

UNIVERSIDADE TIRADENTES

DIEGO ALESSANDRO SANTOS

DIÊGO KELNER R. L. OLIVEIRA

EFEITO DA ESPESSURA DA CAMADA HÍBRIDA  
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO: REVISÃO  
SISTEMATIZADA

Aracaju

2018

DIEGO ALESSANDRO SANTOS  
DIÊGO KELNER R. L. OLIVEIRA

EFEITO DA ESPESSURA DA CAMADA HÍBRIDA  
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO: REVISÃO  
SISTEMATIZADA

**Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Odontologia da  
Universidade Tiradentes como  
parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Bacharel  
em odontologia.**

**Orientadora Prof<sup>a</sup>. Msc.  
Carolina Menezes  
Maciel**

Aracaju

2018

DIEGO ALESSANDRO SANTOS  
DIÊGO KELNER R. L. OLIVEIRA

EFEITO DA ESPESSURA DA CAMADA HÍBRIDA  
SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO: REVISÃO  
SISTEMATIZADA

**Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Odontologia da  
Universidade Tiradentes como  
parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Bacharel  
em odontologia.**

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Msc. Carolina Menezes Maciel**

---

**1º Examinador** \_\_\_\_\_

**2º Examinador** \_\_\_\_\_

Eu, Profa. Msc. Carolina Menezes Maciel orientadora dos discentes Diego Alessandro Santos e Diêgo Kelner R. L. Oliveira atesto que o trabalho intitulado: “Efeito da espessura da camada híbrida sobre a resistência de união: Revisão sistematizada” está em condições de ser entregue à Supervisão de Estágio e TCC, tendo sido realizado conforme as atribuições designadas por mim e de acordo com os preceitos estabelecidos no Manual para a Realização do Trabalho de Conclusão do Curso de Odontologia.

Atesto e subscrevo,

---

Orientador(a)

*“A glória da amizade não é a mão estendida, nem o sorriso carinhoso, nem mesmo a delícia da companhia. É a inspiração espiritual que vem quando você descobre que alguém acredita e confia em você.”*

Ralph Waldo Emerson

# EFEITO DA ESPESSURA DA CAMADA HÍBRIDA SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO: REVISÃO SISTEMATIZADA

Diego Alessandro Santos<sup>a</sup>, Diêgo Kelner Ryan Leite Oliveira<sup>b</sup>, **Carolina Menezes Maciel<sup>c</sup>**

*(<sup>a</sup>) Graduando em Odontologia – Universidade Tiradentes; (<sup>b</sup>) Graduando em Odontologia – Universidade Tiradentes. (<sup>c</sup>) Professora Msc. Adjunta do Curso de Odontologia da Universidade Tiradentes;*

---

## Resumo

Nas últimas décadas pesquisadores vêm enfrentando um desafio de formular um adesivo que seja capaz de unir-se em dentina, esmalte e material restaurador proporcionando qualidade adesiva e longevidade clínica à restauração. O principal mecanismo de retenção dos sistemas adesivos à dentina é através da formação da camada híbrida. O objetivo deste estudo foi, através de uma revisão sistematizada, analisar se a espessura da camada híbrida influencia na resistência de união do material restaurador com o remanescente dental. A partir das bases de dados “PubMed, SciELO e Google Acadêmico”, e alguns critérios de inclusão e exclusão, obteve-se 07 artigos científicos publicados no período de 2007 a 2017. A partir dos artigos encontrados pode-se concluir que a espessura da camada híbrida não teve influência na resistência da união entre o remanescente dental e o material restaurador, reforçando a hipótese de que a espessura da camada híbrida não influencia na resistência de união, porém é dependente do substrato dentinário em que está sendo aplicado, devido às diferenças morfológicas da dentina e orientação dos túbulos, à presença da smear layer, à permeabilidade e ao grau de umidade. Estudos posteriores são necessários para verificar a influência de tais tratamentos sobre a sua longevidade de união.

*Palavras-chaves:* Adesivos dentinários; Força de Tensão; Dentina.

---

## Abstract

In the last decades researchers have been facing a challenge to formulate an adhesive that is able to unite in dentin, enamel and restorative material providing adhesive quality and clinical longevity to the restoration. The main retention mechanism of dentin adhesive systems is through the formation of the hybrid layer. The objective of this study was, through a systematized review, to analyze if the thickness of the hybrid layer influences the bond strength of the restorative material with the dental remnant. From the databases "PubMed, SciELO and Google Scholar", and some inclusion and exclusion criteria, we obtained 07 scientific articles published in the period from 2007 to 2017. From the articles found it can be concluded that the thickness of the hybrid layer had no influence on the bond strength between the dental remnant and the restorative material, reinforcing the hypothesis that the thickness of the hybrid layer does not influence the bond strength, but is dependent on the dentin substrate in which it is being applied, due to differences morphological characteristics of the dentine and the orientation of the tubules, the presence of the smear layer, the permeability and the degree of humidity. Further studies are needed to verify the influence of such treatments on their union longevity.

*Keywords:* Dentin-Bonding Agents, Tensile Strength, Dentin.

## 1. Introdução

Os estudos de Nakabayashi, Kojima, Masuhara, (1982) foram importantes para o conhecimento do condicionamento ácido sobre o substrato dentinário e formação da camada híbrida. Considerada como o principal mecanismo de retenção dos sistemas adesivos à dentina (PASHLEY; CARVALHO, 1997), a camada híbrida é resultante da infiltração do primer entre as fibras colágenas da dentina, após o condicionamento ácido e remoção de parte ou de toda a smear layer (NAKABAYASHI, et al., 1992).

Segundo Nakabayashi, Saimi (1996) e Krejci, et al., (1999) um sistema adesivo deve promover selamento marginal, exibir estabilidade sob carga oclusal e fornecer proteção contra: cáries secundárias, descoloração marginal e sensibilidade pós-tratamento. A impregnação incompleta do adesivo sobre a matriz de colágeno resulta na presença de uma zona de dentina desmineralizada exposta dentro da camada híbrida (KIYOMURA et al., 1987, NAKABAYASHI et al., 1992, TITLEY et al., 1994, BURROW et al., 1996, TAY et al., 1998, HASHIMOTO et al., 2000). Sabe-se que a presença da dentina desmineralizada não preenchida pelo adesivo provoca uma redução da força de união (NAKABAYASHI et al., 1992, TITLEY et al., 1994, HASHIMOTO et al., 2000). Atualmente existem técnicas de preservação que retardam a degradação da camada híbrida, como os inibidores de metaloproteinases, a remineralização biomimética e os agentes de ligações cruzadas de colágeno (FERREIRA et al., 2016).

A formação da camada híbrida está estreitamente relacionada com a resistência da união entre dente-adesivo-material restaurador. Vários

estudos de acordo com Pioch, et al., (1998), Patri, et al., (1998), buscaram identificar as relações entre a espessura da camada híbrida, a resistência da união à tração e a integridade da estrutura de união. Enquanto alguns estudos citam estreita relação entre a morfologia da camada híbrida e a obtenção de um excelente selamento marginal (KAADEN et al., 2002, CAN SAY et al., 2006) e preocupação com espessuras de camadas híbridas mais finas, por não fornecerem a mesma função de resistência ao estresse que as camadas híbridas mais espessas (UNO; FINGER, 1995, YOSHIYAMA et al., 1996) outros estudos citam não haver relação entre a espessura da camada híbrida e a força da resistência à tração (UNO; FINGER, 1995).

O objetivo do presente trabalho foi analisar, através de uma revisão sistematizada da literatura, se a espessura da camada híbrida influencia na resistência de união do material restaurador com o remanescente dental.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1. Sistemas adesivos

Os sistemas adesivos são classificados em sistemas convencionais, aqueles que utilizam o condicionamento ácido em etapa separada; e sistemas autocondicionantes, aqueles que não possuem condicionamento ácido prévio à aplicação do sistema adesivo. Os sistemas convencionais se dividem em 2 e 3 passos e os autocondicionantes, em passo único e de 2 passos (VAN MEERBEEK et al., 2003, CARVALHO et al., 2004). Na tentativa de reduzir a sensibilidade da técnica e simplificar os passos clínicos da técnica adesiva, os autocondicionantes simultaneamente condicionam e desmineralizam a superfície do esmalte e da dentina,

seguindo com a infiltração de monômeros resinosos (TAY; PASHLEY, 2001). No entanto, sua capacidade de condicionar adequadamente os substratos dentários ricamente mineralizados, bem como a eficácia de sua ligação a tais substratos, é questionada (KAADEN et al., 2002).

De acordo com Van Landuyt, et al. (2007), relataram que para o sistema adesivo Autocondicionante de passo único Adper Prompt L Pop (3M / ESPE) a espessura da camada híbrida formada e comprimento dos tags parece não serem os principais fatores responsáveis por uma união efetiva, sendo a qualidade da interface dentina/adesivo o principal fator a se considerar nos sistemas adesivos autocondicionantes, sendo esta determinada pelos componentes que formam a composição química do adesivo.

Os adesivos que empregam condicionamento ácido prévio são aparentemente mais susceptíveis às diferenças regionais do que os adesivos autocondicionantes (OWENS; JOHNSO, 2007). Essa vantagem, apresenta-se clinicamente importante, uma vez que o comportamento uniforme frente à variabilidade morfológica e fisiológica desse substrato é uma propriedade desejável em um sistema adesivo (CECCHIN et al., 2008).

Alguns fabricantes lançaram sistemas adesivos mais versáteis que podem ser utilizados em diversos substratos, inclusive esmalte e dentina, através do sistema de aplicação sob condicionamento total ou como autocondicionantes (PERDIGÃO; SEZINANDO; MONTEIRO, 2012; HANABUSA et al., 2012). Tais adesivos, chamados “universais”, quando usados no modo autocondicionante, desmineralizam

parcialmente a dentina e mantém a hidroxiapatita ao redor do colágeno exposto, possibilitando uma união química entre 10-Metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato (MDP) e hidroxiapatita. Constituem-se num adesivo de sétima geração que inova em sua composição com a presença do copolímero do ácido polialcenóico e do MDP (YOSHIDA, 2004).

## 2.2 Formação da camada híbrida

A adesão da dentina aos materiais restauradores é de extrema complexidade, por ser composta por uma série de túbulos que se ramificam, em maior diâmetro e número, da câmara pulpar até a junção amelodentinária (JAD) (PASHLEY et al., 1997). O procedimento adesivo relacionado à dentina é mais sensível, pois, como os túbulos dentinários são preenchidos parcialmente por prolongamentos de células odontoblásticas, fibras nervosas e fluídos dentinários, conferem maior umidade a este substrato, quando comparado ao esmalte (PASHLEY et al., 1997). É muito difícil estabelecer clinicamente um padrão de umidade ideal e uniforme para toda superfície dentinária, visto que se a dentina for demasiadamente ressecada por jatos de ar a trama colágena sofre colapso, dificultando a penetração do monômero resinoso. Da mesma forma, se a dentina desmineralizada estiver extremamente molhada leva a uma separação entre as fases hidrófobas e hidrófilas dos componentes monoméricos do sistema adesivo, dificultando a completa penetração do mesmo (TAY et al., 1998).

Segundo Perdigão et al., (1994) o tipo de substrato dentinário pode influenciar o mecanismo de adesão e a formação da camada híbrida, assim como, o preparo do substrato para adesão torna-se crítica, podendo influenciar o resultado restaurador final.



As regiões afetadas por cáries são críticas e dificultam a adesão ao substrato dentinário, pois a camada híbrida se forma de maneira defeituosa. Existe uma hipomineralização na dentina afetada que a deixa mais porosa, e com o condicionamento ácido há uma desmineralização mais profunda e o colágeno acaba não sendo totalmente preenchido pelos monômeros resinosos. Assim, um grande número de fibrilas de colágeno fica parcialmente expostas à degradação, ou seja, desprotegidas. Visando melhorar as propriedades mecânicas da camada híbrida, alguns estudos citam estratégias de proteção das fibras de colágeno contra a degradação (HAJ-ALI et al., 2006).

A degradação das fibrilas de colágeno expostas, devido à formação de uma camada híbrida incompleta, ocorre devido ação de enzimas colagenolíticas, conhecidas como metaloproteínases da matriz (MMPs) e cisteínas catépsinas. As MMPs são endopeptidases, zinco e cálcio dependentes, que contribuem para a organização e mineralização da matriz dentinária. Tais enzimas são depositadas na dentina humana durante a formação do elemento dentário e permanecem inativas, porém, quando em ambientes ácidos, são ativadas. Já as cisteínas catépsinas (CTs) são enzimas ativas em pH levemente ácido e possuem a capacidade de degradar o colágeno íntegro. A atividade de tais enzimas é aumentada em dentina profunda e cariada, principalmente de pacientes jovens (BEDRAN-RUSSO et al., 2014; MAZZONI et al., 2015). Dentre as técnicas para diminuir a degradação da camada híbrida existe a utilização de materiais sintéticos e naturais. Os agentes sintéticos mais citados na literatura são o glutaraldeído e a carbodiimida. Ambos aumentam as propriedades mecânicas da matriz colágena da dentina com capacidade de redução da degradação da camada

híbrida. Porém, os mesmos possuem algumas desvantagens. O glutaraldeído possui uma grande citotoxicidade e a carbodiimida possui uma formação de ligações cruzadas muito baixa. Por conta dessas desvantagens houve maior procura por agentes naturais biomodificadores de colágeno (BEDRAN-RUSSO et al., 2010).

Os principais agentes naturais biomodificadores de colágeno são as proantocianidinas; extraídas da semente da uva, apresentam uma influência positiva sobre dentina como a resistência à tração, dureza, módulo de elasticidade, resistência adesiva, resistência a biodegradação e redução da desmineralização. Outro exemplo de agente natural é a Epigallocatequina-3-galato (EGCG). Esta substância é extraída do chá verde e é rica em polifenóis. Eles induzem ligações cruzadas de colágeno e impedem o livre acesso de colagenases às cadeias dos sítios ativos do colágeno (VIDAL et al., 2014). Entretanto, mesmo apresentando diversas vantagens, poucos estudos mostram bons resultados utilizando-se períodos curtos e clinicamente viáveis de aplicação de soluções contendo essas substâncias (BEDRAN-RUSSO et al., 2011).

Outra forma de evitar a degradação é através do uso de inibidores de MMPs e cisteína catépsinas, com a finalidade de reduzir a degradação de fibrilas colágenas presentes na camada híbrida. Estudos demonstraram que o digluconato de clorexidina possui potencial de inibição da atividade de MMPs e o seu efeito inibitório sobre essas metaloproteínases se deve a uma ação quelante, sequestradora de íons  $\text{Ca}^{2+}$ , uma vez que atividade dessas enzimas foi novamente iniciada quando a solução de cloreto de cálcio foi adicionada ao substrato analisado. A não correlação existente entre a espessura da camada

híbrida e a resistência à tração pode estar relacionada também com as propriedades mecânicas intrínsecas de cada material, tais como o grau de conversão, concentração de monômeros hidrófilos (KOMORI, 2007).

### 3. Metodologia e Resultados

#### 3.1 Metodologia

Esta revisão sistematizada incluiu buscas de artigos publicados na íntegra que relacionassem a espessura da camada híbrida e sua influência na resistência de união entre remanescente dental e material restaurador. Foi utilizada a base de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico, por meio da combinação dos descritores: “Hybrid Layer Thickness”, “Superfície Dentinária”, “Resistência de União”.

#### 3.2 Critérios de Inclusão

Foram incluídos artigos da língua inglesa e portuguesa publicados na íntegra no período de Março de 2007 a Junho de 2017; estudos realizados in vitro em dentes humanos e bovinos, sendo o principal fator de busca se o trabalho avaliou a espessura da camada híbrida e sua influência na resistência da união.

#### 3.3 Critérios de Exclusão

Foram excluídos artigos de revisão de literatura, dissertações ou teses, pesquisas que não relacionavam a espessura da camada híbrida com a resistência de união ou que

relacionavam outras questões que não fossem sobre a avaliação da espessura da camada híbrida.

### 4. Resultados

A busca foi realizada no dia 19.02.2018, encontrando um total de 78 artigos. Foi realizada leitura do título e do resumo de todos os artigos encontrados na base de dados e aplicaram-se os critérios de inclusão e exclusão. Assim foram coletados 07 artigos para esta revisão. As buscas de acordo com os descritores referidos na metodologia foram atualizadas até o dia 02.05.2018. A seleção dos textos foi realizada por dois revisores, assim como a obtenção de informações. Eventuais discordâncias entre os revisores foram discutidas e resolvidas por consenso.

Os artigos publicados na íntegra abordaram que entre a espessura da camada híbrida e resistência da união existe alguns fatores importantes a serem observados, tais como: dependência do substrato em que está sendo aplicado, devido às diferenças morfológicas da dentina e orientação dos túbulos, à presença da smear layer, à permeabilidade, ao grau de umidade; e o tipo de sistema adesivo a ser utilizado.

Os artigos encontrados com a descrição dos autores e ano de publicação, seguido de descrição dos materiais utilizados na pesquisa, resultado e métodos utilizados para análise seguem no quadro 01 abaixo.

Quadro 01.

Autor (es) / Ano	Sistema adesivo	Restauração	Resultados	Ensaio mecânico e avaliação em microscopia
Garcia et al. (2007)	Autocondicionante de 2 passos: Clearfil SE Bond	Cimento resinoso: RelyX ARC (3M ESPE)	Os resultados indicaram que a aplicação do adesivo Clearfil SE Bond	1. Microcissalhamento, 2. Microscópio Óptico (30x).

	(Kuraray); e um autocondicionante de passo único: Clearfil S3 Bond (Kuraray)		resultou em maior média de resistência de união, com diferença estatística em relação ao adesivo Clearfil S3 Bond.	
Oliveira, et al. (2009)	Adesivo autocondicionante de passo único Adper Prompt L Pop	Resina Composta: Filtek™ Z250, (3M ESPE)	Não houve correlação entre a camada híbrida e a resistência à tração, assim como entre os tags e a resistência à tração do sistema adesivo autocondicionante empregado.	1. Microtração, 2. MEV
Pupo, et al. (2010)	Adesivo convencional de dois passos Adper Single Bond 2 (3M ESPE) e autocondicionante de dois passos (Adper SE Plus (3M ESPE) e AdheSE (Ivoclar Vivadent)	Resina composta: Filtek™ Z350 (3M ESPE)	Adper SE Plus (3M ESPE) [SE] apresentou imediatamente menor valor de resistência de união quando comparado ao AdheSE (Ivoclar Vivadent) [AD]	1. Microtração, 2. Lupa Estereoscópica (40x).
Rahal et al. (2012)	Autocondicionante de passo único Adper Prompt L Pop (3M / ESPE)	Resina Composta: Z-250 (3M / ESPE).	O sistema adesivo autocondicionante Adper Prompt L Pop não dependeu da espessura da camada híbrida e do comprimento das etiquetas de resina para a avaliação da resistência de união.	1. Microtração, 2. Estereoscópio (40x).
Prado et al. (2014)	Autocondicionante de passo único (Prime & Bond NT e Prime & Bond 2.1-Dentsply), e Autocondicionante de dois passos (Clearfil Mega Bond-Kuraray);	Resina Composta: TPH (Spectrum, Dentsply)	As maiores médias de resistência à tração foram apresentadas pelo sistema Clearfil Mega Bond e o pior foi apresentado pelo sistema Prime & Bond NT, já os resultados do sistema Prime & Bond 2.1 foram considerados satisfatórios.	1. Microtração, 2. Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).
Chen et al. (2015)	Adesivos universais: Prime & Bond Elect, Scotchbond Universal, All-Bond Universal, Clearfil Universal Bond e Futurabond U	Resina Composta: TPH (Dentsply)	Os adesivos Universais não afetaram a resistência de união à microtração quando comparada a espessura da camada híbrida.	1. Microtração, 2. Microscopia eletrônica de transmissão (MET), 3. MEV
Neves, et al.	Single Bond 2 (convencional	Resina Composta:	Os grupos com sistema adesivo Prime & Bond 2.1	1. Microtração, 2. Estereomicroscópio

(2017)	de 2 passos); Prime & Bond 2.1 – Dentsply e Excite - Ivoclar Vivadent (autocondiciona nte de 2 passos)	Charisma (Heraeus - Kulzer,)	e Excite, apresentamos piores resultados na resistência de união à microtração. O sistema adesivo Single Bond 2 apresenta um melhor resultado em relação à resistência de união.	(40x).
--------	--	------------------------------------	---	--------

## 5. Discussão

Com o intuito de tornar os resultados mais condizentes com a prática diária, nosso estudo teve o propósito de elucidar a espessura da camada híbrida e sua relação entre a resistência da união do remanescente dental e o material restaurador, através de uma revisão sistematizada de estudos *in vitro*.

Uma união forte e duradoura entre o material restaurador e o remanescente dental é de fundamental importância para a longevidade dos procedimentos restauradores. De acordo com os estudos analisados neste trabalho, não foi observada correlação entre os valores de resistência da união e a espessura da camada híbrida, ou seja, o comprimento dos tags resinosos não teve relação com a resistência da união, independente do sistema adesivo aplicado. Como afirma Pupo et al. (2010) a resistência da união depende não da espessura da camada híbrida, mas da formação dela de forma densa e uniforme.

A resistência da união está relacionada às propriedades mecânicas intrínsecas de cada material, tais como grau de conversão e concentração de monômeros hidrófilos, assim como às diferenças morfológicas da dentina e orientação dos túbulos, presença da smear layer, grau de permeabilidade e

presença da água na dentina, que mantém a trama de colágeno permeável facilitando a infiltração dos monômeros resinosos na área desmineralizada. No entanto, é muito difícil estabelecer clinicamente um padrão de umidade ideal e uniforme para toda superfície dentinária. Se a dentina for demasiadamente ressecada por jatos de ar a trama colágena irá colapsar, havendo uma dificuldade de penetração do monômero resinoso (TAY et al., 1998). Em contrapartida, se a dentina desmineralizada estiver extremamente molhada, levaria a uma separação entre as fases hidrófobas e hidrófilas dos componentes monoméricos do sistema adesivo (TAY et al., 1998; TAY et al., 1996), dificultando uma completa penetração do adesivo e formação de uma camada híbrida defeituosa (TAY et al., 1996).

Para os adesivos autocondicionantes obterem melhores resistências da união alguns fatores são importantes, tais como: solubilidade dos sais formados, a estrutura química dos componentes adesivos e o tempo de aplicação do primer para formação estrutural da camada híbrida rico em cálcio (PUPO et al., 2010). De acordo com os resultados desse estudo sistematizado, Garcia et al. (2007) relataram que o sistema adesivo autocondicionante 2 passos, Clearfil SE Bond, que compreende a aplicação de um primer ácido hidrófilo e uma resina

adesiva hidrófoba, produziu maior média e valor máximo da resistência da união do que o Clearfil S3 Bond (autocondicionante de passo único). Alguns valores individuais apresentados pelo Clearfil SE Bond se aproximaram dos parâmetros numéricos de união fisiológica da junção amelodentinária. Assim, pode-se confirmar que os adesivos autocondicionantes de passo único possuem força de adesão reduzida em relação aos de dois passos e aos convencionais, porque o embricamento mecânico com as fibras colágenas é menor. Os sistemas adesivos autocondicionantes de 2 passos e os convencionais de 3 passos mostraram-se com melhor desempenho no estudo de Garcia et al. (2007), tanto em termos de resistência da união, como de durabilidade, em função de os componentes hidrófilos e hidrófobos desses produtos estarem em frascos separados. Tais autores relatam que a maior média apresentada pelo Clearfil SE Bond pode estar relacionada ao fato de a resina hidrófoba ter permitido um aumento no grau de polimerização (conversão de monômeros em polímeros) e uma redução das características hidrófilas do adesivo, em concordância com os achados de Tay e Pashley (2001). Segundo os estudos realizados por Koshiro et al. (2004) e Burrow et al. (2005), os autocondicionantes de dois passos apresentam uma capacidade de união mais estável, assim como uma interface adesiva mais inalterada ao longo do tempo. Tais autores ressaltam que os adesivos convencionais, a curto prazo, apresentam a formação de uma camada

híbrida espessa com longos tags de resina, mas, que após 1 ano, espaços vazios podem ser observados na interface adesiva, indicando o desaparecimento da camada híbrida e aumento da porosidade.

Para os estudos de Oliveira et al. (2009) e Rahal et al. (2012) não foi possível observar correlação entre a camada híbrida e a resistência à tração. Já de acordo com os resultados de Pupo et al. (2010) o sistema adesivo Adper SE Plus (3M ESPE) (autocondicionante de dois passos) apresentou imediatamente menor valor de resistência da união quando comparado ao AdheSE (Ivoclar Vivadent) (autocondicionante de 2 passos), porém sem diferença estatística significativa entre eles. Isto pode ser explicado pelo fato de se tratar de sistemas adesivos com diferenças na composição e diferentes abordagens de união, uma vez que a concentração e tipo de monômeros metacrilatos hidrófilos e acídicos podem alterar a acidez dos sistemas adesivos autocondicionantes. Além disso, as diferenças na concentração de água entre os sistemas podem contribuir para a dissociação total ou parcial dos ácidos funcionais, influenciando a resistência da união.

De acordo com Prado et al. (2014) as maiores médias de resistência à tração foram apresentadas pelo sistema Clearfil Mega Bond (autocondicionante dois passos) e os piores resultados de resistência à tração dentre os sistemas adesivos analisados foi apresentado pelo sistema Prime & Bond NT (adesivo de passo único, com

ou sem carga), já os resultados de resistência à tração do sistema Prime & Bond 2.1 (convencional de dois passos) foram considerados satisfatórios. Os autores explicaram este resultado da melhora da resistência de união devido a remoção prévia da “smear layer” com ácido fosfórico seguido da desproteinização da superfície dentária levando a um maior poder de penetração do “primer” na dentina intacta, com a formação de uma camada híbrida com maior espessura e prolongamentos resinosos mais extensos.

Apesar de a literatura afirmar que os adesivos universais não afetam a resistência da união a microtração, Chen et al. (2015) afirmam que os adesivos All-Bond Universal e Peak Universal Adhesive no modo autocondicionante para dentina resultaram em resistência da união significativamente menor quando comparado com a aplicação desses adesivos no modo convencional.

De acordo com Neves et al. (2017) os grupos com sistema adesivo Prime & Bond 2.1 e Excite (ambos autocondicionantes de passo único), apresentamos piores resultados na resistência de união à microtração. O sistema adesivo Single Bond 2 (convencional de 2 passos) apresenta um melhor resultado em relação à resistência de união.

Com relação ao solvente do sistema adesivo, os que apresentam álcool e água na composição, são citados como bons adesivos para permitir a boa penetração dos

monômeros hidrófobos. Como o Primer & Bond 2.1 possui como solvente a acetona, esta ao entrar em contato com a água presente nos espaços interfibrilares forma o que se chama “efeito azeótropo” (LI et al., 2012). O azeótropo é a mistura de duas ou mais substâncias que possuem um ponto de ebulição constante e fixo, como se fosse uma substância pura. No entanto, como a acetona evapora mais rapidamente do que o álcool e, provavelmente, neste curto período, até a total evaporação da acetona, parte da água presente mais profundamente nas microcavidades formadas não pode ser misturada e, conseqüentemente, evaporada junto com a acetona, causam uma menor resistência de união à microtração. Para todo os adesivos utilizados no estudo, foram apresentadas uma camada híbrida uniforme e contínua.

O adesivo Excite possui como solvente o álcool. O fato de sua resistência de união à microtração não ser tão eficiente quanto ao Sistema Single Bond 2 se dá devido à quantidade de álcool presente como solvente provavelmente ser pequena e os espaços interfibrilares não tenha a evaporação de água necessária para uma maior penetração do sistema adesivo.

## **6. Conclusão**

Com base nos artigos selecionados para a revisão sistematizada podemos concluir que a resistência de união à microtração dos sistemas adesivos de aplicação sob condicionamento total ou como autocondicionantes não foi dependente

da espessura da camada híbrida de adesão e do comprimento dos tags resinosos. E neste sentido, os diferentes resultados de resistência de união encontrados na literatura, com diferentes sistemas adesivos, favorecem a necessidade de pesquisas adicionais, laboratoriais e clínicas, para obter um sistema adesivo que promova adequada adesão em todos os substratos dentinários, com uma camada híbrida mais homogênea e que preencha completamente os espaços interfibrilares.

#### Referências

1. BEDRAN-RUSSO, A. K., CASTELLAN, C. S., SHINOHARA, M. S., HASSAN, L., ANTUNES, A. Characterization of biomodified dentin matrices for potential preventive and reparative therapies. **Acta Biomater** 2011.
2. BEDRAN-RUSSO, A. K., PAULI, G. F., CHEN, S. N., MCALPINE, J., CASTELLAN, C. S., PHANSALKAR, R. S., AGUIAR, T. R., VIDAL, C. M. P., NAPOTILANO, J. G., NAM, J. W., LEME, A. A. Dentin biomodification: strategies, renewable resources and clinical applications. **Dent Mater** 2014.
3. BEDRAN-RUSSO, A. K., VIDAL, C. M., SANTOS, P. H., CASTELLAN, C. S. Long-term effect of carbodiimida on dentin matrix and resin-dentin bonds. *J Biomed Mater Res Part B: Applied Biomaterials* 2010.
4. BURROW M.F., SATOH M., TAGAMI J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent Mater**; v.12, n.302, p.7, 1996.
5. BURROW M.F., HARADA N., KITASAKO Y., NIKAIDO K., TAGAMI J. Seven-year dentin bond strengths of a total- and self-etch system. **Eur J Oral Sci.**, Jun; v.13 n.3, p.265, 2005.
6. CAN SAY E., NAKAJIMA M., SENAWONGSE P., SOYMAN M., OZER F., OGATA M., TAGAMI J. Microtensile bond strength of a filled vs unfilled adhesive to dentin using self-etch and total-etch technique. **J Dent.** V.34, n.283, p.291, 2006.
7. CARVALHO R.M., CARRILHO M.R.O., PEREIRA L.C.G., GARCIA F.C.P., MARQUEZINI Jr. L., SILVA S.M.A., KUSSMAUL A.P.M. **Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica.** Biodonto Publicações Científicas, v.2, n.1, p.89, 2004.
8. CECCHIN D., FARINA A.P., SPAZZIN A.O., GALAFASSI D., BARBIZAM J.V.B., CARLINI-JÚNIOR B. Influência da profundidade dentinária na resistência à microtração de sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionante. **Rev Odonto**, 2008.
9. CHEN C., NIU L.-N., XIE H., ZHANG Z.-Y., ZHOU L.-Q., JIAO K., CHEN J.-H., PASHLEY D. H., TAY F.R. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? **journal of dentistry.** v. 43, n. 525, p. 536, 2015.
10. FERREIRA A.C., DE PAULA D.M.M., NOBRE N.E.C., COLARES N.N., MAGALHÃES G.A.P., LEMOS M.V.S. Diferentes estratégias para a preservação da camada híbrida: Uma revisão de literatura. **Jornada Odontológica dos Acadêmicos da Católica – JOAC**, v.2, n.2, 2016.
11. GARCIA R. N., SOUZA C.R.S., MAZUCCO P.E.F., JUSTINO L.M., SCHEIN M.T., GIANNINI M. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes – Revisão de literatura e aplicação do ensaio de Microcissalhamento. **RSBO** v.4, n.1, 2007.

12. HAJ-ALI R., WALKER M., WILLIAMS K., WANG Y., SPENCER P. Histomorphologic characterization of noncarious and caries-affected dentin/adhesive interfaces. **J Prosthodont.** 2006.
13. HANABUSA M., et al. Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. **J Dent., Bristol**, v.40, n.6, p.475-484, 2012.
14. HASHIMOTO M., OHNO H., KAGA M., EDO K., SANO H., OGUCHI H. In vivo degradation of resin–dentin bonds in humans over 1–3 years. **J Dent Res.** v.79, p.91-1385, 2000.
15. KAADEN C., POWERS J.M., FRIEDL K.H., SCHMLZ G. Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues. **Clinical Oral Investigations.** v.6, n.155, p.60, 2002.
16. KIYOMURA M. Bonding strength to bovine dentin with 4-META/ MMA-TBB resin: long-term stability and influence of water. **J Jpn Dent Mater.** V.6, n.860, p72, 1987.
17. KOMORI P.C.P. **Efeito do digluconato de clorexidina na estabilidade da união de sistemas adesivos e dentina sadia ou afetada por cárie.** Piracicaba, SP: [s.n.], 2007.
18. KOSHIRO K., INOUE S., TANAKA T., KAASE K., FUJITA M., HASHIMOTO M., et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. **Eur J Oral Sci.** Aug; v.112, n.4, p.75-368, 2004.
19. KREJCI I., SCHUPBACH P., BALMELLI F., LUTZ F. The ultrastructure of a compomer adhesive interface in enamel and dentin, and its marginal adaptation under dentinal fluid as compared to that of a composite **Dental Materials**, v.15, n.5, p.349- 358, 1999.
20. MAZZONI A., TJÄDERHANE L., CHECCHI V., DI LENARDA R., SALO T., TAY F. R., PASHLEY D. H., BRESCHI L. Role of dentin MMPs in caries progression and bond stability. **J Dent Res.** 2015.
21. NAKABAYASHI N. **The hybrid layer: a resin-dentin composite.** Proc Finn Dent Soc, v.88, suppl. 1, p.321-9, 1992.
22. NAKABAYASHI N., KOJIMA K., MASUHARA E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.16, n.3, p.265-273, 1982.
23. NAKABAYASHI N., SAIMI Y. Bonding to intact dentin **Journal of Dental Research**, v.75, v.9, p.1706-1715, 1996.
24. NAKABAYASHI N., TAKARADA K. Effect of HEMA on bonding to dentin. **Dent Mater.** v.8, p.30-125, 1992.
25. NEVES T.P.C., LEANDRIN T.P., TONETTO M.R., ANDRADE M.F., CAMPOS E.A. Resistência de união à microtração de sistemas adesivos “condiciona-e-lava” de dois passos: efeito de diferentes tratamentos da superfície dentinária condicionada. **Rev Odontol UNESP.** May-June; v.46,n.3, p.131-137, 2017.
26. OLIVEIRA F. G., ANCHIETA R. B., RAHAL V., ALEXANDRE R. S., MACHADO L. S., SUNDEFELD M. L. M. M., GIANNINI M., SUNDFELD R. H. Correlation Of The Hybrid Layer Thickness And Resin Tags Length With The Bond Strength Of A Self-Etching Adhesive System. **Acta Odontol. Latinoam.** v.22, n.3, p.177-181, 2009.
27. OWENS B.M., JOHNSON W.W. Effect of single step adhesives on the marginal permeability of class V resin composites. **Oper Dent.** v.32, p.67-72, 2007.
28. PASHLEY D.H., CARVALHO R.M. **Dentine permeability and dentine adhesion.** J Dent, v.25, n.5, p.355-72, 1997.
29. PERDIGÃO J., SEZINANDO A., MONTEIRO P. C. **Laboratory bonding ability of a multi-purpose**



- dentin adhesive.** *Am. J. Dent.* San Antonio, v. 25, n. 3, p. 153-158, 2012.
30. PERDIGAO J., SWIFT E. J. Jr., DENEHY G.E., WEFEL J.S., DONLY K. J. In vitro bond strengths and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates **Journal of Dental Research**, v.73, n.1, p.44-55, 1994.
  31. PIOCH T., STOTZ S., BUFF E., DUSCHNER H., STAEHLE H.J. Influence of different etching times on hybrid layer formation and tensile bond strength. **Am J Dent.** v.11, p.6-202, 1998.
  32. PRADO M., OLIVEIRA L. V., MENEZES L. R., DIAS C. T., PAULILLO L. A. M. S., PEREIRA G. D. S. Influência da camada híbrida na resistência à microtração de sistemas adesivos após armazenamento. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 2, p. 163-9, jul./dez. 2014.
  33. PRATI C., CHERSONI S., MONGIORGI R., PASHLEY D.H. Resin infiltrated dentin layer formation of new bonding systems. **OperDent.** V.23, p.185-194, 1998.
  34. RAHAL V., OLIVEIRA F. G., BRISO A. L. F., SANTOS P. H., SUNDEFELD M. L. M., SUNDEFELD R. H. Correlation between hybrid layer thickness, resin tag length and microtensile bond strength of a self-etching adhesive system. **Acta Odontol. Latinoam** Vol. 25, n. 2, p.231-237, 2012.
  35. TAY F.R., GWINNETT J.A., WEI S.H.Y. Relation between water content in acetone/alcohol-based primer and interfacial ultrastructure. **Am. J. Dent.** v.26 n.3, p.147-56, 1998.
  36. TAY F.R., PASHLEY D.H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers **Dental Materials**, v.17, n.4, p.296-308, 2001.
  37. TITLEY K., CHERNECKY R., MARIC B., SMITH D. Penetration of a dentin bonding agent into dentin. **Am J Dent.** v.7, p.4-190, 1994.
  38. UNO S., FINGER W.J. Function of the hybrid zone as a stress-absorbing layer in resin-dentin bonding. **Quintessence International**, v.26, n.10, p.733-738. 1995.
  39. VAN MEERBEEK B., DE MUNCK J., YOSHIDA Y., INOUE S., VARGAS M., VIJAY P., VAN LANDUYT K., LAMBRECHTS P., VANHERLE G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent.** v.28, p.215-235, 2003.
  40. VAN LANDUYT K., SNAUWAERT J., DE MUNCK J., PEUMANS M., YOSHIDA Y., POITEVIN A., et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials.** v.28, p.85-3757, 2007.
  41. VIDAL C. M. P., AGUIAR T. R., PHANSALKAR R., MCALPINE J. B., NAPOLITANO J. G., CHEN S. N., ARAÚJO L. S. N., PAULI G. F. BEDRANRUSSO A. K. **Galloyl moieties enhance the dentin biomodification potential of plant-derived catechins.** *Acta Biomater* 2014.
  42. PUPO Y.M., MARTINS G.C., GOMES G.M., MICHÉL M.D., GOMES O.M.M., GOMES J.C. Influência do tempo de armazenamento na resistência de união à microtração de diferentes sistemas adesivos em dentina superficial e profunda. **Braz Dent Sci.** v.13 n.3, p.16-22, 2010 jan./jun.
  43. YOSHIYAMA M., SANO H., EBISU S., TAGAMI J., CIUCCHI B., CARVALHO R.M., JOHNSON M.H., PASHLEY D.H. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic root dentin. **Journal of Dental**

**Research**, v.75. n.6, p.1404-1413,  
1996.  
44. YOSHIDA Y. et al. Comparative study  
on adhesive performance of functional

monomers. **J. Dent. Res.**, Chicago, v.  
83, n. 6, p. 454-458, 2004.