

UNIVERSIDADE TIRADENTES

CAMILA EVELYN NUNES DE ARAÚJO

MARIANA BACELAR BRITTO

IMPREGNAÇÃO DOS MÔNOMEROS RESINOSOS NO  
SUBSTRATO DENTINÁRIO E A RESISTÊNCIA DA UNIÃO:  
REVISÃO SISTEMATIZADA.

Aracaju

2018

CAMILA EVELYN NUNES DE ARAÚJO

MARIANA BACELAR BRITTO

IMPREGNAÇÃO DOS MÔNOMEROS RESINOSOS  
NO SUBSTRATO DENTINÁRIO E A RESISTÊNCIA  
DA 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

CAMILA EVELYN NUNES DE ARAÚJO

MARIANA BACELAR BRITTO

IMPREGNAÇÃO DOS MÔNOMEROS RESINOSOS NO  
SUBSTRATO DENTINÁRIO E A RESISTÊNCIA DA 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

---

ProfªOrientadora: Carolina Menezes Maciel

---

1º Examinador:\_\_\_\_\_

---

2º Examinador:\_\_\_\_\_

## AUTORIZAÇÃO PARA ENTREGA DO TCC

Eu, Carolina Menezes Maciel, orientadora das discentes : Camila E. Nunes de Araújo e Mariana Bacelar Britto atesto que o trabalho intitulado: “Impregnação dos monômeros resinosos no substrato dentinário e a resistência da 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,

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup> MSC. Carolina Menezes Maciel

*“Toda coragem precisa de um medo para existir. Uma estranha dependência complicada de sentir. A coragem de levantar vem do medo de cair. Use sempre a coragem para se fortalecer. E quando o medo surgir não precisa se esconder. Faça que seu próprio medo tenha medo de você.”*

**Bráulio Bessa**

# IMPREGNAÇÃO DOS MÔNOMEROS RESINOSOS NO SUBSTRATO DENTINÁRIO E A RESISTÊNCIA DA UNIÃO: REVISÃO SISTEMATIZADA.

Camila Evelyn Nunes de Araújo<sup>a</sup>, Mariana Bacelar Britto<sup>b</sup>, Carolina Menezes Maciel<sup>c</sup>

<sup>(a)</sup> *Graduanda em Odontologia- Universidade Tiradentes;* <sup>(b)</sup> *Graduanda em Odontologia - Universidade Tiradentes;* <sup>(c)</sup> *Doutoranda em Odontologia – UNITAU São Paulo, Mestre em Odontologia – UFS e Professora adjunta de Dentística – UNIT Sergipe.*

---

## Resumo:

Os adesivos dentários são associações de monômeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos, de distintos pesos moleculares, associados a solventes, que formam uma ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária. A camada híbrida é formada pela união entre o substrato dentinário e os monômeros resinosos dos sistemas adesivos. Caracterizada pela formação de biopolímeros complexos de colágeno, a camada híbrida proporciona um processo contínuo e estável de união; porém, vários fatores levam ao insucesso da sua formação, principalmente a impregnação incompleta dos monômeros na rede de fibras colágenas. Esta revisão sistematizada teve como objetivo avaliar os diferentes métodos de aplicação do sistema adesivo com finalidade de melhora na infiltração dos monômeros resinosos, a fim proporcionar a formação de uma camada híbrida eficiente. Apesar de serem eficazes nos seus propósitos, a maioria dos métodos aumentam a quantidade de passos clínicos, e conseqüentemente, o tempo clínico necessário para realização das restaurações adesivas. É necessário que o cirurgião-dentista conheça as características e propriedades inerentes a estes métodos para selecioná-los criteriosamente e adequadamente.

*Palavras-chaves:* Dentina; Adesivos dentinários; Permeabilidade da Dentina.

---

## Abstract:

Dental adhesives are combinations of hydrophilic and hydrophobic resinous monomers, of different molecular weights, associated with solvents, which become a connection between the restorer material and the tooth structure. The union between the dentin substrate and the adhesive systems' resinous monomers forms the hybrid layer. Characterized by the complex collagen biopolymers' development, the hybrid layer provides a continuous and stable union process; however, many factors lead to the failure of its development, mostly to the monomers' incomplete impregnation in the complex of collagen fibers. This systematized review has as its purpose to evaluate the difference in application's methods of the adhesive system, with the perspective of improving the infiltration of the resinous monomers, in order to provide the formation of an efficient hybrid layer. Although effective in their purposes, most methods increase the amount of clinical steps, and consequently, the clinical time required to perform the adhesive restorations. It is necessary that the dental surgeon know the aspects and properties inherent at these methods to select them judiciously and properly.

*Keywords:* Dentin; Dentin adhesives; Dentin Permeability.

---



## 1. Introdução

Os adesivos dentários são associações de monômeros resinosos, hidrofílicos e hidrofóbicos, de distintos pesos moleculares, associados a solventes que formam uma ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária. A composição química dos sistemas adesivos é fundamental para que ocorra uma união adesiva eficaz, porém é essencial que o profissional tenha conhecimento sobre a manipulação clínica adequada do material, assim como sobre as morfologias dos tecidos dentais (FILHO et al., 2014)

O princípio da adesão dentária está fundamentado na retirada de minerais dos substratos dentários para serem substituídos pelos monômeros resinosos. Esse processo divide-se em duas fases, a primeira fase baseia-se na remoção do cálcio e criação de porosidades, tanto em esmalte quanto em dentina. E a segunda fase consiste no processo de hibridização, onde ocorre a penetração dos monômeros no interior do substrato dentinário, para em seguida ser polimerizado (ARINELLI et al., 2016).

A camada híbrida representa o elo responsável pela união entre o substrato dentinário e os monômeros resinosos. É caracterizada pela criação de biopolímeros complexos de colágeno, que visam proporcionar um processo contínuo e estável de ligação (STAPE et al., 2018). Vários fatores levam ao insucesso da formação da camada híbrida, fazendo com que a adesão não seja tão eficaz. O excesso de condicionamento ácido e a impregnação incompleta dos monômeros na rede de fibras colágenas faz com que a adesão seja comprometida (OLIVEIRA et al., 2010).

A alteração no tempo de aplicação e de infiltração do condicionamento ácido pode originar uma maior extensão de desmineralização. Assim, não se tem a garantia que toda a área desmineralizada

seja infiltrada pelos monômeros resinosos. Além disso a água presente no interior da matriz de colágeno deve ser totalmente substituída pelo adesivo para evitar a degradação da interface da união dente/restauração. Entretanto, a completa secagem da dentina se tornaria inviável, ocasionando o colapso das fibras de colágeno afetando a formação da camada híbrida. E além da água residual, alguns aspectos, como a presença de solventes orgânicos, exigem uma adequada volatilização. Caso contrário, podem afetar a qualidade do processo de hibridização (ARAÚJO, 2015). Uma área desmineralizada, não totalmente infiltrada pelos monômeros resinosos, acarreta uma camada híbrida ineficiente, comprometendo a integridade da resistência da união (DELVAN, 2001).

Devido ao insucesso na formação da camada híbrida, alguns métodos de aplicação dos adesivos são citados como forma de melhorar a infiltração dos monômeros resinosos, conseqüentemente a adesão resina-dentina, através da formação de uma camada híbrida de qualidade. Dentre esses métodos tem-se a modificação nas etapas de aplicação do adesivo (VAN LANDUYT et al., 2005), diferentes modos de fotopolimerização (LI et al., 2016), prolongamento do tempo de fotoativação do sistema adesivo (CADENARO et al., 2005 ; BRESCHI et al. 2007), prolongamento do tempo da fotopolimerização e da aplicação do jato de ar (SAMIMI et al., 2017), evaporação de solventes (SGARBOSA et al., 2016), condicionamento ácido adicional (AHN et al., 2015), camada adicional de adesivo hidrofóbico (KING et al., 2005), múltiplas camadas do sistema adesivo (ITO et al., 2005 ; NAKAOKI et al., 2005; FERNANDEZ et al., 2013 ; FUJIWARA et al., 2017), aplicação do adesivo com agitação ultra-sônica (CHOI et al., 2011 ; MENA SERRANO et al., 2014) e irradiação a



laser do substrato dentinário (KARADAS&CAGLAR et al., 2017).

Esta revisão sistematizada da literatura tem como objetivo avaliar os diferentes métodos para aplicação dos sistemas adesivos, com finalidade de melhora na infiltração dos monômeros resinosos, a fim de reverter o insucesso na formação da camada híbrida.

## 2. Revisão de literatura

Os adesivos são classificados como convencional, quando o ácido fosfórico antecede a aplicação do primer e do adesivo, e autocondicionante quando não existe a etapa de aplicação prévia do ácido. A função do ácido fosfórico é ocasionar a abertura dos túbulos dentinários, removendo parcialmente a smearlayer, facilitando assim a impregnação dos monômeros resinosos nos nano-espacos interfibrilares da dentina. Os adesivos convencionais podem ser classificados em: três passos ou dois passos. No sistema de três passos o primer e o adesivo são aplicados separadamente, enquanto que no sistema de dois passos o primer e adesivo encontram-se em uma única solução (ARINELLI et al., 2016).

Os autocondicionantes consistem em adesivos onde o ácido está integrado ao primer (dois passos) ou junto com o primer/adesivo “all-in-one” (passo único). Como o ácido não é aplicado separadamente, a smearlayer não é removida, mas incorporada à camada híbrida (FILHO et al., 2014). Os adesivos universais seguem o conceito “all-in-one” já presente nos adesivos autocondicionantes de passo único. Entretanto, apresentam a versatilidade de poderem ser aplicados também sobre as estruturas dentais pela técnica convencional, utilizando o ácido fosfórico previamente (ARINELLI et al., 2016).

Estudos avaliaram a modificação nas etapas de aplicação do adesivo, utilizando recursos como secagem forte para evitar presença de gotículas de água. Van Landuyt et al. (2005) utilizaram adesivos autocondicionantes de passo único (iBond, Kulzer) e

autocondicionantes de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray; Unifil Bond, GC). Observando que apenas agitação do adesivo não ajudaria as gotas a desaparecerem, enquanto que a secagem forte removeria a maioria delas, promovendo melhoras na eficácia de ligação dos sistemas adesivos.

Pesquisas que analisaram a extensão de polimerização (tempo de fotoativação) dos sistemas adesivos observaram a relação da extensão da polimerização com a permeabilidade adesiva. Cadenaro et al. (2005) utilizaram adesivos convencionais de três passos (OptiBond FL), universal (One-Step), autocondicionantes de dois passos (Clearfil Protect Bond) e autocondicionantes passo unico (Xeno III) prolongando o tempo de fotopolimerização para 60 segundos, obtendo resultados positivos, comparados a um tempo de polimerização inferior. Breschi et al. (2007) utilizaram adesivos convencionais de três passos (OptiBond FL), universal (One-Step), autocondicionantes de dois passos (Clearfil Protect Bond) e autocondicionantes passo unico (Xeno III), aplicando a fotopolimerização por 60 segundos. Os autores encontraram resultados benéficos, mostrando que a polimerização em tempos inferiores proporciona maior permeabilidade adesiva.

Segundo Samimi et al. (2017), o prolongamento no tempo de fotoativação e da aplicação do jato de ar gera maior resistência adesiva entre resina composta e dentina, proporcionando maior força da união. Foram utilizados adesivos autocondicionantes (Clearfil SE Bond e Clearfil S3 Bond) com tempos de secagem de 3 ou 10 segundos e de fotopolimerização por 40 segundos. O prolongamento do tempo de fotopolimerização obteve resultados positivos na resistência adesiva, porém o prolongamento do tempo de secagem não afetou a resistência dos adesivos avaliados.

Nos estudos que avaliaram os diferentes modos de fotopolimerização, Li et al. (2016) utilizaram

recurso adicional como a aplicação prévia de etanol. Foram testados adesivos de condicionamento total (Single Bond 2 e Gluma Comfort Bond) e universal (N-Bond) em diferentes modos de luminosidade (alta, suave e padrão). Observando que o pré-tratamento com etanol e o padrão de luminosidade melhoram o desempenho dos adesivos.

De acordo com a pesquisa de Sgarbosa et al. (2016) a evaporação de solventes proporciona uma melhora na estabilidade do tempo de adesão. Os autores usaram adesivos universais com diferentes solventes: Single Bond Plus, One Step Plus e ExciteF. Respectivamente adesivos a base de etanol e água, de acetona e de etanol. Os autores optaram pela volatinização passiva com o frasco semi-aberto, para permitir evaporação dos solventes e melhora na estabilidade da união. O adesivo One Step, por sua natureza mais hidrofílica, apresentou menores valores de elasticidade aparente e maior alteração de massa quando comparado aos outros adesivos testados.

O estudo de Ahn et al. (2015) avaliou o efeito do condicionamento ácido adicional na resistência da união dentinária utilizando adesivos autocondicionante de dois passos: Clearfil SE Bond; Autocondicionante de passo único: G-aenial Bond, Xeno V, BeautiBond, AdperEasy Bond; Universais: Single Bond Universal e All Bond Universal. Com diferentes composições e pH. Os autores encontraram uma variação nos resultados, afirmando que o condicionamento ácido adicional teve relação com o pH dos adesivos, sendo mais favorável quando os adesivos utilizados possuíam pH em torno de 3,2.

Devido aos adesivos autocondicionantes de passo único possuírem incompatibilidade com compostos autopolimerizáveis e se comportarem como membranas permeáveis após a polimerização, King et al. (2005) examinaram a aplicação do adesivo hidrofóbico (Scotchbond Multi-Purpose Plus) sobre adesivos autocondicionantes (iBond,

Xeno III e AdperPrompt). Os autores notaram uma melhora na resistência da união nos adesivos que receberam a camada adicional hidrofóbica, além de terem eliminado os problemas de incompatibilidade.

Algumas pesquisas analisaram o efeito da aplicação de múltiplas camadas do sistema adesivo. Ito et al. (2005) utilizaram dois adesivos autocondicionantes de passo único (Xeno III e iBond) para avaliar a resistência da união à microtração e nanoinfiltração. As técnicas de aplicação do adesivo envolveram a fotopolimerização individual de cada camada, e fotopolimerização após a aplicação da última camada de adesivo. Os autores observaram que a aplicação de múltiplas camadas de adesivo, independentemente do modo de fotopolimerização, levaria ao aumento da força da união devido à diminuição de nanoinfiltrações na camada híbrida. Desta forma, melhorando a qualidade de adesão dentinária. Já Nakaoki et al. (2005) não observaram diferenças significativas entre as médias dos valores de resistência da união com os métodos de aplicação única e dupla para os adesivos testados (Adperprompt I-pop, Reactmer Bond, Xeno III). Entretanto, a morfologia da superfície da dentina fraturada revelou diferenças na infiltração dos adesivos, relacionadas ao número de camadas que foram aplicadas. A aplicação única produziu uma aparência porosa e fibrosa da dentina intertubular. Na dupla aplicação esta dentina apresentou-se densa.

Fernandez et al. (2013) utilizaram os adesivos de condicionamento total (Single Bond 2) e universais (Single Bond Universal), observando que quanto mais camadas de adesivos forem aplicadas maior homogeneidade e obstrução dos túbulos dentinários. Fujiwara et al. (2017), utilizaram adesivos universais (Scotchbond Universal e Prime & Bond eleito), adesivos autocondicionantes de passo único (G-aenial Bond e BeautiBond) e um adesivo autocondicionante de duas etapas (OptiBond XTR) para determinar o

efeito da aplicação da dupla camada na qualidade da adesão em esmalte e dentina. Estes autores observaram que para todos os adesivos o modo de dupla aplicação formou camada adesiva aproximadamente duas a três vezes mais espessa do que a aplicação única. Porém o adesivo autocondicionante de dois passos obteve menor força da união, mesmo com a dupla aplicação.

Choi et al. (2011) avaliaram o efeito de métodos de aplicação de adesivos autocondicionantes passo único com diferentes solventes. Foram utilizados três diferentes sistemas adesivos autocondicionantes passo único baseados em solvente: Clearfil Tri-S Bond, um sistema à base de etanol/água, Adper Prompt L-Pop, um sistema baseado em água e G-Bond, um sistema baseado em acetona. Os sistemas adesivos foram utilizados com aplicação única, dupla, agitação manual e agitação ultra-sônica. Os resultados mostraram que a dupla camada de adesivo aumentou significativamente a força da união à microtração do que a aplicação da camada única. Não houve diferença significativa entre a agitação manual e a agitação ultrassônica em todos os sistemas adesivos utilizados pelos autores.

O estudo de Karadas & Caglar (2017) teve como objetivo avaliar o efeito da irradiação com laser Er:YAG na resistência da união na dentina superficial e profunda, de forma imediata e após termociclagem. Os adesivos utilizados foram autocondicionantes de dois passos: Clearfil SE Bond autocondicionantes de passo único: Clearfil S3 Bond. Os autores concluíram que a força da união não era afetada no grupo que possuía dentina superficial após ensaio de termociclagem. No entanto, no grupo

com dentina profunda a força da união

Quadro 1: Método utilizado – Forte secagem do adesivo

que foi submetido à irradiação com laser sem termociclagem, garantiu o aumento da resistência adesiva.

### 3. Metodologia

Para realização deste trabalho, foram pesquisados artigos científicos relacionados à melhora na infiltração dos monômeros resinosos dos sistemas adesivos e à resistência da união. Foram utilizadas bases de dados on-line, nacionais e internacionais, Pubmed e Scielo. Para o delineamento da busca dos artigos foram empregadas palavras-chave como: camada híbrida (hybrid layer), dentina (dentin), adesivos dentinários (dentin bonding agents). O ano de publicação dos artigos pesquisados foi entre 2001 e 2018.

### 4. Resultados

Através do levantamento bibliográfico nas plataformas de pesquisa científicas on-line foram encontrados 26 artigos. Após a leitura dos resumos foram descartados apenas aqueles que envolviam a avaliação de soluções (substâncias e produtos) incorporadas aos métodos de aplicação dos adesivos.

Os artigos selecionados foram subdivididos em grupos de acordo com o método de aplicação que foram submetidos e avaliados. Como explicam os quadros abaixo:

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Van Landuyt et al. (2005)	Forte secagem do adesivo através do jato de ar após inserção da primeira camada	- Autocondicionantes de passo único: iBond e Kulzer. - Autocondicionantes de dois passos: Clearfil SE Bond, Unifil Bond	Promoveu melhoras na resistência da união dos adesivos.

Quadro 2: Método utilizado – Prologamento no tempo de fotoativação e prolongamento da aplicação de jato de ar.

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Candenaroet al. (2005)	Prolongamento no tempo de fotoativação dos sistemas adesivos	- Autocondicionantes (OptiBond FL, Sybron-Kerr, One-Step, Clear fill Protect Bond, Xeno III)	Promoveu resultados positivos, apontando que a permeabilidade adesiva está relacionada a uma polarização incompleta, consequentemente melhorada quando há um aumento de fotoativação.
Breschiet al. (2007)		- Convencional de três passos (OptiBond FL) - Convencional de dois passos (One-Step), - Autocondicionante de dois passos (Clearfil Protect Bond) e - Autocondicionante passo unico (Xeno III)	
Samimiet al. (2017)	Prolongamento no tempo de fotoativação e da aplicação do jato de ar	Autocondicionantes (Clearfil SE Bond e Clearfil S3 Bond)	Observou que o tipo de adesivo e o tempo de fotopolimerização obtiveram resultados positivos na resistência adesiva, equanto o tempo de secagem não promoveu efeitos significativos.

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Sgarbosa et al. (2016)	Evaporação dos solventes através de exposição a temperaturas : 23° e 40°	-Universais: Single Bond Plus, One Step Plus e ExciteF	Promoveu resultados positivos, quando volatinizados a 40° proporcionando uma melhora na estabilidade da união.

Quadro 4: Método utilizado – Condicionamento com ácido adicional.

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Ahn et al. (2015)	Condicionamento ácido adicional por 15 segundos, em sistemas autocondicionante de passo único	-Autocondicionante de dois passos: Clearfil SE Bond. - Autocondicionantes de passo único: G-aenial Bond, Xeno V, BeautiBond, Adper Easy Bond. - Universais: Single Bond Universal e All Bond.	Promoveu resultados positivos na resistência da união, quando associado a utilização de adesivos com Ph=3,2.

Quadro 5: Método utilizado – Camada adicional de adesivo hidrofóbico em sistemas autocondicionantes de passo único.

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
King et al. (2005)	Aplicação de camada adicional de adesivo hidrofóbico Scotch Bond MultiPurpose	- Autocondicionantes de passo único: iBond, Xeno III, AdperPrompt	Houve melhora na resistência de união dos adesivos, e eliminação dos problemas de incompatibilidade dos mesmos.

Quadro 6: Método utilizado – Aplicação com agitação ultrassônica

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Choi et al. (2011)	Aplicação do adesivo com agitação ultrassônica (15 segundos)	- Autocondicionantes de passo único baseados em solvente: Clearfil Tri-S Bond, à base de etanol / água, Adper Prompt L-Pop, à base de água G-Bond, à base de acetona.	Não houve diferença significativa entre a agitação manual e a agitação ultrassônica em todos os sistemas adesivos. Ambos foram positivos na melhora da resistência da união.

Quadro 7: Método utilizado – Irradiação prévia do substrato dentário

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Karadas&Caglar (2017)	Irradiação com laser (Er: YAG) antes e após ensaios de termociclagem.	- Autocondicionante de dois passos: Clearfil SE Bond - Autocondicionante de passo único: Clearfil S3 Bond	A irradiação a laser, não afetou a força da união na dentina superficial após ensaio de termociclagem. Nos grupos com preparo em dentina profunda a força da união adesiva foi significativamente menor após o ensaio de termociclagem. Apenas a aplicação do laser, sem ensaios de termociclagem, aumentou a força da união.

AUTORES E ANO DO ESTUDO	MÉTODOS AVALIADOS	ADESIVOS UTILIZADOS	RESULTADOS
Nakaoki et al. (2005)	Aplicação única e aplicação dupla do adesivo	- Autocondicionantes de passo único: AdperPrompt L-Pop, Reactmer Bond, Xeno III	Não foram observadas diferenças entre valores da resistência da união utilizando os dois métodos. Entretanto, a morfologia da dentina intertubular foi alterada.
Ito et al. (2005)	Aplicação de 1 a 5 camadas de adesivo	- Autocondicionante de passo único: Xeno III e iBond	Com a utilização de 3 ou mais camadas, ocorreu aumento na resistência da união dentinária e diminuição de nanoinfiltrações. Melhorando a força e a qualidade da adesão.
Fernandez et al. (2013)	Aplicação de até 3 camadas de adesivo.	- Convencional de 2 passos: Single Bond 2 - Universal: Single Bond Universal	Observou-se que quanto maior a quantidade de camadas de adesivo for utilizada, maior será a homogeneidade e obstrução dos túbulos dentinários. Porém a quantidade de camadas não irá interferir na resistência da união.
Fujiwara et al., (2017)	Aplicação de única e dupla camada de adesivo	- Universais: Scotchbond Universal e Prime & Bond eleito. - Autocondicionantes de passo único: G-aenial Bond e BeautiBond, - Autocondicionante de dois passos: OptiBond XTR	Para todos os adesivos a aplicação de duas camadas formou uma camada mais espessa que possibilitou maior resistência da união.

## 5. Discussão

Os adesivos dentários têm sido motivo de diversos estudos com finalidade de garantir a qualidade da formação da camada híbrida e consequentemente melhorar a infiltração de monômeros resinosos. Existem no mercado odontológico diversos tipos e diferentes classificações, que estão sendo aprimorados no sentido de minimizar problemas e favorecer a união dente/restauração. Aliado a esse avanço estão sendo incrementados na prática odontológica diferentes métodos com perspectivas de melhorar a união adesiva.

O trabalho de Van Landuyt et al. (2005) utilizou adesivos autocondicionante de passo único e autocondicionante de dois passos. Dentre os adesivos, apenas iBond revelou a presença de gotículas nas camadas inferiores dos sistemas adesivos. Estes resultados se devem ao fato de os adesivos autocondicionantes de passo único possuírem misturas complexas de ingredientes hidrofóbicos e hidrofílicos que irão atrair água para o interior da camada híbrida.

Samimi et al. (2017) aumentaram o tempo de aplicação do jato de ar para secagem, porém não observaram melhora na eficácia de ligação, nem na resistência adesiva com o prolongamento do tempo de secagem. Na pesquisa destes autores a evaporação total dos solventes foi dificultada pelo fato de o adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond) possuir agentes hidrofílicos em grandes quantidades.

Em estudos que avaliaram o prolongamento no tempo de fotoativação do sistema adesivo, Cadenaro et al. (2005) e Breschi et al. (2007) utilizaram os mesmos adesivos convencional de três passos, autocondicionante de dois passos e o universal. Para Cadenaro et al. (2005) a polimerização incompleta ocorreu para todos os adesivos quando irradiados por 20s. O prolongamento do tempo de irradiação não foi eficaz apenas para o

adesivo universal (One-step). Devido ser um adesivo altamente hidrofílico. Para Breschi et al. (2007) o tempo de cura de 20s provocou maior extensão de depolimerização apenas para o adesivo convencional de três passos, enquanto os menores valores foram obtidos para os autocondicionantes de passo único e universais. Com uso dos tempos 40 e 60s a extensão de polimerização ocorreu para todos os adesivos testados. Para ambos os autores em adesivos universais a polimerização incompleta ocorreu mesmo após intervalos prolongados de exposição à luz. Isso se deve à presença de concentrações mais altas de monômeros hidrofílicos nesses adesivos, que necessitam ser evaporados com maior eficiência.

Em diferentes estudos a secagem prolongada do ar foi sugerida para diminuir a quantidade de água na camada adesiva. Alguns autores também sugerem aumentar a duração da fotopolimerização para melhorar a grau de polimerização da camada adesiva. Samimi et al. (2017) avaliaram a associação do prolongamento do tempo de fotoativação e da aplicação de jato de ar, utilizando adesivos autocondicionante de dois passos - e autocondicionante de passo único. Com tempos de secagem de 3 ou 10 segundos e de fotopolimerização por 20, 40 e 60 segundos. Neste estudo o aumento do tempo de fotopolimerização para 40s aumentou a resistência adesiva em ambos os grupos e o prolongamento do tempo de secagem não afetou a resistência dos adesivos avaliados. Esta associação de métodos, aumentando o tempo de secagem para eliminar água e solventes e aumentando o tempo de irradiação para melhorar a polimerização dos monômeros, possibilitou a ampliação da força de adesão e melhora das propriedades mecânicas da camada do adesivo.

Li et al. (2016) avaliaram o aumento da intensidade da luz de fotopolimerização, utilizando dois adesivos convencionais de dois passos e um universal. Subdividiu grupos com

base nos modos de fotopolimerização (alta luminosidade, modo padrão e suave luminosidade) e constatou que o grupo que recebeu polimerização durante 20s com luminosidade modo padrão obtiveram melhores respostas. Este resultado pode ser explicado devido à alta intensidade da luz causar maior tensão de polimerização e diminuir as propriedades da adesão. Já para Cadenaro et al. (2005) e Breschi et al. (2007) a intensidade da luz do LED não interfere nos resultados, o que realmente irá somar benefícios será o prolongamento do tempo de fotopolimerização. Ambos os autores concordam que a polimerização incompleta ocorre quando os adesivos são irradiados por menos de 20s, independente da intensidade da luz. A polimerização incompleta e a baixa intensidade da luz de LED impedirá a transformação dos monômeros em polímeros, conseqüentemente quando o grau de polimerização é reduzido por ambos motivos ocorre o aumento da permeabilidade e nanoinfiltrações.

Algumas pesquisas avaliaram métodos para evaporação de solventes. Sgarbosa et al. (2016) realizaram teste por meio da volatização passiva com o frasco semi aberto de adesivos convencionais com diferentes solventes. O adesivo OneStep, por sua natureza mais hidrofílica, apresentou os menores valores de módulo de elasticidade e maior alteração de massa em comparação com o Single Bond e ExciteF, nas diferentes condições de teste deste estudo. Diante disso, pode-se observar que a volatização passiva dos solventes pode promover a formação de uma camada adesiva mais coesa. Este método assegura maior chance de que, após desempenhar sua função, o solvente seja evaporado para garantir a eficiência da adesão.

De acordo com estudos que avaliaram o efeito do condicionamento ácido adicional sobre a resistência da união dentinária, Ahn et al. (2015) utilizaram os adesivos autocondicionante de dois passos, autocondicionante de passo único e universais; com ou sem o

umedecimento com etanol na dentina condicionada. Os autores observaram que a força da união dentinária seria influenciada pelo pH do adesivo utilizado, onde adesivos com Ph=3,2 apresentariam um efeito positivo na resistência da união com o condicionamento ácido adicional. Além disso o umedecimento com etanol na dentina condicionada se mostrou eficiente para criar uma resistência da união mais efetiva aos adesivos autocondicionantes de passo único. Esse resultado também foi obtido no estudo de Choi et al. (2011). Estes autores avaliaram que o adesivo autocondicionante de passo único à base de etanol apresentou maior resistência da união. Assim, podemos dizer que a presença do solvente etanol tem a capacidade de diminuir o diâmetro fibrilar do colágeno e aumentar o espaço interfibrilar nas camadas híbridas, facilitando a infiltração de monômeros resinosos.

King et al. (2005) utilizaram o adesivo hidrofóbico do ScotchbondMultiPurpose Plus sobre adesivos autocondicionantes de passo único; IBond, Xeno III e AdperPrompt; tanto em camadas múltiplas, como em uma única camada. Os adesivos IBond e Xeno III, apresentaram incompatibilidade com compostos autopolimerizáveis, devido a presença do fluido dentinário sobre a camada adesiva. No entanto, o adesivo AdperPrompt apresentou “incompatibilidade verdadeira” aos compostos autopolimerizáveis. A resistência da união foi melhorada nos adesivos que receberam a camada adicional de adesivo hidrofóbico, além de ocorrer eliminação dos problemas de incompatibilidade dos mesmos. Os resultados corroboram com o estudo de Van Landuyt et al. (2005). Estes afirmam que os adesivos autocondicionantes de passo único possuem misturas complexas de ingredientes hidrofóbicos e hidrofílicos que irão atrair água para o interior da camada híbrida. Assim a camada adicional do adesivo hidrofóbico tornará a camada adesiva mais espessa e



uniforme, com menor concentração de água e solventes retidos.

Dentre os estudos que avaliaram o efeito da utilização de múltiplas camadas do sistema adesivo na resistência da união dentinária, Ito et al. (2005) utilizaram dois adesivos de passo único, Xeno III e iBond, e avaliaram três fatores: tipo de adesivo (Xeno III ou iBond), fotopolimerização (após cada camada ou somente após a última camada) e número de camadas (1 a 5 camadas). Os autores observaram que a aplicação de múltiplas camadas do sistema adesivo proporciona uma melhora significativa na resistência da adesão de ambos os adesivos, independente do método de fotopolimerização utilizado. O estudo de Ito et al. (2005) também obteve o uma melhora significativa na adesão após a aplicação de três camadas do adesivo autocondicionante de passo único. Porém, no estudo de Nakaoki et al. (2005) não foram observadas diferenças significativas entre as resistências da união com os métodos de aplicação única ou dupla para os adesivos autocondicionantes de passo único. Como o adesivo Xeno III, que contém como solvente o etanol, e este tem capacidade de induzir uma reexpansão da matriz de colágeno, explica-se o aumento na adesão e na penetração dos adesivos na rede de fibrilas de colágeno.

Fernandez et al. (2013) avaliaram o efeito dos adesivos Single Bond 2 (duas camadas) e Single Bond Universal aplicando condicionamento prévio (três camadas). Com os resultados foi observado que não houve diferenças na resistência da união entre a aplicação de duas e três camadas em ambos os adesivos. Fujiwara et al. (2017) utilizaram dois adesivos universais, Scotchbond Universal e Prime & Bond eleito, dois adesivos autocondicionantes de passo único, G-aenial Bond e BeautiBond e um adesivo autocondicionante de duas etapas, OptiBond XRT. Não foram encontradas diferenças no método de dupla aplicação entre os adesivos universais e os adesivos autocondicionantes de passo

único. Para todos os adesivos o modo de dupla aplicação formou uma camada adesiva mais espessa. Entretanto o adesivo autocondicionante de dois passos OptiBond XTR apresentou menor resistência da união mesmo com o método de dupla aplicação.

Através do método de aplicação do adesivo com agitação ultrasônica, Choi et al. (2011) utilizaram adesivos autocondicionantes de passo único associados a diferentes solventes: Clearfil Tri-S Bond, um sistema à base de etanol / água, Adper Prompt L-Pop, um sistema baseado em água e G-Bond, um sistema baseado em acetona. Os sistemas adesivos foram aplicados na dentina da seguinte forma: camada única, camada dupla, agitação manual, agitação ultra-sônica. Com os adesivos autocondicionantes de passo único a agitação manual e ultra-sônica foram os métodos que mostraram uma maior resistência da união à microtração. Dentre os adesivos utilizados, o Clearfil Tri-S Bond apresentou a maior resistência da união, por ser um sistema a base de etanol. É provável que a aplicação através da agitação ultrasônica possibilite ao adesivo alcançar áreas além daquelas que a aplicação manual alcançaria e que adesivos com solventes a base de etanol permita maior penetração na rede de colágeno como já foi demonstrados em outros estudos de Ahn et al. (2015), Nakoki et al. (2005) e Mena-Serrano et al. (2014), onde os adesivos que possuem solvente a base de etanol, apresentaram melhora significativa na resistência da união dentinária

Com relação ao método de irradiação a laser ao substrato dentinário após preparo cavitário, Karadas & Caglar (2017) utilizaram os adesivos Clearfil SE Bond ou Clearfil S3 Bond, avaliando o efeito da irradiação com o laser Er: YAG, durante 10 segundos, após a aplicação do sistema adesivo, sobre o preparo em dentina superficial e profunda, seguido por termociclagem. O tratamento a laser (Er: YAG) da dentina não afetou a resistência da união à dentina superficial após a termociclagem. Entretanto, a

resistência da união à dentina profunda diminuiu após a termociclagem. Através destes resultados pode-se concluir que a força da união foi significativamente menor após a termociclagem nos preparos em dentina profunda.

## 5. Considerações finais

São notórios os avanços de materiais e técnicas propostas para impedir a degradação da interface dentina/resina. Vários estudos avaliam diferentes métodos de aplicação dos sistemas adesivos e os resultados positivos que estão proporcionando, com intuito de melhorar a infiltração de monômeros resinosos e garantir o sucesso da formação da camada híbrida.

Diante dos estudos expostos nessa revisão, a possibilidade de realizar a adesão e controlar a umidade da superfície dentinária, torna o adesivo autocondicionante de dois passos, mais apropriado. A secagem da dentina condicionada nos adesivos convencionais pode ocasionar o colapso das fibrilas de colágeno expostas pelo condicionamento prévio, ocasionando insucesso na formação da camada híbrida. Aliado a estes fatores, os adesivos que contém etanol como solvente tem a capacidade de diminuir o diâmetro fibrilar do colágeno, sem ocasionar um colapso e aumentar o espaço interfibrilar nas camadas híbridas, facilitando a infiltração de monômeros resinosos. Porém, mais estudos são necessários para afirmar com mais propriedade o melhor adesivo e solventes de composição.

Apesar dos métodos citados nesta revisão melhorarem a resistência da união por intensificar a impregnação dos monômeros na dentina, todos aumentam o número de passos clínicos. O tempo clínico necessário para realização das restaurações adesivas acaba sendo maior, gerando maior probabilidade de erros na realização das técnicas. Assim, é necessário que o cirurgião-dentista conheça as características e propriedades inerentes aos materiais adesivos e a estes métodos para

selecioná-los criteriosamente e adequadamente, aplicando a técnica que mais seja conveniente para melhora da formação da camada híbrida e sucesso da longevidade adesiva das restaurações.

## Referências Bibliográficas

1. AHN, J., JUNG, K.H., SON, S.A., HUR, B., KNOW, Y.H., PARK, J.K. Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. **The Korean Academy of Conservative Dentistry**. 2015.
2. ARAÚJO, L.S.N. **Efeito de diferentes temperaturas de volatilização de sistemas adesivos e biomodificação da dentina sobre a estabilidade da camada híbrida**. Universidade Estadual de Campinas, faculdade de odontologia de Piracicaba. 2015.
3. ARINELLI, A.M.D., PEREIRA, K.F., PRADO, N.A.S., RABELLO, T.B. Sistemas adesivos atuais. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 73, n.3, p. 242-46, jul./set. 2016.
4. BISPO, L.B. **Sistemas adesivos: Evolução e perspectivas—Revisão deliteratura**. 10.17267/2238-2720revbahianaodonto.v7i4.1102. 2016.
5. BRESCHI, L., CADENARO, M., ANTONIOLLI, F., SAURO, S., BIASOTTO, M., PRATI, C., TAY, F.R., Di LENARDA, R. Polymerization kinetics of dental adhesives cured with LED: Correlation between extent of conversion and permeability. © **Academy of Dental Materials**. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. 2006.
6. CADENARO, M., ANTONIOLLI, F., SAURO, S., TAY, F.R., Di LENARDA, R.,

- PRATI, C., BIASOTTO, M., CONTARDO, L., BRESCHI, L. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. **Eur J Oral Sci.** 113: 525–530. 2005.
7. CHOI, C.K., SON, S.A., HA, J.H., HUR, B., KIM, H.C., KWON, Y.H., PARK, J.K. **Influence of application methods of one-step self-etching adhesives on microtensile bond strength.** JKACD Volume 36, Number 3. 2011.
  8. DELVAN, G.S. **Sistemas adesivos dentinários.** Florianópolis, novembro de 2001.
  9. FERNANDEZ G, E., ARANDA, L., BERSEZIO, C., MARTIN, J., VIDOSOLA, A., XAUS, G., LETELIER, C., MONCADA, G., OLIVEIRA JR, O.B. Influencia del número de capas de adhesivo en la conductividad hidráulica en dentina humana. **Estudio experimental. Revista Dental de Chile.** 2013; 104 (1) 0-0
  10. FILHO, H.N., FARES, N.H., FIUZA, C.T., NAGEM, H.D., COUTO, M.G.P. **Sistemas adesivos – classificação.** **FullDent. Sci.** 2014; 5(20):?.
  11. FUJIWARA, S., TAKAMIZAWA, T., BARKMEIER, W.W., TSUJIMOTO, A., IMAI, A., WATANABE, H., ERICKSON, R.L., LATTA, M.A., NAKATSUKA, T., MIYAZAKI, M. Effect of double-layer application on bond quality of adhesive systems. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials,** <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.10.008>. 2017.
  12. ITO, S., TAY, F.R., HASHIMOTO, M., YOSHIYAMA, M., SAITO, T., BRACKETT, W.W., WALLER, J.L., PASHLEY, D.H. Effects of Multiple Coatings of two All-in-one Adhesives on Dentin Bonding. **J AdhesDent** Vol 7, No 2, 2005.
  13. KARADAS, MUHAMMET & CAGLAR, İpe. The effect of Er:YAG laser irradiation on the bond stability of self-etch adhesives at different dentin depths. **Lasers MedSci** 32:967–974. 2017.
  14. KING, N.M., TAY, F.R., PASHLEY, D.H., HASHIMOTO, M., ITO, S., BRACKETT, W.W., GARCIA-GODOY, F., SUNICO, M. **Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application.** 2005.
  15. LI, M.Z., WANG, J.R., LIU, H., WANG, X., GAN, K., LIU, X.J., NIU, D.L., SONG, X.Q. Effects of light curing modes and ethanol-wet bonding on dentin bonding properties. **J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol).** 2016 17(9):703-711
  16. MARTINS, I.C., FRANCO, A.P.G.O., GODOY, E.P., MALUF, D.R., GOMES, J.C., GOMES, O.M.M. **Adesivos dentinários.** RGO, Porto Alegre, v. 56, n.4, p. 429-436, out./dez. 2008.
  17. MENA-SERRANO, A., COSTA, T.F.R., PATZIAFF, R.T., LOGUERCIO, A.D., REIS, A. Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and dentin permeability of self-etching systems. **J. AdhesDent.** Vol 16, No 5, 2014.
  18. NAKAOKI, Y., SASAKAWA, HORIUCHI, S., NAGANO, F., IKEDA, T., TANAKA, T., INOUE, S., UNOD, S., SANO, H., SIDHUE, S.K. Effect of double-application of all-in-one adhesives on dentin bonding. **Journal of Dentistry** 33, 765–772. 2005.

19. SAMIMI, P., GHODRATI, M., SHIRBAN, F., KHOROUSHI, M. Comparison of the dentin bond strength of two self-etch adhesives after prolonged air-drying and additional light-curing. **Journal of Dentistry**, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran ( Vol. 14, No. 5). 2017.
20. SGARBOSA, L.A.M., MARCHI, G.M., AGUIAR, T.R., LEME, A.A., AMBROSANO, G.M.B., BREDAN-RUSSO, A.K. Dental adhesives and strategies for displacement of water/solvents from collagen fibrils. ©Academy of Dental Materials. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. DENTAL-2734; No. of Pages 9. 2016
21. STAPE, T.H.S., TJADERHANE, L., TEZVERGIL-MUTLUAY, A., YANIKIAN, C.R.F., SZESZ, A.L., LOGUERCIO, A.D., MARTINS, L.R.M. Optimization of the etch-and-rinse technique: New perspectives to improve resin–dentin bonding and hybrid layer integrity by reducing residual water using dimethyl sulfoxide pretreatments. ©Academy of Dental Materials. Published by Elsevier Inc. All rights reserved. DENTAL-3128; No. of Pages 11. 2018.
22. OLIVEIRA, L.V., PRADO, M., MENEZES, L.R., DIAS, C.T., PAULILLO, L.A.M.S., PEREIRA, G.D.S. **Sistemas adesivos: conceitos atuais e aplicações clínicas. Revista Dentísticaonline** - ano 9, número 19. 2010.
23. VAN LANDUYT, K.L., De MUNCK, J., SNAUAERT, J., COUTINHO, E., POITEVIN, A., YOSHIDA, Y., INOUE, S., PEUMANS, M., SUZUKI, K., LAMBRECHTS, P., VAN MEERBEEK, B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. ©Academy of Dental Materials. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. 2005.