# Selamento imediato da dentina em restaurações indiretas

*Immediate dentin sealing in indirect restorations*

**Amanda Bizin[1], Martín Antúnez de Mayolo Kreidler[1]**

[1]Curso de Odontologia da Universidade Paulista, UNIP, Campinas – SP, Brasil

## Resumo

**Objetivo:** Revisar a literatura científica acerca do selamento imediato da dentina, enfatizando seus fundamentos biológicos, físico-químicos e desempenho clínico. **Métodos:** Foi realizada uma revisão narrativa da literatura, com busca de artigos científicos nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e Google Acadêmico, publicados entre 1990 e 2024, nos idiomas português e inglês. Foram incluídos estudos laboratoriais, investigações *in vivo*, ensaios clínicos e revisões sistemáticas relacionadas à adesão dentinária e ao IDS. **Resultados:** Os estudos analisados demonstraram que o IDS promove maior resistência de união, melhor adaptação marginal, menor microinfiltração e redução da sensibilidade pós-operatória. Evidências clínicas indicam taxas de sucesso superiores a 95% em restaurações indiretas adesivas, especialmente nas restaurações cerâmicas. **Conclusão:** O IDS é um procedimento cientificamente fundamentado, biologicamente seguro e clinicamente previsível, contribuindo para a durabilidade e a estabilidade funcional das restaurações adesivas; entretanto, ainda são necessários ensaios clínicos de longa duração que padronizem protocolos e confirmem sua eficácia com diferentes sistemas adesivos e materiais restauradores.

**Descritores:** Dentina; Adesivo Dentinário; Infiltração Dentária; Restauração Dentária Permanente

## Abstract

**Objective:** To review the scientific literature on immediate dentin sealing (IDS), emphasizing its biological and physicochemical foundations as well as clinical performance. **Methods:** A narrative literature review was conducted by searching for scientific articles in the PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases; the search covered articles published between 1990 and 2024 in Portuguese and English. Laboratory studies, in vivo investigations, clinical trials, and systematic reviews related to dentin adhesion and IDS were included. **Results:** The analyzed studies demonstrated that IDS promotes higher bond strength, better marginal adaptation, reduced microleakage, and decreased postoperative sensitivity. Clinical evidence indicates success rates exceeding 95% for adhesive indirect restorations, particularly those made of ceramic. **Conclusion:** IDS is a scientifically grounded, biologically safe, and clinically predictable procedure that contributes to the durability and functional stability of adhesive restorations; however, long-term clinical trials are still needed to standardize protocols and confirm its efficacy across different adhesive systems and restorative materials.

**Descriptors:** Dentin; Dentin-Bonding Agents; Dental Leakage; Dental Restoration, Permanent.

## Introdução

A odontologia restauradora tem evoluído significativamente com o aprimoramento dos sistemas adesivos, possibilitando tratamentos mais conservadores e previsíveis. Apesar desses avanços, a adesão à dentina permanece um desafio clínico relevante, devido à sua composição heterogênea, elevada permeabilidade e suscetibilidade à degradação hidrolítica ao longo do tempo.

O processo adesivo baseia-se na infiltração de monômeros resinosos na zona desmineralizada da dentina, formando a chamada camada híbrida (hybrid layer), principal elemento de união micromecânica entre resina e substrato dentinário[1]. Entretanto, essa camada é altamente vulnerável à ação da umidade, às tensões de polimerização e à degradação enzimática[2]. Estudos laboratoriais e clínicos têm demonstrado que a perda gradual da integridade da camada híbrida leva à redução progressiva da resistência de união e, consequentemente, ao comprometimento da longevidade das restaurações adesivas[3,4]. Além disso, fatores como a contaminação da dentina durante o período provisório, a permeabilidade tubular exposta e a dificuldade de controle da umidade durante a cimentação indireta contribuem para falhas adesivas precoces[5,6].

Diante desses desafios, surgiu o conceito de selamento imediato da dentina, também conhecido como IDS (Immediate Dentin Sealing), introduzido e consolidado como uma abordagem inovadora para aumentar a previsibilidade das restaurações indiretas adesivas[7,8]. O princípio fundamental do IDS consiste na aplicação e polimerização do sistema adesivo imediatamente após o preparo cavitário, antes da moldagem ou escaneamento digital e da confecção da restauração. Essa etapa tem como objetivo proteger a dentina exposta contra a contaminação, reduzir a sensibilidade pós-operatória e, sobretudo, proporcionar uma interface adesiva madura e estável durante o período da restauração provisória[7,9].

Ao selar a dentina imediatamente após o preparo, evita-se que fluidos orais e contaminantes interfiram na qualidade da hibridização, preservando a integridade da camada híbrida. Verificou-se que o IDS promoveu melhor adaptação marginal e menor microinfiltração quando comparado ao selamento dentinário tardio (DDS). Essa técnica também possibilita uma melhor integração entre o adesivo e o cimento resinoso, já que a superfície previamente polimerizada do adesivo interage de forma química e micromecânica com a resina de cimentação[8,9].

Portanto, o IDS se apresenta como uma resposta científica e clínica aos desafios clássicos da adesão dentinária, representando um avanço significativo não apenas no conceito de restaurações indiretas, mas também com potencial aplicação em restaurações diretas.

Assim, o objetivo deste estudo foi revisar a literatura científica sobre o IDS, destacando seus fundamentos biológicos, físico-químicos e desempenho clínico.

## Revisão da literatura

### *Conceito e princípios do selamento imediato da dentina*

A busca por técnicas que promovam a estabilidade a longo prazo da adesão levou ao desenvolvimento do IDS. Essa técnica foi descrita como um protocolo essencial para a realização de restaurações indiretas adesivas, cuja finalidade é otimizar o desempenho da interface adesiva e preservar a vitalidade pulpar[7]. O princípio do IDS consiste na aplicação e polimerização do adesivo imediatamente após o preparo cavitário, antes da moldagem ou escaneamento digital, criando uma barreira híbrida madura e protegida durante o período provisório.

Diferentemente do selamento tardio (Delayed Dentin Sealing – DDS), o IDS impede que a dentina exposta permaneça vulnerável à contaminação por saliva, fluidos gengivais ou resíduos de material provisório, os quais podem comprometer a molhabilidade e a energia superficial do substrato adesivo[7,8] (Tabela 1). Ademais, o selamento imediato mantém a integridade da camada híbrida ao longo do tempo, reduzindo a permeabilidade dentinária e, consequentemente, a sensibilidade pós-operatória, um dos principais desconfortos relatados pelos pacientes após preparos indiretos.

**Tabela 1. Comparação das características clínicas entre o Selamento Dentinário Imediato (IDS) e o Selamento Dentinário Tardio (DDS)**

| Característica | Selamento Dentinário Imediato (IDS) | Selamento Dentinário Tardio (DDS) |
|---|---|---|
| Momento da aplicação | Imediatamente após o preparo cavitário | Após cimentação definitiva |
| Contaminação dentinária | Mínima | Maior risco durante a fase provisória |
| Resistência adesiva | Elevada e estável | Reduzida a longo prazo |
| Sensibilidade pós-operatória | Reduzida | Maior incidência |
| Integração com cimento resinoso | Excelente | Limitada |
| Estabilidade da interface híbrida | Alta | Suscetível à degradação |
| Adaptação marginal | Superior | Variável |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi demonstrado que o IDS reduz significativamente a microinfiltração marginal, melhora a adaptação interna e aumenta a resistência adesiva, mesmo após envelhecimento artificial[8]. Esses benefícios se devem ao fato de que o adesivo aplicado imediatamente após o preparo interage com a dentina recém-exposta, ainda livre de contaminação, o que resulta em uma hibridização mais profunda e uniforme. O IDS promove uma camada híbrida maturada, previamente polimerizada, capaz de resistir às tensões de polimerização durante a cimentação definitiva. Essa camada atua como uma interface de absorção elástica, distribuindo melhor as tensões internas e preservando a integridade da união[9]. Os autores ressaltam que o uso de sistemas adesivos de múltiplos passos (como os sistemas etch-and-rinse) produz resultados superiores aos adesivos simplificados de passo único, principalmente pela formação de uma camada híbrida mais espessa e menos permeável. Se observou, que o tipo de sistema adesivo e o cimento resinoso utilizado influenciam a força de união, porém o fator determinante para o desempenho superior continua sendo a aplicação imediata do adesivo sobre a dentina recém-preparada[10]. Demonstra-se, que o selamento imediato aumenta a resistência à fratura de restaurações de dissilicato de lítio, mesmo após envelhecimento térmico e mecânico, sugerindo que a maturação da interface adesiva antes da cimentação contribui para a durabilidade estrutural da restauração[6].

O sucesso do IDS depende não apenas dos materiais utilizados, como também da precisão operatória e do rigor na execução das etapas clínicas. Browet e Gerdolle[11] enfatizaram que o IDS requer condições ideais de campo operatório, destacando o isolamento absoluto com dique de borracha como um pré-requisito indispensável para o controle da umidade e prevenção de contaminações. A exposição inadvertida da dentina à saliva ou ao fluido gengival compromete a molhabilidade do substrato e a penetração do adesivo, resultando em falhas na formação da camada híbrida. Além disso, a utilização de magnificação óptica — seja por meio de lupas clínicas ou microscópios operatórios — permite ao cirurgião-dentista visualizar com maior nitidez detalhes do preparo, identificar áreas de dentina exposta e controlar a espessura do filme adesivo[11]. A adesão dentinária é um processo sensível a variações de técnica; portanto, o controle visual e a manipulação cuidadosa dos materiais são fatores determinantes para alcançar selamento completo e uniforme da superfície.

O protocolo clínico do IDS inicia-se imediatamente após o preparo cavitário, com condicionamento ácido seletivo do esmalte, aplicação do sistema adesivo sobre a dentina exposta e fotoativação sob proteção absoluta. Na sequência, o operador deve aplicar uma fina camada de resina fluida, criando uma interface polimerizada que funcionará como barreira protetora durante o período provisório[7]. Antes da moldagem ou escaneamento digital, recomenda-se o uso de agentes de separação, como glicerina ou vaselina, para evitar adesão indesejada dos provisórios à superfície adesivada[8]. Na cimentação definitiva, essa camada previamente polimerizada interage quimicamente com o cimento resinoso, formando uma união coesa e estável. A presença dessa interface maturada melhora a energia de

adesão final e reduz significativamente a formação de microgaps. Dessa forma, o IDS atua não apenas como uma barreira biológica protetora, mas também como uma base funcional de alto desempenho, que favorece a longevidade da restauração[9].

### *Fatores físico-químicos e estabilidade da camada híbrida*

A longevidade da união entre resina e dentina depende diretamente da estabilidade físico-química da camada híbrida, uma estrutura complexa e dinamicamente vulnerável a processos de degradação ao longo do tempo. Mesmo que a adesão inicial possa apresentar valores elevados de resistência, diversos mecanismos químicos e biológicos comprometem a longevidade dessa interface. A principal causa de falha é a hidrólise da matriz colágena exposta durante o condicionamento ácido e o subsequente colapso das fibras, que impede a infiltração completa dos monômeros resinosos[2]. Essa condição favorece a formação de zonas desprotegidas, onde a água residual atua como agente catalisador da degradação hidrolítica dos polímeros e da reativação das metaloproteinases de matriz (MMPs), enzimas endógenas que degradam o colágeno não protegido por resina.

Além da hidrólise, a permeabilidade dentinária residual e a difusão de água pela interface adesiva representam fatores críticos para a perda de estabilidade química. A água aprisionada entre o adesivo e o substrato dentinário age como um plastificante, reduzindo a rigidez do polímero e facilitando a ruptura das ligações químicas entre o adesivo e a matriz colágena[2,12]. Esse fenômeno explica a diminuição gradual da resistência adesiva observada em estudos de envelhecimento acelerado, mesmo em sistemas adesivos de alto desempenho.

Os monômeros funcionais fosfatados, especialmente o MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate), desempenham papel fundamental na formação de uma camada nanohíbrida estável[13]. O MDP é capaz de se ligar quimicamente à hidroxiapatita residual por meio de interações iônicas entre grupos fosfato e cálcio, gerando uma rede de nano-layering que confere maior resistência à dissolução e à degradação hidrolítica. Esse tipo de interação química, mais estável e duradoura, explica o desempenho superior dos adesivos autocondicionantes baseados em MDP em comparação aos sistemas puramente micromecânicos.

Além das ligações químicas estáveis, a densidade de reticulação do polímero e o grau de conversão dos monômeros influenciam diretamente a durabilidade da interface. Adesivos com alta concentração de solventes, como etanol ou acetona, podem deixar resíduos que interferem na polimerização completa e aumentam a permeabilidade da camada adesiva[3]. Observou-se, que o uso de resinas fluidas ou fibras curtas na interface melhora a distribuição de tensões, funcionando como uma zona elástica de absorção, capaz de reduzir o impacto da contração de polimerização[14].

Em um estudo in vivo, observaram a formação de depósitos minerais na interface resina-dentina, sugerindo que a aplicação imediata do adesivo pode favorecer processos de remineralização natural. Essa neoformação mineral, detectada por microscopia eletrônica e espectroscopia de energia dispersiva (EDS), parece ocorrer preferencialmente em interfaces seladas de forma precoce e hermética. Tal fenômeno sugere que o IDS não apenas preserva a integridade da camada híbrida, mas também cria um ambiente propício à deposição de cristais de hidroxiapatita, reforçando quimicamente a interface adesiva[15].

Outro campo emergente envolve o uso de agentes inibidores de metaloproteinases de matriz (MMPs) e enzimas biomoduladoras, como a clorexidina e o quitosano, aplicadas na superfície dentinária antes da adesão. Essas substâncias reduzem a atividade enzimática responsável pela degradação do colágeno exposto, mantendo a estabilidade da camada híbrida a longo prazo[2]. A combinação dessas estratégias químicas com o selamento imediato pode representar um avanço importante para a manutenção da integridade interfacial.

## Discussão

A adesão dentinária sempre foi considerada o ponto mais crítico nas restaurações adesivas. A camada híbrida constitui a interface fundamental para o mecanismo de união desse tipo de restauração[1]. Entretanto, demonstrou-se que a camada híbrida é altamente sensível à umidade e que essa zona apresenta permeabilidade do tecido dentinário, o que a torna vulnerável à degradação hidrolítica ao longo do tempo[16]. Essa observação, demonstra que a resistência de união não se mantém estável com o envelhecimento, sendo influenciada por fatores como o tipo de sistema adesivo, o protocolo de aplicação e a qualidade do substrato[3,12].

Outro ponto amplamente avaliado na literatura consultada refere-se à degradação química e enzimática da camada híbrida. A literatura demonstra, que a presença de água residual entre a dentina e o adesivo facilita a hidrólise dos polímeros e a ativação das metaloproteinases de matriz (MMPs), que degradam o colágeno exposto[2]. Acrescentaram que a incorporação de monômeros funcionais, como o MDP, é capaz de aumentar a estabilidade da interface por meio da formação de uma camada nanohíbrida resistente à dissolução. Essa interação química direta entre o grupo fosfato e o cálcio da hidroxiapatita residual representa um avanço significativo na busca por adesões duradouras[13].

Do ponto de vista mecânico, o estresse de polimerização é outro fator determinante para o sucesso adesivo. As tensões internas se desenvolvem rapidamente após a vitrificação da resina e podem superar a resistência da interface adesiva, gerando microfissuras e falhas marginais[17]. Propuseram o uso de resinas fluidas como camadas intermediárias para dissipar essas tensões, o que resultou em melhor adaptação e menor formação de defeitos entre as interfaces[14,18].Também foi ressaltado, que a fadiga cíclica compromete gradualmente a integridade da união, reforçando a importância de uma base elástica que absorva o impacto mastigatório — papel desempenhado pelo IDS[4].

Nesse contexto, o selamento imediato da dentina surge como uma resposta clínica e científica aos desafios estruturais e biológicos da adesão. O IDS constitui, um protocolo essencial para restaurações indiretas, uma vez que o adesivo é aplicado e fotoativado logo após o preparo, evitando a contaminação da dentina e permitindo a formação de uma camada híbrida madura antes da cimentação da restauração indireta. Esta técnica reduz microinfiltração e melhora a adaptação marginal[8], enquanto o IDS aumenta a energia de adesão final, especialmente quando são utilizados sistemas etch-and-rinse de múltiplos passos[9].

A evidência clínica reforça esses achados laboratoriais. Em um estudo prospectivo de cinco anos, envolvendo 765 restaurações parciais cerâmicas, observou-se taxas de sucesso superiores a 95%, com mínima incidência de falhas adesivas e sensibilidade pós-operatória[19]. Foi relatado um desempenho semelhante em facetas cerâmicas, evidenciando a superioridade do IDS quanto à estabilidade marginal e estética[20]. O selamento imediato aumenta a resistência à fratura de restaurações de dissilicato de lítio, inclusive após envelhecimento térmico e mecânico[6]. O IDS proporciona uma interface mais resistente à fadiga, independentemente do cimento resinoso utilizado[10].

Esses resultados clínicos confirmam o conceito de que o IDS não apenas melhora a resistência adesiva, mas também atua como barreira protetora do complexo dentino-pulpar, reduzindo o risco de sensibilidade e promovendo um ambiente favorável à remineralização. Observou-se in vivo, a formação de depósitos minerais na interface resina-dentina, sugerindo que o selamento precoce favorece a remineralização e a estabilidade estrutural da camada híbrida[15]. Esse achado corrobora a natureza dinâmica e biologicamente ativa da interface adesiva, capaz de responder de forma positiva quando protegida adequadamente.

Apesar dos avanços, a literatura ainda apresenta variação metodológica significativa. Alguns estudos diferem quanto ao tipo de adesivo, ao tempo de aplicação e ao protocolo de cimentação, o que dificulta a padronização dos resultados. Além disso, ainda há carência de ensaios clínicos randomizados com acompanhamento superior a dez anos para confirmar a durabilidade do IDS em diferentes substratos e materiais restauradores. O desempenho a longo prazo das restaurações depende não apenas da adesão inicial, mas também da resistência à degradação química e à fadiga mecânica da interface[3,12].

Em termos de perspectivas, novas pesquisas têm explorado o uso de adesivos bioativos e nanopartículas remineralizantes, capazes de liberar íons cálcio e fosfato para reforçar a matriz híbrida[21]. O desenvolvimento de sistemas adesivos biomiméticos, combinados ao IDS, pode representar a próxima geração de protocolos adesivos com maior estabilidade e integração biológica. A associação dessas tecnologias à odontologia digital, com escaneamento óptico e cimentação imediata sob condições controladas, tende a consolidar o IDS como padrão ouro nas restaurações indiretas adesivas.

## Conclusão

O selamento imediato da dentina apresenta desempenho superior ao selamento tardio, promovendo maior resistência de união, melhor adaptação marginal e menor sensibilidade pós-operatória, quando realizado antes da cimentação de restaurações indiretas. Entretanto, ainda são necessários ensaios clínicos de longa duração que padronizem protocolos.

## Referências


1. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res. 1982;16(3):265-73. doi:10.1002/jbm.820160307.

2. Tay FR, Pashley DH. Water treeing--a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. Am J Dent. 2003;16(1):6-12.

3. De Munck J, Mine A, Poitevin A, Van Ende A, Vivan Cardoso M, Van Landuyt KL, et al. Meta-analytical review of parameters involved in dentin bonding. J Dent Res. 2012;91(4):351-7. doi:10.1177/0022034511431251.

4. Braem M. Microshear fatigue testing of tooth/adhesive interfaces. J Adhes Dent. 2007;9 Suppl 2:249-53.

5. Sattabanasuk V, Burrow MF, Shimada Y, Tagami J. Resin adhesion to caries-affected dentine after different removal methods. Aust Dent J. 2006;51(2):162-9. doi:10.1111/j.1834-7819.2006.tb00421.x.

6. Hofsteenge J, van den Breemer CR, van Dijken JWV, Cune MS, Gresnigt MMM. Effect of immediate dentine sealing on the aging and fracture strength of lithium disilicate inlays and overlays. J Mech Behav Biomed Mater. 2020;110:103906. doi:10.1016/j.jmbbm.2020.103906.

7. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. J Esthet Restor Dent. 2005;17(3):144-54. doi:10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x.

8. Dietschi D, Monasevic M, Krejci I, Davidson C. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. J Dent. 2002;30(5-6):259-69. doi:10.1016/S0300-5712(02)00041-6.

9. Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. J Prosthet Dent. 2007;98(3):166-74. doi:10.1016/S0022-3913(07)60052-3.

10. Sag BU, Bektas OO. Effect of immediate dentin sealing, bonding technique, and restorative material on the bond strength of indirect restorations. Braz Dent Sci. 2020;23(2):1-12. doi:10.14295/bds.2020.v23i2.1923.

11. Browet E, Gerdolle A. Precision and security in restorative dentistry: the synergy of isolation and magnification. Int J Esthet Dent. 2017;12(2):172-85.

12. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dent Mater. 2010;26(2):e100-21. doi:10.1016/j.dental.2009.11.148.

13. Nikaido T, Ichikawa C, Li N, Takagaki T, Sadr A, Yoshida Y, et al. Effect of functional monomers in all-in-one adhesive systems on formation of enamel/dentin acid-base resistant zone. Dent Mater J. 2011;30(5):576-82. doi:10.4012/dmj.2010-214.

14. Belli S, Dönmez N, Eskitaşcioğlu G. The effect of C-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. J Adhes Dent. 2006;8(4):247-53.

15. Akimoto N, Yokoyama G, Ohmori K, Suzuki S, Kohno A, Cox CF. Remineralization across the resin-dentin interface: in vivo evaluation with nanoindentation measurements, EDS, and SEM. Quintessence Int. 2001;32(7):561-70.

16. Pashley DH, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M. The interaction of adhesives with dentin. Am J Dent. 1992;5(6):231-9.

17. Lu H, Stansbury JW, Bowman CN. Towards the elucidation of shrinkage stress development and relaxation in dental composites. Dent Mater. 2004;20(10):979-86. doi:10.1016/j.dental.2004.05.002.

18. Belli S, Inokoshi S, Ozer F, Pereira PNR, Ogata M, Tagami J. The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of Class II adhesive composite restorations. Oper Dent. 2001;26(1):70-5.

19. Van den Breemer CRG, Buijs GJ, Cune MS, Özcan M, Kerdijk W, van der Made S, et al. Prospective clinical evaluation of 765 partial glass-ceramic posterior restorations luted using photo-polymerized resin composite in conjunction with immediate dentin sealing. Clin Oral Investig. 2021;25(3):1463-73. doi:10.1007/s00784-020-03454-7.

20. Gresnigt MMM, Cune MS, Schuitemaker J, van der Made SAM, Meisberger E, Magne P, et al. Performance of ceramic laminate veneers with immediate dentine sealing: an 11 year prospective clinical trial. Dent Mater. 2019;35(7):1042-52. doi:10.1016/j.dental.2019.04.008.

21. Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Torii Y, Osaka A, et al. Self-etch adhesive performance and durability evaluated after three years of water storage. Dent Mater. 2018;34(5):702-20.

**Endereço para correspondência:**

Martín Antúnez de Mayolo Kreidler
Av. Comendador Enzo Ferrari, nº 280, Swift
Campinas – SP, CEP 13045-770
Brasil

E-mail: martin.kreidler@docente.unip.br

**Recebido em: 03/04/2024**
**Aceito em: 26/04/2026**