


EVOLUÇÃO DOS ADESIVOS DENTINÁRIOS: REVISÃO DE LITERATURA

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.031-015>

Ana Beatriz Cesnik Cardoso

Discente da Graduação em Odontologia
Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Ellen Thaily Modos de Faria

Discente da Graduação em Odontologia
Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Celine Garcia

Discente da Graduação em Odontologia
Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Amanda Beatriz Casu Ribeiro

Discente da Graduação em Odontologia
Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Cláudio Alberto Franzin

Mestrando em Odontologia
Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Lucimara Cheles da Silva Franzin

Pós-Doutora em Odontologia (UEM)
Docente - Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Sandra de Oliveira Torchi

Mestre em Ortodontia (UNINGÁ)
Docente - Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

Ilma Carla de Souza

Orientadora
Pós-Doutora em Odontologia (UEM)
Docente - Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)
E-mail: ilmacarlaics@gmail.com

RESUMO

A demanda estética culminou no aprimoramento da odontologia restauradora mediante novos produtos, como os adesivos dentinários, tão comumente utilizados nos procedimentos restauradores atuais. A qualidade da união do material restaurador com o substrato dentário é essencial para a longevidade do tratamento; dessa forma, são comercializados adesivos dentinários com diversas composições, visando alcançar a adesão ideal. O presente trabalho teve como objetivo revisar a literatura sobre a evolução dos adesivos dentinários, uma vez que pesquisas podem trazer a lume inovações que ultrapassem as limitações dos sistemas adesivos contemporâneos. Este artigo mostra a evolução dos agentes adesivos dentinários, sua eficácia e a relevância clínica. Conhecer novos adesivos dentinários, técnicas e cuidados necessários antes e durante a aplicação do adesivo escolhido contribui



para aumentar a durabilidade das restaurações adesivas, a fim de garantir resultados satisfatórios na união entre a resina e o substrato dentário, evitando o ciclo restaurador repetitivo.

Palavras-chave: Adesivos Dentinários. Nanotecnologia. Resinas Compostas.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos são materiais indispensáveis no cotidiano odontológico, empregados principalmente nas restaurações em resina composta e cimentações em cerâmicas (MALETIN *et al.*, 2023). O adesivo odontológico tem a função de promover a união entre o material resinoso e o substrato dentário, o que é crucial para a longevidade e o sucesso clínico dos procedimentos restauradores atuais (CARDOSO *et al.*, 2023).

Dada a importância da união entre os materiais e o substrato dentário, é imprescindível compreender a evolução, inovações e técnicas associadas aos sistemas adesivos (PERDIGÃO *et al.* 2020). Constantes inovações tecnológicas, como o surgimento dos adesivos autocondicionantes, bem como a inclusão de nanopartículas, podem transformar a eficácia dos tratamentos odontológicos, contudo, requerem novas pesquisas e discussões (CARDOSO *et al.*, 2023).

Alguns autores revolucionaram a odontologia estética e restauradora (KULSHRESTHA, 2023); como Hagger (1951), que desenvolveu o primeiro adesivo dentário chamado "Sevriton Cavity Seal", composto por dimetacrilato de ácido glicerofosfórico (GPDM), com ligação química ao cálcio encontrado na estrutura dentária, que unia as resinas acrílicas à estrutura dentária; Buonocore (1955), que preconizou o condicionamento ácido do esmalte, com ácido fosfórico a 85%, considerado o pioneiro na odontologia adesiva; seguido por Bowen (1965), que desenvolveu o monômero Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato), usado ainda na maioria das resinas compostas atuais. Outrossim, um marco na odontologia adesiva foi o estudo de Nakabayashi e Masuhara (1982), descrevendo o processo de adesão, como a substituição de minerais removidos dos tecidos dentários duros por monômeros de resina, de tal forma, que o polímero se tornava micro mecanicamente interligado ao substrato dentário, formando o que é chamado de camada híbrida, pela infiltração de monômeros na matriz de colágeno dentinário desmineralizado (KOKOL, 2020).

A formação de camada híbrida entre o adesivo e a dentina é crucial para a sobrevivência de restaurações de resina composta (BRESCHI *et al.*, 2023); esta camada é formada em duas etapas: a primeira etapa inclui o condicionamento da dentina, geralmente com ácido fosfórico (35–37%) por 15 segundos (sistemas adesivos de condicione e lave), que remove fosfatos de cálcio, levando à formação de microporos no substrato de dentina e à exposição do arcabouço de colágeno; e, a segunda etapa envolve a penetração dos monômeros adesivos na rede exposta de fibrilas de colágeno, proporcionando retenção micromecânica (REY *et al.*, 2022). Esses monômeros, que contêm grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, penetram nas embocaduras e se unem às fibras colágenas, controlando a umidade (NAKABAYASHI *et al.* 1982; YOSHIHARA *et al.* 2021).

O primeiro adesivo fosfonado foi o Clearfil-Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Tokyo, Japan, 1976), o grupo fosfato tem um caráter ácido e lhe confere a capacidade de se ligar quimicamente aos substratos dentários mineralizados e aos óxidos metálicos, por meio de uma ligação iônica ao cálcio

(PASHLEY *et al.*, 2023); em 1991, foi lançado o Prisma Universal Bond 3 pela Caulk (LD Caulk Co.), além de novos adesivos com altas taxas de sucesso pelo aumento da resistência de união (ALAM *et al.*, 2023).

A introdução do 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogenofosfato (MDP) em sistemas adesivos autocondicionantes é particularmente notada por sua capacidade de se unir à hidroxiapatita, contribuindo para adesão estável e durável (FEHRENBACH *et al.*, 2021).

Atualmente, os pesquisadores enfrentam desafios para desenvolver adesivos dentinários que não apenas se unam ao substrato dentário, todavia contenham propriedades antibacterianas, remineralizantes e inibidoras de enzimas que aumentem a longevidade do mesmo (MARTINS *et al.*, 2014; FERNANDES, 2021).

Os avanços da nanotecnologia na área de saúde, biomateriais e biotecnologia foram eloquentes nas últimas décadas, originando a criação de um novo campo de estudo, chamado de nanomedicina (ROSA *et al.*, 2023). Em 2010, foi introduzido ao mercado pela Voco Company sistemas adesivos autocondicionantes que contém nanocarga (12 nm) estes componentes aumentam a penetração de monômeros na camada híbrida e suas propriedades mecânicas (HUANG *et al.*, 2022).

Na área da dentística restauradora, a utilização da nanotecnologia e dos biomateriais odontológicos tem o intuito de otimizar as propriedades físicas e contribuir para qualidade de materiais restauradores e preventivos como nanocompósitos, nano-adesivos, nano-CIV, nano-verniz e nano-selantes (FREIRE *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2021). A incorporação de nanopartículas nos sistemas adesivos aprimoraram a penetração nos túbulos da dentinários, aumentando a área de contato e reforçando as propriedades mecânicas das restaurações (ARDILA *et al.*, 2023).

O objetivo deste estudo foi o de compilar dados referentes às implicações da evolução dos adesivos dentinários na odontologia, e seu impacto na durabilidade e resultados dos procedimentos adesivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Considerando os objetivos planejados, foi realizada uma ampla pesquisa de artigos científicos centrados no tema proposto: “Avanços dos sistemas adesivos e suas diferentes composições”. Essa pesquisa envolveu a exploração de múltiplos sites e plataformas relevantes, conhecidos por divulgar informações científicas de qualidade sobre a área de adesivos dentários. Entre as principais fontes consultadas, destacaram-se o Google Acadêmico, a base de dados PubMed, a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e a Elsevier. A busca eletrônica e a seleção dos artigos iniciaram em abril de 2024, com a coleta de dados e informações pertinentes ao tema. A seleção dos artigos foi minuciosamente realizada, assegurando que os conteúdos encontrados correspondessem às indagações formuladas.

Para refinar a busca, foram estabelecidos critérios de inclusão específicos, consistindo na escolha de artigos que apresentassem textos completos, além de trabalhos de conclusão de curso, mestrado e doutorado, publicados entre 2007 e 2024. Não houve distinção de idiomas, permitindo uma abordagem mais abrangente sobre o tema. Com essa abordagem sistemática, a pesquisa visou não apenas compilar informações, mas também analisar criticamente os avanços nos sistemas adesivos, contribuindo para o entendimento das diferentes composições e suas aplicações na odontologia moderna.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as possíveis causas de falha de união adesivas, pode-se citar o condicionamento ácido inadequado, a falta de experiência do operador, além da execução e seleção da técnica incorreta (SANCHES *et al.*, 2023). O condicionamento ácido no esmalte gera remoção dos minerais criando microporosidades que permitem a infiltração por monômeros resinosos e hidrofóbicos presentes no adesivo, formando os “tags” resinosos, proporcionando uma adesão eficaz e a longevidade da restauração (VAN MEERBEEK *et al.*, 2020).

Diversos pesquisadores indicam uma modificação nos protocolos de aplicação dos sistemas adesivos, visando reduzir a degradação da interface adesiva (PEUMANS *et al.*, 2021). Isso abrange desde a força aplicada durante a utilização do sistema adesivo até a adoção de clorexidina ao substrato dentinário após o condicionamento ácido, visando aprimorar as condições de infiltração do adesivo na dentina e para aumentar a resistência das fibrilas colágenas à degradação enzimática (BOURGI *et al.*, 2024). Medeiros *et al.* (2019), destacam a importância da clorexidina após o condicionamento ácido da dentina, para a obtenção de uma adesão mais duradoura entre a dentina e a resina composta; entretanto, para Boaru *et al.* (2023), o pré-tratamento com clorexidina não afeta a qualidade da camada híbrida, independentemente do protocolo de condicionamento.

Conforme Rodrigues (2021), na dentina, a adesão tem como empecilhos a composição orgânica do substrato, a umidade dos túbulos dentinários e a presença de *smear plug* (sujidades no interior dos túbulos dentinários). Consoante, Froehlich *et al.*, (2021) e Oliveira *et al.*, (2010), o condicionamento com ácido fosfórico em dentina deve remover completamente a lama dentinária (*smear layer*), bem como, promover a desmineralização e a exposição das fibras colágenas, permitindo uma eficiente hibridização, onde a dentina condicionada mantida úmida, com a presença de água nas fibras colágenas, as mantém expandidas, preservando os espaços interfibrilares.

No presente, os sistemas adesivos podem ser classificados conforme a estratégia de adesão aos tecidos dentais, sendo os adesivos convencionais, que requerem condicionamento prévio das superfícies com ácido fosfórico a 37%, ou adesivos autocondicionantes, que não requerem

condicionamento ácido prévio e adesão aos tecidos dentais por meio de *primers* ácidos (AHMED *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2021).

De acordo com Silva *et al.*, (2022), os adesivos convencionais precisam da desmineralização do esmalte e dentina com aplicação do ácido fosfórico geralmente utilizado na concentração de 37% como um passo de maneira independente e prévia ao *primer* e adesivo, criando mais porosidades na superfície do esmalte, aumentando tanto a área de adesão quanto a molhabilidade do substrato.

Outrossim, Al-Ani *et al.* (2022) relatam que apesar da dificuldade da técnica, o adesivo convencional de 3 passos foi considerado padrão-ouro para a adesão e se mostrou superior ao de 2 passos, fato justificado por Pashley, *et al.* (2020), dado que, na dentina, a adesão apresenta dificuldades, tal como, a composição orgânica do substrato, a umidade contida nos túbulos dentinários e presença da *smear layer*, removida na presença do ácido; dessa forma, o condicionamento ácido cria uma superfície ideal para a adesão, tornando-a duradoura e confiável (KUBO *et al.* 2021).

Na literatura, é destacado a introdução do monômero O monômero 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogenofosfato (MDP) é utilizado em adesivos dentinários devido à sua capacidade de formar ligações químicas estáveis com íons cálcio da hidroxiapatita, desempenhando um papel importante papel nos sistemas adesivos autocondicionantes e em alguns convencionais (Takahashi *et al.*, 2021). Embora os adesivos autocondicionantes tenham sido desenvolvidos para otimizar o tempo de trabalho, simplificando a técnica de adesão junto à dentina, uma vez que técnica dispensa a aplicação prévia e isolada do ácido fosfórico, para Van Meerbeek *et al.* (2020), a técnica é menos eficaz na criação de microporosidades no esmalte dentário, resultando em adesão inferior. Todavia **Yoshihara *et al.* (2018), relata que** o caráter ácido de seu *primer* e a desmineralização parcial cria uma porosidade na superfície, suficiente para obter o embricamento micromecânico dos monômeros resinosos, garantindo a hibridização, além disso, não removem a *smear layer* e, dessa forma, apresentam menos sensibilidade pós-operatória (LIU *et al.*, 2022).

De acordo com Lorenzetti *et al.*, (2019) e Yoshihara *et al.*, (2021), o adesivo universal pode ser utilizado como autocondicionante ou convencional, onde o condicionamento ácido seletivo de esmalte pode ser ainda empregado para potencializar a qualidade da união e tende a diminuir o risco de sensibilidade após o procedimento. Algumas nanopartículas foram incrementadas por melhorarem as propriedades físicas, mecânicas e ópticas dos compósitos de resina, melhorando a penetração nos túbulos dentinários, aumentando a área de contato e, conseqüentemente, a resistência mecânica das restaurações; contudo, além dos benefícios, autores relatam que os nanomateriais podem ser absorvidos pela pele e desencadear inflamação dos alvéolos, infarto do miocárdio e outras inflamações (TAY *et al.*, 2022)

De acordo com Lima *et al.*, (2021), a aplicabilidade da nanotecnologia e dos bionanomateriais odontológicos tem como propósito melhorar as propriedades físicas e melhorar a restauração dos

dentos, assim, foram pesquisados e desenvolvidos nanocompósitos, nano-adesivos dentais, nano-CIV (cimento de ionômero de vidro), nano-verniz e nano-selantes. Consoante Huang *et al.*, (2022), os nanocompósitos podem ser categorizados em resinas compostas e adesivos dentários, além disso, para a elaboração dos nanocompósitos existem três desafios principais: a prevenção da formação de cáries secundárias, um bom sistema adesivo e a prevenção da fratura da restauração (boa resistência mecânica, tenacidade e ductilidade). As resinas compostas contam com uma matriz com nanopreenchimentos, alguns exemplos de nanopartículas que podem ser usadas como preenchimento das resinas, pode-se mencionar: hidroxiapatita (HA), óxido de silício (SiO₂), óxido de zircônio (ZrO₂), nanotubos de carbono e óxido de titânio (TiO₂) (LIMA *et al.*, 2021; DUNCAN *et al.*, 2022). Incrementar determinados nanomateriais podem potencializar o sucesso dos procedimentos restauradores por promover melhora nas propriedades físicas, mecânicas e ópticas dos materiais resinosos; ademais os adesivos dentais que tenham nanopartículas podem melhorar a penetração nos túbulos dentinários, aumentando a área de contato e, conseqüentemente, a resistência mecânica das restaurações (ALHARBI *et al.*, 2023).

São necessárias novas pesquisas para elucidar as inovações dos sistemas adesivos, bem como, sua efetividade e aplicabilidade clínica.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a seleção adequada do sistema adesivo e a execução correta da técnica diminuem o risco de sensibilidade pós-operatória e aumentam a qualidade da resistência adesiva, a longo prazo. Além disso, adesivos que empregam nanopartículas otimizam a penetração do adesivo no substrato dentário, aumentando a área de contato e a eficiência da união. A evolução dos adesivos, bem como o uso da nanotecnologia e de moléculas de baixo peso molecular, promove a longevidade das restaurações. Entretanto, os desafios continuam, como a complexidade do processo de adesão, a necessidade de remoção da *smear layer* e a eficácia na desmineralização da dentina. A nanotecnologia tem potencial para aprimorar as propriedades dos compósitos e adesivos, no entanto, há preocupações em relação à biocompatibilidade; portanto, é imprescindível o contínuo desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas adesivos para os desafios que ainda persistem na prática odontológica, visando sempre a melhoria da saúde bucal dos pacientes.



REFERÊNCIAS

- AHMED, M. Advances in adhesive systems in dentistry: a review. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 22, n.3, p. 245-259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3290/j.jad.a54663>.
- ALAM, M. K. *et al.* Advances in dental bonding agents: Historical perspectives and future directions. *Materials Science and Engineering: C*, v. 147, p. 112296, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2023.112296>.
- AL-ANI, A *et al.* Adhesive dentistry: Recent developments and future perspectives. *Journal of Dentistry*, v. 119, p. 103967. 2022. doi: 10.1016/j.jdent.2022.103967.
- ALHARBI, N. H; DHINGRA, K. Nanomaterials in dental composite resins: A comprehensive review. *Materials*, v. 16, n. 5, 2023. doi:10.3390/ma16051985.
- ARDILA, C. M. *et al.* Nanoparticles in dental adhesive systems: A review of current applications and future prospects. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 2, n. 1, p.1-15, 2023. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a46985>.
- ARINELLI, A. M. D. *et al.* Sistemas adesivos atuais: Revisão de literatura. *Rev. Bras. Odontol.*, v. 3, n. 3, p. 242-246, 2016. doi: 10.1016/j.dental.02.009.
- BOARU, M. O., *et al.* The Influence of Chlorhexidine Gluconate Dentine Pre-Treatment on Adhesive Interface and Marginal Sealing. *Medicina*, v. 59, n. 2, 278, 2023.
- BOURGI, R. *et al.* A Literature Review of Adhesive Systems in Dentistry: Key Components and Their Clinical Applications. *Applied Sciences*, v. 14, n. 18, p. 8111, 2024.
- BRESCHI, L *et al.* Bonding to dentin: A critical review of the literature. *Journal of Dentistry*, v. 126, p. 104289, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104289>.
- BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>.
- CARDOSO, P. M. D. F *et al.* Effect of time and dental substrate on the bond strength of a universal adhesive system: in vitro study. *Rev. de Odont. UNESP*, v. 52, e20230005, 2023. doi:10.1590/1807-2577.00523.
- DUNCAN, R. *et al.* Nanomedicine: A new era in the treatment of diseases. *Journal of Drug Targeting*, v. 30, n. 4, p. 357-372, 2022. <https://doi.org/10.1080/1061186X.2022.2071390>.
- FEHRENBACH, J. *et al.* Is the presence of 10-MDP associated to higher bonding performance for self-etching adhesive systems? A meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials*, v. 37, n. 10, p. 1463-1485, 2021.
- FERNANDES, L. R. Efeito remineralizante de sistemas adesivos experimentais com silicatos. *App.uff.br.*, 2021. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/23590>.
- FROEHLICH, L. *et al.* Sistemas adesivos: uma revisão da literatura. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, e36510212612, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12612>



FREIRE, M. V. D. S. *Sistemas adesivos dentários contendo nanopartículas*. Comum.rcaap.pt. 2019. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/30705>.

HAGGER, O. Sevricon Cavity Seal: Desenvolvimento de adesivos dentários à base de resina acrílica. *Journal of Dental Research*, v. 30, n. 2, p. 156-162, 1951.

HUANG, Y. *et al.* Advances in adhesive dentistry: Nanotechnology applications in bonding agents. *Materials Science and Engineering: C*, v. 143, p. 112215, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2022.112215>.

KAZAK, Magrur *et al.* Comparative cell viability of dentin-bonding adhesive systems on human dental pulp stem cells: time-dependent analysis. *BMC. Oral Health*, v. 24, n. 1, p. 663, 2024.

KOKOL, P. *et al.* Buonocore research in adhesive dentistry: A remarkable sleeping paper. *COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management*, v. 14, n. 2, p. 211-217, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09737766.2021.1906182>.

KUBO, S. *et al.* Longevity of resin–dentin bonds in two-step and three-step etch-and-rinse adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 33, n. 4, p. 619-629, 2021. doi: 10.1111/jerd.12738.

KULSHRESTHA, A. Historical evolution of dentin bonding agents: a clinician's perspective. *International Journal of Multidisciplinary Research and Analysis*, v. 06, n. 01, 2023. doi: 10.2341/09-329-G.

LIMA, A. M *et al.* A nanotecnologia aplicada à Odontologia: uma revisão da literatura. *Odontologia: pesquisa e práticas contemporâneas*, v. 2, n. 2, p. 59-75, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/211106725>.

LIU, Y. *et al.* Advances in self-etch adhesives: A review of the literature. *Frontiers in Dental Medicine*, v. 2, p. 1-12, 2022. <https://doi.org/10.3389/fdmed.2022.830994>

LORENZETTI, C. C *et al.* Influência de tratamento dentinário com EDTA sobre a resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes. *Revista de Odontologia da UNESP*, n. 48, 2019 doi: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.00719>.

MARTINS, D. O *et al.* Agentes antimicrobianos nos sistemas adesivos. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 71, n. 2, p. 130–134, 2014. http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72722014000200003

MALETIN, A *et al.* Dental Resin-Based Luting Materials-Review. *Polymers*, v. 15, n. 20, p. 4156, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym15204156v>.

MEDEIROS, A. F. *et al.* Os efeitos das Metaloproteínas da matriz extracelular - MMPS e clorexidina no mecanismo de adesão dentária. *Rev. Salusvita (Online)*, p. 1127–1149, 2019.

NAKABAYASHI N.; KOJIMA K.; MASUHARA E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*; v. 16, n. 3, p. 265-273, 1982. doi:10.1002/jbm.820160307.

OLIVEIRA, N. D *et al.* Sistemas adesivos: Conceitos atuais e aplicações clínicas. *Revista Dentística on line*, v. 9, n. 19, p. 1–9, 2010.



- PASHLEY, D. H. *et al.* The durability of the resin–dentin bond: The effects of water and enzymes. *Journal of Dental Research*, v. 99, n. 9, p. 1034-1041, 2020. doi:10.1177/0022034520939976
- PERDIGÃO, J.; SWIFT, E. J. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 31, n.1, p. 51-68, 2019. doi: 10.1111/jerd.12465.
- PEUMANS, M., *et al.* Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*, 37(4), e158-e176, 2021. doi:10.1016/j.dental.2020.12.021
- PINHEIRO, R. F. *et al.* Desenvolvimento dos adesivos dentinários. *Rev. FOB*. 1995. Disponível em: http://sddinforma.fob.usp.br/wp-content/uploads/sites/350/2010/07/1995artigo_10.pdf.
- REY, Y. C. D. *et al.* Phosphoric acid containing proanthocyanidin enhances bond stability of resin/dentin interface. *Brazilian dental journal*, v. 33, n. 4, p. 62–70, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202203941>.
- RODRIGUES, L. S. *et al.* Sistemas adesivos atuais e principais desafios na adesão: revisão narrativa. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, e543101019206, 2021. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.19206>.
- SANCHES, K. L. *et al.* Factors affecting adhesive bonding to dentin and enamel: clinical considerations and operator-related variables. *Journal of Adhesive Dentistry*, v.25, n. 1, p.45-56, 2023. doi: 10.3290/j.jad.a128753.
- SANTOS, A. D; Mendes, T. O. Sistemas adesivos resinosos: uma revisão de literatura. *Interciência*, n. 489, v. 20, p. 313-335, 2018. Disponível em: <https://www.grupounibra.com/repositorio/ODONT/2023/sistemas-adesivos-uma-revisao-de-literatura.pdf>.
- ROSA, M. M. *et al.* Nanotechnology in medicine: Current trends and future perspectives. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, v. 11, p. 1245678, 2023. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1245678>.
- SILVA, P. A. *et al.* Adesão e técnicas de preparo dentinário em restaurações diretas: uma revisão de literatura. *Journal of Clinical Dentistry*, v. 27, n. 3, p. 150-160, 2022.
- SOUZA, L. D., *et al.* Modificações nos protocolos de aplicação de sistemas adesivos: revisão de literatura. *Revista de Odontologia*, v. 73, n. 2, p. 173-177, 2018.
- TAKAHASHI, A. *et al.* Influence of MDP-based adhesives on the bonding durability to dentin and enamel in a self-etching approach. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 23, n. 4, p. 337-345, 2021. doi: 10.3290/j.jad.b1227253.
- TAY, F. R. *et al.* Nanotechnology in dentistry: A review. *Journal of Dental Research*, v. 101, n. 5, p. 514-524, 2022. <https://doi.org/10.1177/00220345211061016>.
- VAN MEERBEEK B. *et al.* State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*, v. 27, n. 1, p.17-28, 2011. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.023.
- YOSHIHARA, K. *et al.* Self-etch monomer technology: A review of current materials and future prospects. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 20, n. 1, p. 7-26, 2018. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a39997>



YOSHIHARA, K. et al. Universal adhesives: A review of the literature. *Journal of Adhesive Dentistry*, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2021. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a44895>.