

CAROLINA BOSSO ANDRÉ

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO ATIVA DE SISTEMAS ADESIVOS NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA E AO ESMALTE: *UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DE ESTUDOS IN VITRO***

**Faculdade de Odontologia
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte
2022**

Carolina Bosso André

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO ATIVA DE SISTEMAS ADESIVOS NA
RESISTÊNCIA DE UNIÃO À DENTINA E AO ESMALTE: *UMA
REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE DE ESTUDOS IN VITRO***

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Henriques Alvim

Belo Horizonte
2022

Ficha Catalográfica

A555a André, Carolina Bosso.
2022 Análise da aplicação ativa de sistemas adesivos na
MP resistência de união à dentina e ao esmalte: uma revisão
sistemática e meta-análise de estudos in vitro / Carolina
Bosso André. -- 2022.

35 f. : il.

Orientador: Hugo Henriques Alvim.

Monografia (Especialização) -- Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.

1. Adesivos dentinários. 2. Revisão sistemática. 3.
Esmalte dentário. 4. Restauração dentária permanente. I.
Alvim, Hugo Henriques . II. Universidade Federal de Minas
Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK - D151



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE ESPECIALIZAÇÃO DE CAROLINA BOSSO ANDRE

Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia de **CAROLINA BOSSO ANDRE**, do Curso de Especialização em Dentística, realizado no período de 07/08/2019 a 25/08/2022.

Aos 24 (vinte e quatro) dias do mês de agosto de 2022, às 11 horas, sala 3403 - sala de Pós-Graduação 3403 - da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Hugo Henriques Alvim (orientador), Daniel José Braga Dutra e Walison Arthuso Vasconcellos. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à Apresentação da Monografia intitulada “**Análise da aplicação ativa de sistemas adesivos na resistência de união à dentina: uma revisão sistemática de estudos in vitro.**”. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pela aluna foi **100 (cem)** pontos, e a Comissão Examinadora decidiu pela sua **APROVAÇÃO**. Para constar, eu, Hugo Henriques Alvim, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que lida e aprovada, vai assinada eletronicamente por todos os membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 24 de agosto de 2022.

Prof. Hugo Henriques Alvim

Prof. Daniel José Braga Dutra

Prof. Walison Arthuso Vasconcellos



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Henriques Alvim, Professor do Magistério Superior**, em 30/08/2022, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Walison Arthuso Vasconcellos, Coordenador(a)**, em 30/08/2022, às 20:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel José Braga Dutra, Usuário Externo**, em 04/09/2022, às 17:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1695934** e o código CRC **DB62CDB0**.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, por me abençoar em todos os momentos e me amparar nesta jornada, minha eterna fé;

À Universidade Federal de Minas Gerais, na pessoa da magnífica Reitora Profa. Sandra Regina Goulart Almeida e a Faculdade de Odontologia, por meio do Diretor Prof. Allyson Nogueira Moreira;

Ao coordenador geral dos cursos de Pós-graduação da FAO UFMG Prof. Mauro Henrique Nogueira Guimarães de Abreu e à Profa. Leniana Santos neves, representante dos cursos de especialização;

Ao Cenex e a UFMG pela bolsa concedida durante o curso de especialização;

A todos os professores do curso de especialização em Dentística, Prof. Hugo Henriques Alvim, Prof. Ricardo Reis Oliveira, Prof. Lincoln Dias Lanza, Prof. Luiz Thadeu Abreu Poletto, Profa. Rogéli Tibúrcio Ribeiro da Cunha Peixoto e Profa. Patrícia Valente Araújo, pelos conhecimentos compartilhados;

Ao meu orientador de especialização Prof. Hugo Henriques Alvim, por toda ajuda, ensinamento e compreensão durante o curso;

Aos meus colegas de turma, Thamyres, Nayara, Ana Clara, Bruna, Lucas Beltrão, Lucas Rodarte, Lucas Cunha, Janayna, Larissa, Jéssica, Silvana e Geovana e as monitoras do curso de especialização em Dentística, Amanda Soares e Raphaela Martins, por toda a dedicação e ajuda no andamento do curso;

Ao Departamento de Odontologia Restauradora da FAO UFMG, pelo apoio e suporte para que eu realizasse este curso;

A todos os professores da Área de Dentística da FAO UFMG, também pelo apoio e conhecimentos compartilhados nesses anos;

A todos os amigos da FAO UFMG e da FOP UNICAMP que acompanham minha jornada, me amparam e apoiam em todos os momentos;

A minha família pelo amor, apoio incondicional durante toda a minha vida e formação acadêmica;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A forma de aplicação do sistema adesivo pode interferir na resistência de união imediata e a longo prazo dos diferentes sistemas adesivos. Portanto, o objetivo deste estudo foi de revisar sistematicamente a literatura identificando trabalhos *in vitro* que avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos, independente da sua classificação, aplicados de forma ativa comparado a aplicação de forma passiva, tanto para esmalte quanto para dentina. A busca foi realizada nas plataformas Pubmed/Medline, Embase, Scopus, Web of Science, Lilacs e literatura cinzenta, em abril de 2022. Estudos *in vitro* que avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos aplicados de forma ativa comparado com a forma passiva foram incluídos neste estudo. As meta-análises foram separadas por substrato (esmalte e dentina) e por modo de aplicação (modo convencional ou modo autocondicionante), utilizado um intervalo de confiança de 95%, um modelo de efeito randômico, e a heterogeneidade determinada pelo índice I_2 . O risco de viés foi acessado por uma versão modificada de “Joanna Briggs Institute”. Dos 3022 artigos encontrados, foram incluídos 22 artigos após a remoção das duplicatas, seleção por título e leitura completa dos artigos selecionados. A meta-análise da aplicação de adesivos universais em esmalte após condicionamento ácido (aplicado no modo convencional) demonstrou que a aplicação passiva favorece os resultados de resistência de união. Já para os adesivos convencionais ou universais aplicados no modo convencional, quando aplicados de forma ativa na dentina favorecem os resultados de resistência de união. Para os adesivos autocondicionantes ou universais aplicados no modo autocondicionante, a aplicação ativa, tanto em esmalte quanto em dentina, favorece os resultados de resistência de união. Poucos estudos avaliaram a longevidade, mas os que avaliaram também observaram respostas favoráveis à aplicação ativa do adesivo. Apenas um adesivo universal autopolimerizável apresentou resultados expressivamente divergente. Uma substancial ($I_2 = 65\%$) e considerável ($I_2 = 87\%$) heterogeneidade foram obtidas nas meta-análises dos adesivos aplicados no modo autocondicionante, respectivamente, em esmalte e em dentina. A aplicação ativa dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis no modo convencional favorece a resistência de união à dentina, e no modo autocondicionante favorece a resistência de união ao esmalte não condicionado e à dentina.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Revisão sistemática. Esmalte dentário. Restauração dentária permanente.

ABSTRACT

Effect of active application of dental adhesives on dentin and enamel bond strength: a systematic review and meta-analysis of *in vitro* studies

The way the adhesive system is applied can interfere with the immediate and long-term bond strength of different dental adhesives. Therefore, the aim of this study was to systematically review the literature, identifying *in vitro* studies that evaluated the bond strength of adhesives, regardless of their classification, applied actively compared to the passive application, in enamel and dentin. The search was done in Pubmed/Medline, Embase, Scopus, Web of Science, Lilacs, and Gray platforms in April 2022. *In vitro* studies that evaluated the bond strength of adhesive systems applied actively compared to the passive form were included in this study. Meta-analyses were separated by substrate (enamel and dentin) and application mode (conventional or self-etching), using a 95% confidence interval, a random effect model, and heterogeneity determined by the I_2 index. The risk of bias was assessed by a modified version of the “Joanna Briggs Institute”. From the 3022 articles found, 22 articles were included after removing the duplicates, selecting by title, and fully reading the selected articles. Meta-analysis of the application of universal adhesives to enamel after acid etching (applied in the etch-and-rinse mode) demonstrated that passive application favors bond strength results. For conventional or universal adhesives applied in etch-and-rinse mode, when actively applied to dentin, they favor bond strength results. For self-etching or universal adhesives applied in self-etching mode, active application, both on enamel and dentin, favors bond strength results. Few studies have evaluated longevity, but those that have evaluated have also observed favorable responses to active application of the adhesives. Only one self-curing universal adhesive showed significantly divergent results. Substantial ($I_2 = 65\%$) and considerable ($I_2 = 87\%$) heterogeneity were obtained for the meta-analyses of adhesives applied in the self-etching mode, respectively, to enamel and dentin. The active application of light-curing adhesive systems in etch-and-rinse mode favors bond strength to dentin, and in self-etching mode it favors bond strength to unconditioned enamel and dentin.

Keywords: Dentin-bonding agents. Systematic review. Dental enamel. Dental restoration, permanent.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Bis-GMA	Bisphenol A-glycidyl Methacrylate
BPDM	Bisfenol Dimetacrilato
BHT	Hidroxitolueno Butilado
HEMA	2-Hidroxietil Metacrilato
PEM-F	Fluorometacriloxi Ciclofosfazen
CQ	Canforquinona
UDMA	Uretano Dimetacrilato
TEGDMA	Trietileno Glicol Dimetacrilato
10-MDP	10-Metacriloiloxidecil di-Hidrogênio Fosfato
4-MET	4-Metacriloxietil Trimetacrilato
4-META	4-Metacriloxietil Anidrido Trimetacrilato
MDPB	12- Metacriloxi Dodecil Piridínio Brometo
NaF	Fluoreto de Sódio
GPDM	Glicerofosfato Dimetacrilato
MAC-10	Ácido Malónico 10-Metacril Óxido Cametileno
MCAP	Polímero de Ácido Carboxílico Metacrilado
D3MA	Dimetacrilato de 1,10-Decanodiol
HEDMA	Dimetacrilato de 1,6-Exanodiol
MDTP	10-Metacriloiloxidecil di-Hidrogênio Tiofosfato
MTU-6	Monômero de Tiouracil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivos gerais.....	10
2.2	Objetivos específicos.....	10
3	METODOLOGIA	11
3.1	Protocolo e registro.....	11
3.2	Fontes de informação e estratégias de busca.....	11
3.3	Crterios de elegibilidade, seleção de estudos e extração de dados.....	13
3.4	Risco de viés.....	14
3.5	Meta-análise e síntese dos resultados.....	14
4	RESULTADOS	16
4.1	Seleção dos estudos.....	16
4.2	Características dos estudos.....	17
4.3	Risco de viés.....	21
4.4	Meta-análises e síntese dos resultados.....	22
5	DISCUSSÃO	30
6	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Desde a consolidação dos sistemas adesivos de quarta geração, que preconizam o uso do ácido fosfórico em esmalte e dentina, uso do *primer* e do *bond* (convencional de três passos) em frascos separados, a evolução dos sistemas adesivos tem sido direcionada para a redução da dependência da habilidade do operador e para o desenvolvimento de monômeros funcionais capazes de promover uma maior interação química aliado a uma menor desmineralização dentinária (CHEN *et al.*, 2015; MILIA *et al.*, 2012; VAN MEERBEEK *et al.*, 2011). Além disso, o desenvolvimento dos adesivos universais permitiu ainda a obtenção de adesivo de multi-modo, que pode ser utilizado na técnica convencional ou autocondicionante e dependendo da recomendação fabricante, pode ser ainda aplicada em dentina desmineralizada seca ou úmida, o que reduz a sensibilidade da técnica quando utilizado ácido fosfórico (CHEN *et al.*, 2015; KUMAGAI *et al.*, 2020; SEBOLD *et al.*, 2021).

Apesar do constante desenvolvimento dos sistemas adesivos, a resistência de união imediata e a longo prazo pode ser afetada por diversos fatores que incluem ou não a habilidade do operador. Quando utilizado os adesivos convencionais, a secagem da dentina condicionada promove o colapso das fibrilas colágenas e impede a completa difusão do adesivo e a formação da camada híbrida. Ao mesmo tempo, a manutenção da umidade da dentina aumenta a complexidade da adesão e permite a incorporação de água na interface durante a polimerização, o que prejudica a hibridização e deixa a camada híbrida susceptível a degradação hidrolítica (BOUSHELL; SWIFT JR, 2013; LOPES *et al.*, 2016; MANSO *et al.*, 2008). Adicionalmente, a difusão limitada dos monômeros pode criar porosidades embaixo e dentro da camada híbrida, deixando região expostas de fibrilas colágenas (BRESCHI *et al.*, 2008; TAY *et al.*, 2002). Essas fibrilas colágenas se tornam susceptíveis a degradação por proteases endógenas, as metaloproteinases da matriz (MMPs) e as cisteínas catepsinas (BRESCHI *et al.*, 2018; SEBOLD *et al.*, 2022; TJADERHANE *et al.*, 2013).

Da mesma forma, fatores como a contaminação durante o procedimento restaurador com saliva ou sangue, a falha na volatilização do solvente ou a incorreta fotoativação do adesivo podem acarretar na diminuição da resistência de união dos adesivos e maior degradação hidrolítica, independente da sua classificação, e conseqüentemente no aumento de recorrências de substituição de restaurações ou a perda da retenção das restaurações resinosas (ANDRÉ *et al.*, 2018; BAIL *et al.*, 2012; CHAUDHARI *et al.*, 2021; FURUSE *et al.*, 2008; LOGUERCIO *et al.*, 2009; PRICE *et al.*, 2010; TAKAHASHI *et al.*, 2002; TANEJA *et al.*, 2017). Como forma de contornar esses fatores, tem-se pesquisado a utilização de inibidores de MMPs, como forma de prolongar a longevidade das restaurações, a remoção do ácido fosfórico em dentina e a adesão em dentina seca, além da indicação do uso de isolamento absoluto para evitar contaminação do campo operatório (KUMAGAI *et al.*, 2020) (MONTAGNER *et al.*, 2014). Ainda sobre os fatores operatórios, ensaios clínicos indicam que a aplicação ativa dos adesivos também favorece a retenção das restaurações e a diminuição da pigmentação marginal (LOGUERCIO *et al.*, 2011a; ZANDER-GRANDE *et al.*, 2011).

Como cada sistema adesivo requer uma aplicação adequada, o fabricante fornece as instruções de uso para cada adesivo que é comercializado. Nessas instruções constam a necessidade ou não de aplicação do ácido fosfórico, a necessidade de mistura de uma gota de cada frasco ou aplicação separada, tempo de aplicação e tempo de fotoativação. No entanto, nem sempre é claro quando e qual componente do sistema adesivo deve ser ou não aplicado de forma ativa e a literatura ainda não é clara em reportar se esse efeito da aplicação ativa é favorável a todos os adesivos, independente de sua classificação. Portanto, uma revisão sistemática com meta-análise é fundamental para responder à pergunta: A aplicação ativa de sistemas adesivos em esmalte e dentina favorece a resistência de união? A hipótese testada é que não há diferença entre aplicação ativa e passiva, independente do tipo de adesivo e substrato avaliado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Comparar a resistência de união à dentina e ao esmalte de adesivos odontológicos aplicados de forma ativa ou passiva.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar se a aplicação ativa dos adesivos convencionais ou universais aplicados no modo convencional favorece a resistência de união ao esmalte;
- b) Avaliar se a aplicação ativa dos adesivos convencionais ou universais aplicados no modo convencional favorece a resistência de união à dentina;
- c) Avaliar se a aplicação ativa dos adesivos autocondicionantes ou universais aplicados no modo autocondicionante favorece a resistência de união ao esmalte;
- d) Avaliar se a aplicação ativa dos adesivos autocondicionantes ou universais aplicados no modo autocondicionante favorece a resistência de união à dentina;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Protocolo e registro

Essa revisão sistemática seguiu o guia da “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis” (PRISMA), e por ser de estudos *in vitro*, foi registrada na plataforma “Open Science Framework” (doi: 10.17605/OSF.IO/RJMA4).

3.2 Fontes de informação e estratégias de busca

A questão PICOS (participantes-intervenção-comparação-desfecho-desenho do estudo) foi determinada da seguinte forma:

- (P) Dentes com aplicação de um sistema adesivo
- (I) Aplicação ativa
- (C) Aplicação passiva
- (O) Resistência de união
- (S) Estudos *in vitro*

Os termos MeSH foram definidos usando a base de dados Medline enquanto os termos sinônimos e termos livres foram adicionados de acordo com a questão PICOS, utilizando artigos sentinelas e o conhecimento na área. Todos os adesivos dentais (autocondicionantes, convencionais e universais) foram considerados neste estudo. Os resultados de microtração, microcisalhamento e cisalhamento foram considerados para obtenção dos dados de resistência de união. A Tabela 1 demonstra a estratégia de busca utilizada para cada base de dados utilizada (Pubmed/Medline, Embase, Scopus, Web of Science e Lilacs). Além destas, foi realizada uma busca manual na literatura cinzenta (Open Gray e Google Scholar), porém nenhum documento adicional foi encontrado. Não foi realizada nenhuma restrição quanto a data de publicação e nenhum filtro foi aplicado, no entanto, registros em outras línguas exceto português, espanhol ou inglês, foram removidos.

Tabela 1. Estratégia de busca utilizados neste estudo.

Pubmed/Medline		
#1	#2	#3
("dental enamel" [MH] OR "dentin" [MH] OR "dental enamel" OR "enamel" OR "dentin" OR "tooth tissue" OR "dental tissue" OR "dental hard tissue" OR "tooth" OR "teeth")	("dentin-bonding agents" [MH] OR "dentin-bonding agents" OR "bond*" OR "dental adhesive" OR "adhesive*" OR "dentin bonding" OR "universal adhesive*" OR "etch-and-rinse" OR "self-etch" OR "resin bonding" OR "adhesion" OR "adhesive systems" OR "bonding agent*" OR "bonding system*" OR "dentin system*")	("application mode" OR "application method*" OR "active" OR "actively" OR "active application" OR "passive application" OR "rub*" OR "scrub*")
#1 AND #2 AND #3		
Embase		
#1	#2	#3
'enamel'/exp OR 'enamel' OR 'dentin'/exp OR 'dentin' OR 'tooth tissue'/exp OR 'tooth tissue' OR 'dental tissue' OR 'dental hard tissue' OR 'tooth' OR 'teeth'	'dentin bonding agent'/exp OR 'dentin bonding agent' OR 'bond' OR 'dental adhesive'/exp OR 'dental adhesive' OR 'adhesive'/exp OR 'adhesive' OR 'dentin bonding' OR 'universal adhesive' OR 'etch-and-rinse' OR 'self-etch' OR 'resin bonding' OR 'adhesion'/exp OR 'adhesion'	'application mode' OR 'application method*' OR 'active' OR 'actively' OR 'active application' OR 'passive application' OR 'rub*' OR 'scrub*'
#1 AND #2 AND #3		
SCOPUS		
#1	#2	#3
TITLE-ABS-KEY ("dental enamel" [MH] OR "dentin" [MH] OR "dental enamel" OR "enamel" OR "dentin" OR "tooth tissue" OR "dental tissue" OR "dental hard tissue" OR "tooth" OR "teeth")	TITLE-ABS-KEY ("dentin-bonding agents" [MH] OR "dentin-bonding agents" OR "bond*" OR "dental adhesive" OR "adhesive*" OR "dentin bonding" OR "universal adhesive*" OR "etch-and-rinse" OR "self-etch" OR "resin bonding" OR "adhesion" OR "adhesive systems" OR "bonding agent*" OR "bonding system*" OR "dentin system*")	TITLE-ABS-KEY ("application mode" OR "application method*" OR "active" OR "actively" OR "active application" OR "passive application" OR "rub*" OR "scrub*")
#1 AND #2 AND #3		
Web of Science		
#1	#2	#3
ALL= ("dental enamel" [MH] OR "dentin" [MH] OR "dental enamel" OR "enamel" OR "dentin" OR "tooth tissue" OR "dental tissue" OR "dental hard tissue" OR "tooth" OR "teeth")	ALL= ("dentin-bonding agents" [MH] OR "dentin-bonding agents" OR "bond*" OR "dental adhesive" OR "adhesive*" OR "dentin bonding" OR "universal adhesive*" OR "etch-and-rinse" OR "self-etch" OR "resin bonding" OR "adhesion" OR "adhesive systems" OR "bonding agent*" OR "bonding system*" OR "dentin system*")	ALL= ("application mode" OR "application method*" OR "active" OR "actively" OR "active application" OR "passive application" OR "rub*" OR "scrub*")
#1 AND #2 AND #3		
LILACS		
#1	#2	#3
(MH: "dental enamel" OR MH: "dentin" OR "dental enamel" OR "enamel" OR "dentin" OR "tooth tissue" OR "dental tissue" OR "dental hard tissue" OR "tooth" OR "teeth")	(MH: "dentin-bonding agents" OR "dentin-bonding agents" OR "bond*" OR "dental adhesive" OR "adhesive*" OR "dentin bonding" OR "universal adhesive*" OR "etch-and-rinse" OR "self-etch" OR "resin bonding" OR "adhesion" OR "adhesive systems" OR "bonding agent*" OR "bonding system*" OR "dentin system*")	("application mode" OR "application method*" OR "active" OR "actively" OR "active application" OR "passive application" OR "rub*" OR "scrub*")
#1 AND #2 AND #3		

3.3 Critérios de elegibilidade, seleção de estudos e extração de dados

Estudos *in vitro* que avaliem o efeito da aplicação ativa ou passiva de adesivos dentais na resistência de união à dentina ou esmalte foram incluídos nesta revisão sistemática. Os critérios de inclusão determinados foram: dentes humanos ou bovinos, análise em dentina ou esmalte, adesivos dentais (independente da sua classificação), presença de um grupo controle do mesmo adesivo com aplicação passiva, avaliação da resistência de união por microtração, microcisalhamento ou cisalhamento. Já os critérios de exclusão definidos foram: avaliação em dentina radicular, dentina seca ou reidratada após o condicionamento com ácido fosfórico, substrato dentinário alterado por irradiação ou afetado por cárie, aplicação prévia de alguma substância com ação diversa (como ação antibacteriana, de inibição da metaloproteinases ou desinfecção), aplicação ativa utilizando equipamentos como ultrassom ou corrente elétrica, ausência do grupo controle, armazenamento prévio dos dentes ou para longevidade em uma solução que não seja água, saliva artificial, timol, cloramina T, ou congelado (soluções não recomendadas: álcool, glutaraldeído ou alguma substância fixadora).

Após as buscas, as referências foram transferidas para o software Endnote X9 (Clarivate Analytics) e as duplicatas foram removidas. A leitura por título e resumo foi realizada por dois pesquisadores independentes (C.B.A e G.L.M.C.), de forma cega. Quando houve alguma discordância, um terceiro avaliador (P.M.M.) foi consultado. Os mesmos pesquisadores realizaram a leitura completa dos artigos selecionados de modo a identificar se estes contemplavam os critérios de inclusão determinados. Apenas aqueles artigos que preenchiam os critérios de inclusão foram selecionados para este estudo. A extração de dados também foi realizada por dois pesquisadores (C.B.A. e T.Y.U.S.) e além dos dados de microtração, foram anotadas as características da publicação (autor, ano e revista) e do estudo (tipo de dente, tipo de substrato, número de amostras, tipo de teste, grupos avaliados, tempo de avaliação, classificação dos adesivos utilizados e marcas comerciais). Quando necessário, o programa WebPlotDigitizer 4.5 (Ankit Rohatgi) foi utilizado para extração de dados de um gráfico.

3.4 Risco de viés

Dois pesquisadores independentes (C.B.A. e T.Y.U.S.) avaliaram o risco de viés de cada artigo selecionado de acordo com o seu nível de evidência, como proposto por uma versão modificada e previamente publicada do “Joanna Briggs Institute - critical appraisal checklist for quasi-experimental studies” (DOS REIS-PRADO *et al.*, 2021; REIS-PRADO *et al.*, 2021). Para caracterizar os estudos os seguintes itens foram avaliados: clareza no objetivo do trabalho, justificativa para o número de amostra utilizado, randomização das amostras, comparação do grupo controle com os experimentais, tratamento inicial similar entre os grupos (exceto a intervenção), descrição clara das metodologias aplicadas, padronização da coleta de dados entre os grupos, análise dos resultados de forma confiável e correta análise estatística dos dados. Cada item recebeu uma dessas pontuações: 0 (zero), quando não foi reportado ou foi reportado de forma inadequada; 1 (um), quando foi reportado e de forma adequada. Dúvidas e discrepâncias foram resolvidas em discussão pelos dois pesquisadores responsáveis. Como 9 itens foram utilizados para o risco de viés, aqueles trabalhos que apresentaram apenas de 1 a 3 itens com score 1 foram considerados de alto risco de viés, aqueles que apresentaram de 4 a 6 itens com score 1 foram considerados de médio risco de viés e aqueles que apresentaram de 7 a 9 itens com score 1 foram considerados de baixo risco de viés. A síntese dos resultados para cada item e documento foi realizado usando o software Revman 5.3 (Review Manager – The Cochrane Collaboration).

3.5 Meta-análise e síntese dos resultados

As meta-análises foram realizadas usando o software Revman 5.3. Para isso, foram utilizadas as médias, os desvios-padrões (em Mpa) e o número amostral (em dente) de cada adesivo utilizado nos artigos selecionados. Não foram realizadas subdivisões por tipo de teste (tração ou cisalhamento) ou tipo de dente (humano ou bovino), e quando possível, também foram utilizados os dados de longevidade. Para a meta-análise, foi utilizado um intervalo de confiança de 95%, um modelo de efeito randômico, e a heterogeneidade foi determinada pelo índice I_2 . Por ser uma análise

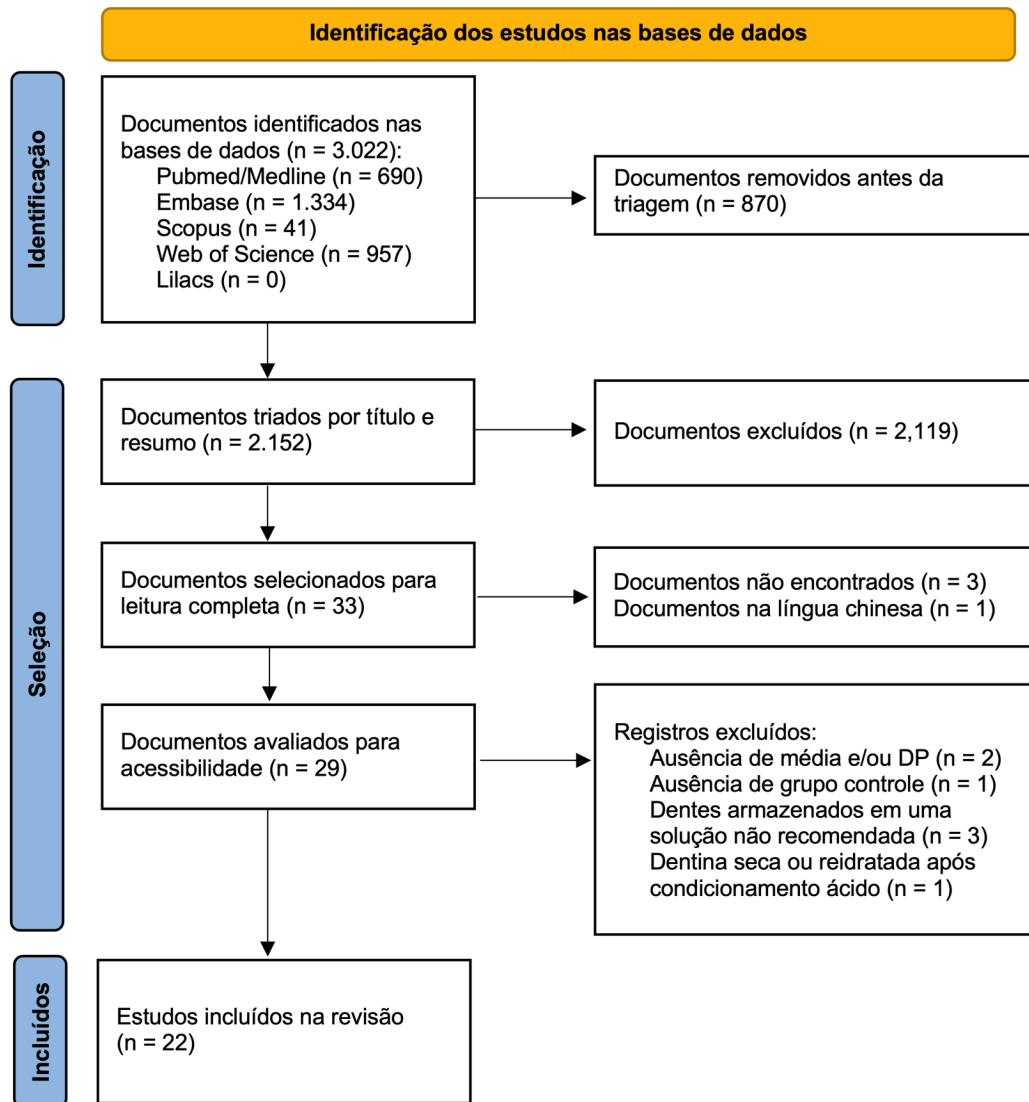
de dados de estudos *in vitro*, a certeza da evidência utilizando o GRADE não foi realizada. Além disso, foi identificada a indicação recente da aplicação de cada adesivo utilizado nos trabalhos selecionados.

4 RESULTADOS

4.1 Seleção dos estudos

A estratégia de busca foi realizada em abril de 2022. Inicialmente foram obtidos 3.022 títulos, e após a remoção das duplicatas identificadas pelo software foram mantidos 2.152 documentos. Após a leitura dos títulos e resumos apenas 33 artigos foram selecionados. Destes, quatro títulos não possuíam o documento completo disponível online e foram excluídos. Depois da leitura completa e cuidadosa, outros sete artigos foram excluídos devidos a ausência dos valores de resistência de união de cada grupo separando os fatores, ausência dos valores de desvio padrão, ausência do grupo controle com aplicação passiva do adesivo, utilização de dentes extraídos armazenados em solução alcoólica ou formalina antes da sua utilização, e realização da adesão com adesivos convencionais em dentina seca ou reidratada após condicionamento com ácido fosfórico. Como nenhum outro documento foi identificado na literatura cinzenta o total de artigo selecionados para extração de dados foi de 22 artigos (FIGURA 1) (ARAÚJO *et al.*, 2017; DAL-BIANCO *et al.*, 2006; HARDAN *et al.*, 2022; KHAROUF *et al.*, 2019; MIYAZAKI *et al.*, 1996; TORRES *et al.*, 2009; VINAGRE *et al.*, 2015).

Figura 1. Diagrama das buscas e seleção dos estudos.



Fonte: autoria própria.

4.2 Características dos estudos

Na Tabela 2 está a descrição detalhada de cada artigo selecionado. De modo geral apenas um artigo avaliou o uso de adesivos convencionais, 14 artigos avaliaram adesivos autocondicionantes e 9 artigos avaliaram adesivos universais. Dos 22 trabalhos selecionados, 7 usaram dentes bovinos e 13 utilizaram a microtração como metodologia para avaliar a resistência de união.

Tabela 2. Características dos artigos selecionados.

Referência	Substrato e número de dentes incluídos por grupo (n)	Nome comercial (fabricante)	Classificação	Método de aplicação	Teste utilizado (tempo avaliado)
Imai et al, 2017 (IMAI <i>et al.</i> , 2017)	Esmalte bovino (n = 10)	I. Scotchbond Universal (3M) II. All-Bond Universal (BISCO) III. Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) IV. G-Premio Bond (GC Corp)	Universal	Convencional: aplicação de ácido fosfórico a 35% por 15s e secagem com ar. Autocondicionante: sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: aplicado esfregando pelo tempo recomendado pelo fabricante Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Cisalhamento (imediate)
Carvalho et al, 2015 (CARVALHO <i>et al.</i> , 2015)	Dentina bovina (n = 5)	I. One Step (BISCO) II. One Step Plus (BISCO)	Convencional de 2 passos	Aplicação de ácido fosfórico a 37% por 15s e remoção do excesso de umidade. Ativo: com vigorosa agitação Passivo: Sem agitação	Microcisalhamento (imediate)
Atalay & Meral, 2021 (ATALAY; MERAL, 2021)	Dentina bovina (n = 12)	I. Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray Noritake)	Universal	Convencional: aplicação de ácido fosfórico a 37% e leve secagem. Autocondicionante: sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: o adesivo foi esfregado por 10s, solvente foi volatilizado até parar de mover. Passivo: o adesivo não foi esfregado nem deixado agir pelo mesmo tempo, mas o solvente foi volatilizado até parar de mover.	Microcisalhamento (imediate)
Moritake et al, 2019 (MORITAKE <i>et al.</i> , 2019)	Dentina humana (n = 10)	I. All Bond Universal (BISCO) II. Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) III. ScotchBond Universal (3M)	Universal	Convencional: aplicação de ácido fosfórico a 35% e secagem. I e II: dentina úmida e III: seco* Autocondicionante: sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: aplicado esfregando pelo tempo recomendado. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microcisalhamento (imediate, 5.000, 10.000, 30.000 e 50.000 termociclos)

Ando et al, 2008 (ANDO <i>et al.</i> , 2008)	Esmalte bovino (n = 10)	I. Clearfil Tri-S Bond (Kuraray Noritake) II. G-Bond (GC Corp)	Autocondicionante de 1 passo	Sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: aplicado com agitação leve Passivo: sem agitação	Cisalhamento (imediate)
Canappele et al, 2012 (CANEPPELE <i>et al.</i> , 2012)	Esmalte bovino (n = 15)	I. Futura Bond (Voco) II. Clearfil S3 Bond (Kuraray Noritake) III. Optibond All in One (Kerr Corp)	Autocondicionante de 1 passo	Sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: aplicado esfregando por 20s. Passivo: deixado agir na superfície por 20s.	Microtração (imediate)
Loguercio et al, 2015 (LOGUERCIO <i>et al.</i> , 2015)	Esmalte humano (n = 8)	I. Adhese Universal (Ivoclar Vivadent) II. All Bond Universal (BISCO) III. Clearfil Universal (Kuraray Noritake) IV. Futurabond U (Voco) V. G-Bond Plus (GC Corp) VI. Prime&Bond Elect (Dentsply Sirona) VII. ScotchBond Universal (3M)	Universal	Sem aplicação de ácido fosfórico. Ativo: aplicado esfregando pelo tempo recomendado de cada fabricante Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microcisalhamento (imediate)
Amaral et al, 2009 (AMARAL <i>et al.</i> , 2010)	Dentina humana (n = 5)	I. Clearfil S3 Bond (Kuraray Noritake) II. Xeno III (Dentsply Sirona) III. Adper Prompt L-Pop (3M)	Autocondicionante de 1 passo	Ativo: aplicado agitando em toda a superfície por 15-20s. Passivo: espalhado na superfície por 3-5s e deixado agir por 15-20s.	Microtração (imediate)
Botta et al, 2009 (BOTTA <i>et al.</i> , 2009)	Dentina humana (n = 8)	I. Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake)	Autocondicionante de 2 passos	Ativo: aplicado o primer esfregando por 20s. Passivo: aplicado o primer e deixado agir 20s.	Microtração (imediate)
do Amaral et al, 2009 (DO AMARAL <i>et al.</i> , 2009)	Dentina humana (n = 5)	I. Clearfil S3 Bond (Kuraray Noritake) II. Xeno III (Dentsply Sirona) III. Adper Prompt L-Pop (3M)	Autocondicionante de 1 passo	Ativo: aplicado agitando em toda a superfície por 15-20s. Passivo: espalhado na superfície por 3-5s e deixado agir por 15-20s.	Microtração (imediate e 6 meses)
Gokce et al, 2008 (GOKCE <i>et al.</i> , 2008)	Dentina humana (n = 10)	I. Clearfil Protect Bond (Kuraray Noritake)	Autocondicionante de 2 passos	Ativo: aplicado ativamente várias vezes por 20s. Passivo: aplicado e deixado agir por 20s.	Cisalhamento (imediate)
Loguercio et al, 2011 (LOGUERCIO <i>et al.</i> , 2011b)	Dentina humana (n = 7)	I. Clearfil S3 Bond (Kuraray Noritake)	Autocondicionante de 1 passo	Ativo: aplicado agitando em toda a superfície por 15-20s. Passivo: espalhado na superfície por 3-5s e	Microtração (imediate e 3 anos)

		II. Xeno III (Dentsply Sirona) III. Adper Prompt L-Pop (3M)		deixado agir por 15-20s.	
Manhães et al, 2005 (MANHÃES <i>et al.</i> , 2005)	Dentina humana (n = 2)	I. Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake)	Autocondicionante de 2 passos	Ativo: aplicado o primer esfregando por 20s. Passivo: aplicado o primer e deixado agir 20s.	Microtração (imediate)
Pleffken et al, 2011 (PLEFFKEN <i>et al.</i> , 2011)	Dentina bovina (n = 15)	I. One Up Bond F Plus (Tokuyama Dental Corp) II. Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake) III. Xeno III (Dentsply Sirona) IV. Futurabond NR (Voco)	Autocondicionante de 1 (I, III e IV) e 2 (II) passos	Ativo: aplicado ativamente pelo tempo recomendado. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Cisalhamento (imediate)
Prasansuttiporn et al, 2012 (PRASANSUTTIPORN <i>et al.</i> , 2012)	Dentina humana (n = 3)	I. Clearfil Protect Bond (Kuraray Noritake) II. Clearfil S3 Bond (Kuraray Noritake) III. Bond Force (Tokuyama Dental Corp)	Autocondicionante de 1 (II e III) e 2 (I) passos	Ativo: aplicado esfregando pelo tempo recomendado. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate)
Saikaew et al, 2021 (SAIKAEW <i>et al.</i> , 2021)	Dentina humana (n = 6)	I. Clearfil SE Bond (Kuraray Noritake) II. ScotchBond Universal (3M) III. G-Premio Bond (GC Corp)	Autocondicionante de 2 passos (I) e Universal (II e III)	Ativo: aplicado esfregando por 5 a 10s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate)
Thanatvarakorn et al, 2016 (PRASANSUTTIPORN <i>et al.</i> , 2012)	Dentina humana (n = 5)	I. Clearfil SE One (Kuraray Noritake) II. ScotchBond Universal (3M)	Autocondicionante de 1 passo (I) e Universal (II)	Ativo: aplicado esfregando por 10 ou 20s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate)
Torres et al, 2011 (TORRES <i>et al.</i> , 2011)	Dentina bovina (n = 15)	I. Futurabond M (Voco) II. Clearfil S3 (Kuraray Noritake) III. Optibond All in One (Kerr Corp)	Autocondicionante de 1 passo	Ativo: aplicado esfregando por 20s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate)
Zaki et al, 2016 (ZAKI <i>et al.</i> , 2016)	Dentina humana (n = 3)	I. Adper Easy-One (3M)	Autocondicionante de 1 passo	Ativo: aplicado esfregando por 10-15s ou 15-20s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microcisalhamento (imediate e 3 meses)
Irmak et al, 2018 (IRMAK <i>et al.</i> , 2018)	Dentina humana (n = 6)	I. Single Bond Universal (3M) II. Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake)	Universal	Ativo: aplicado ativamente por 20s com 40gf e 80gf. Passivo: aplicado por 2s e deixado agir por 18s.	Microtração (imediate e 10.000 termociclos)

Jang et al, 2018 (JANG <i>et al.</i> , 2018)	Dentina humana (n = 10)	I. G-Premio Bond (GC Corp)	Universal	Ativo: aplicado ativamente por 10s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate e envelhecido em hipoclorito de sódio)
Serin-Kalay et al, 2016 (SERIN-KALAY; ZAIM, 2022)	Dentina humana (n = 3)	I. Clearfil Universal Bond Quick (Kuraray Noritake) II. G-Premio Bond (GC Corp) III. Tokuyama Universal Bond (Tokuyama Dental Corp)	Universal	Ativo: aplicado esfregando por 10s. Passivo: deixado agir na superfície pelo mesmo tempo.	Microtração (imediate)

*Informação confirmada pelo autor correspondente.
Fonte: autoria própria.

4.3 Risco de viés

A Figura 2 apresenta os resultados de risco de viés para cada estudo avaliado, sendo que aqueles itens que receberam uma pontuação igual a 0 está representada em vermelho (alto risco de viés), enquanto os itens que receberam uma pontuação igual a 1 está representado em verde (baixo risco de viés). As principais falhas observadas se referem a falta do cálculo amostral e a randomização dos espécimes entre os grupos. Um estudo utilizou o valor de cada palito no cálculo da resistência de união, ao invés de utilizar a média por dente, o que interfere nas análises dos resultados e na estatística, devido ao baixo número de repetições (MANHÃES *et al.*, 2005). A maioria dos trabalhos receberam uma classificação de baixo risco de viés, exceto um estudo que recebeu uma classificação de médio risco de viés (MANHÃES *et al.*, 2005).

Figura 2. Risco de viés para cada estudo selecionado.

	Was the aim of the study clearly stated?	Was the sample size justified?	Was the assignment to treatments group truly random?	Were control and treatment groups comparable at entry?	Were groups treated identically other than for the named interventions?	Was the methodology clearly described?	Were outcomes measured in the same way for all groups?	Were outcomes measured in a reliable way?	Was appropriate statistical analysis used?
Amaral et al, 2010	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ando et al, 2008	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Atalay & Meral, 2021	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Botta et al, 2009	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canappele et al, 2012	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Carvalho et al, 2015	+	+	+	+	+	+	+	+	+
do Amaral et al, 2009	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gokce et al, 2008	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Imai et al, 2017	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Irmak et al, 2018	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jang et al, 2018	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Loguercio et al, 2011	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Loguercio et al, 2015	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Manhães et al, 2005	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Moritake et al, 2019	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pleffken et al, 2011	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Prasansuttiporn et al, 2012	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saikaew et al, 2021	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Serin-Kalay & Zaim, 2022	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Thanatvarakorn et al, 2016	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Torres et al, 2011	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zaki et al, 2016	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Legenda: Vermelho indica score 0 e verde indica score 1.

Fonte: autoria própria.

4.4 Meta-análises e síntese dos resultados

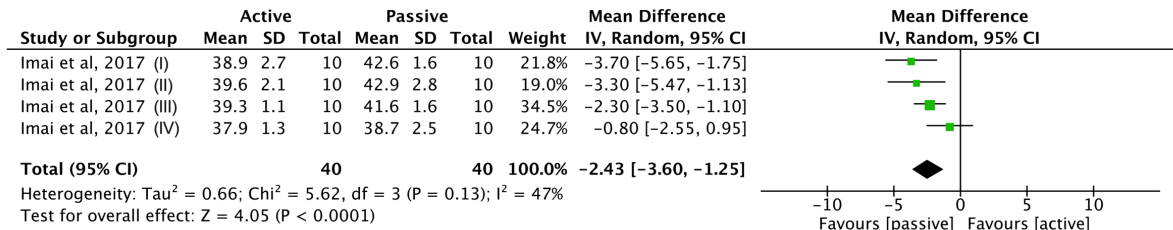
Os dados de resistência de união foram divididos em esmalte e dentina. Além disso, os resultados foram separados pelo modo de utilização do adesivo (modo

convencional ou modo autocondicionante) e subdivididos por sua classificação (convencional, autocondicionante e universal) e tempo de armazenamento. Em casos em que diferentes forças da aplicação ativa foi realizada, ambos os resultados foram incluídos, assim como diferentes umidades em dentina quando o condicionamento ácido não foi utilizado, ou diferença entre o preparo da dentina com lixa ou ponta diamantada. Para o trabalho que também avaliou a diferença entre uma ou duas camadas ativas ou passivas, apenas os resultados de uma camada foram utilizados (BOTTA *et al.*, 2009; CANEPPELE *et al.*, 2012; IRMAK *et al.*, 2018; PLEFFKEN *et al.*, 2011; TORRES *et al.*, 2011). Os resultados da dentina preparada com ponta diamantada fina, após contaminação com saliva, com aplicação de ácido fosfórico em dentina previamente ao uso de adesivos autocondicionantes, com aplicação de laser Er:YAG, com aplicação do ultrassom ou armazenamento em hipoclorito de sódio, foram desconsiderados (ATALAY; MERAL, 2021; BOTTA *et al.*, 2009; GOKCE *et al.*, 2008; MANHÃES *et al.*, 2005; SAIKAEW *et al.*, 2021). Com relação ao armazenamento foram utilizados os dados de 3 meses, 6 meses, 3 anos e apenas os valores após 50.000 mil ciclos, quando a termociclagem foi utilizada (DO AMARAL *et al.*, 2009; JANG *et al.*, 2018; LOGUERCIO *et al.*, 2011b; MORITAKE *et al.*, 2019; ZAKI *et al.*, 2016).

4.4.1 Adesivos aplicados no modo convencional

Para a aplicação dos adesivos em esmalte no modo convencional, apenas um trabalho avaliou a aplicação de um adesivo universal. Como este trabalho avaliou quatro adesivos diferentes foi realizado uma meta-análise. No entanto os resultados favorecem a aplicação passiva desses adesivos em esmalte após o condicionamento ácido ($p < 0,001$; FIGURA 3). A média da diferença total foi de -2,43 e uma baixa heterogeneidade ($I^2 = 47\%$).

Figura 3. Gráfico *forest plot* contendo os resultados de resistência de união de adesivos universais utilizados no modo convencional em esmalte.

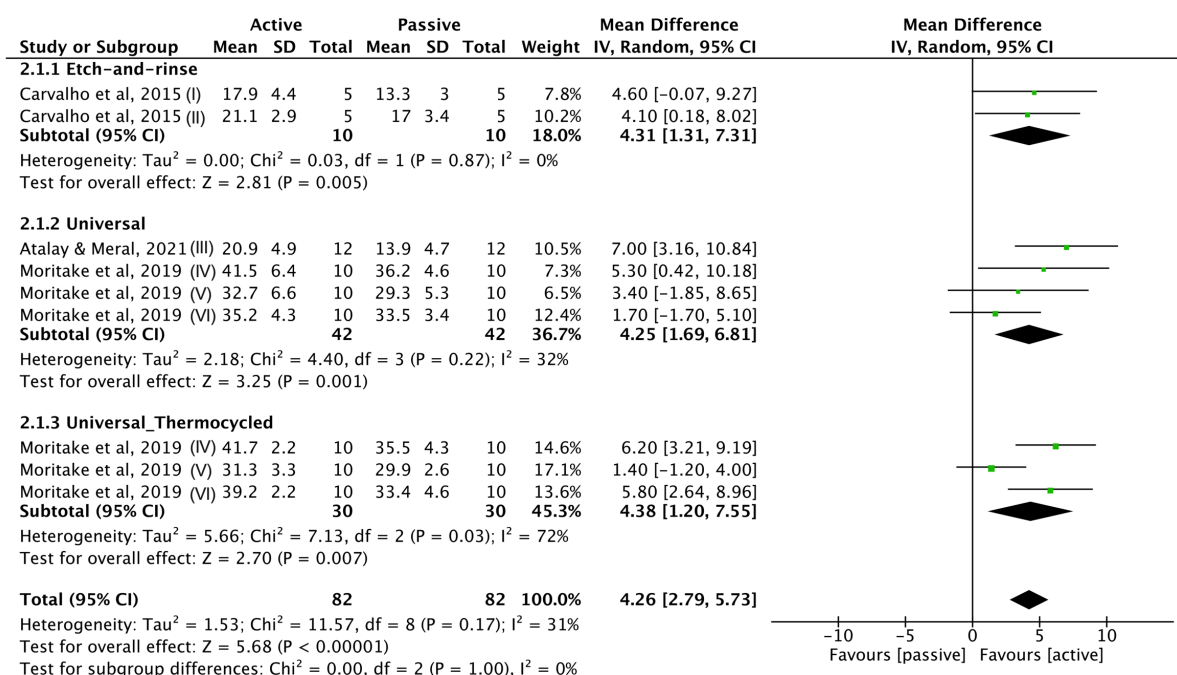


Legenda: (I) Scotchbond Universal; (II) All-Bond Universal; (III) Adhese Universal e (IV) G-Premio Bond.

Fonte: autoria própria.

Já em dentina, apenas um trabalho avaliou o uso de adesivos convencionais quanto a aplicação ativa ou passiva, e para ambos os adesivos testados nesse trabalho, a aplicação ativa favoreceu os resultados de resistência de união ($p = 0,005$; FIGURA 4 em 2.1.1). Para os adesivos universais, dois artigos foram incluídos e os resultados também favorecem a aplicação ativa ($p = 0,001$; FIGURA 4 em 2.1.2). Conjuntamente, após 50.000 termociclos, a aplicação ativa dos adesivos universais favoreceu os resultados de resistência de união ($p = 0,007$; FIGURA 4 em 2.1.3), avaliado apenas por um trabalho. Considerando esses três subgrupos, a aplicação ativa favoreceu os resultados de resistência de união para os adesivos convencionais em dentina ($p < 0,001$). A média da diferença total foi de 4,26 e uma baixa heterogeneidade ($I^2 = 31\%$).

Figura 4. Gráfico *forest plot* contendo os resultados de resistência de união de adesivos convencionais e universais utilizados no modo convencional em dentina.



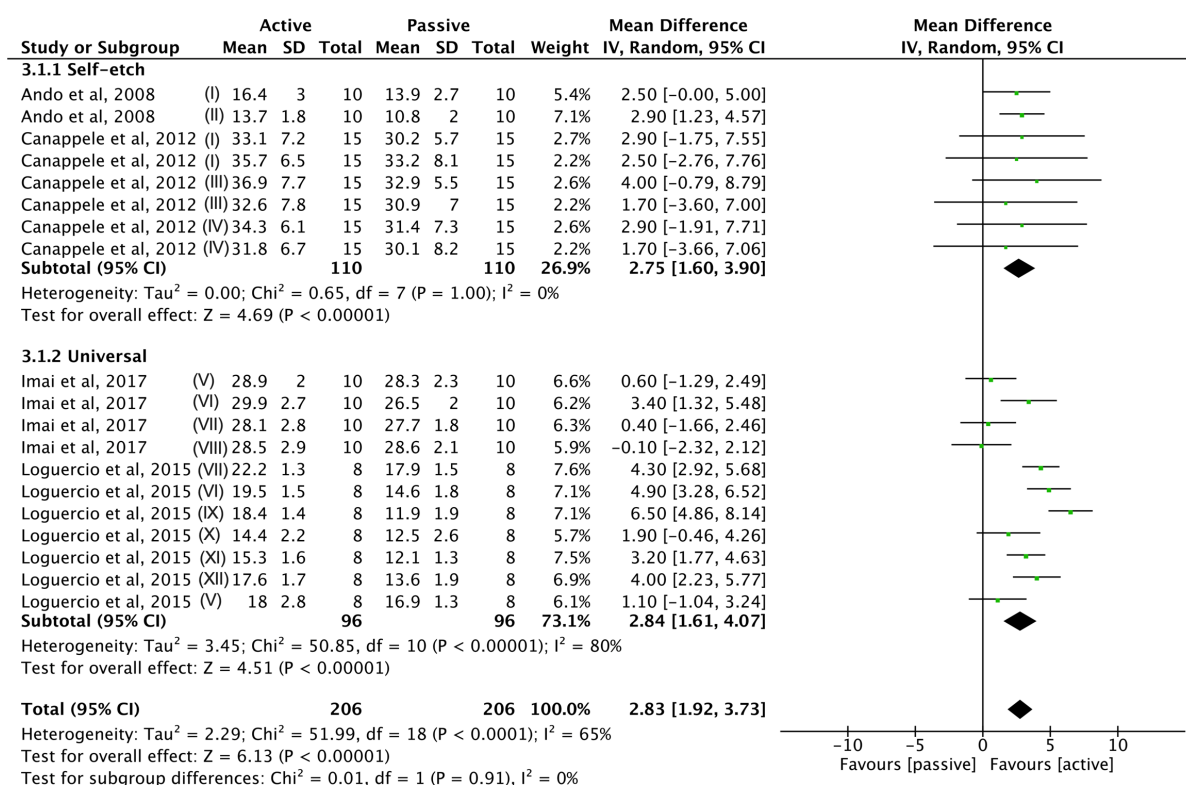
Legenda: (I) One-Step; (II) One-Step Plus; (III) Clearfil Universal Bond Quick; (IV) All Bond Universal; (V) Adhese Universal e (VI) Scotchbond Universal.

Fonte: autoria própria.

4.4.2 Adesivos aplicados no modo autocondicionante

Quando aplicado de forma ativa em esmalte, tanto os adesivos autocondicionantes quanto os adesivos universais no modo autocondicionante, favoreceram os resultados de resistência de união ($p < 0,001$; FIGURA 5 em 3.1.1 e 3.1.2). Com isso, o resultado geral (independente de subgrupos) indica que a aplicação ativa em esmalte é superior a aplicação passiva ($p < 0,001$; FIGURA 5). A média da diferença total foi de 2,83 e uma substancial heterogeneidade ($I^2 = 65\%$).

Figura 5. Gráfico *forest plot* contendo os resultados de resistência de união de adesivos autocondicionantes e universais utilizados no modo autocondicionante em esmalte.



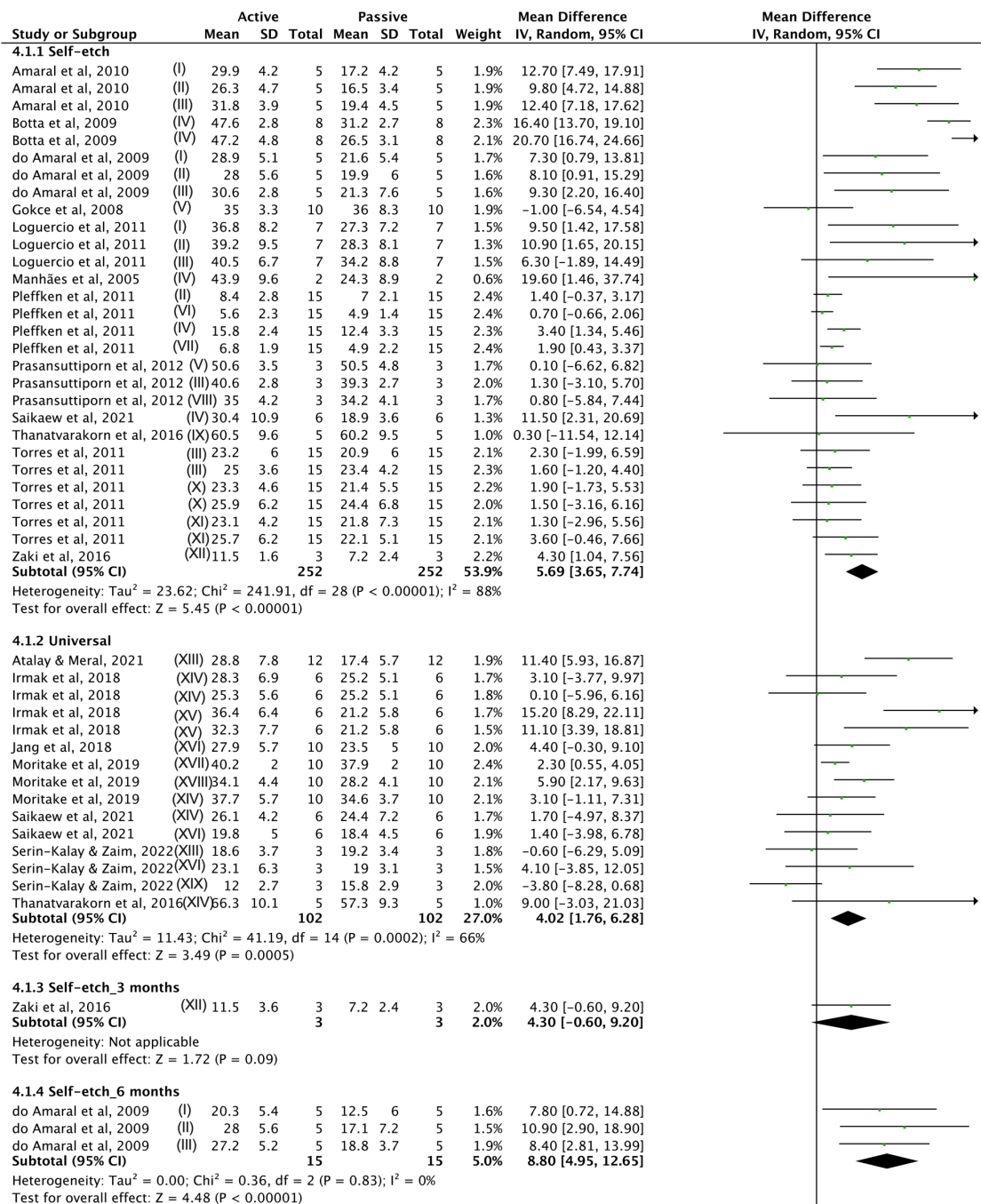
Legenda: (I) Clearfil S3 Bond; (II) G-Bond; (III) Optibond All-in-One; (IV) Futurabond; (V) Scotchbond Universal; (VI) All-Bond Universal; (VII) Adhese Universal; (VIII) G-Premio Bond; (IX) Clearfil Universal; (X) Futurabond U; (XI) G-Bond Plus e (XII) Prime&Bond Elect.

Fonte: autoria própria.

O mesmo resultado foi obtido quando aplicado ativamente em dentina, tanto para os adesivos autocondicionantes quanto para os adesivos universais no modo autocondicionante, que favorecem os resultados de resistência de união ($p < 0,001$; FIGURA 6 em 4.1.1 e 4.1.2). O resultado oposto mais expressivo (-3,80) refere-se à aplicação do adesivo Tokuyama Universal Bond (FIGURA 6 em 4.1.2), que foi avaliado apenas por um trabalho. Após os armazenamentos de 3 meses ($p = 0,09$), 6 meses ($p < 0,001$), 3 anos ($p < 0,001$) e 50.000 termociclos ($p = 0,006$), a aplicação ativa continuou favorecendo os resultados de resistência de união em dentina (FIGURA 6 em 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 e 4.1.6), sendo que destes resultados apenas a termociclagem se refere aos adesivos universais. Vale ressaltar que cada armazenamento só foi avaliado por um artigo. Independente dos subgrupos, a resistência de união é favorecida quando a aplicação ativa em dentina é realizada

quando utilizado adesivos autocondicionantes ou universais ($p < 0,001$; FIGURA 6). A média da diferença total foi de 2,83 e uma considerável heterogeneidade ($I^2 = 87\%$).

Figura 6. Gráfico *forest plot* contendo os resultados de resistência de união de adesivos autocondicionantes e universais utilizados no modo autocondicionante em dentina.



(continua)

4.1.5 Self-etch_3 years

Loguercio et al, 2011	(I)	21.2	4.5	7	12.3	4.3	7	2.0%	8.90 [4.29, 13.51]
Loguercio et al, 2011	(II)	22.3	6.3	7	13.1	5.1	7	1.8%	9.20 [3.20, 15.20]
Loguercio et al, 2011	(III)	25.1	6.3	7	21.1	4.2	7	1.9%	4.00 [-1.61, 9.61]
Subtotal (95% CI)				21			21	5.7%	7.50 [4.31, 10.69]

Heterogeneity: Tau² = 0.59; Chi² = 2.16, df = 2 (P = 0.34); I² = 7%
 Test for overall effect: Z = 4.61 (P < 0.00001)

4.1.6 Universal_Thermocycled

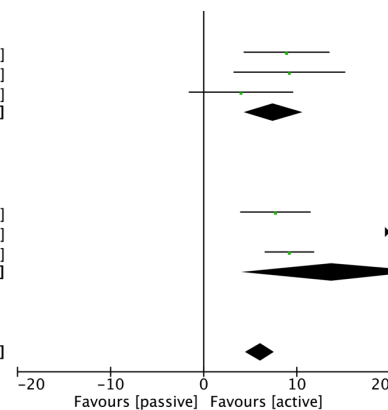
Moritake et al, 2019	(XVI)	39.8	5	10	32.1	3.5	10	2.1%	7.70 [3.92, 11.48]
Moritake et al, 2019	(XVII)	40	4	10	15.3	5	10	2.1%	24.70 [20.73, 28.67]
Moritake et al, 2019	(XIII)	43.8	1.8	10	34.6	3.9	10	2.3%	9.20 [6.54, 11.86]
Subtotal (95% CI)				30			30	6.5%	13.81 [4.04, 23.57]

Heterogeneity: Tau² = 71.25; Chi² = 48.38, df = 2 (P < 0.00001); I² = 96%
 Test for overall effect: Z = 2.77 (P = 0.006)

Total (95% CI) 423 423 100.0% 6.06 [4.50, 7.62]

Heterogeneity: Tau² = 25.97; Chi² = 419.72, df = 53 (P < 0.00001); I² = 87%
 Test for overall effect: Z = 7.61 (P < 0.00001)

Test for subgroup differences: Chi² = 8.76, df = 5 (P = 0.12), I² = 42.9%



Legenda: (I) Adper Prompt L-Pop; (II) Xeno III; (III) Clearfil S3 Bond; (IV) Clearfil SE Bond; (V) Clearfil Protect Bond; (VI) One Up Bond F Plus; (VII) Futurabond NR; (VIII) Bond Force; (IX) Clearfil SE One; (X) Optibond All-in-One; (XI) Futurabond; (XII) Adper Easy-One; (XIII) Clearfil Universal Bond Quick; (XIV) Scotchbond Universal; (XV) Clearfil Universal Bond; (XVI) G-Premio Bond; (XVII) All Bond Universal; (XVIII) Adhese Universal e (XIX) Tokuyama Universal Bond.

Fonte: autoria própria.

4.4.3 Indicação dos fabricantes e composição dos adesivos

A Tabela 3 apresenta a composição e a indicação de aplicação pelo respectivo fabricante de cada adesivo utilizado nos artigos selecionados. Com relação aos adesivos convencionais, há a indicação da aplicação ativa dos adesivos, no entanto é recomendado uma agitação leve. Sete adesivos autocondicionantes e quatro universais não recomendam a aplicação ativa nas instruções de uso.

Tabela 3. Nome comercial, composição e indicação do fabricante dos adesivos.

Nome comercial	Composição	Indica aplicação ativa?
Adesivos convencionais		
One Step	Bis-GMA, BPDM, HEMA, iniciador e acetona	Sim – agitar levemente
One Step Plus	Bis-GMA, BPDM, HEMA, partícula de vidro (8,5%) e acetona	Sim – agitar levemente
Adesivos autocondicionantes		
Adper Prompt L-Pop	Líquido 1(vermelho): fosforicésteres metacrilados, Bis-GMA, iniciadores à base de canforoquinona e estabilizantes Líquido 2 (amarelo): água, HEMA, ácido polialquenoico e estabilizantes	Sim
Xeno III	Líquido A (tampa verde): HEMA, água purificada, etanoluretano, resina de dimetacrilato, BHT, dióxido de silício altamente disperso Líquido B (tampa preta): resina de polimetacrilato modificada com ácido fosfórico, PEM-F, resina de metacrilato modificada, UDMA, CQ, etil-4 -dimetilaminobenzoato	Não
Bond Force	Fosfato de ácido metacrililoiloxialquil, TEGDMA, Bis-GMA, HEMA, partículas de vidro, álcool isopropílico, CQ, água	Sim
Clearfil SE Bond	Primer: 10-MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, dl-CQ, água	Não

Bond: 10-MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, dl-CQ, água		
Clearfil Tri-S Bond (ou Clearfil S3 Bond)	MDP, Bis-GMA, HEMA, estabilizador, partícula de carga, dimetacrilato hidrofóbico	Não
G-Bond	4-MET, UDMA, acetona, água, sílica coloidal silanizada, iniciador	Não
Adper Easy-One	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, etanol, água, um novo sistema fotoiniciador, ácidos poliitacônicos e um acrílico funcional metacrilato	Não
Clearfil Protect Bond	Primer: 10-MDP, MDPB, HEMA, dimetacrilato alifático hidrofílico, N,N-diet-anol-p-toluidina, CQ, água Bond: Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, 10-MDP, MDPB, toluidina, sílica silanizada, CQ, fluoreto de sódio	Não
Clearfil SE One	MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato alifático hidrofílico, metacrilato alifático hidrofóbico, etanol, iniciador, partícula de carga, aceleradores, água destilada, NaF, CQ	Não
Optibond All in One	GPDM, metacrilato 453080 Premise 446158 (SDS Kerr) monômero, água, etanol, acetona, iniciador, partícula de carga, hexafluorosilicato de sódio	Sim
One Up Bond F Plus	Agente A: MAC-10; fosfato de ácido metacriloxialquilo, Bis-GMA, TEGDMA, fotoiniciadores Agente B: HEMA, água, sílica em pó de vidro de alumínio; fotoiniciadores	Sim
Futurabond NR	Bis-GMA, metacrilatos de fosfato, HEMA, BHT, etanol, ácidos orgânicos e fluoretos.	Sim
Adesivos Universais		
Scotchbond Universal (ou Single Bond Universal)	10-MDP, HEMA, silano, resinas de dimetacrilato, copolímero Vitrebond, partícula de carga, etanol, água, iniciadores	Sim
G-Premio Bond	10-MDP, 4-META, 10-MDTP, éster de ácido metacrilato, água destilada, acetona, fotoiniciadores, sílica em pó fino	Não
Adhese Universal	HEMA, MDP, Bis-GMA, MCAP, D3MA, etanol, água, dióxido de silício altamente disperso e CQ	Sim
All-Bond Universal	MDP, Bis-GMA, HEMA, etanol, água, iniciadores	Sim
Clearfil Universal	MDP, Bis-GMA, HEMA, CQ, dimetacrilato hidrofílico, agente de acoplamento de silano, sílica coloidal e aceleradores	Sim
Futurabond U	HEMA, Bis-GMA, HEDMA, monômero adesivo ácido, UDMA, catalisador	Sim
G-Bond Plus (ou G-aenial Bond)	Acetona, dimetacrilato, 4 metacriloxietil trimelitato anidrido, estermonômero de ácido fosfórico, dióxido de silício, fotoiniciador, água destilada.	Não
Prime&Bond Elect	Resinas mono, di e trimetacrilato; PENTA DIacetona; Fosfinóxido orgânico; estabilizadores; cloridrato de cetilamina; acetona; água	Sim
Clearfil Universal Bond Quick	10- MDP, Bis-GMA, 2-HEMA, monômeros de amida hidrofílica, sílica coloidal, agente de acoplamento de silano, fluoreto de sódio, dl-CQ, etanol, água	Sim
G-Premio Bond	MDTP, 4-MET, 10-MDP, BHT, acetona, resinas de dimetacrilato, fotoiniciador, óxido de alumínio, água, monômero de éster de ácido fosfórico	Não
Tokuyama Universal Bond	Líquido A: monômero de ácido fosfórico (monômero 3D-SR), Bis-GMA, TEGDMA, HEMA, MTU-6 Líquido B: acetona, álcool isopropílico., água, catalisador de borato, peróxido	Não

Fonte: autoria própria.

5. DISCUSSÃO

Neste respectivo estudo, a aplicação ativa favoreceu a resistência de união à dentina quando adesivos convencionais, autocondicionantes e universais foram utilizados. Já em esmalte a aplicação ativa favoreceu a resistência de união apenas para os adesivos autocondicionantes e universais no modo autocondicionante, portanto a hipótese testada foi rejeitada. Um ensaio clínico comparou a utilização de dois adesivos autocondicionantes de passo único aplicado ativamente ou não em restaurações classe V e concluiu que a aplicação ativa melhorou a retenção e diminuiu a pigmentação marginal em esmalte após um ano (ZANDER-GRANDE *et al.*, 2014). De acordo com o autor, a aplicação ativa desse adesivo parece acelerar a volatilização do solvente e ao mesmo tempo permite uma melhor difusão do monômero por entre a lama dentinária, promovendo uma desmineralização mais agressiva e uma melhor interação da lama dentinária com a dentina subjacente (AMARAL *et al.*, 2010; MANHÃES *et al.*, 2005; ZANDER-GRANDE *et al.*, 2014). Da mesma forma, como há uma melhora na volatilização do solvente e uma melhor infiltração resinosa pelo esmalte condicionado, a pigmentação marginal também é reduzida após a aplicação ativa desses adesivos (CEHRELI; EMINKAHYAGIL, 2006; ZANDER-GRANDE *et al.*, 2011). Portanto, os resultados da meta-análise avaliando os adesivos autocondicionantes tanto em esmalte quanto em dentina corroboram com os achados do ensaio clínico. No entanto, os resultados do presente estudo não comparam a aplicação ativa ou passiva dos autocondicionantes com o condicionamento seletivo com ácido fosfórico do esmalte. Estudos futuros ainda são necessários para avaliar se aplicação ativa de sistemas adesivos autocondicionantes ou universais no modo autocondicionantes apresentam resultados *in vitro* e *in vivo* semelhante ao condicionamento seletivo do esmalte.

De modo semelhante, um ensaio clínico avaliou a aplicação ativa ou passiva de um adesivo convencional de dois passos em lesões cervicais não cariosas, e concluiu que a aplicação ativa (vigorosa) aumentou a retenção dessas restaurações após 1 ano, comparado a aplicação passiva ou a leve aplicação ativa (LOGUERCIO *et al.*, 2011a). Os autores sugerem que a aplicação ativa vigorosa do adesivo pode gerar uma pressão mecânica que pode comprimir a rede de colágeno como uma

esponja (LOGUERCIO *et al.*, 2011a). Assim que a rede de colágeno é reexpedida, o adesivo consegue infiltrar por entre essa rede colapsada (KUBO *et al.*, 2009; LOGUERCIO *et al.*, 2011a). Assim como foi relatado para os adesivos autocondicionantes de passo único anteriormente, a aplicação ativa dos adesivos convencionais de dois passos também permite uma melhor volatilização do solvente e uma melhor difusão dos monômeros. A volatilização do solvente de modo mais eficaz permite uma melhora na reação de polimerização e grau de conversão dos adesivos, o que melhora as propriedades mecânicas do material e conseqüentemente a resistência de união, assim como a redução na sorção e solubilidade de água (BAIL *et al.*, 2012; FURUSE *et al.*, 2008; LOGUERCIO *et al.*, 2009; TAKAHASHI *et al.*, 2002). Por esses mesmos motivos, uma redução na pigmentação da margem da restauração foi obtida (LOGUERCIO *et al.*, 2011a). Neste presente estudo, apenas um trabalho avaliou o uso do adesivo convencional aplicado de modo ativo em dentina, mas os resultados corroboram com os achados do ensaio clínico. No entanto, nenhum artigo avaliado a aplicação ativa dos adesivos convencionais ao esmalte foi adicionado ao estudo.

Contrariamente, a aplicação ativa do adesivo universal no modo convencional em esmalte diminuiu a resistência de união para a maioria dos adesivos testados no único trabalho incluído nesta revisão sistemática (IMAI *et al.*, 2017). De acordo com o autor, a pressão manual aplicada ao esmalte previamente condicionado com ácido fosfórico pode ter colapsado os prismas de esmalte, sendo mais friável que as fibrilas colágenas, resultando em uma menor área para o embricamento mecânico e conseqüentemente uma menor resistência de união (IMAI *et al.*, 2017). Dos quatro adesivos avaliados, apenas um adesivo não apresentou diferença estatística entre a aplicação ativa e passiva, no entanto esse foi o único adesivo aplicado apenas por 10s (demais 20s), o que pode ter reduzido o efeito deletério no esmalte condicionado (IMAI *et al.*, 2017). Além disso, esse adesivo tem um pH mais ácido (1,5%) e tem como solvente a acetona, o que de acordo com o autor, pela formação de íons hidrogênio (H^+), pode ter permitido uma melhor desmineralização e ter formado ligações químicas mais efetivas entre os monômeros funcionais e o cálcio da hidroxiapatita. Ainda sobre os adesivos universais, a aplicação ativa favoreceu a resistência de união à dentina, tanto no modo convencional quanto no modo autocondicionante, e a resistência de

união ao esmalte quando aplicado no modo autocondicionante. Isso se deve pelos mesmos fatores já abordados anteriormente, como a melhor volatilização do solvente e a melhor infiltração resinosa tanto em esmalte quanto em dentina, assim como um melhor condicionamento quando aplicado sem o condicionamento prévio do ácido fosfórico (LOGUERCIO *et al.*, 2011a; ZANDER-GRANDE *et al.*, 2014).

Dentre os adesivos universais incluídos na meta-análise, apenas um apresentou um resultado discrepante dos demais adesivos quando aplicado em dentina no modo autocondicionante, Tokuyama Universal Bond (SERIN-KALAY; ZAIM, 2022). De acordo com o autor, esse adesivo apresenta um mecanismo de presa química (autopolimerizável -sistema de catalizador de borato) e a aplicação ativa pode ter um efeito negativo nessa reação química prejudicando os resultados de resistência de união (SERIN-KALAY; ZAIM, 2022). Com relação a este adesivo, o fabricante não recomenda a ativação ativa. Mas de modo geral, os fabricantes deveriam instruir de forma adequada se o adesivo deve ser aplicado de forma ativa ou não, se a escolha do modo de condicionamento (convencional ou autocondicionante) ou o condicionamento ácido ou diferentes substratos indicam diferentes aplicações (ativa ou passiva).

Com relação aos maiores tempos de armazenamento, 50.000 termociclos favoreceram a aplicação de adesivos universais no modo convencional e autocondicionante em dentina, assim como após 3 anos para os adesivos autocondicionantes (LOGUERCIO *et al.*, 2011b; MORITAKE *et al.*, 2019). O autor sugere que a aplicação ativa dos adesivos universais pode melhorar a durabilidade da união à dentina como resultado do potencial de desmineralização dentária, da melhor penetração do adesivo aliada a união química ao substrato, independente do modo de aplicação utilizado (MORITAKE *et al.*, 2019). Assim como melhores valores de resistência de união comparado à aplicação passiva, uma menor infiltração de nitrato de prata *in vitro* após 3 anos armazenados também foi observado para os adesivos autocondicionantes aplicados em dentina, contrário aos resultados imediatos de outro estudo (AMARAL *et al.*, 2010; LOGUERCIO *et al.*, 2011b).

Apesar dos resultados de resistência de união não terem sido separados por tipo de teste (microtração ou cisalhamento/microcisalhamento), tipo de dente (humano ou bovino) e marca comercial do adesivo, não houve resultados discrepantes

que indicam a interferências desses fatores, apenas para o adesivo autopolimerizável, além de seguir uma revisão sistemática envolvendo resistência de união previamente publicado (MONTAGNER *et al.*, 2014). Além disso, os resultados devem ser interpretados com cautela, já que há uma pequena variação na média geral da resistência de união (4,24 MPa – modo convencional em dentina; 2,83 MPa – modo autocondicionante em esmalte; 6,06 - modo autocondicionante em dentina), e pouco estudos incluídos para os adesivos convencionais e universais no modo convencional.

6 CONCLUSÃO

A aplicação ativa dos sistemas adesivos fotopolimerizáveis no modo convencional favorece a resistência de união à dentina, e no modo autocondicionante favorece a resistência de união ao esmalte não condicionado e à dentina, porém não é recomendada após aplicação do ácido fosfórico em esmalte.

No entanto, esses resultados devem ser interpretados com cautela devido ao baixo número de estudos incluídos no modo convencional e à baixa diferença na média total dos valores de resistência de união.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. C.; STANISLAWCZUK, R.; ZANDER-GRANDE, C.; GAGLER, D. *et al.* Bond strength and quality of the hybrid layer of one-step self-etch adhesives applied with agitation on dentin. **Oper Dent**, 35, n. 2, p. 211-219, 2010.
- ANDO, S.; WATANABE, T.; TSUBOTA, K.; YOSHIDA, T. *et al.* Effect of adhesive application methods on bond strength to bovine enamel. **J Oral Sci**, 50, n. 2, p. 181-186, 2008.
- ANDRÉ, C.; NIMA, G.; SEBOLD, M.; GIANNINI, M. *et al.* Stability of the light output, oral cavity tip accessibility in posterior region and emission spectrum of light-curing units. **Oper Dent**, 43, n. 4, p. 398-407, 2018.
- ARAÚJO, C. T. P.; PRIETO, L. T.; COSTA, D. C.; BOSSO, M. A. *et al.* Active application of primer acid on acid-treated enamel: Influence on the bond effectiveness of self-etch adhesives systems. **Microsc Res Tech**, 80, n. 8, p. 943-949, Aug 2017.
- ATALAY, C.; MERAL, E. Does rubbing of universal adhesive reduce the negative effect of saliva on adhesion? **J Adhes Dent**, 23, n. 1, p. 57-65, 2021.
- BAIL, M.; MALACARNE-ZANON, J.; SILVA, S.; ANAUATE-NETTO, A. *et al.* Effect of air-drying on the solvent evaporation, degree of conversion and water sorption/solubility of dental adhesive models. **J Mat Sci Mater Med**, 23, n. 3, p. 629-638, 2012.
- BOTTA, S. B.; VIEIRA, S. N.; CORDON, R.; MARQUES, M. M. *et al.* Can the method of primer application influence adhesion to Er:YAG-laser irradiated dentin? **J Contemp Dent Pract**, 10, n. 1, p. 49-57, 2009.
- BOUSHELL, L. W.; SWIFT JR, E. J. MMPs. **J Esthet Restor Dent**, 25, n. 4, p. 217-218, 2013.
- BRESCHI, L.; MARAVIC, T.; CUNHA, S. R.; COMBA, A. *et al.* Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. **Dent Mater**, 34, n. 1, p. 78-96, Jan 2018.
- BRESCHI, L.; MAZZONI, A.; RUGGERI, A.; CADENARO, M. *et al.* Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. **Dent Mater**, 24, n. 1, p. 90-101, Jan 2008.

CANEPPELE, T. M.; TORRES, C. R.; SASSAKI, A.; VALDETARO, F. *et al.* Effects of surface hydration state and application method on the bond strength of self-etching adhesives to cut enamel. **J Adhes Dent**, 14, n. 1, p. 25-30, 2012.

CARVALHO, C. N.; FRANCCI, C. E.; COSTA, J. F.; BAUER, J. Effect of filler and application mode on micro-shear bond strength of etch-and-rinse adhesive systems. **Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac**, 56, n. 2, p. 89-94, 2015.

CEHRELI, S. B.; EMINKAHYAGIL, N. Effect of active pretreatment of self-etching primers on the ultramorphology of intact primary and permanent tooth enamel. **J Dent Child (Chic)**, 73, n. 2, p. 86-90, 2006.

CHAUDHARI, R. R.; SRIVASTAVA, H. R.; RAISINGANI, D.; PRASAD, A. B. *et al.* Effect of saliva contamination on shear bond strength of self-etch adhesive system to dentin: an in vitro study. **Inter J Clin Pediatr Dent**, 14, n. 4, p. 443, 2021.

CHEN, C.; NIU, L.-N.; XIE, H.; ZHANG, Z.-Y. *et al.* Bonding of universal adhesives to dentine—old wine in new bottles? **J Dent**, 43, n. 5, p. 525-536, 2015.

DAL-BIANCO, K.; PELLIZZARO, A.; PATZLAFT, R.; BAUER, J. R. O. *et al.* Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. **Dent Mater**, 22, n. 12, p. 1150-1156, Dec 2006.

DO AMARAL, R. C.; STANISLAWCZUK, R.; ZANDER-GRANDE, C.; MICHEL, M. D. *et al.* Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. **J Dent**, 37, n. 1, p. 82-90, 2009.

DOS REIS-PRADO, A. H.; ABREU, L. G.; TAVARES, W. L. F.; PEIXOTO, I. F. d. C. *et al.* Comparison between immediate and delayed post space preparations: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Investig**, 25, n. 2, p. 417-440, 2021.

FURUSE, A. Y.; PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Effect of evaporation of solvents from one-step, self-etching adhesives. **J Adhes Dent**, 10, n. 1, 2008.

GOKCE, K.; AYKOR, A.; ERSOY, M.; OZEL, E. *et al.* Effect of phosphoric acid etching and self-etching primer application methods on dentinal shear bond strength. **J Adhes Dent**, 10, n. 5, p. 345-349, 2008.

HARDAN, L.; ORSINI, G.; BOURGI, R.; CUEVAS-SUÁREZ, C. E. *et al.* Effect of Active Bonding Application after Selective Dentin Etching on the Immediate and Long-Term Bond Strength of Two Universal Adhesives to Dentin. **Polymers (Basel)**, 14, n. 6, Mar 11 2022.

IMAI, A.; TAKAMIZAWA, T.; SAI, K.; TSUJIMOTO, A. *et al.* Influence of application method on surface free-energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. **Eur J Oral Sci**, 125, n. 5, p. 385-395, 2017.

IRMAK, Ö.; YAMAN, B. C.; ORHAN, E. O.; OZER, F. *et al.* Effect of rubbing force magnitude on bond strength of universal adhesives applied in self-etch mode. **Dent Mater J**, 37, n. 1, p. 139-145, 2018.

JANG, J. H.; JEON, B. K.; MO, S. Y.; PARK, M. *et al.* Effect of various agitation methods on adhesive layer formation of HEMA-free universal dentin adhesive. **Dent Mater J**, 38, n. 1, p. 101-106, 2018.

KHAROUF, N.; RAPP, G.; MANCINO, D.; HEMMERLÉ, J. *et al.* Effect of etching the coronal dentin with the rubbing technique on the microtensile bond strength of a universal adhesive system. **Dent Med Probl**, 56, n. 4, p. 343-348, 2019.

KUBO, S.; YOKOTA, H.; YOKOTA, H.; HAYASHI, Y. Two-year clinical evaluation of one-step self-etch systems in non-carious cervical lesions. **J Dent**, 37, n. 2, p. 149-155, 2009.

KUMAGAI, R. Y.; HIRATA, R.; PEREIRA, P. N.; REIS, A. F. Moist vs over-dried etched dentin: FE-SEM/TEM and bond strength evaluation of resin-dentin interfaces produced by universal adhesives. **J Esthet Restor Dent**, 32, n. 3, p. 325-332, 2020.

LOGUERCIO, A. D.; LOEBLEIN, F.; CHEROBIN, T.; OGLIARI, F. *et al.* Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. **J Adhes Dent**, 11, n. 3, 2009.

LOGUERCIO, A. D.; MUÑOZ, M. A.; LUQUE-MARTINEZ, I.; HASS, V. *et al.* Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? **J Dent**, 43, n. 9, p. 1060-1070, 2015.

LOGUERCIO, A. D.; RAFFO, J.; BASSANI, F.; BALESTRINI, H. *et al.* 24-month clinical evaluation in non-carious cervical lesions of a two-step etch-and-rinse adhesive applied using a rubbing motion. **Clin Oral Invest**, 15, n. 4, p. 589-596, 2011a.

LOGUERCIO, A. D.; STANISLAWCZUK, R.; MENA-SERRANO, A.; REIS, A. Effect of 3-year water storage on the performance of one-step self-etch adhesives applied actively on dentine. **J Dent**, 39, n. 8, p. 578-587, 2011b.

LOPES, L. d. S.; CALAZANS, F.; HIDALGO, R.; BUITRAGO, L. *et al.* Six-month follow-up of cervical composite restorations placed with a new universal adhesive system: a randomized clinical trial. **Oper Dent**, 41, n. 5, p. 465-480, 2016.

MANHÃES, L. A.; CERQUEIRA OLIVEIRA, D.; MARTINS MARQUES, M.; BONA MATOS, A. Influence of Er:YAG laser surface treatment and primer application methods on microtensile bond strength self-etching systems. **Photomed Laser Surg**, 23, n. 3, p. 304-312, 2005.

MANSO, A. P.; MARQUEZINI JR, L.; SILVA, S. M.; PASHLEY, D. H. *et al.* Stability of wet versus dry bonding with different solvent-based adhesives. **Dent Mater**, 24, n. 4, p. 476-482, 2008.

MILIA, E.; CUMBO, E.; CARDOSO, J. A.; GALLINA, G. Current dental adhesives systems. A narrative review. **Curr Pharm Des**, 18, n. 34, p. 5542-5552, 2012.

MIYAZAKI, M.; PLATT, J.; ONOSE, H.; MOORE, B. K. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. **Oper Dent**, 21, n. 4, p. 167-172, Jul-Aug 1996.

MONTAGNER, A.; SARKIS-ONOFRE, R.; PEREIRA-CENCI, T.; CENCI, M. MMP inhibitors on dentin stability: a systematic review and meta-analysis. **J Dent Res**, 93, n. 8, p. 733-743, 2014.

MORITAKE, N.; TAKAMIZAWA, T.; ISHII, R.; TSUJIMOTO, A. *et al.* Effect of active application on bond durability of universal adhesives. **Oper Dent**, 44, n. 2, p. 188-199, 2019.

PLEFFKEN, P. R.; DE ALMEIDA LOURENÇO, A. P.; TORRES, C. R.; BÜHLER BORGES, A. Influence of application methods of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to dentin. **J Adhes Dent**, 13, n. 6, p. 517-525, 2011.

PRASANSUTTIPORN, T.; NAKAJIMA, M.; FOXTON, R. M.; TAGAMI, J. Scrubbing effect of self-etching adhesives on bond strength to NaOCl-treated dentin. **J Adhes Dent**, 14, n. 2, p. 121-127, 2012.

PRICE, R. B.; FELIX, C. M.; WHALEN, J. M. Factors affecting the energy delivered to simulated class I and class v preparations. **J Can Dent Assoc**, 76, p. a94, 2010.

REIS-PRADO, A. H. d.; GROSSI, I. R.; CHAVES, H. G. d. S.; ANDRÉ, C. B. *et al.* Influence of hydrogen peroxide on mineralization in dental pulp cells: a systematic review. **Front Dent Med**, p. 43, 2021.

SAIKAEW, P.; CHOWDHURY, A.; SATTABANASUK, V.; SRIMANEEKARN, N. *et al.* Bonding performance of self-etching adhesives to bur-cut dentin with active application mode. **J Adhes Dent**, 23, n. 4, p. 357-365, 2021.

SEBOLD, M.; ANDRÉ, C. B.; SAHADI, B. O.; BRESCHI, L. *et al.* Chronological history and current advancements of dental adhesive systems development: a narrative review. **J Adhes Sci Technol**, 35, n. 18, p. 1941-1967, 2021.

SEBOLD, M.; GIANNINI, M.; ANDRÉ, C. B.; SAHADI, B. O. *et al.* Bonding interface and dentin enzymatic activity of two universal adhesives applied following different etching approaches. **Dent Mater**, 32, n. 6, p.907-923, 2022.

SERIN-KALAY, T.; ZAIM, B. Effect of Alternative Self-Etch Applications on dentin bond strength of "no wait concept" universal adhesives. **Odovtos-Inter J Dent Sc**, 24, n. 1, p. 58-66, Jan-Apr 2022.

TAKAHASHI, A.; SATO, Y.; UNO, S.; PEREIRA, P. *et al.* Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. **Dent Mater**, 18, n. 3, p. 263-268, 2002.

TANEJA, S.; KUMARI, M.; BANSAL, S. Effect of saliva and blood contamination on the shear bond strength of fifth-, seventh-, and eighth-generation bonding agents: an in vitro study. **J Conserv Dent**, 20, n. 3, p. 157, 2017.

TAY, F. R.; KING, N. M.; CHAN, K.-m.; PASHLEY, D. H. How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously? **J Adhes Dent**, 4, n. 4, 2002.

TJADERHANE, L.; NASCIMENTO, F. D.; BRESCHI, L.; MAZZONI, A. *et al.* Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. **Dent Mater**, 29, n. 1, p. 116-135, Jan 2013.

TORRES, C. R.; BARCELLOS, D. C.; PUCCI, C. R.; LIMA GDE, M. *et al.* Influence of methods of application of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to enamel. **J Adhes Dent**, 11, n. 4, p. 279-286, Aug 2009.

TORRES, C. R. G.; CANEPPELE, T. M. F.; BORGES, A. B.; SHOJI, A. V. *et al.* Effects of surface hydration and application method on the bond strength of self-etching adhesives to dentin. **J Adhes**, 87, n. 11, p. 1099-1111, 2011.

VAN MEERBEEK, B.; YOSHIHARA, K.; YOSHIDA, Y.; MINE, A. *et al.* State of the art of self-etch adhesives. **Dent Mater**, 27, n. 1, p. 17-28, 2011.

VINAGRE, A.; RAMOS, J.; MESSIAS, A.; MARQUES, F. *et al.* Microtensile bond strength and micromorphology of bur-cut enamel using five adhesive systems. **J Adhes Dent**, 17, n. 2, p. 107-116, 2015.

ZAKI, Z. M.; NAGI, S. M.; MOHAMED, A. A.; ZAAZOU, M. H. *et al.* Effect of different application techniques on microshear bond strength of self-etch adhesives to dentin. **J Adhes Sci Technol**, 30, n. 18, p. 2044-2059, 2016.

ZANDER-GRANDE, C.; AMARAL, R. C.; LOGUERCIO, A. D.; BARROSO, L. P. *et al.* Clinical performance of one-step self-etch adhesives applied actively in cervical lesions: 24-month clinical trial. **Oper Dent**, 39, n. 3, p. 228-238, 2014.

ZANDER-GRANDE, C.; FERREIRA, S. Q.; DA COSTA, T. R.; LOGUERCIO, A. D. *et al.* Application of etch-and-rinse adhesives on dry and rewet dentin under rubbing action: a 24-month clinical evaluation. **J Am Dent Assoc**, 142, n. 7, p. 828-835, Jul 2011.