



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

LETÍCIA MASCARIN

**ESCOAMENTO E ESPESSURA DE PELÍCULA DE ADESIVOS
UNIVERSAIS APLICADOS SOB A INFLUÊNCIA DE CORRENTE
ELÉTRICA**

PIRACICABA

2022

LETÍCIA MASCARIN

**ESCOAMENTO E ESPESSURA DE PELÍCULA DE ADESIVOS
UNIVERSAIS APLICADOS SOB A INFLUÊNCIA DE CORRENTE
ELÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO PELA ALUNA LETÍCIA MASCARIN E ORIENTADO PELO PROF. DR. LUÍS ROBERTO MARCONDES MARTINS.

PIRACICABA

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

M373e Mascarin, Leticia, 1998-
Escoamento e espessura de película de adesivos universais aplicados sob a influência de corrente elétrica / Leticia Mascarin. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Adesivos dentinários. 2. Infiltração dentária. 3. Escoamento. I. Martins, Luís Roberto Marcondes, 1960-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Flow and film thickness of universal adhesives applied under the influence of electric current

Palavras-chave em inglês:

Dentin-bonding agents

Dental leakage

Runoff

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 30-11-2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à toda minha família, em especial aos meus pais Marcelo Mascarin e Márcia Mascarin, que sempre me apoiaram na realização deste sonho e não mediram esforços para concretizá-lo.

Dedico também ao meu avô Miguel Orizio, que me inspirou a seguir na área da saúde sendo exemplo de dedicação e paixão pela profissão, e à minha avó Maria Isabel Orizio, que me apoiou durante esses cinco anos com tantas orações e torcida pelo meu sucesso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através da bolsa PIBIC, processo nº 136083/2021-8.

Agradeço à Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do magnífico reitor Antônio José de Almeida Meirelles. Obrigada UNICAMP pelo ensino de qualidade e oportunidade para tantos alunos brasileiros.

Agradeço à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do senhor diretor Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar. Obrigada FOP por realizar meu sonho de infância, por todas as oportunidades oferecidas, pelos valores transmitidos e pelo ensino de excelência.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins e à minha coorientadora Amanda Guerra Cavalcante de Souza, por me iniciarem na pesquisa científica, transmitindo conhecimento com tanta dedicação e paciência.

Agradeço imensamente minha família, aos meus pais Marcelo Mascarin e Márcia Mascarin e aos meus irmãos Leonardo Mascarin e Lucas Mascarin, por me acompanharem sempre e me apoiarem na realização desse sonho. Obrigada por todos os esforços durante essa trajetória, prometo me esforçar para orgulhá-los cada dia mais. Agradeço também ao meu namorado Yohan Varella Passos Giacomassi por sonhar comigo, me apoiar e amparar em todos os altos e baixos dessa fase.

Agradeço com todo meu coração aos meus amigos, em especial à Gabriela Almeida Tsumoto Breda Chaves, minha eterna dupla. Obrigada por ser minha maior companheira durante essa fase, por compartilhar madrugadas de estudo e estar presente desde o início nessa contagem regressiva da formatura. Agradeço também à minha falecida amiga de turma Heloise Magalhães Capatto, por trilhar comigo essa trajetória e acrescentar tanto em minha vida. Prometo realizar esse sonho por você e levarei sua memória para sempre em meu coração.

Agradeço às minhas amigas Mydiã Moura, Rafaela Martins, Thaís Matos, Roberta Sotto, Alana Barela, Letícia Bustamante e Letícia Lima, por serem minha base e refúgio, me tranquilizando e apoiando nos momentos que mais precisei. Aos meus queridos amigos Thiago Paschoal e Guilherme Fernandes, obrigada por estarem presentes nessa fase tão importante da minha vida.

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar o escoamento ($n=5$) e espessura de película ($n=5$) de diferentes adesivos universais. Foram avaliados dois métodos de aplicações (convencional e corrente elétrica). Foram avaliados os sistemas adesivos universais: Single Bond Universal (3M); Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray) e OptiBond Universal (Kerr). Os sistemas adesivos foram dispensados em cuba metálica e agitados por 10s com o auxílio do polo positivo (pinça) com a amperagem previamente calibrada em $50\mu\text{A}$ para o grupo experimental, enquanto no grupo controle, o mesmo protocolo foi seguido com o dispositivo desligado ($0\mu\text{A}$). Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), sendo posteriormente submetidos à ANOVA um fator e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Foi realizado teste estatístico paramétrico com nível de significância ($\alpha=0.05$). Concluiu-se que, a aplicação de adesivos universais sob a influência de uma corrente elétrica de $50\mu\text{A}$ não foi capaz de interferir nas propriedades de escoamento, enquanto a espessura de película dos materiais avaliados apresentou diminuição nos valores de ambos os adesivos utilizados do grupo experimental.

Palavras-chave: Adesivos dentinários, Infiltração Dentinária, Escoamento

ABSTRACT

The objective in this study was to evaluate the flow (n=5) and film thickness (n=5) of different universal adhesives. Two application methods (conventional and electric current) were evaluated. The universal adhesive systems were evaluated: Single Bond Universal (3M); Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray) and OptiBond Universal (Kerr). The adhesive systems were dispensed into a metallic vat and agitated for 10s with the aid of the positive pole (tweezers) with amperage previously calibrated at 50 μ A for the experimental group, while in the control group, the same protocol was followed with the device turned off (0 μ A). The data were statistically analyzed by the normality test (Kolmogorov-Smirnov), and then subjected to one-way ANOVA and the means were compared using the Tukey test (5%). Parametric statistical test was performed with significance level ($\alpha=0.05$). It was concluded that the application of universal adhesives under the influence of an electric current of 50 μ A was not able to interfere in the flow properties, while the film thickness of the evaluated materials showed a decrease in the values of both adhesives used in the experimental group.

Key words: Dentin-bonding agents, Dental leakage, Runoff

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
3 PROPOSIÇÃO	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Delineamento experimental	17
4.2 Preparo das amostras	17
4.3 Escoamento	17
4.4 Espessura de película	18
4.5 Análise estatística	19
5 RESULTADOS	20
6 DISCUSSÃO	21
7 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24
ANEXOS	26
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	26
Anexo 2 – Iniciação Científica	27

1 INTRODUÇÃO

Na odontologia atual os adesivos dentinários são amplamente utilizados devido à sua ampla aplicabilidade. Desde sua introdução, a formulação e mecanismo foram se aprimorando a fim de melhorar suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, especialmente na dentina. Empresas e pesquisadores buscam desenvolver materiais com tecnologias cada vez mais simplificadas para tornar os protocolos clínicos mais rápidos e menos suscetíveis à falhas, além de garantir melhor união do material restaurador ao substrato dental (BUONOCORE, 1955; PASHLEY et al., 1993; ARINELLI et al., 2016).

Os sistemas adesivos são apresentados atualmente como convencional, autocondicionante e universal. Os sistemas convencionais estão disponíveis para o uso em três ou dois passos clínicos, os quais ambos necessitam do condicionamento da estrutura dental previamente à sua aplicação, a fim de se obter a remoção completa da smearlayer (VAN LANDUYT et al., 2007). Os sistemas autocondicionantes surgiram na década de 21 e estão disponíveis para uso em dois passos ou em passo único, e como diferencial, possuem um monômero ácido em sua composição, dispensando o condicionamento ácido prévio e diminuindo o tempo de aplicação e, conseqüentemente, a sensibilidade pós operatória (DUTRA et al., 2018). Os sistemas universais podem ser utilizados por ambas as técnicas adesivas (convencional e autocondicionante), visto que possui em sua composição o monômero MDP, proporcionando adesão à vários tipos de substrato dental, como ao metal, cerâmica e dentina (ZAKAVI et al., 2019).

No sentido de melhorar as propriedades mecânicas dos sistemas adesivos foram surgindo diversas mudanças no protocolo de aplicação (LOGUERCIO et al., 2006; WEI et al., 2009; OSÓRIO et al., 2005; KING et al., 2005; VAN LANDUYT et al., 2006; HEREDIA et al., 2006; KARADAS & CAGLAR, 2017). Com base nessas modificações propostas, a maioria dessas exige um aumento no número de etapas clínicas, tornando o processo mais sensível e suscetível a falhas.

Em 2003, Pasquantonio e colaboradores desenvolveram um dispositivo chamado ElectroBond, o qual seria responsável por emitir uma corrente elétrica durante a aplicação do sistema adesivo sob a estrutura dentária, por meio do processo de iontoforese onde o fluxo de elétrons propulsiona os monômeros polares encontrados nos sistemas adesivos para o interior da superfície dentária desmineralizada. Esse protocolo seria capaz de melhorar a infiltração dos monômeros resinosos ao substrato dental, reduzir a taxa de sorção de água e a degradação das fibrilas de colágeno, aumentando a resistência de união do adesivo à dentina através da alteração das cargas superficiais e potencial de ligação do hidrogênio do

substrato dentinário (TOLEDANO M et al., 2011 e TOLEDANO M et al., 2007; PASQUANTONIO et al., 2003).

Visando a melhoria das propriedades proposta pelo uso de uma corrente elétrica durante a aplicação dos adesivos, foi desenvolvido pelo Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP-UNICAMP) um dispositivo gerador de corrente elétrica, capaz de aferir a resistência elétrica do dente e um controlador de corrente, responsável por emitir a amperagem selecionada, o qual é composto por dois eletrodos, positivo e negativo. O uso do dispositivo além de não adicionar uma etapa a mais no protocolo restaurador, é também capaz de melhorar a resistência de união e qualidade da interface adesiva, melhorar a estabilidade da interface adesiva e que uma corrente elétrica de $50\mu\text{A}$ aplicada em toda a dentina é um modo seguro e resulta em melhor impregnação dos sistemas adesivos (GUARDA et al., 2020; BERTOLO et al., 2021; MACIEL et al., 2021).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi verificar a interferência da corrente elétrica na aplicação de sistemas adesivos universais quanto ao escoamento e espessura de película.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Com a evolução de materiais odontológicos como as resinas compostas e de procedimentos restauradores que não necessitem de retenções mecânicas, os adesivos se desenvolveram e estão em constante evolução, alterando não somente os conceitos de preparo cavitário, mas também de preservação de remanescente dental. O surgimento dos sistemas adesivos fez com que o sucesso clínico de uma restauração dependesse do selamento entre as margens do material restaurador e a cavidade. Assim, um sistema adesivo que proporcione boa resistência de união é essencial para o sucesso e a longevidade das restaurações estéticas diretas em resina composta (SAVICZKI et al., 2017; VELAR et al., 2019).

O termo adesão significa força que mantém unidas duas substâncias ou substratos, com diferentes composições. Esse conceito, quando aplicado à adesivos odontológicos, refere-se à interação e entrelaçamento entre os monômeros do material e a dentina, promovendo a chamada união micromecânica. Os adesivos são apresentados atualmente como convencional, autocondicionante e universal. Os convencionais, disponíveis para o uso em três (ácido, primer e adesivo) ou dois passos clínicos (ácido, primer + adesivo), começaram a ser utilizados na década de 80 do século passado (REIS et al., 2007). De acordo com Lopes *et al.* (2016) esse mecanismo depende da desmineralização prévia da dentina através do condicionamento ácido que remove a *smear layer*, ampliando o diâmetro dos túbulos dentinários, além da ação dos primers (solução hidrofílica compatível com a dentina úmida e que possui solventes em sua composição).

Por outro lado, os sistemas adesivos autocondicionantes surgiram na década de 21 e estão disponíveis para uso em dois passos (primer autocondicionante + adesivo) ou em passo único (primer autocondicionante é misturado ao adesivo) (VAN MEERBEEK et al., 2011). Seu diferencial é possuir um monômero ácido em sua composição, dispensando o condicionamento ácido prévio. Os monômeros resinosos acídicos presentes no material promovem a desmineralização e simultaneamente se infiltram na dentina, e segundo a literatura atual, garantem que os sistemas adesivos autocondicionantes, principalmente o de dois passos, possuem o mesmo potencial de retenção e selamento que os convencionais (REIS et al., 2007).

Na tentativa de simplificar os passos clínicos garantindo a efetividade do material, foram desenvolvidos os adesivos universais, utilizados na prática clínica desde 2011, conhecidos como como adesivos “multi-mode” ou “multiuso” (SOFAN et al., 2017), que é o foco deste trabalho. São adesivos dentinários autocondicionantes de um passo clínico, que podem ser aplicados em esmalte e dentina mediante condicionamento ácido (valor de pH baixo) ou não (GIANNINI et al., 2015).

Em teoria, este tipo de adesivo permite a aplicação eficaz em diversos procedimentos restauradores, sendo utilizados na união à dentina e ao esmalte, e igualmente como primer e adesivo em diferentes substratos e materiais como zircônia, metais nobres não preciosos, compósitos e várias cerâmicas à base de sílica (utilização universal) (ALEX, 2015; PEREIRA et al., 2015)., além de atuarem como dessensibilizantes, vernizes protetores, selantes, agentes cimentadores de pinos endodônticos, reparadores de resinas compostas e porcelanas, promoverem adesão em ortodontia, entre outros. Dessa maneira, são adaptáveis às condições clínicas, permitindo a escolha por parte do operador, do protocolo adesivo a ser utilizado (ALEX, 2015; GIANNINI et al., 2015; HANABUSA et al., 2012; WAGNER et al., 2014), que pode variar entre: condicionamento ácido prévio, condicionamento ácido seletivo do esmalte ou autocondicionante (HANABUSA et al., 2012; MENA-SERRANO et al., 2013; MUÑOZ et al., 2013; MUÑOZ et al., 2014; PERDIGÃO et al., 2012; PERDIGÃO et al., 2014).

Beltrami *et al.* (2016) verificaram que a composição dos adesivos universais é similar a dos autocondicionantes, nos quais estão presentes monômeros funcionais que aderem quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita. Contam com reagentes como monômeros metacrilatos convencionais, monômeros metacrilatos ácidos, solvente, água, partículas de carga e silano (CHAGAS, 2016).

Para Silva (2016) dentre as vantagens dos adesivos universais, pode-se destacar a otimização do tempo clínico, versatilidade de aplicação, diminuição de possíveis erros durante o uso, possibilidade de escolha do protocolo de condicionamento, baixa sensibilidade técnica, menor sensibilidade pós-operatória, proporciona uma desmineralização e infiltração monomérica simultânea, apresentando bons resultados de resistência de união à dentina e dispensa da etapa de lavagem da cavidade. O fato de terem em sua composição monômeros funcionais, permite a ligação química à substratos como zircônia, cerâmica vítrea, ionômero de vidro, compósitos e metal (SOFAN et al., 2017; CHOI et al., 2017; Pereira et al., 2015), além de permitir que a aplicação prévia de primer seja desnecessária em substratos à base de sílica, zircônia e dissilicato de lítio (ALEX, 2015; CHEN et al., 2015; SOFAN et al., 2017).

Nesse sentido, o presente estudo teve como foco os sistemas adesivos universais devido à sua ampla aplicabilidade e utilização. Para a garantia de sua efetividade, o íntimo contato entre o adesivo e a estrutura dental depende diretamente de propriedades do material como molhamento e viscosidade. O potencial de umedecimento ou espalhamento do adesivo (molhamento) é a capacidade que este apresenta de recobrir totalmente o substrato. As condições ideais de molhamento são garantidas pelo condicionamento ácido da superfície, que garante o estabelecimento de interações intermoleculares entre os compostos. Já a viscosidade se refere ao contato íntimo entre adesivo e substrato. Quanto mais espesso o

adesivo, maior a dificuldade de recobrir o substrato e mais chance de aprisionar bolhas de ar, interferindo na penetração do material nos túbulos dentinários e na efetividade do material (REIS, A.; LOGUERCIO, A.D. *Materiais dentários Diretos – Dos fundamentos à aplicação clínica*: 1 ed. Editora: Santos, 2007). A propriedade de molhamento foi testada neste estudo através das medições de espessura de película, e a viscosidade através da medição do escoamento descrita na metodologia, a fim de se analisar se a corrente elétrica emitida pelo dispositivo Electrobond interfere ou não nestas importantes propriedades dos adesivos e consequentemente no sucesso do procedimento restaurador.

Pasquantonio e colaboradores em 2003 idealizaram o método de aplicação utilizado neste estudo, e consiste na emissão de uma corrente elétrica durante a aplicação do sistema adesivo sob a estrutura dentária, que por meio do processo de iontoforese, no qual o aparelho induz elétrons através do tecido dentinário. A superfície dentinária, carregada negativamente (ânodo), repele substâncias químicas carregadas negativamente, enquanto o dispositivo de aplicação de adesivo, carregado positivamente (cátodo), repele substâncias químicas carregadas positivamente no substrato dentinário (MAZZONI et al., 2009; TOLEDANO et al., 2011). Dessa maneira, através de um fluxo de elétrons, a corrente elétrica emitida pelo dispositivo ativa os monômeros presentes nos sistemas adesivos (BRESCHI et al., 2006; TOLEDANO et al., 2011; PASQUANTONIO et al., 2007). Além disso, tal técnica auxilia na evaporação da água e na penetração do solvente, além de modificar a molhabilidade da matriz dentinária e diminuir o ângulo de contato formado entre o adesivo e a dentina (GUARDA et al., 2016).

Dessa maneira, através do dispositivo desenvolvido pelo Laboratório de Materiais Dentários da FOP/UNICAMP chamado Electrobond, a resistência de união dente-restauração de adesivos apresenta resultados positivos segundo a literatura atual (MAZZONI et al., 2009; QUILES et al., 2017). Para isso, é necessário um contato íntimo entre o adesivo e o substrato dentinário. A umectação proporcionada pelos adesivos é um ponto crucial na adesão e está relacionada com a energia da superfície do dente, rugosidade e composição química (TOLEDANO et al., 2011). A redução do ângulo de contato entre o adesivo e o dente proporciona maior eficácia na umectação da superfície e, consequentemente, melhora a formação da camada híbrida e a resistência de união (KARADAS et al., 2017; FEITOSA et al., 2014). Segundo estudos de Toledano et al. (2011) houve uma diminuição relevante do ângulo de contato ao aplicar a corrente elétrica com adesivo autocondicionante, o que proporcionou dessa maneira, maior molhamento e distribuição do material na superfície do preparo.

Estudos realizados por Quiles (2012) sugerem que os adesivos que contêm MDP em sua composição apresentam melhores resultados quando submetidos à aplicação de uma corrente elétrica. Para Guarda *et al.* (2020) esse fenômeno ocorre devido aos monômeros funcionais (ácidos) hidrofóbicos de cadeia mais longa, como o MDP, formam sais que são muito mais estáveis à degradação hidrolítica, promovendo maiores valores de resistência de ligação ao longo prazo em comparação aos monômeros de cadeia curta, como o MEP, que são mais hidrofílicos e suscetíveis à degradação.

Segundo a literatura atual, a técnica de iontoforese utilizada através do dispositivo emissor de corrente elétrica, melhora a infiltração dos adesivos na matriz dentinária, desde que a dentina desmineralizada seja bem preenchida pelo adesivo, minimizando os efeitos deletérios causados pelas metaloproteinases (BRESCHI *et al.*, 2006). Assim, para Mazzoni *et al.* (2009) o substrato dentário torna-se menos permeável e com uma camada híbrida de melhor qualidade, melhorando a longevidade da restauração.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar a influência da corrente elétrica em propriedades importantes dos adesivos universais, amplamente utilizados na Odontologia. É importante destacar a necessidade de estudos e testes aprofundados, não somente laboratoriais mas também clínicos, para estabelecer o protocolo ideal de aplicação, garantindo a efetividade do material e sucesso do procedimento restaurador.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do estudo foi comparar a capacidade de escoamento e espessura de película de adesivos universais aplicados sob a influência da corrente elétrica.

A hipótese nula testada foi que a aplicação da uma corrente elétrica não influenciou nas propriedades de escoamento e espessura de película dos sistemas adesivos em estudo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O aparelho utilizado para geração da corrente elétrica neste estudo foi desenvolvido no Laboratório de Materiais Dentários da FOP-UNICAMP, composto por um dispositivo capaz de aferir a resistência elétrica do dente e um controlador de corrente elétrica, responsável por emitir a amperagem selecionada (Figura 1)..

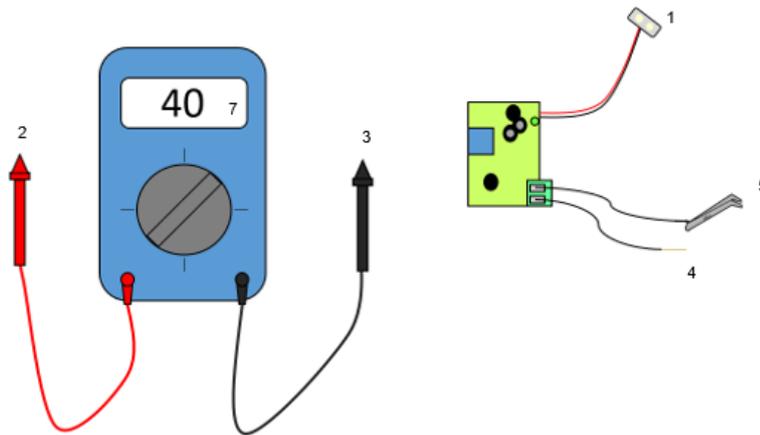


Figura 1 – Dispositivo gerador de corrente elétrica utilizado no estudo.

O número 1 representa o aparelho digital que mede e avalia diferentes grandezas elétricas (intensidade, voltagem, resistência, etc); 2 e 3 são os terminais usados para conectar um circuito elétrico a uma estrutura sólida ou aquosa, proporcionando a transferência de elétrons entre o meio no qual o eletrodo está conectado para onde o mesmo está inserido (eletrodos); 4 é a pinça clínica metálica usada para aplicar o adesivo sobre o dente; 5 aparelho que controla (aumenta/diminui) a corrente elétrica emitida para o dente; 6 fio metálico revestido por plástico que promove a emissão de corrente elétrica; 7 plugue metálico revestido por plástico que promove a ligação entre o controlador de corrente e a tomada elétrica.

Foram utilizados os sistemas adesivos universais Single Bond Universal, 3M ESPE; Clearfil Universal Quick, Kuraray e Optibond Universal, Kerr; seguindo as recomendações do fabricante.

4.1 Delineamento experimental

Tabela 1. Delineamento experimental

Unidade experimental	Adesivos Odontológicos.
Fatores em estudo	- Sistemas adesivos universais (3 níveis): Adesivo Single Bond Universal, Adesivo Clearfil Universal Bond Quick e Adesivo OptiBond Universal. - Métodos de aplicação (2 níveis): convencional (sem corrente) e experimental (corrente elétrica).
Variável de resposta	- Escoamento - Espessura de película.

4.2 Preparo das Amostras

Cada um dos sistemas adesivos universais testados foi aplicado seguindo as instruções do fabricante. Para aplicação com corrente elétrica (experimental), os adesivos foram manipulados por 10 segundos dentro de uma matriz de inox, utilizando o polo positivo (pinça) com a amperagem previamente calibrada em 50 μ A. Para a aplicação convencional (controle) o procedimento foi o mesmo, entretanto, o aparelho de transmissão de corrente elétrica foi desligado (0 μ A).

4.3 Escoamento

Para a análise de escoamento (n=5), foram utilizadas duas placas de vidro (Bioslide, Odeme, Luzerna, SC, Brasil) com passa de 15g cada uma delas, 5mm de espessura e tendo como área 200mm².

A aplicação dos sistemas adesivos foi realizada com o auxílio de pipeta graduada, proporcionando 0,05ml, o qual foi depositado no centro da placa de vidro. Na sequência, a segunda placa com as mesmas especificações foi depositada sobre o adesivo. Afim de totalizar 120g, sobre o conjunto placa + adesivo, foi acrescentada uma massa adicional de 105g, a qual foi removida após 10 minutos. Foram mensurados com o auxílio de um paquímetro digital (Digimess) os maiores e menores diâmetros obtidos, sendo necessária a repetição da análise em casos de diferenças de 1mm entre os diâmetros obtidos (Figura 2).

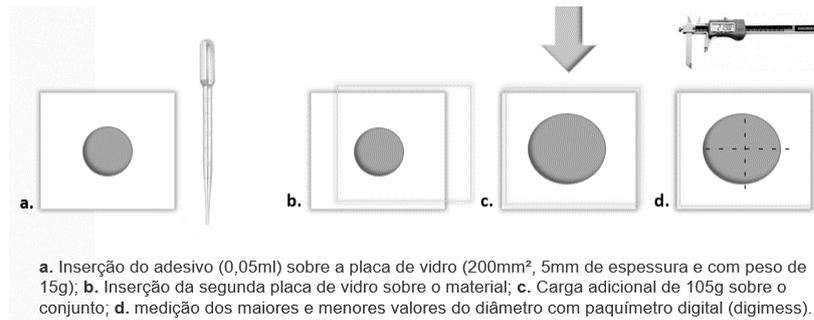


Figura 2 – Esquema representativo do teste de escoamento realizado.

4.4 Espessura de Película

Para a análise de espessura de película (n=5), o conjunto de duas placas de vidro sobrepostas uma a outra foram mensuradas, afim de obter-se a espessura inicial (~10mm) com o auxílio de um paquímetro digital (Digimess, China).

Cada sistema adesivo foi aplicado seguindo os métodos descritos acima (convencional e com corrente elétrica), onde foram proporcionados 0,05ml de cada material no centro de uma das placas de vidro. Posteriormente, a segunda placa foi sobreposta ao adesivo e uma carga de 150 N inserida sobre o conjunto. Passados 10 minutos do início da preparação dos adesivos, foram mensurados novamente a espessura final do conjunto adesivo + placas de vidro.

A espessura de cada adesivo foi dada pela diferença obtida entre as espessuras mensuradas (inicial e final) (Figura 3).

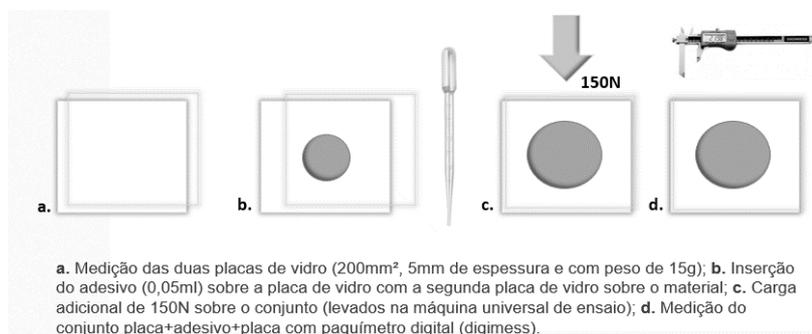


Figura 3 – Esquema representativo do teste de espessura de película realizado.

4.5 Análise estatística

Após as coletas dos dados, os mesmos foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade dos valores. Foi realizado teste estatístico paramétrico com nível de significância ($\alpha=0.05$).

5 RESULTADOS

Foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov afim de indicar a normalidade dos dados, por meio do teste paramétrico de análise de variância (ANOVA) para comparar as médias dos três níveis de variação dados pelo fator adesivo.

Os resultados de ANOVA para os valores de escoamento mostraram que não houve diferença estatística entre o método de aplicação do grupo controle com o experimental para ambos os adesivos estudados ($p > 0,001$), enquanto os materiais utilizados apresentaram diferença estatística entre o adesivo SBU comparado ao CLF e OBU ($p < 0,001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do escoamento dos adesivos e aplicações avaliadas.

Adesivos	Grupo Controle (sem corrente)	Grupo experimental (com corrente)	Média Geral
SBU	38,85 (1,16)	40,02 (1,74)	39,43 B
CLF	41,73 (1,96)	42,37 (2,05)	42,05 A
OBU	42,02 (1,94)	43,25 (1,00)	42,63 A

Os resultados de ANOVA para os valores de espessura de película mostraram que houve diferença estatística entre o método de aplicação do grupo controle com o experimental para ambos os adesivos estudados ($p < 0,001$), onde o grupo controle apresentou diminuição na respectiva propriedade avaliada (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de espessura de película dos adesivos e aplicações avaliadas.

Adesivos	Grupo Controle (sem corrente)	Grupo experimental (com corrente)
SBU	0,028 (0,004)	0,010 (0,007)
CLF	0,024 (0,008)	0,018 (0,008)
OBU	0,024 (0,011)	0,012 (0,008)
Média Geral	0,025 A	0,013 B

6 DISCUSSÃO

O dispositivo experimental ElectroBond, utilizado nesse estudo, tem como objetivo ser um método eficiente que não aumente os passos clínicos de aplicação dos sistemas adesivos. Seu princípio de funcionamento é a iontoforese, onde a corrente elétrica propulsiona os monômeros polares do sistema adesivo para o interior da superfície dentinária desmineralizada (Toledano M et al., 2011 e Toledano M et al., 2007).

Estudos recentes mostram que o uso da corrente elétrica durante a aplicação de sistemas adesivos em toda dentina melhora sua impregnação e aumenta sua resistência de união (Maciel et al., 2021). Além disso, quando avaliadas diferentes intensidades de corrente elétrica emitidas pelo dispositivo, ambas foram benéficas para fornecer estabilidade de interface entre dentina e resina composta (Bertolo et al., 2021).

O objetivo deste estudo é de grande relevância clínica e laboratorial devido ao fato de analisar o comprometimento da intensidade elétrica de $50\mu\text{A}$ nas propriedades de escoamento e espessura de película de adesivos universais, pois sabe-se que o mesmo é capaz de apresentar melhorias em sua capacidade de resistência de união, por exemplo. A capacidade do adesivo de penetrar os túbulos dentinários está relacionada também com seu escoamento, ligado diretamente à viscosidade do material. Quanto maior a fluidez do adesivo, maior será seu escoamento (menor viscosidade) e, conseqüentemente, maior penetração nos túbulos dentinários e efetividade adesiva da restauração. A espessura de película, por sua vez, também está relacionada à viscosidade do adesivo (ANUSAVICE et al., 2013), sendo um fator importante que influencia na apresentação do material. Quando este apresentar uma fina espessura de película, proporcionará um melhor molhamento do adesivo sobre a dentina, além de melhor distribuição, selamento e adaptação marginal (YU, 1995).

Após análise dos resultados obtidos no estudo, observa-se que não houve diferença estatística entre os métodos de aplicação do sistema adesivo em relação a propriedade de escoamento. Diante disso, pôde-se concluir que o uso de corrente elétrica não foi capaz de interferir no escoamento dos adesivos em questão, mantendo seus valores dentro dos padrões desejados.

Em relação à espessura de película; a modificação no método de aplicação foi responsável por diminuir os valores de ambos os adesivos do grupo experimental, ou seja, o mesmo foi capaz de proporcionar uma alteração na viscosidade do material, levando assim, a um melhor molhamento em sua interface.

A utilização da corrente elétrica durante a aplicação dos sistemas adesivos comprova que a utilização da corrente elétrica segue sendo efetiva em todos seus benefícios já citados anteriormente. Sendo uma técnica promissora, o dispositivo proporciona efeito eletroestático

exercido pelos monômeros, os quais durante sua interação, são capazes de promover uma adesão mais eficaz e duradoura (BRESCHI et al., 2006).

É prudente destacar a necessidade de mais estudos na área aprimorando os métodos de aplicação e as propriedades citadas que influenciam na efetividade dos adesivos. Além disso, outros testes utilizando esses materiais também devem ser analisados sob influência da corrente elétrica, a fim de se obter um protocolo clínico simples e eficiente, que prolongue a vida útil e aumente a resistência de união do adesivo à dentina, além de garantir o sucesso e longevidade do procedimento restaurador.

7 CONCLUSÃO

A aplicação de adesivos universais aplicados sob a influência de uma corrente elétrica de $50\mu\text{A}$ não foi capaz de interferir nas propriedades de escoamento, enquanto a espessura de película dos materiais avaliados apresentou diminuição nos valores de ambos os adesivos utilizados do grupo experimental.

REFERÊNCIAS^{1*}

1. Arinelli AMD, Pereira KF, Prado NAS, Rabello TB. Sistemas adesivos atuais. Rev. bras. odontol., Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 242-46, jul./set. 2016
2. Bertolo MVL, Guarda MB, Fronza BM, Abuna GF, Vitti RP, Geraldeli S, Sinhoreti MAC. Electric current effects on bond strength, nanoleakage, degree of conversion and dentinal infiltration of adhesive systems. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. Abril de 2021; 119: 104529. DOI: 10.1016 / j.jmbbm.2021.104529.
3. Breschi L, Martin P, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Tjäderhane L. Use of a specific MMP-inhibitor (galardin) for preservatin of hybrid layer. Dent mater. 2010a;26(6):671-8.
4. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955;34(6):849-53.
5. Dutra DJB, Moreira NA, Oliveira RR. Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos universais à dentina humana, utilizando diferentes estratégias de adesão. Universidade Federal de Minas Gerais Faculdade de Odontologia Belo Horizonte 2018 (16;17).
6. Guarda MB, Di Nizo PT, Abuna GF, Catelan A, Sinhoreti MAC, Vitti RP. Effect of Electric Current-assisted Application of Adhesives on their Bond Strength and Quality. J Adhes Dent. 2020;22(4):393-398. doi: 10.3290/j.jad.a44870. PMID: 32666065.
7. Heredia AR, Spohr AM. Aplicação de sistemas adesivos a dentina irradiada com laser de Nd:YAG: Estudo da durabilidade da resistência de união. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
8. Karadas M, Çağlar İ. The effect of Er:YAG laser irradiation on the bond stability of self-etch adhesives at different dentin depths. Lasers Med Sci. 2017 Jul;32(5):967-974
9. King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. Am J Dent. 2005; 18(2): 126-34.

^{1*} De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

10. Loguercio AD, Costenaro A, Silveira AP, Ribeiro NR, Rossi TR, Reis A. A six- month clinical study of a self-etching and an etch-and-rinse adhesive applied as recommended and after doubling the number of adhesive coats. *J Adhes Dent.* 2006; 8(4):255-61.
11. Maciel CM, da Rosa Rinhel MF, Abuna GF, Pacheco RR, da Silva-Concílio LR, Baroudi K, Sinhoreti MAC, Vitti RP. Resin composite adhesion to dentin using different curing lights and adhesive systems applied under electric current. *Clin Oral Investig.* 2021 Feb 8. doi: 10.1007/s00784-021-03824-9. Epub ahead of print. PMID: 33558973.
12. Osório R, Erhardt MCG, Pimenta LAF, Osorio E, Toledano M. EDTA treatment improves resin-dentin bonds resistance to degradation. *J Dent Res.* 2005; 84: 736-40.
13. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Homer JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993; 24(9):618-31.
14. Pasquantonio G, Breschi L, Petrone A. A method and device for preparing the hard structures of teeth for the application of dental restorative materials. *US Patent* 2003; Nov 4; 6,641,396.
15. Toledano M, Mazzoni A, Monticelli F, Breschi L, Osorio E, Osorio R. ElectroBond application may improve wetting characteristics of etched dentine. *Journal of dentistry* 39 (2011) 180 – 186.
16. Van Landuyt KL, Kanumilli P, De Munch J, Pneumans M, Lambrechts P, Van Meerbeeck B, Bond strength of a mild self etch adhesive with or without prior acid-etching. *J Dent.* 2006; 34: 77-85.
17. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials.* 2007; 28(26):3757-85.
18. Wei S, Shimada Y, Sadr A, Tagami J. Effect of double-application of three single-step self-etch adhesives on dentin bonding and mechanical properties of resin-dentin area. *Oper Dent.* 2009; 34(6):716-24.
19. Zakavi F, Mombeini M, Dibazar S, Gholizadeh S. Evaluation of shear bond strength of zirconia to composite resin using different adhesivesystems. *J Clin Exp Dent.* 2019 Mar 1;11(3):e257-e263.

ANEXOS**Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio****ESCOAMENTO E ESPESSURA DE PELÍCULA DE ADESIVOS
UNIVERSAIS APLICADOS SOB A INFLUÊNCIA DE CORRENTE
ELÉTRICA****RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE****FONTES PRIMÁRIAS**

1	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	15%
----------	---	------------

Excluir citações	Desligado	Excluir correspondências	< 11%
Excluir bibliografia	Em		

Anexo 2 – Iniciação Científica



Universidade Estadual de Campinas
Pró-Reitoria de Pesquisa
Programas de Iniciação Científica e Tecnológica
www.prp.unicamp.br | Tel. 55 19 3521-4891

PARECER SOBRE RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES

Bolsista: LETÍCIA MASCARIN - RA 220299

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

Projeto: "Escoamento e espessura de película de adesivos universais aplicados sob a influência de corrente elétrica"

Bolsa: PIBIC/CNPq

Processo: 136083/2021-8

Vigência: 01/09/2021 a 31/08/2022

PARECER

A aluna cumpriu os objetivos previstos no projeto inscrito. Foram feitos os testes laboratoriais planejados e apresentados e analisados seus resultados. O tema tem espaço para pesquisas futuras, como notado na conclusão do relatório apresentado. A aluna manteve seu desempenho acadêmico estável durante o período.

Conclusão do Parecer:

 **Aprovado**

Pró-Reitoria de Pesquisa, 28 de novembro de 2022.

Marcos Yakuwa Mekaru

PR ASS ADMINISTRATIVOS / TÉCNICO EM
ADMINISTRAÇÃO
(Assinatura Digital em anexo)

Documento assinado eletronicamente por **Marcos Yakuwa Mekaru, PR ASS ADMINISTRATIVOS / TÉCNICO EM ADMINISTRAÇÃO**, em 28/11/2022, às 09:43 horas, conforme Art. 10 § 2º da MP 2.200/2001 e Art. 1º da Resolução GR 54/2017.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site:
sigad.unicamp.br/verifica, informando o código verificador:
A8ECF5A2 A86A4B4E A56CD7B7 FA8892BA

