adesivo Clearfil SB com auxílio de ultrassom(Bagis B e col., 2009) .

No entanto, tais divergências de resultados encontrados na literatura possam advir das diferentes frequências de ultrassom utilizadas. No presente estudo, assim como nos estudos de (Mena-Serrano e col., 2014 a; Mena-Serrano e col., 2014 b), foi utilizado um aparelho sônico com frequência de 170Hz. Os outros estudos utilizaram aparelhos com frequências ultrassônica de 25 a 30 kHz(Finger and Tani, 2005) e 1MHz(Bagis e col., 2008).

Sugere-se também que para os sistemas adesivos em que não se observou a influência da utilização do ultrassom, a resistência adesiva possa ter atingido eficácia máxima com a aplicação manual (convencional) e então, nenhuma melhoria

foi detectada com a utilização de energia sônica vibratória. Deste modo, o benefício deste protocolo de aplicação pode ser adesivo dependente.

Vale ressaltar que a ação benéfica da vibração ultrassônica na adesão de cimentos tem sido demonstrada na literatura (Fagundes e col., 2006) Cuadros-Sanchez e col., 2014). Os autores sugerem que o aumento da adesão à dentina de cimentos de ionômero de vidro com a utilização de ultrassom possa ser devido a melhora na reação de presa do material que levaram, conseqüentemente, a uma melhora em sua propriedade mecânica, além de uma diminuição de bolhas na incorporação dos cimentos (Fagundes e col., 2006). Adicionalmente, Cuadro-Sanchez e colaboradores em 2014(Cuadros-Sanchez e col., 2014) ao verificar a resistência de união de pinos no interior de canais radiculares com diferentes adesivos aplicados com um aparelho sônico vibratório, também puderam observar uma melhoria em seus resultados quando comparados à aplicação convencional (sem aparelho sônico). Estes resultados podem ocorrer devido a vibração gerada pelo aparelho e, conseqüentemente, transmitida para o adesivo que, ao ser agitado, foi capaz de atingir regiões que dificilmente seriam alcançadas pela aplicação manual (Cuadros-Sanchez e col., 2014; Mena-Serrano e col., 2014b). Além disso, a vibração em alta velocidade faz com que o material seja rigorosamente pressionado contra a superfície dentinária e, em conjunto com toda esta dinâmica, ocorre o aumento da difusão do monômero na dentina desmineralizada, contribuindo para os altos valores de resistência de união(Cuadros-Sanchez e col., 2014).

Assim, nas últimas décadas, houve um aumento significativo no avanço nas pesquisas dos materiais dentários e, como consequência, melhora em suas propriedades. No entanto, o sucesso a longo prazo destes materiais é limitado pela durabilidade na cavidade oral. Deste modo, dez mil ciclos térmicos foram realizados

para simular de forma expressiva o envelhecimento da interface adesiva(Makishi e col., 2015). Os resultados mostram que os grupos que foram submetidos aos ciclos térmicos não diferiram estatisticamente dos grupos não ciclados. A utilização do aparelho de vibração sônica também não influenciou positivamente na resistência de união após o envelhecimento das restaurações. Deste modo, a adesão química promovida pelos sistemas adesivos utilizados neste presente estudo sinergicamente com a união micromecânica estabelecida pela formação de tags, possam ter contribuído para obtenção dos resultados semelhantes após a termociclagem. Segundo o conceito de “Adesão e Descalcificação” descrito por Yoshida e col.(Yoshida e col., 2001), os fenômenos de adesão e descalcificação a partir de ácidos que interagem com a hidroxiapatita tornam a adesão menos solúvel e susceptível à degradação hidrolítica. Van Meerbeek e col. (Yoshida e col., 2012) descreveram a presença de uma camada de proteção ou “nanolayer” formada pela interação da smear layer com o adesivo que protege a camada híbrida da degradação hidrolítica(Van Meerbeek e col., 2011; Yoshida and Uno, 2004; Yoshihara e col., 2011a).

Em relação às limitações do presente estudo, sabe-se que os testes de microtração são mais confiáveis do que os testes de adesão que utilizam uma superfície maior a ser analisada(Sirisha e col., 2014). No entanto, não existe um formato padrão para a apresentação dos resultados dos testes de resistência de união, podendo haver erros de interpretação dos dados, o que dificulta a comparação com outros estudos(Sirisha e col., 2014).

Assim, trabalhos futuros devem ser conduzidos com a utilização de vários sistemas adesivos a fim de fornecer um conhecimento amplo da ação dos aparelhos sônicos para aplicação de sistemas adesivos.

6. Conclusão

No presente trabalho, conclui-se que a vibração sônica não influencia na resistência de união ao substrato dentinário dos sistemas adesivos avaliados, em diferentes condições de substratos e quando submetidos à termociclagem.

7. Referências

- Bagis B, Turkarslan S, Tezvergil-Mutluay A, Uctasli S, Vallittu PK, Lassila LV (2008). Effect of ultrasonic agitation on bond strength of self-etching adhesives to dentin. *The journal of adhesive dentistry* 10(6):441-445.
- Bagis B, Turkarslan S, Vallittu PK, Lassila LV (2009). Effect of high frequency ultrasonic agitation on the bond strength of self-etching adhesives. *The journal of adhesive dentistry* 11(5):369-374.
- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E (2008). Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 24(1):90-101.
- Cardoso MV, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J *et al.* (2011). Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian dental journal* 56 Suppl 1(31-44).
- Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Pashley DH (2005). Durability of resin-dentin bonds related to water and oil storage. *American journal of dentistry* 18(6):315-319.
- Carrilho MR, Geraldeli S, Tay F, de Goes MF, Carvalho RM, Tjaderhane L *et al.* (2007). In vivo preservation of the hybrid layer by chlorhexidine. *Journal of dental research* 86(6):529-533.
- Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD (2014). Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *Journal of endodontics* 40(8):1201-1205.
- Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaff R, de Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A (2006). Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 22(12):1150-1156.
- Dennison JB, Sarrett DC (2012). Prediction and diagnosis of clinical outcomes affecting restoration margins. *Journal of oral rehabilitation* 39(4):301-318.
- Erhardt MC, Osorio E, Aguilera FS, Proenca JP, Osorio R, Toledano M (2008). Influence of dentin acid-etching and NaOCl-treatment on bond strengths of self-etch adhesives. *American journal of dentistry* 21(1):44-48.

Fagundes TC, Barata TJ, Bresciani E, Cefaly DF, Carvalho CA, Navarro MF (2006). Influence of ultrasonic setting on tensile bond strength of glass-ionomer cements to dentin. *The journal of adhesive dentistry* 8(6):401-407.

Finger WJ, Tani C (2005). Effect of application mode on bonding performance of self-etching adhesives. *American journal of dentistry* 18(1):41-44.

Fukuda R, Yoshida Y, Nakayama Y, Okazaki M, Inoue S, Sano H *et al.* (2003). Bonding efficacy of polyalkenoic acids to hydroxyapatite, enamel and dentin. *Biomaterials* 24(11):1861-1867.

Gwinnett AJ (1992). Moist versus dry dentin: its effect on shear bond strength. *American journal of dentistry* 5(3):127-129.

Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H (2000). In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *Journal of dental research* 79(6):1385-1391.

Heintze SD, Rousson V, Hickel R (2015). Clinical effectiveness of direct anterior restorations--a meta-analysis. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 31(5):481-495.

Hipolito VD, Alonso RC, Carrilho MR, Anauate Netto C, Sinhoreti MA, Goes MF (2011). Microtensile bond strength test and failure analysis to assess bonding characteristics of different adhesion approaches to ground versus unground enamel. *Brazilian dental journal* 22(2):122-128.

Joonghee Ahn, Kyoung-Hwa Jung, Sung-Ae Son, Bock Hur, Yong-Hoon Kwon , Jeong-Kil Park (2014). Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. *RDE Restorative dentistry and endodontics* 40(1):68-74.

Khalighinejad N, Feiz A, Faghihian R, Swift EJ, Jr. (2014). Effect of dentin conditioning on bond strength of fiber posts and dentin morphology: a review. *American journal of dentistry* 27(1):3-6.

Loguercio AD, de Paula EA, Hass V, Luque-Martinez I, Reis A, Perdigao J (2015a). A new universal simplified adhesive: 36-Month randomized double-blind clinical trial. *Journal of dentistry*.

Loguercio AD, Munoz MA, Luque-Martinez I, Hass V, Reis A, Perdigao J (2015b). Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? *Journal of dentistry*.

Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD, Preston CD, Russell CM, Pashley DH (1996). The effects of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness of human decalcified dentin matrix. *Journal of dental research* 75(11):1851-1858.

Makishi P, Thitthaweerat S, Sadr A, Shimada Y, Martins AL, Tagami J *et al.* (2015). Assessment of current adhesives in class I cavity: Nondestructive imaging using optical coherence tomography and microtensile bond strength. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 31(9):e190-200.

Mena-Serrano A, Costa TR, Patzlaff RT, Loguercio AD, Reis A (2014a). Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and dentin permeability of self-etching systems. *The journal of adhesive dentistry* 16(5):435-440.

Mena-Serrano A, Garcia EJ, Loguercio AD, Reis A (2014b). Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and nanoleakage of simplified self-etch adhesive. *Clinical oral investigations* 18(3):729-736.

Milia E, Cumbo E, Cardoso RJ, Gallina G (2012). Current dental adhesives systems. A narrative review. *Current pharmaceutical design* 18(34):5542-5552.

Mitra SB, Lee CY, Bui HT, Tantbirojn D, Rusin RP (2009). Long-term adhesion and mechanism of bonding of a paste-liquid resin-modified glass-ionomer. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 25(4):459-466.

Morresi AL, D'Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G, D'Arcangelo C *et al.* (2014). Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials* 29(295-308).

Organization IS (1994). Guidance on Testing of Adhesion to Tooth Structure. ISO/TR 11405 Dental Materials,.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y *et al.* (1999). The microtensile bond test: a review. *The journal of adhesive dentistry* 1(4):299-309.

Perdigao J (2002). Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dental clinics of North America* 46(2):277-301, vi.

Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC (2013). Effect of substrate age and adhesive composition on dentin bonding. *Operative dentistry* 38(3):267-274.

Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 26(12):1176-1184.

Pioch T, Staehle HJ, Duschner H, Garcia-Godoy F (2001). Nanoleakage at the composite-dentin interface: a review. *American journal of dentistry* 14(4):252-258.

Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH (2003). Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *The journal of adhesive dentistry* 5(3):183-192.

Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gones OM, Patzlaff R, Loguercio AD (2007). Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Operative dentistry* 32(4):380-387.

Reis A, Dourado Loguercio A, Schroeder M, Luque-Martinez I, Masterson D, Cople Maia L (2015). Does the adhesive strategy influence the post-operative sensitivity in adult patients with posterior resin composite restorations?: A systematic review and meta-analysis. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*.

Rosa WL, Piva E, Silva AF (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry* 43(7):765-776.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R *et al.* (1994). Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 10(4):236-240.

Silva e Souza MH, Jr., Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza Pde A, de Goes MF (2010). Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of applied oral science : revista FOB* 18(3):207-214.

Sirisha K, Rambabu T, Ravishankar Y, Ravikumar P (2014). Validity of bond strength tests: A critical review-Part II. *Journal of conservative dentistry : JCD* 17(5):420-426.

Tam L, Jokstad A (2010). The bond between resin composite restorations and dentin may degrade in the mouth over time. *The journal of evidence-based dental practice* 10(1):21-22.

Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Falconi M, Petschelt A *et al.* (2012). Influence of preliminary etching on the stability of bonds created by one-step self-etch bonding systems. *European journal of oral sciences* 120(3):239-248.

Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A (2002). Single-step adhesives are permeable membranes. *Journal of dentistry* 30(7-8):371-382.

Tay FR, Pashley DH (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic? *Journal* 69(11):726-731.

Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Hiraishi N, Yiu CK (2005). Water treeing in simplified dentin adhesives--deja vu? *Operative dentistry* 30(5):561-579.

Toledano M, Osorio R (2015). New Advanced Materials for High Performance at the Resin-Dentine Interface. *Frontiers of oral biology* 17(39-48).

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials* 27(1):17-28.

Yazdi FM, Moosavi H, Atai M, Zeynali M (2015). Dentin bond strength and degree of conversion evaluation of experimental self-etch adhesive systems. *Journal of clinical and experimental dentistry* 7(2):e243-249.

Yoshida E, Uno S (2004). Voids formation along the bonding interface between a smeared dentin surface and all-in-one adhesives. *Dental materials journal* 23(4):643-649.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Yoshioka M, Snauwaert J, Abe Y *et al.* (2001). Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *Journal of dental research* 80(6):1565-1569.

Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N, Hayakawa S, Torii Y, Ogawa T *et al.* (2012). Self-assembled Nanolayering at the Adhesive interface. *Journal of dental research* 91(4):376-381.

Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Irie M, Ogawa T *et al.* (2011a). Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. *Acta biomaterialia* 7(8):3187-3195.

Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Torii Y, Osaka A *et al.* (2011b). Self-etch monomer-calcium salt deposition on dentin. *Journal of dental research* 90(5):602-606.

Zander-Grande C, Ferreira SQ, da Costa TR, Loguercio AD, Reis A (2011). Application of etch-and-rinse adhesives on dry and rewet dentin under rubbing action: a 24-month clinical evaluation. *Journal of the American Dental Association* 142(7):828-835.