



Lauren Viviane Gonçalves Rossarola

**SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES
E ESTRATÉGIAS DE USO**

Santa Maria, RS

2022

Lauren Viviane Gonçalves Rossarola

**SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES
E ESTRATÉGIAS DE USO**

Trabalho final de graduação apresentado ao Curso de Odontologia - Área de Ciências da Saúde, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Orientador/a: Profa. Me. Isabele do Nascimento Mutti

Santa Maria, RS

2022

Lauren Viviane Gonçalves Rossarola

**SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES
E ESTRATÉGIAS DE USO**

Trabalho final de graduação apresentado ao Curso de Odontologia - Área de Ciências da Saúde, da Universidade Franciscana - UFN, como requisito parcial para obtenção do grau de Cirurgiã-Dentista.

Profa. Me. Isabele do Nascimento Mutti – Orientadora (UFN)

Prof. Dr. Marciano de Freitas Borges (UFN)

Prof. Dr. Jovito Adiel Skupien (UFN)

Aprovado em de de 2022.

AGRADECIMENTOS

Durante esses 5 anos de graduação, passei por muitos momentos bons e alguns obstáculos. Não conseguiria chegar até aqui sozinha, por isso, quero deixar meu agradecimento a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a realizar esse sonho.

Agradeço primeiramente a minha família, em especial aos meus pais, Leila e Gustavo, que foram sempre incansáveis para que eu realizasse esse sonho, vocês sonharam comigo e mesmo com muitas dificuldades nunca desistiram. Obrigada por tudo que vocês abdicaram, por todo amor e apoio, por todas as orações e por sempre acreditarem em mim, mesmo quando às vezes nem eu mesma acreditava. Eu devo tudo a vocês, obrigada por serem os melhores pais que eu poderia ter. Aos meus irmãos Anthony e Luane e a minha avó Geneci, por todo apoio, afeto e pelo incentivo. Á minha maior incentivadora, minha nona que sonhou isso comigo e ao meu nono, que não estão mais aqui fisicamente, mas sei que onde estiverem estão muito felizes por mim.

Ao meu namorado Lênin, por todo amor, paciência e por me ouvir ler e reler esse trabalho mesmo sem entender sequer uma palavra, mas tentando sempre me ajudar. Por tentar me acalmar sempre, por não me deixar desistir nunca e sonhar junto comigo, eu sou muito grata por te ter ao meu lado.

Á minha dupla, Isiele, por ser meu anjo da guarda durante esses 5 anos, por sempre me ajudar e confiar em mim. Sou muito grata pela vida ter te colocado no meu caminho, por cada paciente que passou por nós, por cada cirurgia, cada obstáculo que passamos juntas e principalmente pelas risadas.

Á minha orientadora Isabelle, que é meu exemplo de profissional e pessoa, por todo auxílio de sempre, por tentar tornar tudo mais simples e por todo carinho comigo durante esses 5 anos, em especial nesse último.

E a todos meus professores, por cada ensinamento, por tentarem a todo custo nos ajudar sempre e por serem incansáveis em tornar esse caminho mais simples. Sair de casa cedo em busca dos nossos sonhos não é fácil, mas vocês tornaram esse caminho menos solitário, sempre com muita leveza e muitas risadas. Levarei vocês sempre no meu coração.

Á minha melhor amiga Luiza, por estar sempre presente em todos os momentos, sempre me incentivando e acreditando em mim. Obrigada por viver comigo tudo isso e nunca largar a minha mão. E as minhas amigas Ana Laura, Ana Clara, Gabriela, Henya e Vitória por sempre me apoiarem a cada passo, brindarem comigo cada conquista e me ajudarem a cada obstáculo.

E por último, mas não menos importante, quero agradecer a todos meus colegas da turma 26, em especial ao Arthur, Diuliana, Alan, Carol, Eduarda e Rubia, por tornarem esses 5 anos mais leves e felizes. Eu vou levar vocês sempre no meu coração.

RESUMO

Sistemas adesivos são produtos que promovem a adesão de materiais restauradores resinosos ao substrato dental, portanto, se tornaram imprescindíveis para a odontologia adesiva por possibilitar procedimentos restauradores mais conservadores. A evolução desses adesivos visa oferecer materiais simplificados, com menos passos de uso, diminuindo assim a sensibilidade à técnica. Em razão disso, foram criados os sistemas adesivos universais, que combinam na mesma solução o primer acidificado e o adesivo. O objetivo desse estudo foi revisar a literatura científica sobre as propriedades desses sistemas, a fim de explicar aos cirurgiões dentistas suas formas clínicas de aplicação e vantagens do uso para promover uma técnica adesiva de forma efetiva. Como base de dados foram acessadas as bases de pesquisa PubMed, SciELO e Lilacs, com publicações nos idiomas inglês e português e sem restrição de período de publicação. A estratégia de busca foi efetuada empregando palavras-chave e termos gerais relacionados aos adesivos dentinários, sistemas adesivos universais e resistência de união. Conclui-se que os sistemas adesivos universais são produtos versáteis e de fácil utilização, já que um mesmo produto possui diversas possibilidades técnicas. Porém apresenta menor resistência de união quando utilizado de modo autocondicionante em esmalte. Portanto o condicionamento seletivo do esmalte é considerado a melhor estratégia de uso para otimizar a resistência de união de adesivos universais, enquanto na dentina uma abordagem autocondicionante é preferida.

Palavras-chaves: adesivos dentinários, adesivos universais, resistência de união

ABSTRACT

Adhesive systems are products that promote the adhesion of resinous restorative materials to the dental substrate. Therefore, they have become essential for adhesive dentistry because they allow more conservative restorative procedures. The evolution of these adhesives aims to offer simplified materials, with fewer steps of use, thus reducing the sensitivity to the technique. As a result, universal adhesive systems were created, which combine the acidified primer and the adhesive in the same solution. The objective of this study was to review the scientific literature on the properties of these systems, in order to explain to dentists their clinical forms of application and advantages of using them to promote an effective adhesive technique. As a database, the PubMed, SciELO and Lilacs research bases were accessed, with publications in English and Portuguese and without restriction of publication period. The search strategy was carried out using keywords and general terms related to dentin adhesives, universal adhesive systems and bond strength. It is concluded that universal adhesive systems are versatile and easy to use products, since the same product has several technical possibilities. However, it presents lower bond strength when used in a self-etching way in enamel. Therefore, selective enamel etching is considered the best use strategy to optimize the bond strength of universal adhesives, while in dentin a self-etching approach is preferred.

Key words: dentin-bonding agents, universal adhesives, bond strength

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA.....	8
3 RESULTADOS	9
3.1 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1.1 Adesão	12
3.1.2 Composição química e propriedades	15
3.1.3 Estratégias de uso	16
4 DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1 INTRODUÇÃO

A odontologia adesiva é parte fundamental da prática clínica diária. A evolução significativa que ocorreu na área dos sistemas adesivos, em especial nos últimos anos, proporcionou uma completa modificação na prática da Odontologia restauradora. Os preparos cavitários tradicionais, delineados com base na anatomia dental e realizados de forma padronizada com dimensões desnecessariamente grandes, estão sendo cada vez mais substituídos por procedimentos restauradores menos invasivos e mais conservadores, graças ao desenvolvimento dos materiais adesivos (ARINELLI *et al.*, 2016).

O conceito da adesividade na odontologia surgiu no ano de 1955 quando Michael Buonocore descobriu o condicionamento ácido do esmalte, e possibilitou uma união micromecânica entre os materiais restauradores e o esmalte dentário. Desde então há uma busca constante no desenvolvimento de materiais utilizados na prática clínica com a intenção de melhorar e facilitar os procedimentos restauradores; entre eles encontram-se os sistemas adesivos, com diferentes técnicas de aplicação a fim de promover a adesão dos materiais restauradores resinosos ao substrato dental (CHAGAS, 2016).

Atualmente os sistemas adesivos disponíveis dividem-se em: adesivos convencionais (etch-and-rinse), caracterizados pelo condicionamento ácido prévio do esmalte e da dentina e podendo ser em dois ou três frascos e adesivos autocondicionantes (self-etch), compostos por um primer com monômeros ácidos, que desmineralizam a superfície dos tecidos de forma menos agressiva, podendo ser em dois frascos ou um em único frasco (AVELAR *et al.*, 2019).

A busca por sistemas adesivos mais simplificados, com menos passos, mais versáteis e menos sensíveis à técnica, causou o desenvolvimento de novos materiais. A literatura reporta-se a eles como os sistemas adesivos “multi-mode” ou “universais”, que podem ser utilizados pelas técnicas do condicionamento ácido prévio, autocondicionante ou condicionamento ácido seletivo do esmalte (AVELAR *et al.*, 2019; COELHO *et al.*, 2012).

Idealizados a partir do conceito de sistemas adesivos autocondicionantes “all-in-one”, de um único passo, esses adesivos combinam na mesma solução o primer acidificado e o adesivo, tendo assim, um grande potencial para a prática clínica devido a simplificação dos passos operatórios e versatilização da técnica e a consequente,

diminuição de erros no protocolo adesivo. Tendo em vista esses pontos, é fundamental que os cirurgiões dentistas tenham conhecimento sobre sua composição química, suas propriedades e as estratégias de uso desse produto, para que se obtenha sucesso clínico.

O objetivo desse estudo foi revisar de forma narrativa a literatura científica sobre as propriedades desses sistemas, a fim de explicar aos cirurgiões dentistas suas formas clínicas de aplicação e vantagens do uso para promover uma técnica adesiva de forma efetiva, além de demonstrar seus protocolos clínicos através de fotografias por meio da realização de diferentes protocolos adesivos em manequim.

2 METODOLOGIA

O presente estudo consistiu em uma revisão narrativa da literatura e para isso, foi executada uma pesquisa bibliográfica, no período de Março de 2022 a Novembro de 2022, com o uso de artigos científicos. Como base de dados foram acessadas as bases de pesquisa PubMed, SciELO e Lilacs, com publicações nos idiomas inglês e português e sem restrição de período de publicação. A estratégia de busca foi efetuada empregando palavras-chave e termos gerais relacionados aos sistemas adesivos universais. Foram realizadas as seguintes combinações: (multimode adhesive OR conventional dentin adhesives) AND (denting-bonding agents) AND (bond-strength) AND (universal adhesives). Foram incluídos nesta revisão estudos com diferentes abordagens concordantes com os objetivos propostos e foram excluídos os estudos que não estavam relacionados ao tema.

Além dos estudos laboratoriais e clínicos, revisões de literatura, narrativas e sistemáticas incluídos, suas listas de referências foram usadas como busca adicional e manual por outros potenciais artigos. As estratégias de uso foram demonstradas por meio de fotografias, após a reprodução das diferentes possibilidades técnicas por meio de diferentes protocolos adesivos em elementos dentários artificiais de manequim (Prodens, São Gonçalo, Rio de Janeiro, Brasil).

3 RESULTADOS

Após a avaliação de títulos e resumos foram encontrados 52 estudos potencialmente elegíveis, 16 artigos foram selecionados para análise de texto completo e incluídos nesta revisão da literatura. Em relação aos tipos de estudos, dos 16 artigos incluídos, 6 foram ensaios clínicos, 5 foram revisões de literatura, 4 foram revisões sistemáticas e 1 foi relato de caso (Quadro 1).

Quadro 1: Artigos selecionados para a revisão da literatura

Autor	Tipo de estudo	Objetivo	Conclusão
ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2017	Ensaio clínico	Avaliar o desempenho clínico do sistema adesivo universal quando aplicado com diferentes estratégias de aplicação por um período de seis meses.	O desempenho clínico do adesivo universal associado à resina composta mostrou-se promissor após 6 meses de avaliação clínica quando aplicado em lesões cervicais não cáries e não dependeu da estratégia de colagem empregada.
ARINELLI <i>et al.</i> , 2016	Revisão de literatura	Apresentar os mais recentes desenvolvimentos em relação aos sistemas adesivos.	Os adesivos universais não apresentam uma performance diferente daquelas apresentadas por gerações anteriores de adesivos convencionais e autocondicionantes.
AVELAR <i>et al.</i> , 2019	Revisão de literatura	Revisar a literatura sobre os sistemas adesivos universais, enfatizando sua composição, indicações, vantagens e desvantagens na tentativa de melhor compreender o uso desse material.	Os adesivos universais proporcionam uma versatilidade quanto ao seu uso, boa resistência de união e diminuição das chances de erros durante a aplicação. Porém, é necessário atentar-se às suas contra-indicações, como a incompatibilidade com outros materiais, para que não ocorra o insucesso clínico do procedimento.
CARDOSO <i>et al.</i> , 2011	Revisão de literatura	Analisar os aspectos teóricos e clínicos atuais da adesão ao esmalte e dentina.	Os adesivos convencionais de três etapas e os adesivos autocondicionantes de duas etapas mostraram resultados satisfatórios e ainda são referência para adesão odontológica na prática clínica de rotina.
CHAGAS, 2016	Revisão de literatura	Analisar os diferentes estudos sobre o sistema adesivo universal, suas diferentes formas de uso, composição e mecanismos de união com os diferentes	A literatura mostra que o sistema adesivo Single Bond Universal apresenta bom desempenho clínico, mas embora apresente melhores resultados laboratoriais, são necessários mais estudos em esmalte,

		substratos dentários e suas propriedades.	em tecido afetado por cárie, e em materiais indiretos.
CUEVAS-SUÁRES <i>et al.</i> , 2019	Revisão sistemática	Avaliar se o desempenho de adesão imediata e de longo prazo de adesivos universais seria melhorado pelo condicionamento ácido prévio.	As evidências sugerem que o desempenho de união de adesivos universais pode ser melhorado usando a estratégia de condicionamento seletivo do esmalte. Os adesivos universais parecem ser materiais estáveis, tanto nas estratégias de condicionamento e enxágue quanto de autocondicionamento.
DA ROSA; PIVA; DA SILVA., 2015	Revisão sistemática	Determinar se o modo condicionamento e enxágue ou autocondicionamento é o melhor protocolo para adesão de dentina e esmalte por adesivos universais.	A força de união do esmalte dos adesivos universais é melhorada com o condicionamento prévio com ácido fosfórico. No entanto, este efeito não foi evidente para a dentina com o uso de adesivos universais suaves com a estratégia de condicionamento e enxágue. O condicionamento seletivo do esmalte é uma estratégia aconselhável para otimizar a adesão.
DE CARDOSO <i>et al.</i> , 2019	In vitro	Avaliou a resistência de união à dentina imediata e de 6 meses de adesivos universais usados em estratégias de adesão autocondicionante e condicionantes.	O desempenho de união de adesivos universais à dentina é dependente do material. A maioria dos adesivos apresentou ligações dentinárias estáveis com resultados comparáveis aos materiais padrão ouro, principalmente quando aplicados no modo autocondicionante.
GOMES, 2013	In vitro	Avaliar a resistência de união do sistema adesivo multi-modo quando aplicado em dentina condicionada e úmida; condicionada e seca; e no modo autocondicionante.	O sistema adesivo universal multi-modo obteve um desempenho muito bom tanto em dentina condicionada seca como úmida e também no modo autocondicionante.
HANABUSA <i>et al.</i> , 2012	In vitro	Testar se o novo adesivo de uma etapa pode ser aplicado de maneira multimodo, seguindo diferentes abordagens, autocondicionante e etch-and-rinse.	Concluiu-se que a eficácia de união do adesivo autocondicionante de uma etapa testado pode ser melhorada pelo condicionamento seletivo das margens do esmalte com ácido fosfórico. Na dentina, uma abordagem autocondicionante é preferida.
MATOS <i>et al.</i> , 2020	Ensaio clínico	Avaliar o desempenho clínico de cinco anos do Scotch Bond Universal Adhesive em lesões cervicais não cariosas (LCNCs) usando dois critérios de avaliação.	Após 5 anos, o comportamento clínico do adesivo universal na estratégia etch-and-rinse foi melhor quando comparado à estratégia autocondicionante. O uso do condicionamento seletivo do esmalte é altamente recomendado para a estratégia autocondicionante.

PERDIGÃO, 2020	Revisão de literatura	Discutir a adesão dentária como um substrato como um grande desafio para a obtenção de restaurações adesivas duráveis, e análise de três estratégias de adesão e suas deficiências.	O comportamento clínico dos adesivos universais depende do condicionamento do esmalte com ácido fosfórico. Portanto, o condicionamento seletivo do esmalte é recomendado sem o condicionamento da dentina. Isso permitiria a potencial ligação química entre o monômero funcional e a hidroxiapatita dentina.
SHENG-KAI MA <i>et al.</i> , 2022	Revisão sistemática	Analisar a eficácia dos protocolos de condicionamento e enxágue, condicionamento seletivo do esmalte e autocondicionamento para adesivos universais em acompanhamentos de mais de 12 meses.	Os resultados estéticos e funcionais das restaurações com um protocolo adesivo de condicionamento e enxágue foram superiores aos obtidos com uma estratégia de autocondicionamento sem condicionamento seletivo do esmalte. O condicionamento seletivo do esmalte é recomendado para sistemas autocondicionantes.
SIQUEIRA <i>et al.</i> , 2020	In vitro	Avaliar a resistência de união à microtração, grau de conversão e deposição de nitrato de prata de três sistemas adesivos universais, usados nos modos etch-and-rinse e self-etch em superfícies dentinárias úmidas.	Em dentina úmida, independente da estratégia adesiva utilizada, os sistemas adesivos universais apresentaram bom desempenho adesivo à dentina. No entanto, em dentina supersaturada, seus resultados são dependentes do material.
SOARES <i>et al.</i> , 2020	Relato de caso	Relatar quatro casos clínicos descrevendo o protocolo de técnicas de aplicação dos sistemas adesivos universais.	Os sistemas adesivos universais são produtos versáteis e de fácil utilização, possuem diversas possibilidades técnicas, diminuindo assim o tempo operatório e a sensibilidade técnica. Estes adesivos ainda carecem de maior comprovação de qualidade.
SZESZ, 2017	Revisão sistemática	Identificar se o condicionamento seletivo do esmalte antes da aplicação de adesivos autocondicionantes, melhora as taxas de retenção, descoloração e adaptação marginal de restaurações cervicais não-cariosas (LCNC) em pacientes adultos.	O condicionamento seletivo do esmalte, antes da aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes em LCNC, pode melhorar o desempenho clínico de restaurações em resina composta, em até 5 anos de acompanhamento.

3.1 REVISÃO DE LITERATURA

O sucesso clínico de uma restauração, de qualquer natureza, baseia-se na adequada adesão e do selamento que o material restaurador proporciona às margens do preparo cavitário. Graças a introdução da técnica de condicionamento ácido do esmalte por Buonocore (1955) e ao começo do desenvolvimento dos adesivos com capacidade de união à dentina por Bowen (1965) a era da Odontologia Adesiva tem sofrido grandes transformações (DE PAULA; PEREIRA, 2003).

Os sistemas adesivos revolucionaram a odontologia restauradora, proporcionando ao cirurgião-dentista a possibilidade de confeccionar restaurações mais conservadoras e diminuindo a necessidade de desgaste da estrutura dental. Atualmente existem diversos tipos de sistemas adesivos disponíveis no mercado, com diversas apresentações, diferentes composições químicas e estratégias de uso (SOARES *et al.*, 2020).

Esses sistemas são classificados em: convencionais (etch-and-rinse), sistemas que utilizam o condicionamento ácido prévio do esmalte e da dentina ou autocondicionantes (self-etch), sendo esses compostos por um primer com monômeros ácidos que desmineraliza a superfície dos tecidos de forma menos agressiva, sem o uso de uma etapa de condicionamento ácido separada (CHAGAS, 2016; COELHO *et al.*, 2012).

A evolução dos sistemas adesivos visa oferecer materiais simplificados, com menos passos de uso, diminuindo assim a sensibilidade à técnica. Em razão disso, foram criados os sistemas adesivos universais (DA ROSA; PIVA; DA SILVA, 2015).

3.1.1 Adesão

Em odontologia a adesão é o processo que estabelece a união micromecânica entre os materiais odontológicos e os substratos dentais. Essa adesão é realizada por meio dos adesivos dentários, que são soluções de monômeros de resina em um solvente orgânico com iniciadores de polimerização que aderem a restauração adesiva ao substrato dentário. Portanto, o sucesso das restaurações depende da obtenção de uma boa ligação entre esses substratos. Fundamentalmente, essa ligação é baseada em um processo de troca no qual os minerais removidos dos tecidos duros dentais são substituídos pelos monômeros de resina (CARDOSO *et al.*, 2011; NAGARKAR; THEIS-MAHON, PERDIGÃO, 2018). Segundo Arinelli *et al.*, (2016) este processo envolve duas fases, enquanto a primeira

consiste na remoção do cálcio e criação de porosidades tanto em esmalte quanto em dentina; a segunda, denominada hibridização, envolve a penetração e polimerização dos monômeros no interior das porosidades criadas.

O esmalte é um substrato altamente mineralizado, constituído por 96% de mineral e 4% de substância orgânica e água. O conteúdo inorgânico do esmalte é composto principalmente de cristais de hidroxiapatita e a matéria orgânica forma uma fina rede que aparece entre os cristais. A adesão ao esmalte é realizada através do condicionamento deste substrato com ácido fosfórico em concentrações que variam entre 30 a 37%, durante um tempo de aplicação de 15 a 30 segundos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2010). O condicionamento ácido dissolve seletivamente os prismas do esmalte, aumentando a anergia de superfície por meio da criação de microporosidades que são posteriormente infiltradas, por monômeros hidrofóbicos contidos no adesivo, formando tags resinosos, que auxiliam na retenção micromecânica da restauração. Uma vez que o esmalte é um substrato homogêneo, a técnica do condicionamento ácido cria uma superfície ideal para a adesão, tornando-a duradoura e confiável (CARDOSO *et al.*, 2011).

Apesar da confiabilidade da adesão ao esmalte pela técnica de condicionamento ácido, a adesão à dentina tem sido considerada mais difícil e menos previsível. A dentina é composta por aproximadamente 70% de material inorgânico, 20% de material orgânico e 10% de água, o que a caracteriza como um substrato heterogêneo, sendo este, o seu principal obstáculo. Seu componente inorgânico consiste, principalmente, de cristais de hidroxiapatita e a fase orgânica é constituída pelas fibrilas de colágeno. Além disso, a dentina caracteriza-se pela presença de múltiplos túbulos dentinários que se estendem desde a junção amelodentinária até a polpa, tornando a superfície de dentina exposta naturalmente úmida e, portanto, intrinsecamente hidrofílica. Esta hidrofilicidade representa definitivamente um dos maiores desafios para a interação dos adesivos modernos com a dentina (CARDOSO *et al.*, 2011; DE OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O condicionamento ácido em dentina envolve a remoção da “smear layer”, que é uma camada de restos dentários provenientes de corte com instrumentos rotatórios, bactérias, sangue, saliva e fragmentos de óleo, que fica depositada na superfície da dentina e dentro dos túbulos dentinários (smearplug) diminuindo o fluxo do fluido dentinário e a permeabilidade da dentina, sendo assim, o condicionamento da dentina com ácido fosfórico envolve a remoção completa da smear layer e a desmineralização do substrato com conseqüente exposição das fibras colágenas que, posteriormente, serão

infiltradas pelos monômeros resinosos para formação da camada híbrida (ARINELLI et al., 2016).

Descrita pela primeira vez por Nakabayashi em 1982, a camada híbrida é uma combinação resultante de dentina e polímero que pode ser definida como a impregnação de um monômero à superfície dentinária desmineralizada, formando uma camada ácido-resistente de dentina reforçada por resina (CHAGAS, 2016). Entretanto, segundo Gomes (2013) após o condicionamento ácido da dentina é necessário um padrão de umidade remanescente, isso porque a dentina seca dificulta a permeabilidade do monômero na rede de colágeno. Por outro lado, a água em excesso dissolve os monômeros, acelera a degradação da camada adesiva e aumenta a possibilidade de nanoinfiltração. Descrita por Sano (1995), a nanoinfiltração é o resultado de uma infiltração incompleta da resina adesiva na dentina desmineralizada.

O principal desafio para os novos adesivos dentários é proporcionar simultaneamente uma ligação eficaz em esmalte e dentina. Desde que Fusayama em 1979 sugeriu a técnica de condicionamento ácido total, no qual o condicionamento é simultâneo em esmalte e dentina, a técnica total-etch tem sido amplamente aceita e utilizada pelos cirurgiões dentistas. Isso porque no passado, considerava-se que o sucesso de uma boa adesão estava na profundidade da desmineralização da dentina, causada pelo condicionamento ácido. Entretanto, quando a profundidade da desmineralização é maior que o alcance da impregnação dos monômeros através da mesma, uma área de fibrilas colágenas com ausência de hidroxiapatita fica exposta e não é infiltrada pela resina, aumentando a nanoinfiltração (GOMES, 2013).

Os sistemas adesivos universais foram idealizados buscando resolver esse desafio na adesão dos diferentes tecidos. Por conta da grande versatilidade desses sistemas, foram desenvolvidos vários modos de uso: modo de condicionamento ácido total, estratégia autocondicionante ou condicionamento ácido seletivo de esmalte, para se conseguir uma ligação durável para o esmalte dentário (HANABUSA *et al.*, 2012).

O adesivo universal contém monômeros de resina ácida que proporcionam uma desmineralização e infiltração monomérica simultânea, e não requerem uma etapa prévia de condicionamento com ácido fosfórico, ou seja, esses adesivos apenas dissolvem a camada de esmagamento e não removem os fosfatos de cálcio dissolvidos, resultando em bons resultados de resistência de união à dentina, visto que os fosfatos de cálcio não são removidos (lavados), mas sim incorporados na camada híbrida (MEERBEEK *et al.*,

2020). Porém, apesar dos esforços dos fabricantes para melhorar a resistência de união do esmalte com os adesivos autocondicionantes, o uso de condicionamento ácido prévio aumenta a resistência de união do esmalte (DA ROSA; PIVA; DA SILVA, 2015).

3.1.2 Composição química e propriedades

Os adesivos universais apresentam uma composição similar aos adesivos autocondicionantes, nos quais estão presentes monômeros funcionais que aderem quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita (tabela 1). Entre eles, existem os componentes ativos compostos por monômeros, o 10-metacrilóiloxidecil diidrogenofosfato (10-MDP), 2-metacrilóxiethyl fenil fosfato (Fenil-P), 4-metacrilóiloxietil anidrotrimelítico (4-META) e, além desses, são compostos por iniciadores como canforoquinona e lucerina, copolímero Vitrebond (conhecido como copolímero do ácido polialcenóico), HEMA, Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA) e componentes inativos, silano, água, etanol e acetona. O etanol e a cetona atuam como solventes melhorando o molhamento e a infiltração dos monômeros resinosos nos tecidos dentais e também ajudam na remoção de água e evaporação durante o passo de secagem. Os solventes são importantes para assegurar a difusão de monômeros na dentina desmineralizada. Porém é possível adicionar ou modificar algum componente na formulação do adesivo, de acordo com cada fabricante (AVELAR *et al.*, 2019; YOSHIDA *et al.*, 2004).

O grande diferencial do sistema universal e o que os distingue dos adesivos autocondicionantes clássicos de uma etapa é a molécula 10-MDP, que é o monômero mais efetivo atualmente e é encontrado na composição da maioria dos adesivos universais (MEERBEEK *et al.*, 2020). O 10-MDP é um monômero bifuncional com uma estrutura hidrofílica, sendo por isso mais tolerante ao teor de água na superfície, e se liga quimicamente aos óxidos, tendo um grande potencial de adesão química ao cálcio da hidroxiapatita, zircônia e metais e uma extremidade hidrofóbica que se copolimeriza com monômeros de resina, possibilitando o estabelecimento de uma ligação química com cimentos e materiais restauradores à base de metacrilato. Portanto, quanto maior a concentração de MDP (até 15%) melhor a interação química com a dentina. Além disso, a ligação do 10-MDP ao cálcio cria um sal (10-MDP--Ca) que protege a interface adesiva contra a hidrólise, porque é um sal hidroliticamente estável (SEZINANDO, 2014).

Tabela 1 – Principais componentes presentes nos adesivos universais

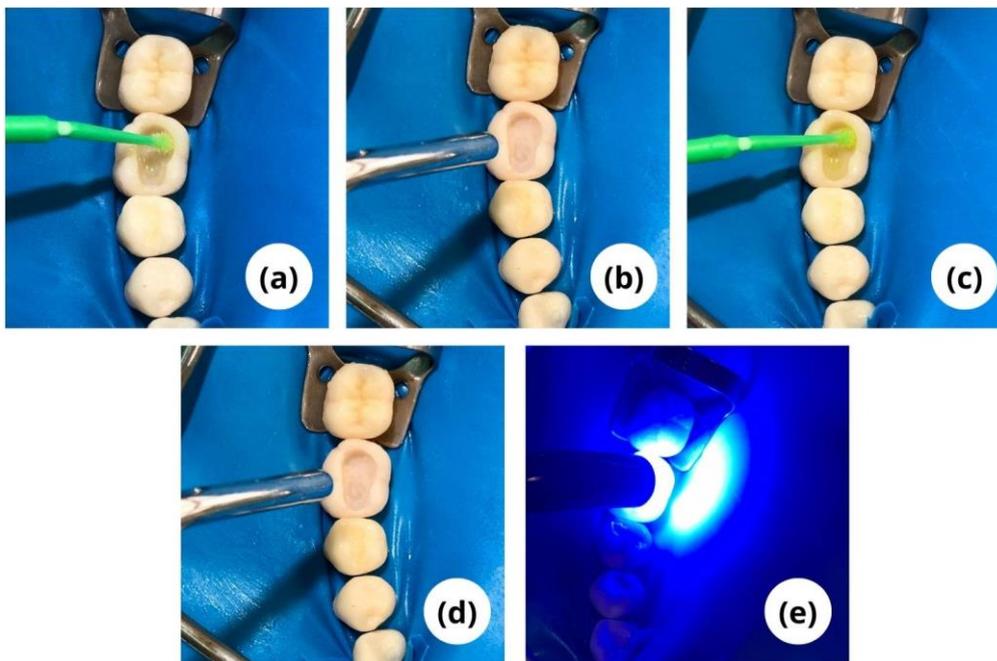
Principais componentes presentes nos adesivos universais	
Componente	Função
0-MDP, Fenil-P e 4-META	Potencializa a adesão química ao cálcio da hidroxiapatita e às fibras de colágeno, aos cimentos e a materiais restauradores à base de metacrilato.
BisGMA	Aumenta a taxa de polimerização e asseguram a formação de uma rede polimérica, é menos solúvel e contém propriedades mecânicas superiores aos polímeros lineares.
Copolímero Vitrebond (3M ESPE)	Reidratação das fibras colágenas, permitindo então a formação da camada híbrida, e liga-se quimicamente a hidroxiapatita do dente.
HEMA	Diminuição na viscosidade, aumento da capacidade de impregnação do adesivo na superfície, e estabilização das fibras colágenas e prevenindo o seu colapso.
Água	Ionização dos monômeros funcionais, reidratação dos colágenos colapsados e diminuição a viscosidade do adesivo.
Etanol e/ou Acetona	Solvente que atua evaporando a umidade da dentina.
Silano	Permite com que o adesivo una-se quimicamente à superfície das cerâmicas vítreas.

Fonte: (AVELAR *et al.*, 2019)

3.1.3 Estratégias de uso

Os sistemas adesivos universais podem ser usados de modo autocondicionante, condicionamento ácido prévio ou condicionamento seletivo do esmalte. Quando utilizado no modo autocondicionante (Figura 1), vários primers ácidos são usados para modificar a camada de smear layer e, simultaneamente condicionar e preparar a dentina. O dente não é mais enxaguado, o que não apenas diminui o tempo de aplicação clínica, mas também reduz significativamente a sensibilidade técnica. Porém deve-se ressaltar que apesar de não ser enxaguado, deve-se realizar a limpeza da cavidade previamente ao procedimento adesivo (AVELAR *et al.*, 2019; PEUMANS *et al.*, 2005).

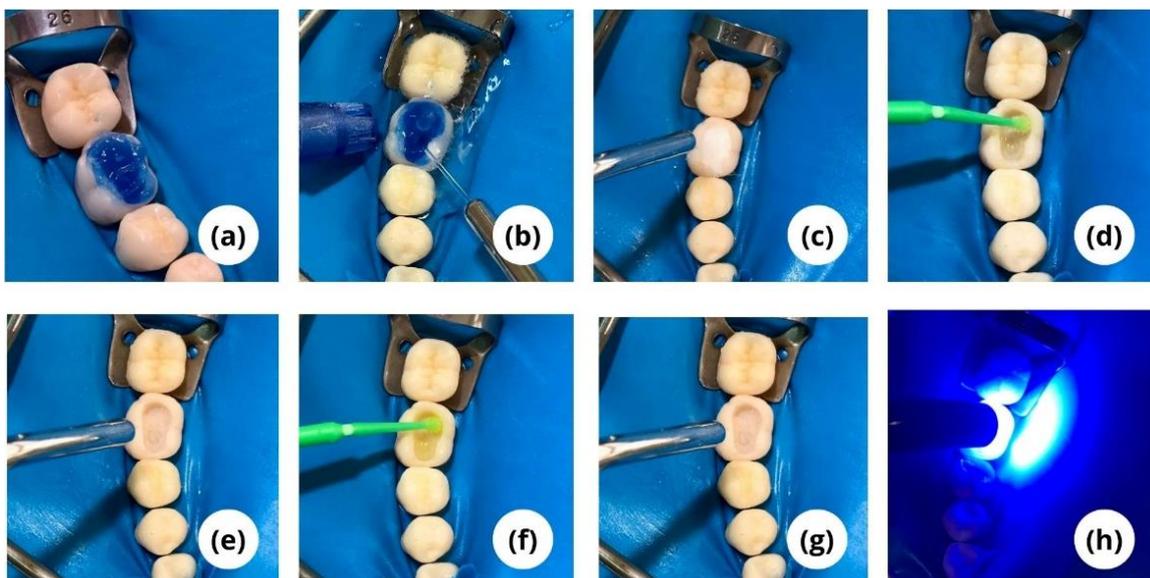
Figura 1 – (a) Inserção da primeira camada de adesivo universal no preparo cavitário utilizando um microbrush. (b) Evaporação do solvente com pequenos jatos de ar com a seringa tríplice. (c) Inserção da segunda camada de adesivo universal no preparo cavitário. (d) Jato de ar. (e) Fotopolimerização do adesivo por 20 segundos.



Fonte: elaboração própria

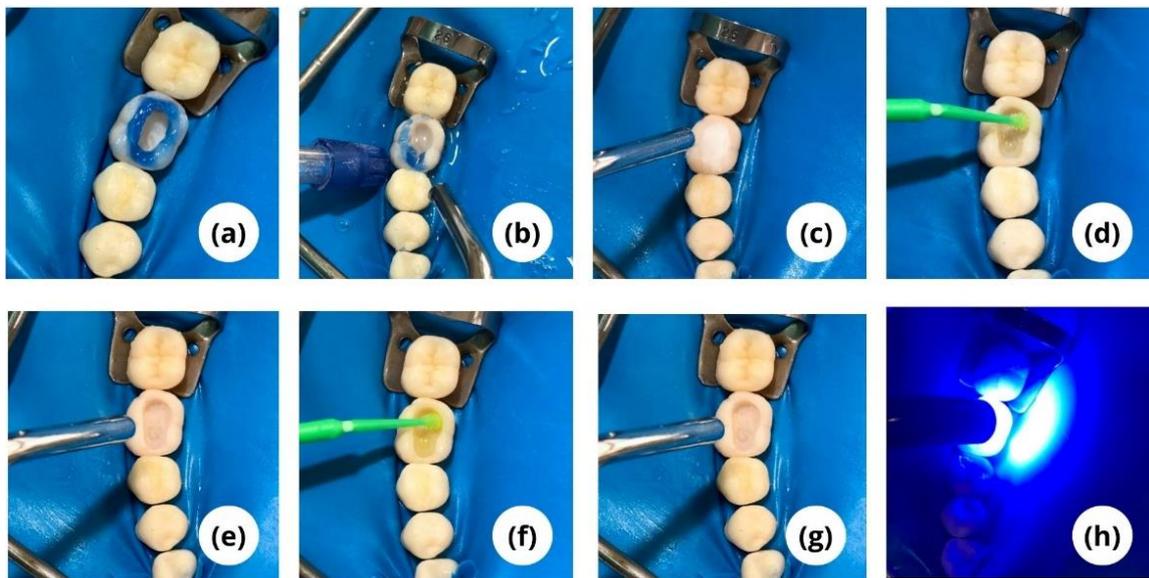
Quando são utilizados no modo de condicionamento ácido prévio total (Figura 2), a força adesiva advém das retenções micromecânicas, contribuindo para fornecer resistência ao estresse mecânico. Durante a técnica o dente é primeiro condicionado com ácido fosfórico em concentrações entre 30% e 37% durante 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina, o qual irá solubilizar a smear layer e desmineralizar a matriz de dentina subjacente, expondo as fibrilas de colágeno. Logo após é realizada a lavagem e secagem do preparo. Com o intuito de deixar a superfície levemente úmida e prevenir o colapso das fibrilas de colágeno o ideal é utilizar bolinhas de algodão nas margens do preparo (AVELAR et al., 2019). A última etapa da adesão é aplicação do adesivo e evaporação do solvente, para isso, com um microbrush, introduzimos a primeira camada de adesivo e aplica-se um leve jato de ar, com aproximadamente 10-20 cm de distância do preparo, o que favorece a circulação de ar na área e a evaporação, repetimos esse processo e logo após fotoativamos durante 20 segundos (PEUMANS *et al.*, 2005).

Figura 2 - (a) Condicionamento do preparo com ácido fosfórico 37% durante 30 segundos em esmalte e 15 segundos em dentina. (b) Lavagem abundante. (c) Secagem da dentina com pequenas bolinhas de algodão e do esmalte com pequenos jatos de ar com a seringa tríplice. (d) Inserção da primeira camada de adesivo universal no preparo cavitário utilizando um microbrush. (e) Evaporação do solvente com pequenos jatos de ar com a seringa tríplice. (f) Inserção da segunda camada de adesivo universal no preparo cavitário. (g) Jato de ar. (h) Fotopolimerização do adesivo por 20 segundos.



Quando utilizado da técnica de condicionamento seletivo de esmalte, o preparo é condicionado apenas nas hastes de esmalte (figura 3), isso porque, até o momento, o uso de ácido fosfórico no esmalte ainda é a melhor estratégia para melhorar a resistência de união de adesivos universais. A etapa de condicionamento com ácido fosfórico produz macro e microporosidades na superfície do esmalte resultantes da dissolução da hidroxiapatita. Este processo leva a um aumento da área superficial do substrato, permitindo que os monômeros da resina se infiltrem no esmalte, resultando na formação de “tags” de resina após o processo de polimerização. Como já citado, os adesivos universais contêm monômeros ácidos que condicionam e preparam simultaneamente os substratos dentários. No entanto, esses adesivos são incapazes de condicionar o esmalte na mesma profundidade que o ácido fosfórico resultando em menor resistência de união ao esmalte (SUÁREZ; DA ROSA; LUND, 2019).

Figura 3 - (a) Condicionamento do preparo com ácido fosfórico 37% durante 30 segundos apenas em esmalte. (b) Lavagem abundante. (c) Secagem do esmalte com pequenos jatos de ar com a seringa tríplice. (d) Inserção da primeira camada de adesivo universal no preparo cavitário utilizando um microbrush. (e) Evaporação do solvente com pequenos jatos de ar com a seringa tríplice. (f) Inserção da segunda camada de adesivo universal no preparo cavitário. (g) Jato de ar. (h) Fotopolimerização do adesivo por 20 segundos.



Fonte: elaboração própria

4 DISCUSSÃO

De acordo com essa revisão de literatura, pode-se observar que a introdução dos adesivos universais torna clara uma busca por simplificação dos passos operatórios, visando diminuir o tempo e sensibilidade da técnica adesiva. A literatura mostrou que esses produtos são versáteis e de fácil utilização, já que foram desenvolvidos de uma maneira que podem ser usados nos modos autocondicionante ou etch-and-rinse. Esta nova classe de adesivos é preferida devido à flexibilidade para selecionar a estratégia adesiva e o número de etapas clínicas, diminuindo assim o tempo operatório e a sensibilidade técnica e assim o clínico pode decidir que técnica poderá usar de acordo com cada caso, julgando os cenários clínicos, incluindo as condições da cavidade (SOARES *et al.*, 2020; SHENG-KAI MA *et al.*, 2022).

Observa-se também que os adesivos universais apresentam, na sua composição, ácidos fracos que desmineralizam a estrutura dentinária, sem a necessidade de lavagem posterior, e, simultaneamente, incorporam microcomponentes resinosos no interior da dentina, com formação de camada híbrida menos espessa e mais uniforme (DE PAULA; PEREIRA, 2003). Um estudo realizado por Avelar *et al* (2019) mostrou que esses adesivos proporcionam um poder de adesão de dois modos: de forma micromecânica e de interação química.

O grande diferencial em sua composição, se deve a presença do copolímero do ácido polialcenoico e do 10-MDP, que ligam-se quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita, essa adesão química resulta no aumento da resistência de união a curto e longo prazo, e uma menor degradação da camada híbrida. Além disso, o copolímero Vitrebond também é responsável por modificar e incorporar a smear layer na interface adesiva, formando uma camada híbrida diferente daquela observada pelos sistemas adesivos convencionais. Desta forma, espera-se que nenhuma fenda ou “gap” possa se formar na dentina hibridizada (GOMES, 2013; MATOS *et al.*, 2020; SIQUEIRA *et al.*, 2020). O estudo de Perdigão (2020), concluiu que a inclusão desses monômeros aumentaram a resistência de união à microtração e a estabilidade contra a deterioração da umidade do adesivo.

Percebe-se que o maior desafio para os sistemas adesivos atuais é a adesão satisfatória em esmalte e em dentina. Como já citado, isso ocorre devido à variabilidade na morfologia de cada um desses substratos. O esmalte é um substrato altamente

mineralizado e o condicionamento prévio com ácido fosfórico promove a desmineralização dos prismas de esmalte, criando microporosidades que posteriormente são preenchidas pelo adesivo, criando assim tags de resina (CHAGAS, 2016). Diante disso, Avelar *et al* (2019) concluiu em seu estudo que quando usados no modo autocondicionante, os sistemas universais apresentam incapacidade de condicionar o esmalte na mesma profundidade que o ácido fosfórico a 37%, o que provavelmente é responsável pelas maiores taxas de insucesso nas margens do esmalte devido à sua menor acidez (SZESZ, 2017). Além disso, Baratieri *et al* (2015) cita que a estratégia autocondicionante quando usada no esmalte resulta na formação de vesículas de água na superfície, o que pode comprometer a durabilidade e adesão. Sendo assim, Da Rosa, Piva e Silva (2015) concluíram que uma das desvantagens da estratégia autocondicionante é que o aumento da área superficial do esmalte intacto e polido é menor do que o obtido com ácido fosfórico, reduzindo assim seu potencial de desmineralizar a fase mineral total do esmalte e, conseqüentemente, de criar microporosidades adequadas.

Nesse sentido, Perdigão (2020), considera que embora a adesão ao esmalte por intertravamento micromecânico de marcadores de resina dentro do conjunto de microporosidades no esmalte condicionado com ácido fosfórico possa ser alcançada de forma confiável e possa efetivamente selar as margens da restauração contra vazamentos, a adesão eficaz e durável à dentina orgânica e úmida ainda é a tarefa mais desafiadora dos sistemas adesivos.

Vários estudos relatam que a adesão na dentina é um desafio devido à sua composição ter menor conteúdo inorgânico, maior quantidade de colágeno, umidade e com variações relacionadas à idade do paciente, condição pulpar e profundidade da cavidade. Quando utilizamos a estratégia de condicionamento ácido total, o ácido fosfórico (variando de 30 a 37%) é utilizado previamente e baseia-se na remoção completa da smear layer e depende da hibridação e difusão da resina dentro da malha de colágeno exposta, bem como nos túbulos dentinários, criando um embricamento micromecânico da resina dentro das fibras de colágeno exposto, originando a camada híbrida (CHAGAS, 2016). Entretanto, segundo Albuquerque *et al* (2017), durante a etapa de secagem da dentina já desmineralizada pelo ácido, há risco de colapso das fibras colágenas, esse colapso acontece devido a evaporação de água da matriz colágena, o que leva a uma diminuição da resistência de união, sendo essa a maior desvantagem da estratégia convencional.

Por outro lado, usando a estratégia autocondicionante, não há necessidade de aplicar um gel de ácido fosfórico, pois a desmineralização da dentina e o priming ocorrem simultaneamente. Os cristais de hidroxiapatita dissolvidos e a smear layer residual são incorporados no complexo hibridizado e não lavados (GOMES, 2013). Portanto, segundo Cuevas-suárez *et al* (2019) toda a extensão da profundidade de dentina desmineralizada é impregnada por monômeros de resina, o que faz com que a sensibilidade técnica à dentina úmida seja reduzida, bem como a sensibilidade pós-operatória e a nanoinfiltração, sendo essas as principais vantagens de não condicionar a dentina.

Há ainda a técnica de condicionamento seletivo em esmalte, que consiste na aplicação de ácido fosfórico apenas sobre o esmalte, promovendo a desmineralização seletiva dos prismas de esmalte e aumentando a energia de superfície. Segundo Gomes (2013), o uso dessa técnica se deve ao fato dos adesivos autocondicionantes não condicionarem o esmalte com a mesma intensidade do ácido fosfórico, o que resulta em menor resistência de união. Um ensaio clínico realizado por Matos *et al* (2020), constatou que para superar essa limitação, o condicionamento ácido prévio seletivo nas margens de esmalte tem sido altamente recomendado associado ao uso da estratégia autocondicionante em dentina, melhorando a resistência de união dos adesivos universais.

A literatura revisada nesse estudo mostra que os adesivos universais têm grande potencial para a prática clínica. Os presentes achados em relação à adesão ao esmalte confirmam que, até o momento, o uso de ácido fosfórico ainda é a melhor estratégia para melhorar a resistência de união de adesivos universais (CHAGAS, 2016). Em geral, estudos relatam que a aplicação de adesivos universais em dentina não deve ser precedida pelo condicionamento com ácido fosfórico, embora seja necessária uma análise caso a caso (DE CARDOSO *et al.*, 2019; HANABUSA *et al.*, 2012; MATOS *et al.*, 2020).

Deve-se ressaltar que uma limitação desse estudo é a falta de ensaios clínicos de longevidade, para determinar a efetividade deste produto a longo prazo, porém, é possível afirmar que sua versatilidade de uso faz com que seja um material com grande potencial de uso pelos cirurgiões dentistas (SOARES *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os sistemas adesivos universais são produtos versáteis e de fácil utilização, já que um mesmo produto/frasco possui diversas possibilidades técnicas, proporcionando ao cirurgião-dentista a possibilidade de escolher a estratégia adesiva de acordo com cada caso. Com base nesta revisão de literatura, o condicionamento seletivo do esmalte pode ser considerado a melhor estratégia de uso para otimizar a resistência de união de adesivos universais, enquanto na dentina uma abordagem autocondicionante é preferida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E. *et al.* A New Universal Simplified Adhesive: 6-Month Randomized multi-center clinical trial. **Revista brasileira de odontologia**, v. 74, n. 4, p. 251, 2017.
- ARINELLI, A. M. *et al.* Sistemas adesivos atuais. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 242, 2016.
- AVELAR, W. V. *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. **Revista Salusvita**, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019.
- BARATIERI, L. N. *et al.* **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**. 2ª edição, São Paulo: Santos, 2015.
- BOWEN, R. L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active comonomer. **Journal of dental research**, v. 44, n. 5, p. 895-902, 1965.
- BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **Journal of dental research**, Chicago, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955.
- CARDOSO, M. V. *et al.* Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. **Australian Dental Journal**, Austrália, v. 56, p. 31-44, 2011.
- CHAGAS, K. **Sistema adesivo dentinário universal: uma revisão de literatura**. 2016. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- COELHO, A. *et al.* Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários–revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v. 53, n. 1, p. 39-46, 2012.
- CUEVAS-SUÁREZ, C. *et al.* Bonding Performance of Universal Adhesives: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. **The journal of adhesive dentistry**, v. 21, n. 1, p. 7-26, 2019.

DA ROSA, W, L.; PIVA, E.; SILVA, A. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. **Journal of dentistry**, v. 43, n. 7, p. 765-776, 2015.

DE CARDOSO, G. C. *et al.* Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. **Brazilian dental jornal**, v. 30, n. 5, p. 467-475, 2019.

DE OLIVEIRA, N. A. *et al.* Sistemas adesivos: Conceitos atuais e aplicações clínicas. **Revista Dentística**, Santa Maria, v. 9, n. 19, 2010.

DE PAULA, C. R.; PEREIRA, M. A. Estudo comparativo da eficácia de dois sistemas adesivos na microinfiltração marginal. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 9, n. 2, 2003.

FUSAYAMA, T. *et al.* Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **Journal of dental research** v. 58, n. 4, p. 1364-1370, 1979.

GOMES, S. **Resistência de união ao teste de cisalhamento de um sistema adesivo universal multi-modo**. 2013. 49 f. Dissertação de mestrado - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

HANABUSA, M. *et al.* Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. **Revista de Odontologia**, Leuven, v. 40, n. 6, p. 475-484, 2012.

MATOS, T. P. *et al.* Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: A randomized double-blind trial. **Dental materials:official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 36, n. 11, p. 1474-1485, 2020.

MEERBEEK, V. *et al.* From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. **The journal of adhesive dentistry**, v. 22, n. 1, p. 7-34, 2020.

NAGARKAR, S.; THEIS-MAHON, N.; PERDIGÃO, J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. **Journal of biomedical materials research**, v. 107, n. 6, p. 2121-2131, 2019.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal of biomedical materials research**, v. 16, n. 3, p. 265-273, 1982.

PERDIGÃO, J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion - not there yet. **The Japanese dental science review**, v. 56, n. 1, p. 190-207, 2020.

PERDIGÃO, J.; SEZINANDO, A.; MONTEIRO, P. C. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. **American journal of dentistry**, v. 25, n. 3, p. 153–158, 2012.

PEUMANS, M. *et al.* Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 21, n. 9, p. 864-881, 2005.

SANO, H *et al.* Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Operative dentistry**, v. 20, n. 1, p. 18-25, 1995.

SEZINANDO, A. Looking for the ideal adhesive – a review. **Revista portuguesa de estomatologia e medicina dentária**, Espãna, v. 55, n. 4, p. 194-206, 2014.

SHENG- KAI MA. K. *et al.* Efficacy of Adhesive Strategies for Restorative Dentistry: A Systematic Review and Network Meta-analysis of Double-blind Randomized Controlled Trials Over 12 Months of Follow-up. **Journal of prosthodontic research**, 2022. Disponível em:
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/advpub/0/advpub/JPR_D_21_00279/ article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/advpub/0/advpub/JPR_D_21_00279/article)>
Acesso em: 10 Jun. 2022.

SIQUEIRA, F *et al.* Influence of dentinal moisture on the properties of universal adhesives. **International Journal of Adhesion and Adhesives**, vol. 101, pág. 102633, 2020.

SOARES, L. P. *et al.* Aplicabilidades clínicas do sistema adesivo universal: relato de casos. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 491-503, 2020.

SZESZ, A. L. **Efeito do condicionamento do esmalte previamente a aplicação de sistemas adesivos autocondicionantes em restaurações de lesões cervicais não-cariosas: revisão sistemática e meta-análise**. 2017. 62 f. Tese de Doutorado em Odontologia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2017.

YOSHIDA, Y *et al.* Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **Journal of dental research**, Okayama, v. 83, n. 6, p. 454-458, 2004.