

UNIVERSIDADE TIRADENTES

Bárbara de Almeida Pinto

Tatiane Cristina Vieira Souto

UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO  
PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO:  
REVISÃO SITEMÁTICA

Aracaju

2018

Bárbara de Almeida Pinto  
Tatiane Cristina Vieira Souto

UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO  
PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO:  
REVISÃO SISTEMÁTICA

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

## **AUTORIZAÇÃO PARA ENTREGA DO TCC**

Eu, Carolina Menezes Maciel, orientadora das discentes Bárbara de Almeida Pinto e Tatiane Cristina Vieira Souto, atesto que o trabalho intitulado: “UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO: REVISÃO SISTEMÁTICA” 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**

BARBARA DE ALMEIDA PINTO  
TATIANE CRISTINA VIEIRA SOUTO

UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO PARA  
APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO: REVISÃO  
SISTEMÁTICA

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. Orientador: \_\_\_\_\_

---

1º Examinador: \_\_\_\_\_

---

2º Examinador: \_\_\_\_\_

# UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVO ELÉTRICO PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO: REVISÃO SISTEMÁTICA

Bárbara de Almeida Pinto<sup>a</sup>, Tatiane Cristina Vieira Souto<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>MSc. Professora Adjunta do Curso de Odontologia – Universidade Tiradentes

---

## Resumo

Com o objetivo de melhorar a resistência da união dos adesivos dentinários, a infiltração dos monômeros tem sido avaliada em diferentes estudos. Diferentes formas de aplicação dos adesivos têm sido propostas para melhorar a impregnação dos monômeros resinosos e consequentemente a redução da taxa de sorção de água e da degradação das fibrilas de colágeno, mas todas se relacionam com o aumento do número de etapas clínicas. Apesar de ainda escasso na literatura, algumas pesquisas citam o uso de um dispositivo que, através de sinal elétrico, melhora a infiltração de monômeros resinosos entre as fibras colágenas da dentina desmineralizada. Esta revisão sistemática de literatura visa discutir estudos que testaram a corrente elétrica no momento da aplicação dos sistemas adesivos dentinários. A partir dos critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos, obtiveram-se oito artigos através da base de dados Pubmed e Medline, publicados entre os anos de 2006 a 2018. Através das análises dos artigos selecionados foi possível observar que a nova técnica para aplicação de sistemas adesivos, sejam convencionais ou autocondicionantes, pode aumentar a impregnação dos mesmos, melhorando, assim, a hibridação dentinária. Devido escassez na literatura, ainda são necessários estudos que fortaleçam a comprovação da técnica na melhora da resistência da união e a eficácia em longo prazo, através de ensaios mecânicos e de termociclagem.

*Palavras-chave: Adesivos dentinários; Dentina; Agentes Molhante;, Eletricidade.*

## Abstract

In order to improve the resistance of the dentin adhesives union, the infiltration of the monomers has been evaluated in different studies. Different ways of adhesives applications has been proposed to improve impregnation of resinous monomers and consequently the reduction of the water sorption and the degradation of the collagen fibrils, but all relate to the increase of the clinical steps number. Although still scant in literature, some researches mentioned the use of a device that through an electrical signal improves the resinous monomers infiltration between the collagen fibers of the demineralized dentin. This systematic review of literature aims to discuss studies that tested the electric current at the moment of dentin adhesive systems application. Based on previously established inclusion and exclusion criteria, eight articles have been obtained through the PubMed and Medline database, published between 2006 and 2018. Through of the selected articles analyzes it was able to observe that the new technique for application of adhesive systems, conventional or self-etching, can increase an impregnation, improving a dentin hybridization. Because of the literature lack, studies are still necessary to strengthen the evidence of the technique in improving union strength and long-term efficacy through mechanical and thermocycling tests.

*Keywords: Dentin-Bonding Agents; Dentin; Wetting agent; Electricity*

## 1. INTRODUÇÃO

A adesão dentinária baseia-se no mecanismo de retenção micromecânica e na interação química entre os monômeros resinosos com grupos ácidos e os íons  $\text{Ca}^{2+}$  da hidroxiapatita, presentes na estrutura dentária (RADOVIC et al., 2008; GERTH et al., 2006). Acredita-se que os monômeros funcionais contidos nos sistemas adesivos são capazes de formar ligações de Van der Waals ou ligações de pontes de hidrogênio com outros substratos (YANG et al., 2009). Essas ligações são responsáveis pelo molhamento na superfície e, conseqüentemente, pela resistência da união (YANG et al., 2009). O molhamento ocorre quando do íntimo contato entre o adesivo líquido e o aderente sólido, ou seja, está relacionado à energia de superfície, rugosidade e composição química do substrato de união (TOLEDANO et al., 2011).

No início as falhas na interface de união ocorriam por erros na técnica de aplicação, desgastes e fraturas das restaurações (GALE et al., 1999). Munck et al. (2005) relataram que a degradação química e mecânica sofrida pela interface de união (dentina-adesivo) relacionava-se, respectivamente, a exposição à saliva, que contém enzimas humanas e bacterianas, que podem conduzir à hidrólise dos componentes resinosos, e pelo estresse mecânico, gerados a cada ciclo mastigatório podendo exceder a resistência de união na interface adesiva.

Hoje se sabe que espaços vazios podem ser observados na interface adesiva devido também à dissolução dos componentes do adesivo, como conseqüência de uma polimerização incompleta do material dentro da camada híbrida e à presença de água residual no substrato dentinário durante a aplicação do produto (CARRILHO et al., 2007). Isto resulta em microinfiltração clínica, o que pode evoluir para uma falha adesiva visivelmente detectável (PASQUANTONIO et al., 2007). Carrilho et al., (2007) afirmaram que as

fibras colágenas sofrem dissolução da camada híbrida devido a ação de enzimas proteolíticas. Estas enzimas, conhecidas como metaloproteinases endógenas (MMP), estão presentes na própria estrutura dentinária.

Diferentes pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de melhorar a infiltração dos monômeros resinosos e conseqüentemente reduzir a taxa de sorção de água e a degradação das fibrilas de colágeno: 1. Prolongamento do tempo de aplicação (Van Landuyt et al.21, 2005) e da fotoativação dos sistemas adesivos (Cadenaro et al.16, 2005), 2. Utilização de uma camada adicional de agente resinoso hidrofóbico (King et al., 2005), 3. Aplicação de múltiplas camadas do adesivo (Pashley et al., 2002; Hashimoto et al., 2004 e Ito et al., 2005), 4. Utilização de clorexidina (Hebling et al., 2005 e Carrilho et al., 2009) e de EDTA (Osório et al., 2005) como substâncias inibidoras das MMPs e 6. Indução de corrente elétrica para melhorar a impregnação do monômero resinoso no substrato dentinário (BRESCHI et al., 2006 e PASQUANTONIO et al., 2007).

Os estudos que utilizam o dispositivo elétrico para o molhamento dos adesivos dentinários sobre o substrato dentário produz um sinal elétrico que melhora a infiltração de monômeros resinosos entre as fibras colágenas da dentina desmineralizada (TOLEDANO et al., 2011; VISINTINI et al., 2008; BRESCHI et al., 2006; MAZZONI et al., 2009; PASQUANTONIO et al., 2007). Patenteado por Toledano et al., (2011) e Pasquantonio et al., (2007) como “ElectroBond”, o dispositivo funciona pelo método iontoforese. Consiste num método não-invasivo de aplicação de corrente elétrica para propulsão de altas concentrações de componentes, polares ou neutros, através de um fluxo de elétrons traduzido em íons, sobre a superfície dentinária (TOLEDANO et al., 2011). Assim, o dispositivo produz elétrons que fluem através do tecido dentinário e íons que movem-se dentro da parte iônica da dentina. A superfície

da dentina carregada negativamente, denominada ânodo, repele substâncias químicas carregadas negativamente, enquanto que a esponja saturada com adesivo, carregada positivamente, cátodo, repele substâncias químicas carregadas positivamente para o interior do substrato dentinário (MAZZONI et al., 2009, TOLEDANO et al., 2011). Este processo pode alterar o fluxo de íons através da dentina e modificar a migração de monômeros iônicos e polares do adesivo para o interior da matriz dentinária condicionada (MAZZONI et al., 2009).

Mazzoni et al., (2009), Toledano et al., (2011); Breschi et al., (2006) relataram que a iontoforese é influenciada pela resistência elétrica da dentina, que está relacionada a fatores clínicos como a presença ou ausência de camada de esfregaço e a sua espessura. O uso de uma corrente elétrica produzida pelo ElectroBond durante a aplicação de sistemas adesivos, sejam convencionais ou autocondicionantes, pode aumentar a impregnação do adesivo dentinário, melhorando, assim, a hibridação dentinária. Além disso, acredita-se que a melhor infiltração resinosa devido a técnica de aplicação de corrente elétrica pode ser atingida por alteração das cargas superficiais e potencial de ligação do hidrogênio do substrato dentinário (TOLEDANO et al., 2011; BRESCHI et al., 2006).

Como o método da iontoforese na aplicação dos sistemas adesivos sobre o substrato dentinário ainda é uma técnica pouco difundida e pouco estudada, esta revisão sistemática visa, através de uma busca sistematizada, a coleta de artigos que utilizaram a técnica, para análise de seus resultados sobre a resistência de união a curto e médio prazo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. USO DE CORRENTE ELÉTRICA NA INDUÇÃO DE ADESIVO DENTINÁRIO

**Breschi et al. (2006)** examinaram o efeito da aplicação de

corrente elétrica na eficácia da união e redução da nanoinfiltração de 2 adesivos simplificados e um adesivo convencional. Os grupos receberam adesivos autocondicionante de dois passos Clearfil Protect Bond (CPB) (Kuraray) ou autocondicionante de passo único Xeno III (Xeno) (Dentsply) e Adper Prompt L-Pop (ALP) (3M ESPE). Restauração de resina micro-híbrida (Filtek Z250 - 3M ESPE) foi confeccionada e as amostras foram segmentadas em palitos de aproximadamente  $0,9\text{mm}^2$  para ensaio de microtração. Para metade de cada dente, o adesivo foi aplicado com o uso do dispositivo elétrico, sob tensão constante. Para a outra metade (grupo controle) o adesivo foi aplicado da mesma maneira, mas com o gerador elétrico desligado. As falhas foram observadas em estereomicroscópio com ampliação de 50x e classificadas como coesiva, adesiva ou mista. Para avaliação de nanoinfiltração os espécimes foram imersos em solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), a 50%. Os palitos impregnados com prata foram examinados em MEV (FE-SEM, JSM). Teste estatístico de Mann-Whitney foi utilizado ( $p=0,05$ ). Os resultados obtiveram aumentos significativos na força de união para os 3 adesivos quando foram aplicados pela técnica associada a corrente elétrica (PB  $48,9 \pm 10,3$  MPa vs.  $36,6 \pm 8,4$  MPa para controles; Xeno  $39,3 \pm 6,6$  MPa vs.  $25,5 \pm 5,9$  MPa para controles; APL  $41,5 \pm 7,0$  MPa vs.  $22,2 \pm 5,7$  MPa para controles) ( $p<0,05$ ). Os autores afirmam que a corrente elétrica pode influenciar qualquer um dos dois adesivos. Como os adesivos simplificados possuem maior concentração de monômeros hidrofílicos, os autores sugerem uma melhor transmissão da corrente elétrica.

**Pasquantonio et al. (2007)** investigaram os efeitos de um campo elétrico sobre aplicação de sistemas adesivos convencionais de dois passos. Foram aplicados três adesivos Single Bond (3M ESPE), Prime & Bond NT (Dentsply) e One-Step (Bisco). Cada dente foi seccionado longitudinalmente em duas metades, uma para o grupo

experimental e a outra para o grupo controle (aparelho elétrico desligado). Após serem restaurados os espécimes foram submetidos a ensaio de microtração e análise de nanoinfiltração em MEV. Os modos de falha foram avaliados em estereomicroscópio, com ampliação de 50x, e as fraturas classificadas em coesiva, adesiva e mista. Com o teste estatístico Kolmogorov- Smirnof, independente do adesivo testado, a maior resistência de união foi quando da utilização de corrente elétrica ( $p < 0,05$ ). As interfaces adesivas preparadas com impulsos elétricos exibiram camadas híbridas muito homogêneas com nanoinfiltração mínima em comparação com o grupo controle. Não foram observadas diferenças no modo de falha entre o controle e a aplicação assistida por impulso elétrico.

O objetivo do estudo de **Visintini et al. (2008)** foi determinar o efeito da termociclagem e da técnica de aplicação da corrente elétrica através do dispositivo ElectroBond na ligação adesiva e redução da nanoinfiltração dos adesivos de passo único. Os adesivos utilizados foram XENO III (Dentsply) ou Clearfil S3 Bond (Kuraray), aplicados de acordo com as instruções do fabricante para o grupo controle ou com a ajuda do dispositivo de transmissão de corrente elétrica. Metade das amostras foram seccionadas em palitos e submetidas a ensaio de microtração e a outra metade foi submetidas a 20.000 termociclos em saliva artificial, de 5 a 55°C. O grupo controle não foi termociclado. Após ensaio de microtração os corpos de prova foram avaliados em estereomicroscópio, por um único observador, para análise dos modos de falha: coesiva na dentina ou coesiva em compósitos, adesiva. Espécimes adicionais foram preparados para análises de nanoinfiltração em MET. O teste estatístico utilizado foi a ANOVA complementado pelo Turkey ( $\alpha = 0,05$ ). Os espécimes que receberam o adesivo através do dispositivo elétrico tiveram maiores valores de resistência da união (XENO III 38,9 +/- 8,1 MPa, Clearfil

S3 Bond 46,2 +/- 9,9 MPa) em comparação ao grupo controle (XENO III 26,7 +/- 7,8 MPa; Clearfil S3 Bond 38,9 +/- 8,1 MPa). A termociclagem diminuiu significativamente a resistência da união do XENO III (27,1 +/- 7,9 MPa com o uso de ElectroBond; 20,7 +/- 9,2 MPa sem o uso de ElectroBond); no entanto, a termociclagem não afetou a força de união do Clearfil S3 Bond (47,2 +/- 8,6 MPa com o uso de ElectroBond; 33,6 +/- 8,3 MPa sem o uso de ElectroBond). Independente do tipo de adesivo utilizado, o dispositivo elétrico resultou em menores valores de nanoinfiltração.

**Mazzoni et al. (2009)** distribuíram molares humanos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o adesivo aplicado. Cada dente foi cortado longitudinalmente em metades (metades experimentais e de controle) para aplicação dos adesivos: Adper Scotchbond 1XT (SB1XT) (3M ESPE) e XP-BOND (XB) (Dentsply). Os espécimes foram condicionados com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE), segundo fabricante, mantendo a dentina úmida. Duas camadas de soluções de adesivo foram aplicadas e espalhadas suavemente com jato de ar para formar uma película fina e evaporar o solvente. Para as metades experimentais os adesivos foram aplicados utilizando o ElectroBond, com corrente de aproximadamente 70µA, sob 16V. Após polimerização do adesivo foram restaurações com resina micro-híbrida (Filtek Z250, 3M ESPE). As amostras foram então imersas em uma solução AgNO<sub>3</sub>, a 50%. Os espécimes impregnados com prata foram processados para análise em MET, sob 70kV. O teste estatístico utilizado foi o Mann-Whitney complementado pelo teste T. O ensaio de microtração revelou níveis de adesão significativamente maiores para os sistemas adesivos aplicados sob os efeitos da corrente contínua ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença foi encontrada ( $p > 0,05$ ) entre os adesivos se testados na mesma condição (ou seja, o ElectroBond foi ligado ou desligado). O uso do dispositivo ElectroBond durante aplicação da



camada adesiva aumentou a força de união de SB1XT em cerca de 25%, e em cerca de 30% para XB. Tanto os espécimes ligados por SB1XT como por XB apresentaram depósitos significativamente reduzidos de  $\text{AgNO}_3$  quando o dispositivo elétrico foi usado, ressaltando o efeito positivo da corrente elétrica na infiltração dos monômeros do adesivo.

**Gharizadeh, Kaviani & Nik (2010)** aplicaram o sistema adesivo com transmissão de corrente elétrica para aumentar a infiltração de monômeros na dentina. Realizaram cavidades padronizadas em pré-molares humanos hígidos e o tecido pulpar foi removido. Os dentes foram condicionados com ácido fosfórico de acordo com fabricante, mantendo a superfície dentinária úmida. Os espécimes foram divididos em dois grupos: Grupo I o adesivo Single Bond (3M ESPE) foi aplicado usando o dispositivo elétrico experimental, com um movimento contínuo de escovação ( $15\mu\text{A}$ ). No grupo II, o adesivo foi aplicado da mesma maneira, porém o gerador elétrico estava desligado. Os adesivos foram fotoativados e restauração de resina microhíbrida (Valux Plus A2, 3M ESPE) foi confeccionada. Os dentes foram seccionados no centro da restauração e imersos em fucsina básica a 0,2%. A extensão da penetração do corante foi examinada usando um estereomicroscópio (40x). Toda a avaliação foi realizada sob pressão pulpar simulada e os dentes foram submetidos à termociclagem (1000 ciclos) para obter uma condição semelhante a in vivo. Com o teste estatístico de MannWhitney o grupo I obteve menos infiltração quando comparado ao grupo II ( $P=0.047$ ). Os autores abordaram que com o uso de corrente elétrica para aplicar o sistema adesivo houve significativa redução da microinfiltração.

O trabalho de **Toledano et al. (2011)** avaliou a influência da técnica de transmissão de corrente elétrica sobre a molhabilidade e rugosidade do substrato dentinário. Foram utilizados ácido fosfórico (37%) e os adesivos

Clearfil SE Bond (CSB) (Kuraray) e Prompt-L-Pop (PLP) (3M ESPE). Em metade dos espécimes seguiu-se a técnica de aplicação convencional, na outra metade utilizou-se o dispositivo de transmissão de corrente elétrica. Alguns espécimes foram seccionados perpendicularmente ao seu eixo longitudinal e cinco caixas foram criadas para avaliar a rugosidade da dentina em Microscópio de força atômica (MFA). O teste estatístico utilizado foi ANOVA complementado pelo Student-Newman-Keuls. A dentina tratada com PLP mostrou maior rugosidade intertubular e a menor molhabilidade. A aplicação do ElectroBond reduziu os ângulos de contato da água quando a dentina foi tratada com ácido fosfórico ou adesivo CSB, mas não teve influência sobre a dentina tratada com PLP. Os autores concluíram que o uso de uma corrente elétrica, seja durante a aplicação de ácido/água ou os adesivos autocondicionantes, pode melhorar a infiltração do adesivo dentinário, conseqüentemente a hibridização dentinária.

**Breschi et al. (2012)** provaram que a indução de corrente elétrica pode influenciar positivamente a penetração de monômeros dos sistemas adesivos durante a formação da camada híbrida. As propriedades elétricas dos monômeros e sua permissividade no substrato dentinário foram mensuradas. Os autores observaram um efeito dominante da polarização iônica, que favorecia a infiltração dos monômeros analisados. A permissividade e condutividade dos monômeros testados mostraram um comportamento similar, ou seja, materiais com a menor permissividade também mostram pequenos valores de condutividade e vice-versa. Os autores concluíram que quanto maior as forças polares das pontes de hidrogênio maior a permissividade e condutividade do monômero. O mecanismo da iontoforese determina a migração dos monômeros quando da aplicação de campos elétricos.

**Chen et al. (2014)** utilizaram a transmissão de corrente elétrica na tentativa de melhorar a infiltração de sistemas adesivos. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos: o grupo 1 (controle) com transmissão de corrente elétrica estava desligada ( $0\mu\text{A}$ ); os grupos experimentais 2 a 7 receberam correntes elétricas durante aplicação de sistema adesivo com 10, 20, 50, 60, 70 e  $90\mu\text{A}$ , respectivamente. As amostras após restauradas e seccionadas foram submetidas a ensaio de microtração. Para avaliar as falhas de união, os espécimes foram observados em estereomicroscópio e classificados em: adesiva, coesiva em resina ou em dentina. Os espécimes foram revestidos em ouro e a interface adesivo-dentina foi examinada em MEV. No ensaio de microtração a força de união aumentou significativamente quando utilizou-se as intensidades de corrente de 50, 60, 70 e  $90\mu\text{A}$ . Os padrões de nanoinfiltração tenderam a diminuir nos grupos experimentais. Para a outra etapa da pesquisa os autores coletaram e cultivaram células do tecido pulpar e o dispositivo elétrico foi aplicado. As células foram em seguida preparadas e incubadas em isotiocianato de fluoresceína (FITC). As células coradas foram observadas em microscópio de fluorescência. A aplicação de  $10\mu\text{A}$  foi benéfica para a proliferação de células pulpares e  $70\mu\text{A}$  obteve melhores intensidades para tensão de união e redução da nanoinfiltração na interface adesiva.

**Gotti et.al (2014)** avaliaram 80 espécimes em três grupos principais com base na corrente elétrica aplicada durante aplicação de cimento resinoso: (1) 0 A ( $n = 40$ ); (2) 20 A ( $n = 20$ ); (3) 40 A ( $n = 20$ ). Cada grupo foi posteriormente dividido em dois subgrupos de acordo com os cimentos resinosos autoadesivos utilizados (RelyX Unicem e BisCem). O tempo de aplicação dos cimentos resinosos na dentina, com ou sem a corrente elétrica, foi de 10 segundos, os excessos de cimento foram removidos e a fotoativação foi realizada por 40

segundos em cada superfície (bucal, lingual, mesial, distal e oclusal) utilizando luz LED a  $1000\text{ mW} / \text{cm}^2$ . O teste estatístico utilizado para análise do ensaio de microtensão foi o ANOVA, duas variáveis, complementado pelo tukey; e para avaliação do padrão de fratura o teste Kruskal Wallis foi aplicado. Não houve alteração na força de união dos dois cimentos autoadesivos que foram aplicados sobre a dentina usando corrente elétrica de 20 e  $40\mu\text{A}$ . Os monômeros iônicos e hidrofílicos foram mais suscetíveis à passagem de correntes elétricas. Os resultados da força de união dos espécimes ligados ao RelyX Unicem foram significativamente maiores do que o BisCem. A análise do padrão de falha revelou predominância de fraturas adesivas entre dentina e cimento de resina.

### 3. METODOLOGIA

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com os critérios estabelecidos pela Cochrane. Os métodos aplicados incluíram uma estratégia de busca de artigos na literatura relacionados ao uso de corrente elétrica (“Electrobond”) para uma melhor infiltração do monômero no substrato dentinário. Foi utilizada a base de dados PubMed e Medline, por meio da combinação dos descritores ‘dentin bonding agents’ AND, ‘Electric current’ OR ‘electrobond’.

#### 3.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram selecionados apenas artigos publicados na íntegra nos últimos 12 anos (setembro de 2006 a março de 2018), que analisassem o efeito da corrente elétrica na infiltração do monômero no substrato dentinário.

#### 3.2. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos artigos de revisão.

#### 3.3. SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Foi realizada a leitura e seleção dos textos por dois revisores. Inicialmente um artigo foi selecionado, de acordo com os critérios, servindo

como parâmetro e calibração para os revisores. As buscas foram atualizadas até o dia 15.03.2018, e eventuais discordâncias entre os revisores foram discutidas e resolvidas por consenso.

#### 4. RESULTADOS

A partir da estratégia de busca e dos critérios de inclusão e exclusão foram encontrados 08 artigos. Na tabela 1 seguem os autores de cada artigo com respectivos tamanhos das amostras, materiais adesivos utilizados, intensidade de corrente elétrica aplicada, testes mecânicos e

complementares utilizados e os resultados.

Todos os estudos observaram o efeito positivo da corrente elétrica sobre a infiltração dos sistemas adesivos aplicados. Apenas o estudo de Gotti et al. (2014) avaliaram a aplicação da técnica sobre cimentos resinosos. Os estudos de Pasquantonio et al. (2007), Mazonni et al. (2009), Ghaziradeh et al. (2010), Chen et al. (2014) e Gotti et al. (2014) citam a intensidade da corrente elétrica aplicada na técnica. O único estudo que avaliou a influencia da técnica assistida por eletricidade sobre as células pulpares foi o de Chen et al. (2014).

Tabela 1. Descrição dos artigos encontrados na pesquisa

<b>Autores</b>	<b>Tamanho da amostra – corpos de prova</b>	<b>Sistemas adesivos</b>	<b>Intensidade da corrente elétrica</b>	<b>Teste mecânico e complementares</b>	<b>Resultados</b>
Breschi et al. (2006)	30 terceiros molares humanos – seccionados em palitos de 0,9mm <sup>2</sup>	01 Autocondicionante de 2 passos (Clearfil Protect Bond); 02 Autocondicionantes de passo único (Xeno III Adper Prompt L Pop)	-	Microtração complementado com microscopia eletrônica de varredura (MEV)	Melhoria da força de ligação e redução da nanoinfiltração quando os adesivos autocondicionantes são aplicados junto com a corrente elétrica.  <i>Clearfil Protect Bond 2 &gt; Auto de passo único.</i>
Pasquantonio et al. (2007)	30 terceiros molares humanos – seccionados longitudinalmente em 2 metades	3 adesivos convencionais de 2 passos (Single Bond, Prime & Bond NT e One-Step)	20 µA	Microtração complementado com MEV	Independente do adesivo testado a maior resistência a união foi quando da utilização de corrente elétrica.
Visintini et al. (2008)	40 molares humanos – seccionados em palitos e metade em 20.000 termociclos	02 Autocondicionantes de passo único (Xeno III ou Clearfil S3 Bond)	-	Microtração complementado com Microscopia eletrônica de transmissão (MET)	Independente do adesivo testado a maior resistência a união foi quando da utilização de corrente elétrica.  Porém o efeito da termociclagem foi considerado dependente da marca: <i>Clearfil S3 Bond &gt; Xeno III</i>

Mazonni et al. (2009)	60 terceiros molares humanos – seccionados longitudinalmente em metades	Adesivo convencional de 02 passos: Adper Scotchbond 1 XT e XP- Bond	70 $\mu$ A	Microtração	Melhora da impregnação do adesivo convencional de 2 passos com o uso da corrente elétrica: <i>XP-Bond &gt; 1 XT</i>
Ghaziradeh et al. (2010)	60 pré-molares humanos	Adesivo convencional de 2 passos: Single Bond	Média de 15 $\mu$ A	24 horas à 37°C, antes do ciclo de 1000 ciclos de termociclagem.	Redução da microinfiltração do sistema adesivo Single Bond com o uso da corrente elétrica.
Toledano et al. (2011)	30 molares seccionados em metades	01 Adesivo autocondicionante 2 passos (Clearfil SE) 01 autocondicionante de passo único (Prompt L- Pop)	-	Microscopia de força atômica (MFA)	Uso da corrente elétrica durante a aplicação do adesivo autocondicionante melhorou a infiltração.  <i>Para o Prompt L- Pop não teve influência significativa.</i>
Chen et al. (2014)	35 molares humanos seccionados longitudinalmente	Adesivo autocondicionante de passo único: Clearfil S3 Bond	Grupo 1: 0 $\mu$ A Grupo 2 ao 7: 10,20,50,60,70,90 $\mu$ A	Microtração complementado com MEV	Aumento da força de união do adesivo autocondicionante e dentina quando foram aplicadas correntes elétricas mais altas. <i>70 <math>\mu</math>A → Efeito significativo para força de união e redução de infiltração.</i>
Gotti et al. (2014)	40 molares humanos	Cimento resinoso autoadesivos (Relyx Unicem e Bisцем)	20 e 40 $\mu$ A	Microtração	A força de união dos espécimes ligados ao Relyx Unicem foi significativamente maior do que o BisCem. <i>Corrente elétrica não influenciou o resultado.</i>

## 5. DISCUSSÃO

Segundo Busato et al. (2002), Hashimoto et al. (2003) e Reis et al. (2007) 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. Visintini et al. (2008) relataram melhoria nas forças de ligação e redução da nanoinfiltração quando os adesivos autocondicionantes de passo único são aplicados em conjunto com uma técnica de transmissão de corrente elétrica. Já Toledano et al. (2011), ao aplicar dois sistemas adesivos autocondicionantes (2 passos - Clearfil SE e um de passo único - Prompt-L-Pop) com uso da

corrente elétrica, não observou influência sobre a dentina tratada com Prompt-L-Pop. Breschi et al. (2006) encontraram melhora na resistência da união do adesivo autocondicionante de passo único quando do uso da corrente elétrica, porém o adesivo autocondicionante de 2 passos ainda teve uma eficiência maior. A consequente melhora na resistência da união dos adesivos autocondicionantes de 2 passos com o uso da corrente elétrica pode ser explicada pelo fato de tais adesivos possuírem maior concentração de monômeros hidrofílicos, aumentando a penetração/infiltração do adesivo no substrato dentinário.

Os estudos realizados por Koshiro et al. (2004) e Burrow et al. (2005) afirmam que os autocondicionantes de dois passos apresentam uma capacidade de união mais estável, em relação ao convencional de 2 passos, 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. Breschi et al. (2006), Vinsitini et al. (2008) e Mazzoni et al. (2009), ao aplicarem o adesivo convencional de 2 passos com a corrente elétrica observaram melhora da impregnação do adesivo e, conseqüentemente, da hibridização, reduzindo as taxas de nanoinfiltração. Pasquantonio et al. (2007) aplicaram três adesivos convencionais de 02 passos (Single Bond, Prime & Bond NT e One-Step) com o dispositivo elétrico e comprovaram que, independente do adesivo testado, com o uso do dispositivo elétrico houve melhora da eficácia de ligação, pois, as interfaces adesivas preparadas com impulso elétrico exibiram camadas híbridas muito homogêneas com nanoinfiltração mínima comparada ao grupo controle.

Breschi et al. (2006), Pasquantonio et al. (2007) e Chen et al. (2014) analisaram a redução da nanoinfiltração em microscopia eletrônica de varredura (MEV) associada aos testes de microtação, obtendo-se como resultado que em todos os procedimentos testados houve melhoria da força de união e redução da nanoinfiltração. Visintinni et al. (2008) aplicaram a microscopia eletrônica de transmissão (MET) e, independente do sistema adesivo utilizado, também observaram redução da nanoinfiltração. Já o estudo de Toledano et al. (2011) utilizou a microscopia de força atômica (MFA) também constatando melhoria

na força de união e redução da nanoinfiltração. Com relação aos testes de microtração, segundo Breschi et al. (2006) e Visintini et al. (2008) as amostras foram seccionadas em palitos de 0,9 mm<sup>2</sup>. Para Pasquantonio et al. (2007) e Toledano et al. (2011) as amostras foram seccionadas longitudinalmente e submetidas ao ensaio de microtração. Apenas Mazonni et al. (2009) e Breschi et al. (2006) relataram a impregnação por prata dos espécimes. Visintinni et al. (2008) realizou os testes de microtração para metade dos espécimes e para outra metade a termociclagem onde foram submetidos a 20.000 termociclos, diferente de Gharizadeh et al. (2010) que realizou apenas a termociclagem, onde os espécimes foram submetidos a um ensaio de 1000 termociclos. Observa-se que ainda há divergências com relação aos autores sobre os testes de microtração, e que alguns autores realizaram os testes de termociclagem, porém há um consenso que a partir destes testes há uma redução da nanoinfiltração.

A intensidade da corrente elétrica foi citada nos estudos de Chen et al. (2014), Mazonni et al. (2009), Pasquantonio et al. (2007) e Gotti et al. (2014). Chen et al. (2014) utilizaram corrente elétrica de 0μA para o Grupo controle e 10,20,50,60,70 e 90 μA para os grupos experimentais. Os resultados demonstraram que a força da resistência da união aumentou significativamente quando o adesivo foi ligado aos espécimes com corrente de intensidade 70 μA, enquanto nas potências de 0, 10 e 20 não houve diferença significativa. O estudo de Mazonni et al. (2009) também aplicou a corrente 70 μA obtendo bons resultados. Diferentemente de Chen et al. (2014), o estudo de Pasquantonio et al. (2007) obteve com a intensidade de 20 μA melhora significativa da resistência da união. Ao aplicar a corrente de 20 e 40 μA sobre dois cimentos resinosos autoadesivos o estudo de Gotti et al. (2014) não encontrou alteração na força da união. Ghaziradeh et al. (2010)

utilizou o fluxo elétrico superior a 15 $\mu$ A em toda a aplicação da interface adesiva, obtendo bons resultados.

O único estudo que relata que a técnica assistida por eletricidade é segura para células da polpa foi o de Chen et al. (2014). Tais autores observaram que não houve diferença significativa na viabilidade celular pulpar (HDPCs60) quando da utilização da corrente zero (grupo controle) ou quando da aplicação de correntes que variavam de 20 a 70  $\mu$ A. Porém, como a intensidade de 70  $\mu$ A obteve melhores resultados para a força da união adesiva e redução da nanoinfiltração de interface adesiva, os autores concluíram que esta seria a intensidade mais apropriada para o uso da técnica.

Como não existe um consenso sobre as potências a serem aplicadas, este ainda é um fator que deve ser discutido e pesquisado para maiores conclusões. A condutibilidade de um corpo, que está relacionada a uma maior passagem de corrente elétrica, é inversamente proporcional à resistência. O substrato dentinário possui uma espessura não uniforme e que pode se modificar em composição em toda a sua extensão. Assim, como a resistência e condutibilidade da dentina é diferente ao longo de toda sua superfície, é possível que a corrente induzida não seja uniformemente distribuída. Ou seja, sabe-se que a energia transmitida não é 100% recebida e distribuída em toda superfície dentinária. Novos estudos

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É válido ressaltar que a aplicação da corrente elétrica sobre os sistemas adesivos autocondicionantes ou convencionais melhora a resistência de união dos adesivos embora não se chegue a um consenso qual sistema adesivo é melhor com a técnica assistida por eletricidade.

De fato a técnica de aplicação de corrente elétrica apresenta múltiplas

precisam elucidar este quesito da intensidade da corrente aplicada e conduzida, tentando induzi-la de forma padronizada em toda extensão da dentina, ou que esta seja mensurada a medida que se aplica o sistema adesivo com a técnica do “electrobond”.

Apenas o estudo de Gotti et al. (2014) avaliou a infiltração de monômeros de cimentos resinosos com uso da corrente elétrica. A hipótese testada por estes autores foram que a aplicação de corrente elétrica poderia melhorar o desempenho da ligação dentinária de cimentos autoadesivos. Os autores não encontraram melhora significativa na resistência da união quando do uso da corrente elétrica, porém a resistência da união dos espécimes ligados ao RelyX Unicem foram significativamente maiores do que ao BisCem, segundos os autores uma explicação razoável para a força de ligação aumentada de RelyX Unicem é baseada na interação dos diferentes monômeros funcionais ao substrato dentinário. A análise do padrão de falha revelou predominância de fraturas adesivas entre dentina e cimento resinoso, independente do uso da técnica testada. Isto pode ser explicado pelo fato de os cimentos serem materiais mais viscosos e menos hidrofílicos que os sistemas adesivos, portanto a técnica para melhorar infiltração dos cimentos com corrente elétrica não funciona com eficiência como nos adesivos.

vantagens por diminuir o tempo clínico, sendo apenas necessário que o sistema adesivo esteja ligado ao dispositivo elétrico, reduzindo assim o número de passos clínicos. Porém ainda há muitas incertezas sobre a potência e intensidade que devem ser utilizadas. Ainda são necessárias pesquisas para que se chegue a um consenso e afirme qual intensidade de corrente é segura e eficiente para melhorar a infiltração de

monômeros resinosos na dentina, e para aplicar sobre o tecido pulpar sem causar danos. Até agora, sabe-se que a aplicação da corrente elétrica pode melhorar a infiltração de monômeros e

consequentemente a hibridização dentinária.

## REFERÊNCIAS

1. BRESCHI L<sup>1</sup>, MAZZONI A, PASHLEY DH, PASQUANTONIO G, RUGGERI A, SUPPA P, MAZZOTTI G, DI LENARDA R, TAY FR., Electric-current-assisted application of self-etch adhesives to dentin. **J Dent Res.** 2006 Dec;85(12):1092-
2. BRESCHI M<sup>1</sup>, FABIANI D, SANDROLINI L, COLONNA M, SISTI L, VANNINI M, MAZZONI A, RUGGERI A, PASHLEY DH, BRESCHI L. **Electrical properties of resin monomers used in restorative dentistry.**
3. BURROW MF, HARADA N, KITASAKO Y, NIKAIDO K, TAGAMI J. Seven-year dentin bond strengths of a total- and self-etch system. **Eur J Oral Sci.**, 2005 Jun; 113(3): 265-
4. BUSATO ALS, GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ PA, MACEDO RP. **Materiais Restauradores. In: Dentística: restaurações estéticas.** São Paulo: Artes Médicas; 2002.
5. CADENARO M<sup>1</sup>, ANTONIOLLI F, SAURO S, TAY FR, DI LENARDA R, PRATI C, BIASOTTO M, CONTARDO L, BRESCHI L, Degree of conversion and permeability of dental adhesives. **Eur J Oral Sci.** 2005 Dec; 113(6):525-30.
6. CARRILHO MR<sup>1</sup>, TAY FR, DONNELLY AM, AGEE KA, CARVALHO RM, HOSAKA K, REIS A, LOGUERCIO AD, PASHLEY DH. Membrane permeability properties of dental adhesive films. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater.** 2009 Feb; 88(2):312-20.
7. CARRILHO MR<sup>1</sup>, CARVALHO RM, DE GOES MF, DI HIPÓLITO V, GERALDELI S, TAY FR, PASHLEY DH, TJÄDERHANE L., Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro., **J Dent Res.** 2007 Jan;86(1):90-4.
8. CHEN H<sup>1</sup>, FU D, YANG H, LIU Y, HUANG Y, HUANG C. Optimization of direct currents to enhance dentine bonding of simplified one-step adhesive. **Eur J Oral Sci.** 2014 Aug;122(4):286-92. doi: 10.1111/eos.12140. Epub 2014 Jun
9. DE MUNCK, J, VAN MEERBEEK B, VAN LANDUYT K, LAMBRECHTS P. Influence of a shock absorbing layer on the fatigue resistance of a dentin-biomaterial interface. **Eur J Oral Sci,** 2005; 113:1-12. **Dent Mater.** 2012 Sep; 28(9):1024-31. doi:

- 10.1016/j.dental.2012.05.009  
Epub 2012 Jul 7.
10. GALE MS, DARVELL BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 1999 Feb; 27(2):89-99.
  11. GERTH HU, DAMMASCHKE T, ZÜCHNER H, SCHÄFER E. **Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites - a comparative study.** *Dent Mater.* 2006, 22(10):934-41.
  12. GHARIZADEH N<sup>1</sup>, KAVIANI A, NIK S. Effect of Using Electric Current during Dentin Bonding Agent Application on Microleakage under Simulated Pulpal Pressure Condition. *Dent Res J (Isfahan)*. 2010 Winter; 7(1):23-7.
  13. GOTTI VB, FEITOSA VP, SAURO S, CORRER-SOBRINHO L, CORRER AB. Indirect resin composite restorations bonded to dentin using self-adhesive resin cements applied with an electric current-assisted method. *Am J Dent.* 2014 Oct;27(5):233-6.
  14. HASHIMOTO M<sup>1</sup>, TAY FR, ITO S, SANO H, KAGAM, PASHLEY DH. Permeability of adhesive resin films. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005 Aug; 74(2):699-705.
  15. HEBLING J<sup>1</sup>, PASHLEY DH, TJÄDERHANE L, TAY FR, Chlorhexidine arrests subclinical degradation of dentin hybrid layers in vivo. *J Dent Res.* 2005 Aug; 84(8):741-6.
  16. ITO S<sup>1</sup>, TAY FR, HASHIMOTO M, YOSHIYAMA M, SAITO T, BRACKETT WW, WALLER JL, PASHLEY DH. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent.* 2005 Summer;7(2):133-41.
  17. KING NM<sup>1</sup>, TAY FR, PASHLEY DH, HASHIMOTO M, ITO S, BRACKETT WW, GARCÍA-GODOY F, SUNICO M. Conversion of one step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent.* 2005 Apr;18(2):126-3
  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,* 2004 Aug; 112(4): 368-75.
  19. MAZZONI A<sup>1</sup>, VISINTINI E, VITA F, PASQUANTONIO G, SABOIA VP, RUGGERI A JR, DI LENARDA R, DORIGO E, BRESCHI L. ElectroBond improves immediate dentin microtensile bond strength of two etch-and-rinse adhesives. *J Adhes Dent.* 2009 Feb; 11(1):27-33.
  20. OSORIO R<sup>1</sup>, ERHARDT MC, PIMENTA LA, OSORIO E, TOLEDANO M. EDTA treatment improves resin-dentin bonds' resistance to degradation. *J Dent Res.* 2005 Aug; 84(8):736-40.



21. PASHLEY DH<sup>1</sup>, AGEE KA, CARVALHO RM, LEE KW, TAY FR, CALLISON TE. **Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin.** *Dent Mater.* 2003 Jul; 19(5):347-52.
22. PASQUANTONIO G<sup>1</sup>, TAY FR, MAZZONI A, SUPPA P, RUGGERI A JR, FALCONI M, DI LENARDA R, Breschi L. **Electric device improves bonds of simplified etch-and-rinse adhesives.** *Dent Mater.* 2007 Apr;23(4):513-8.
23. RADOVIC I, MONTICELLI F, GORACCI C, VULICEVIC ZR, FERRARI M. Self-adhesive resin cements: a literature review. **J Adhes Dent.** 2008, 10(4):251-8.
24. REIS AF, GIANNINI M, PEREIRA PN. **Influence of water-storage time on the sorption and solubility behavior of current adhesives and primer/adhesive mixtures.** *Oper Dent.* 2007 Jan-Feb; 32(1):53-59.
25. TOLEDANO M<sup>1</sup>, MAZZONI A, MONTICELLI F, BRESCHI L, OSORIO E, OSORIO R., **ElectroBond application may improve wetting characteristics of etched dentine.** **J Dent.** 2011 Feb; 39(2):180-6. doi: 10.1016/j.jdent.2010.11.009. Epub 2010 Nov 30.
26. VAN LANDUYT KL, DE MUNCK J, SNAUWAERT J, COUTINHO E, POITEVIN A, YOSHIDA Y, *ET AL.* **Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives.** **J Dent Res.** 2005 Feb; 84(2): 183-
27. VISINTINI E<sup>1</sup>, MAZZONI A, VITA F, PASQUANTONIO G, CADENARO M, DI LENARDA R, BRESCHI L. **Effects of thermocycling and use of ElectroBond on microtensile strength and nanoleakage using commercial one-step self-etch adhesives.** **Eur J Oral Sci.** 2008 Dec; 116(6):564-70. doi: 10.1111/j.1600-0722.2008.00576.x.
28. YANG B, BARLOI A, KERN M. **Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin.** *Dent Mater.* 2010, 26(1):44-50.