

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

Selamento imediato da dentina – Revisão narrativa

Trabalho submetido por
Augustin Arrivé
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro 2024

INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

Selamento imediato da dentina – Revisão narrativa

Trabalho submetido por
Augustin Arrivé
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof.^a Doutora Inês Caldeira Fernandes

Setembro 2024

*A mes quatre grands-parents, qui
veillent sur moi depuis le ciel*

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Prof.^a Doutora Inês Caldeira Fernandes dedicação e paciência ao longo deste trabalho, por toda a ajuda e todos os conselhos.

A todos os professores da universidade EGAS MONIZ com quem aprendi para ser um médico dentista.

Aos meus pais, *Papa et Maman*, sem vos nada disto teria sido possível. Um obrigado não chega para vos mostrar a minha eterna gratidão. À minha família toda irmã e irmão pelo vosso amor que me permitiu chegar onde estou hoje.

Aos meus amigos de França, *merci pour votre soutien tout au long de ces cinq ans, il me tarde de vous retrouver.*

Aos meus amigos da faculdade, Enguerrand, Louis, Tom, Kohann; Hugo ... obrigado por todos os momentos passados durante os 5 anos na faculdade e em Portugal.

Ao Khail, meu parceiro de clínica, pela amizade indescritível que levo para a vida, por teres sido o meu maior apoio.

À Egas Moniz, por ter sido a minha segunda casa nestes últimos cinco anos.

RESUMO

O Selamento Imediato da Dentina (IDS) é uma técnica que tem gerado um interesse crescente no campo da medicina dentária restauradora. A técnica IDS envolve o selamento imediato da dentina exposta após a preparação dentária, criando oportunidades para melhorar a adesão e durabilidade das restaurações dentárias.

Pretende-se realizar uma avaliação das evidências provenientes de uma variedade de artigos, sejam eles baseados em estudos *in vitro* e clínicos, analisando diferentes aspectos como a resistência adesiva à dentina, microinfiltração e redução da hipersensibilidade dentinária. Além disso, esta pesquisa incluirá as técnicas recente nos protocolos clínicos para a realização da técnica de Selamento Imediato da Dentina.

O objetivo final é fornecer uma síntese completa dos resultados de uma revisão da literatura, identificando vantagens e desvantagens no conhecimento atual e oferecendo diretrizes para futuras pesquisas. Esta trabalho contribuirá para orientar os profissionais clínicos na aplicação da técnica IDS, visando aprimorar a qualidade dos cuidados em medicina dentária e a satisfação dos pacientes.

Palavras-chave: Selamento Imediato da Dentina, sistema adesivo, Restauração indireta, Adesão

ABSTRACT

The Immediate Dentin Sealing (IDS) is a technique that has generated increasing interest in the field of restorative dental medicine. The IDS technique involves the immediate sealing of exposed dentin after tooth preparation, creating opportunities to improve the adhesion and durability of dental restorations.

It is intended to conduct an evaluation of evidence from a variety of articles, whether they are based on in vitro and clinical studies, analyzing different aspects such as adhesive strength to dentin, microleakage, and reduction of dentin hypersensitivity. Moreover, this research will include recent techniques in clinical protocols for performing the Immediate Dentin Sealing technique.

The goal is to provide a comprehensive synthesis of the key findings from a review of the literature, identifying the advantages and disadvantages in the current knowledge and offering guidelines for future research. This thesis will contribute to guiding clinical practitioners in applying the IDS technique, aiming to enhance the quality of care in dental medicine and patient satisfaction.

Keywords: Immediate Dentin Sealing, adhesive system, indirect restoration, bonding

RÉSUMÉ

Le scellement immédiat de la dentine (IDS) est une technique qui suscite un intérêt croissant dans le domaine de la dentisterie restauratrice. La technique IDS consiste à sceller immédiatement la dentine exposée après la préparation dentaire, offrant ainsi des possibilités d'améliorer l'adhérence et la durabilité des restaurations dentaires.

Une évaluation des preuves issues d'une variété d'articles, qu'ils soient basés sur des études *in vitro* ou cliniques, est prévue, analysant différents aspects tels que la force adhésive à la dentine, la microinfiltration et la réduction de l'hypersensibilité dentinaire. De plus, cette recherche inclura les techniques récentes dans les protocoles cliniques pour la réalisation de la technique de scellement immédiat de la dentine.

L'objectif ultime est de fournir une synthèse complète des résultats clés d'une revue de littérature, identifiant les avantages et les inconvénients des connaissances actuelles et fournissant des orientations pour les futures recherches. Cette thèse contribuera à guider les professionnels cliniques dans l'application de la technique IDS, dans le but d'améliorer la qualité des soins dentaires et la satisfaction des patients.

Mots-clés : Selement dentaire Immédiat, système adhésif, restauration indirecte, collage

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABELAS.....	12
LISTA DE SIGLAS	14
I. INTRODUÇÃO.....	17
II. DESENVOLVIMENTO	21
A. FUNDAMENTOS DO SELAMENTO IMEDIATO DA DENTINA (IDS).....	21
1. Histórico e origem	21
2. Definição do Selamento Imediato da Dentina (IDS).....	23
3. Diferenças entre IDS e DDS.....	23
B. BENEFÍCIOS CLÍNICOS E LIMITAÇÕES DO IDS	26
1. Vantagens do IDS	26
2. Limitações do IDS	28
3. Etapas do procedimento e protocolo de aplicação.....	29
4. Comparação de técnicas e estratégias.....	33
C. SISTEMAS ADESIVOS	35
1. Sistemas adesivos e sua classificação.....	35
2. Sistemas etch-and-rinse vs self-etch.....	38
3. Revisão dos Sistemas Adesivos Utilizados para IDS	40
3.1 <i>OptiBond™ FL (Kerr)</i>	40
3.2 <i>Scotchbond Universal (3M™ ESPE)</i>	40
3.3 <i>Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake)</i>	41
3.4 Comparação global dos sistemas	42
D. PERSPECTIVAS FUTURAS	44
1. Estudos clínicos a longo prazo	44
2. Integração da tecnologia CAD/CAM no IDS.....	46
3. Desenvolvimento de novos materiais adesivos	47

4. Tecnologias de polimerização avançadas	48
5. Utilização de sistemas de fotoiniciação avançados	48
6. Integração de biomateriais	49
III. CONCLUSÃO	51
IV. BIBLIOGRAFIA	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico comparando a força de ligação dos adesivos entre o selamento dentinário imediato e o selamento dentinário com atraso (Kimyai et al., 2023).	27
Figura 2 - Etapas do selamento imediato da dentina num paciente com erosão severa (Schlichting et al., 2022). (A) fotografia inicial, (B) preparação dentaria, (C) dente preparada com isolamento, (D) colocação do adesivo, (E) dente com a coroa definitiva, (F) verificação da oclusão.....	29
Figura 3 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da dentina antes da instrumentação (Lee et Al., 2014).	30
Figura 4 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da dentina após instrumentação (Lee et Al., 2014).	30
Figura 5 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da Dentina após o condicionamento acido (Lee et Al., 2014).	31
Figura 6 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da Dentina após aplicação do adesivo (Lee et Al., 2014).	32
Figura 7 - As etapas da técnica de "IDS Reforçado" para DBA levemente preenchido, Clearfil SE Bond. (De Carvalho et al., 2021) (A) preparação do dente, (B) Aplicação do adesivo, (C) fotopolimerização, (D) resina fluida, (E), (F), (G) dente com camada de resina fluida fotopolimerizada	34
Figura 8 - Classificação dos sistemas adesivos dentários com base na sua interação com o substrato dentinário (Mokeem et al., 2023).	37
Figura 9 - Micrografia típica de microscopia eletrônica de varredura (SEM) da dentina de uma fratura do grupo IDS-7W (Optibond™ FL), que falhou a 73,7 MPa (Magne et al., 2007).	40
Figura 10 - Micrografia típica de microscopia eletrônica de varredura (SEM) da dentina de uma fratura do grupo IDS-12W (SE Bond), que falhou a 53 MPa (Magne et al., 2007).	41
Figura 11 - Imagem de um dente preparado com IDS e com tecnologia CAD/CAM (Magne et Al., 2010).	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Diferencas entre o IDS e o DDS (elaborado pelo autor).	25
Tabela 2 - Procedimentos técnicos para cada adesivos principais utilizados no IDS (De Carvalho et al., 2021).	43
Tabela 3 - Variáveis, resultados, resultados dos estudos incluídos (adaptada de Alghauli et al., 2024).	45

LISTA DE SIGLAS

APS – *Polymerised Advanced System*

CAD/CAM – *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*

DBA – *Dentin Bonding Agent*

DDS – *Delayed Dentin Sealing*

IDS – *Immediate Dentin Sealing*

MDP - *Méthacryloyloxydécyl Dihydrogene Phosphate*

I. INTRODUÇÃO

As restaurações dentárias têm um papel central na evolução da prática da Medicina Dentária, especialmente quando a preparação dentária expõe áreas significativas de dentina. Neste contexto, fazer tratamentos com alta durabilidade e com adesão eficaz entre os materiais restauradores e a estrutura dentária remanescente é fundamental para garantir o sucesso a longo prazo das restaurações (Magne & Belser, 2002). Nos últimos anos, o conceito de selamento imediato da dentina (*Immediate Dentin Sealing*, IDS) surgiu como uma técnica que oferece uma solução promissora para o desafio de assegurar uma adesão otimizada, particularmente em restaurações indiretas (Magne, 2006).

O IDS baseia-se na aplicação imediata de um agente adesivo na superfície dentinária exposta, logo após a preparação dentária. Esta abordagem difere dos métodos tradicionais, onde o sistema adesivo só é aplicado no momento da cimentação da restauração indireta. A principal vantagem do IDS reside na criação de uma camada de adesão robusta antes de qualquer possível contaminação da dentina ou manipulação adicional, o que, em última análise, melhora a qualidade da união entre o dente e a restauração (Magne & Douglas, 1999).

Nas últimas duas décadas, diversos estudos clínicos e laboratoriais têm vindo a confirmar os benefícios clínicos desta técnica. O IDS não só aumenta significativamente a força de adesão entre a dentina e os materiais restauradores, mas também demonstra uma redução eficaz da sensibilidade dentinária pós-operatória, um problema comum associado as restaurações dentárias (Van Meerbeek et al., 2003). Adicionalmente, o IDS tem mostrado ser uma barreira eficaz contra a microinfiltração bacteriana, um fator que pode comprometer a integridade das restaurações a longo prazo (Tay & Pashley, 2001).

A literatura atual também evidencia que a técnica de IDS melhora o desempenho de restaurações indiretas, como coroas e facetas, particularmente quando materiais cerâmicos, como o dissilicato de lítio, são utilizados. Estes materiais, em conjunto com os adesivos de ligação *self-etch*, apresentam resultados superiores em termos de força de adesão e durabilidade das restaurações, comparativamente às técnicas convencionais (Sanares et al., 2001).

O principal objetivo deste trabalho é conduzir uma análise abrangente das evidências científicas disponíveis sobre o selamento imediato da dentina, com foco principal: a força de adesão, a prevenção da microinfiltração, a minimização da hipersensibilidade dentinária e os adesivos utilizados. Esta pesquisa incluirá revisões sistemáticas dos estudos clínicos e laboratoriais que abordam o IDS, considerando as diferentes técnicas e protocolos utilizados na sua aplicação clínica (Peumans et al., 2006).

Nesta tese, a abordagem metodológica incluirá a revisão de estudos clínicos *in vivo* e *in vitro* sobre o selamento imediato da dentina, com critérios rigorosos de inclusão que priorizem a qualidade metodológica dos trabalhos analisados. Serão também abordados casos clínicos exemplificativos, que permitirão ilustrar de forma prática os benefícios e os desafios da aplicação do IDS na Medicina Dentária contemporânea.

Além disso, é importante destacar que o sucesso do IDS não depende exclusivamente da técnica em si, mas também de fatores como a correta seleção do material adesivo, o protocolo de polimerização, a gestão da dentina durante a preparação (Tay & Pashley, 2001). Fatores como a espessura da camada de adesivo, o tipo de adesivo utilizado (*etch-and-rinse* versus *self-etch*) e o tempo de exposição à luz polimerizadora podem influenciar significativamente os resultados (Cardoso et al., 2011).

Estudos recentes destacam, ainda, o papel crucial do IDS na longevidade das restaurações indiretas. Restaurações cimentadas em dentina previamente selada demonstram uma maior resistência à descolagem e menores taxas de fracasso ao longo do tempo (Magne et al., 2007).

O selamento imediato da dentina, enquanto técnica relativamente recente, já demonstrou um enorme potencial para transformar a prática da dentisteria restauradora. Os benefícios proporcionados por esta técnica, em termos de melhoria da força adesiva, redução da sensibilidade pós-operatória e prevenção da microinfiltração, tornam-na uma ferramenta essencial para os profissionais que procuram resultados restauradores de alta qualidade e durabilidade.

Deste modo pretende-se com este trabalho contribuir para descrever os conceitos relacionados com o IDS, consolidando as melhores práticas clínicas e promovendo o

avanço contínuo da investigação nesta área. A expectativa é que os resultados aqui apresentados possam não só informar os clínicos sobre as vantagens do selamento imediato da dentina, como também impulsionar novos estudos que explorem as aplicações futuras desta técnica, com vista à melhoria dos cuidados dentários e à satisfação dos pacientes.

II. DESENVOLVIMENTO

A. FUNDAMENTOS DO SELAMENTO IMEDIATO DA DENTINA (IDS)

1. Histórico e origem

O selamento imediato da dentina (*Immediate Dentin Sealing*, IDS) é uma técnica de dentisteria restauradora que foi inicialmente introduzida para enfrentar os desafios relacionados à exposição da dentina durante a preparação para restaurações indiretas. Desenvolvida a partir de avanços nas técnicas adesivas, a prática do IDS ganhou notoriedade principalmente através dos trabalhos de Magne (2005), que destacou seus benefícios na proteção da dentina e na melhoria da adesão em restaurações indiretas.

O desenvolvimento do IDS foi fortemente influenciado pelos progressos na compreensão das interações químicas e mecânicas entre os adesivos dentinários e as superfícies dentinárias preparadas. A ideia de uma adesão imediata à dentina surgiu das pesquisas de Pashley (1990), que explorou as propriedades de microinfiltração e a importância de selar imediatamente a dentina para prevenir a contaminação e a degradação da superfície adesiva (Pashley, 1990).

Os trabalhos de Bergenholtz mostraram que a penetração de bactérias e fluidos através dos túbulos dentinários expostos pode levar à colonização de microrganismos, sensibilidades pós-operatórias e irritação da polpa. Para evitar estas consequências, quando a dentina é exposta após a preparação para uma restauração adesiva indireta, recomenda-se a aplicação local de um agente de adesão dentinária (DBA). Esta aplicação imediata do DBA foi proposta na década de 1990 e é conhecida como selamento imediato da dentina (IDS) (Ricucci & Bergenholtz, 2003).

Em 1992, Pashley et al. propuseram selar a dentina preparada com resinas adesivas. Esta abordagem foi apoiada pelo grupo de Davidson em 1996, por Paul e Schaerer em 1997, bem como por Öztürk et al. O Professor Tagami preconiza uma "camada de resina" sobre a dentina recém-preparada para prevenir irritações pulpares e aumentar a adesão à dentina. Magne et al. introduziram o termo selamento imediato da dentina em 1999.

Magne et al. (2007) foram dos primeiros a demonstrar que o IDS permitia obter forças de adesão semelhantes às obtidas com dentina recém-preparada, mesmo após várias semanas de espera antes da colocação da restauração definitiva. O seu estudo mostrou que a aplicação imediata de um adesivo na dentina preparada, seguida de uma restauração provisória, mantinha uma adesão robusta e duradoura (Magne, So, & Cascione, 2007).

O IDS também foi estudado pelos seus efeitos na sensibilidade dentinária e na sobrevivência das restaurações. De Torres et al. (2017) relataram que o IDS com um agente de ligação *self-etch* poderia reduzir a sensibilidade pós-operatória e melhorar o conforto do paciente, oferecendo uma melhor adesão em comparação com as técnicas de selamento retardado da dentina (DDS) (De Torres et al., 2017).

As descobertas chave no desenvolvimento do IDS incluem a infiltração dos monómeros nos substratos dentinários para favorecer a adesão, como demonstrado por Nakabayashi et al. (1982). Eles mostraram que a infiltração dos monómeros na dentina desmineralizada por ácidos fosfóricos permitia obter uma adesão mais forte e duradoura (Nakabayashi, Kojima, & Masuhara, 1982).

A introdução dos sistemas adesivos também simplificou o procedimento, oferecendo ao mesmo tempo resultados comparáveis aos dos sistemas *etch-and-rinse*. Van Meerbeek et al. (1998) demonstraram que estes sistemas permitem uma adesão eficaz sem as etapas complexas de desmineralização e enxaguamento, o que reduz os riscos de sensibilidade e contaminação (Van Meerbeek et al., 1998).

A utilização do IDS foi explorada em diversos estudos clínicos para avaliar o seu impacto na sobrevivência das restaurações. Breemer et al. (2019) estudaram o efeito do IDS na resistência das restaurações em dissilicato de lítio e encontraram que esta técnica poderia prolongar a sobrevivência das restaurações (Van den Breemer et al., 2019).

Além dos estudos sobre a sensibilidade e a sobrevivência, outras pesquisas examinaram a eficácia do IDS na prevenção de microinfiltrações. Por exemplo, Hu e Zhu (2010) demonstraram que a utilização de um adesivo como o *Prime and Bond* com o IDS podia reduzir significativamente a hipersensibilidade pós-cimentação, oferecendo assim uma melhor proteção pulpar (Hu & Zhu, 2010).

2. Definição do Selamento Imediato da Dentina (IDS)

O selamento imediato da dentina (IDS) é uma técnica utilizada na dentisteria restauradora que consiste na aplicação imediata de um adesivo na dentina exposta após a preparação dentária, antes da tomada de impressões e da colocação de uma restauração provisória. Esta abordagem visa proteger a dentina, melhorar a adesão da restauração final e reduzir a sensibilidade pós-operatória. O IDS consiste em aplicar um sistema adesivo na dentina imediatamente após a preparação dentária, permitindo assim manter uma adesão robusta e duradoura, mesmo após várias semanas de espera antes da colocação da restauração definitiva (Magne & Douglas, 1999).

O IDS cria uma camada de adesivo diretamente sobre a dentina, o que protege a polpa e favorece uma melhor integração da restauração definitiva. De Torres et al. (2017) demonstraram que a utilização de um agente de ligação auto-condicionante na técnica IDS reduz as sensibilidades pós-operatórias e melhora o conforto do paciente, oferecendo ao mesmo tempo uma adesão superior em comparação com as técnicas de selamento dentinário diferido (DDS) (De Torres et al., 2017).

Além disso, o IDS previne a desmineralização da dentina, um problema comum com as técnicas de condicionamento da dentina, evitando as complicações associadas à utilização de ácido ortofosfórico.

3. Diferenças entre IDS e DDS

O selamento imediato da dentina (IDS) e o selamento retardado da dentina (DDS) são duas abordagens distintas para a gestão da dentina exposta durante as restaurações indiretas. O IDS envolve a aplicação imediata de um adesivo na dentina após a preparação, antes da tomada de impressões e da colocação da restauração provisória, enquanto o DDS adia a aplicação do adesivo dentinário até à colocação da restauração definitiva.

O agente de ligação é então aplicado durante a fase final de cimentação da restauração. Embora o DDS tenha sido amplamente adotado durante anos, estudos comparativos entre o DDS e o IDS mostraram que o selamento retardado da dentina pode levar a um aumento

da sensibilidade pós-operatória e menor resistência da adesão, principalmente devido ao risco de contaminação da dentina durante o período entre a preparação do dente e a cimentação (Magne & Belser, 2002; Van Meerbeek et al., 2003).

Uma das características do DDS é a exposição prolongada da dentina à saliva, fluídos orais e a possíveis contaminações bacterianas, o que pode prejudicar a adesão final da restauração. Magne et al. (2007) indicam que a aplicação tardia do adesivo no DDS pode comprometer a integridade da ligação entre a dentina e a restauração, especialmente quando comparada à adesão obtida com o IDS.

Van den Breemer et al. (2019) demonstraram que o IDS resulta numa força de adesão comparável à obtida com um adesivo recém-aplicado, mesmo após várias semanas antes da colocação da restauração definitiva, enquanto o DDS apresenta forças de adesão inferiores devido à exposição prolongada da dentina (Van den Breemer et al., 2019). Além disso, o IDS permite reduzir significativamente a sensibilidade pós-operatória em comparação com o DDS, pois evita a exposição prolongada da dentina e a consequente desmineralização. Segundo Hu e Zhu (2010), o IDS, quando utilizado com um adesivo com o *primer e bond*, reduz eficazmente a hipersensibilidade pós-cimentação, oferecendo assim uma melhor proteção pulpar e um conforto acrescido para o paciente (Hu & Zhu, 2010).

No entanto, o DDS ainda pode ser uma opção válida em situações clínicas específicas, particularmente em casos onde a manipulação precoce do adesivo possa representar um risco. Em tais casos, é essencial garantir uma adequada limpeza da dentina antes da aplicação do adesivo para minimizar o impacto de contaminantes (Sanares et al., 2001). A pesquisa atual continua a explorar métodos para melhorar a eficácia do DDS e reduzir suas limitações, mas os dados existentes favorecem o uso do IDS em termos de força de adesão e previsibilidade clínica a longo prazo (Peumans et al., 2005).

A aplicação imediata de um adesivo na dentina preparada após a preparação dentária permite selar a dentina, prevenir a contaminação e garantir uma integração ótima da restauração. O DDS, ao deixar a dentina exposta durante um período prolongado, apresenta desvantagens como uma sensibilidade acrescida e uma adesão reduzida, o que

pode comprometer a durabilidade e o sucesso das restaurações indireta (Gresnight et al., 2016) (Tabela 1).

Tabela 1 - Diferenças entre o IDS e o DDS (elaborado pelo autor).

Características	IDS	DDS
Timing	O selamento é feito imediatamente após a preparação do dente.	O selamento é adiado até que a restauração final esteja pronta para ser colocada.
Proteção da dentina	A dentina é protegida da contaminação imediatamente.	A dentina permanece desprotegida durante a fase provisória.
Força de união	União mais forte devido ao selamento imediato.	União potencialmente mais fraca devido ao selamento retardado e à exposição a contaminantes.
Sensibilidade pós-operatória	Tipicamente menor sensibilidade pós-operatória.	Maior risco de sensibilidade pós-operatória.

B. BENEFÍCIOS CLÍNICOS E LIMITAÇÕES DO IDS

1. Vantagens do IDS

- Redução da microinfiltração bacteriana e da sensibilidade dentinária: O IDS permite selar imediatamente a dentina recém-preparada, reduzindo assim a microinfiltração bacteriana e diminuindo a sensibilidade dentinária. Isso melhora significativamente a qualidade da ligação entre a dentina e o material de restauração, contribuindo para resultados clínicos mais estáveis e confortáveis para o paciente (Samartzi et al., 2021).

- Melhoria na sobrevivência a longo prazo das restaurações indiretas: Estudos demonstram que o IDS melhora a sobrevivência a longo prazo das restaurações, com um aumento na resistência à tração, redução da microinfiltração e diminuição da sensibilidade dentinária. Esses fatores, em conjunto, asseguram uma melhor durabilidade e desempenho das restaurações parciais indiretas (Kovalský et al., 2022).

- Reforço das ligações das restaurações indiretas estéticas: O IDS reforça a ligação entre as restaurações estéticas indiretas e a dentina, o que melhora os resultados clínicos em termos de estética e funcionalidade, tornando as restaurações mais harmoniosas e resistentes (Alghulikah et al., 2021).

- Proteção pulpar e melhor selamento dentinário: A utilização do IDS tem sido associada a uma proteção aumentada da polpa dentária, através de um melhor selamento dentinário. Isso ajuda a preservar a saúde pulpar a longo prazo e reduz os riscos de complicações pós-operatórias, como a sensibilidade (Magne et al., 2011).

- Melhoria do estado de ligação e redução da formação de bolhas: A aplicação imediata de um selamento dentinário pode melhorar significativamente o estado de ligação entre a dentina e as restaurações em cerâmica sem metal, enquanto reduz a formação de bolhas que poderiam comprometer a durabilidade da restauração (Nakazawa et al., 2022).

- Reforço da ligação com cimentos de resina auto-adesivos: O IDS provou ser eficaz para reforçar a ligação das restaurações em cerâmica à dentina, utilizando cimentos de resina

auto-adesivos, melhorando assim o desempenho e a longevidade dessas restaurações (Dalby et al., 2012) (Figura 1).

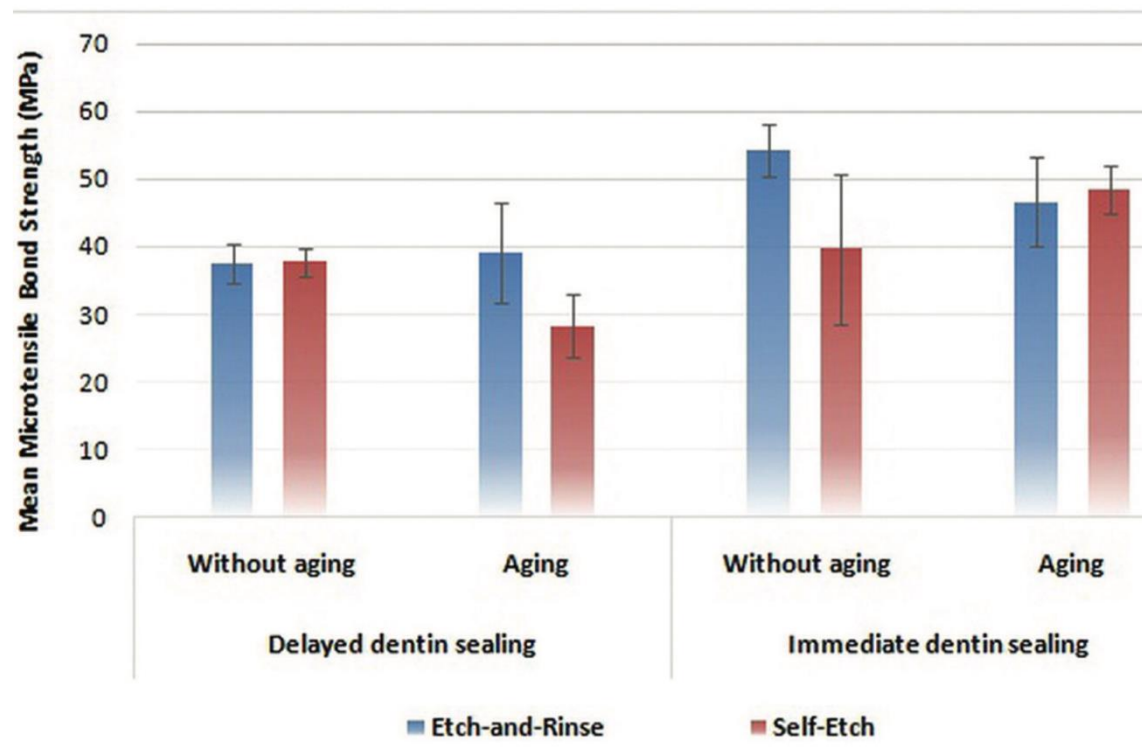


Figura 1 - Gráfico comparando a força de ligação dos adesivos entre o selamento dentinário imediato e o selamento dentinário com atraso (Kimyai et al., 2023).

- Aumento da resistência à fratura das restaurações em cerâmica e compósito: O IDS aumenta a resistência à fratura de materiais como a cerâmica de dissilicato de lítio e os compósitos de resina, o que é crucial para a durabilidade e a resistência mecânica das restaurações (Van den Breemer et al., 2017).

- Redução da permeabilidade dentinária: O IDS desempenha um papel crucial na redução da permeabilidade da dentina, selando eficazmente contra fluidos que poderiam de outra forma infiltrar-se através da dentina híbrida e comprometer a ligação das restaurações (Carvalho et al., 2012).

- Influência positiva na resistência à tração dos materiais de restauração cerâmicos: Esta técnica também melhora a resistência à tração dos materiais de restauração em cerâmica, beneficiando as propriedades mecânicas e a durabilidade das restaurações (Nabil & Zohdy, 2021).

2. Limitações do IDS

- Diminuição da secreção de matriz de colagénio pelos odontoblastos: A aplicação do selamento imediato da dentina pode reduzir a capacidade dos odontoblastos de secretar matriz de colagénio, devido à perda das junções lacunares entre essas células, cruciais para o seu funcionamento. Esta alteração pode comprometer a qualidade intrínseca da dentina reparadora, fundamental para a durabilidade das restaurações dentárias (Pashley, 1996).

- Influência da espessura dos materiais na carga de fratura das restaurações: A espessura dos materiais utilizados no selamento dentinário imediato pode afetar a carga de fratura das restaurações. Uma espessura inadequada pode aumentar o risco de fratura sob as forças mastigatórias, comprometendo a longevidade dos trabalhos restauradores (Spohr et al., 2013).

- Bloqueio dos túbulos dentinários pelos dessensibilizantes dentinários: A utilização de dessensibilizantes no contexto do selamento imediato pode levar à precipitação das proteínas do fluido dentinário. Esse fenómeno causa o bloqueio dos túbulos dentinários, afetando assim a capacidade dos cimentos de resina de aderir eficazmente à dentina. Esse problema pode reduzir significativamente a força de ligação entre o material de restauração e a dentina, essencial para uma restauração durável (Yu et al., 2010; Garcia et al., 2016).

- Diluição do agente de ligação pelos fluidos dentinários: Durante a inserção da restauração final, o movimento dos fluidos dentinários pode diluir o agente de ligação usado no selamento imediato. Esta diluição pode obstruir as áreas de retenção, reduzindo assim a retenção global da restauração. Este desafio é significativo para manter a resistência de ligação ao longo da vida útil da restauração, podendo levar a falhas prematuras (Yu et al., 2010; Garcia et al., 2016).

- Impacto da permeabilidade da dentina profunda na eficácia do selamento: A permeabilidade da dentina profunda pode variar após um selamento imediato, dependendo dos adesivos utilizados. Esta variação pode influenciar a eficácia do selamento e, conseqüentemente, os resultados a longo prazo da restauração. Uma

permeabilidade inadequada pode permitir que contaminantes se infiltrem sob a restauração, ameaçando a saúde do dente e a durabilidade da restauração.

Apesar destas diferentes limitações, o IDS oferece muitos benefícios e as limitações devem-se sobretudo a erros no protocolo.

3. Etapas do procedimento e protocolo de aplicação

O selamento imediato da dentina (IDS) envolve uma série de etapas meticulosas destinadas a garantir uma adesão ideal e a proteger a dentina exposta. Na figura 2, são apresentadas etapas do processo IDS, integrando técnicas e materiais comumente utilizados.

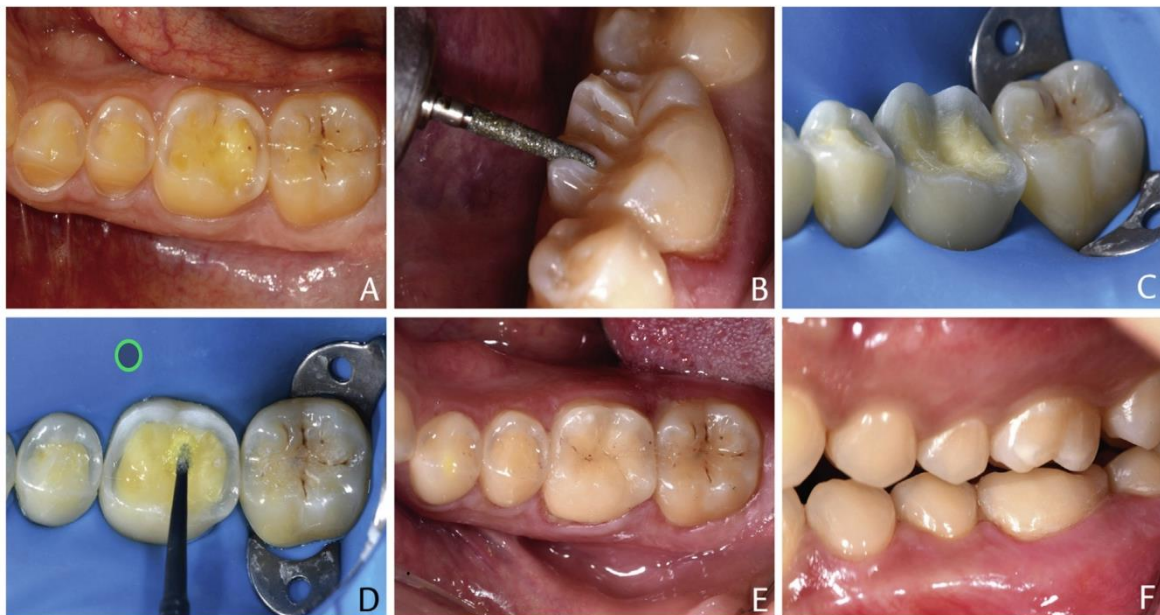


Figura 2 - Etapas do selamento imediato da dentina num paciente com erosão severa (Schlichting et al., 2022). (A) fotografia inicial, (B) preparação dentária, (C) dente preparada com isolamento, (D) colocação do adesivo, (E) dente com a coroa definitiva, (F) verificação da oclusão.

- Preparação dentária

A primeira etapa do IDS consiste em preparar a superfície dentária utilizando instrumentos rotativos para remover os tecidos cariados e condicionar o dente para a restauração planeada (Magne, So, & Cascione, 2007) (Figuras 3 e 4).

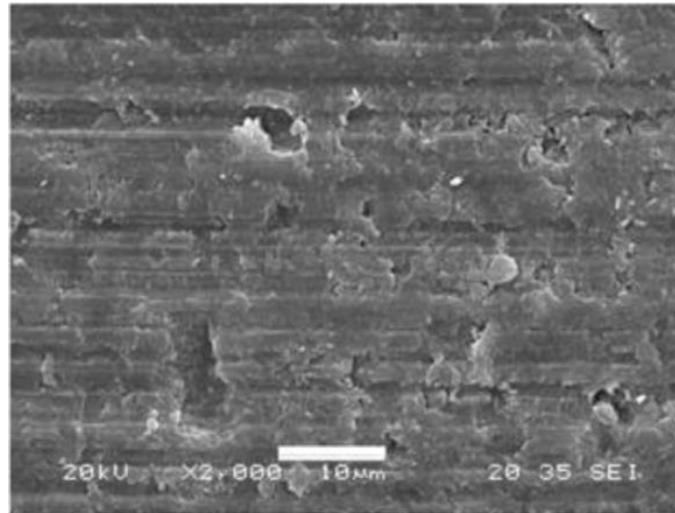


Figura 3 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da dentina antes da instrumentação (Lee et Al., 2014).

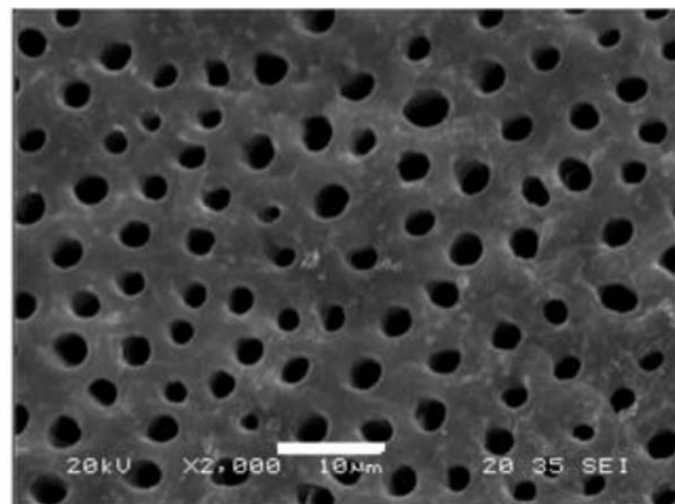


Figura 4 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da dentina após instrumentação (Lee et Al., 2014).

- Isolamento do campo operatório

É essencial isolar o campo operatório para evitar qualquer contaminação por saliva e fluidos gengivais. O uso de um dique de borracha é recomendado para garantir um ambiente seco e limpo, o que é crucial para a adesão do agente de selamento dentinário (Pashley, 1990).

- Aplicação do ácido ortofosfórico

A etapa seguinte consiste em aplicar um ácido ortofosfórico (concentração geralmente entre 30% e 40%) na dentina preparada durante 15 a 20 segundos para desmineralizar a superfície e criar uma estrutura micro-retentiva. Idealmente durante 30 segundos no esmalte e 15 segundos na dentina. Esta etapa é seguida de uma lavagem abundante com água para eliminar completamente o ácido e os resíduos de desmineralização (Nakabayashi, Kojima, & Masuhara, 1982) (Figura 5).

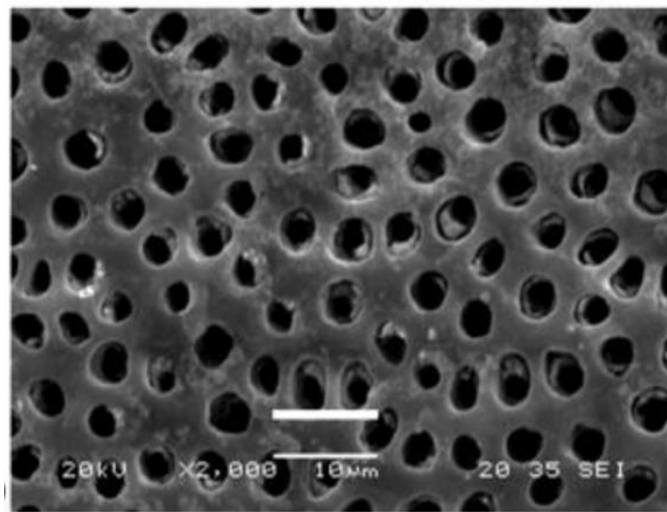


Figura 5 - Imagem de corte transversal com microscópio electrónico da Dentina após o condicionamento ácido (Lee et Al., 2014).

- Secagem e condicionamento da dentina

Após a lavagem, a dentina deve ser ligeiramente seca com ar, garantindo que os túbulos dentinários não sejam completamente desidratados, pois isso poderia comprometer a adesão. O uso de solventes como etanol ou acetona pode ajudar a evaporar a água residual e preparar a superfície para o adesivo (Magne et al., 2006).

- Aplicação do sistema adesivo

A aplicação do agente adesivo é uma etapa crítica. É aplicado um agente de ligação dentinária (DBA) em uma ou várias camadas, dependendo do sistema utilizado. Os agentes auto-condicionantes combinam as etapas de condicionamento e adesão, simplificando o processo enquanto mantêm uma adesão eficaz (Van Meerbeek et al.,

1998). Cada camada deve ser bem friccionada sobre a superfície dentinária por pelo menos 20 segundos para garantir uma penetração adequada nos túbulos dentinários.

- Polimerização do adesivo

O adesivo aplicado deve ser polimerizado com um fotopolimerizador. A polimerização deve ser realizada de acordo com as recomendações do fabricante, geralmente entre 20 e 40 segundos por camada, para garantir a polimerização completa do adesivo e uma adesão ideal (De Torres et al., 2017) (Figura 6).

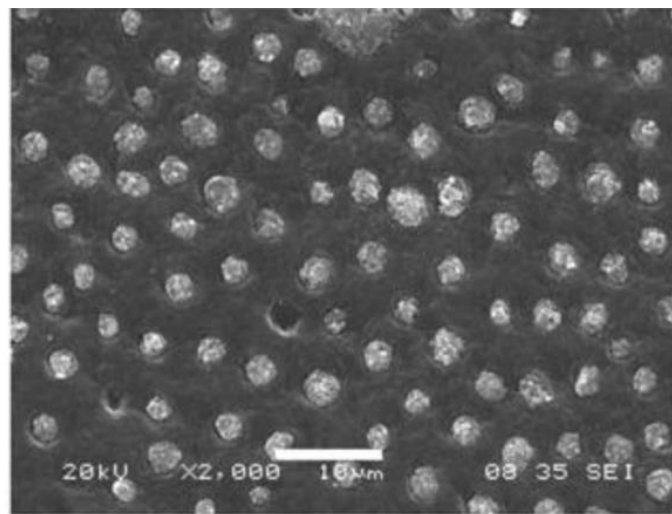


Figura 6 - Imagem de corte transversal com microscópio eletrônico da Dentina após aplicação do adesivo (Lee et Al., 2014).

- Aplicação da resina de proteção (Opcional)

Após a polimerização do adesivo, uma fina camada de resina composta de proteção é aplicada sobre a superfície dentinária. Esta resina atua como uma barreira adicional contra microinfiltrações e infiltrações bacterianas, enquanto reforça a ligação entre a dentina e a restauração provisória ou definitiva (De Carvalho et al., 2021).

- Colocação da restauração provisória

Uma vez que a dentina esteja selada e protegida, pode-se colocar uma restauração provisória. Esta restauração temporária protege a preparação dentária até a colocação da

restauração definitiva. Deve ser bem ajustada para evitar qualquer infiltração marginal e garantir o conforto do paciente (Magne et al., 2007).

- Tomada de impressão

A tomada de impressão pode ser realizada após a aplicação do agente adesivo e a colocação da resina de proteção. É crucial utilizar materiais de impressão de alta precisão para garantir um ajuste perfeito da restauração final (Hu & Zhu, 2010).

- Acabamento e polimento

Finalmente, após a polimerização final e a colocação da restauração definitiva, é importante realizar um acabamento e polimento cuidadosos da superfície restaurada. Isso garante uma oclusão correta, minimiza pontos de contato excessivos e proporciona uma superfície lisa que evite à acumulação de placa bacteriana (Van den Breemer et al., 2019).

4. Comparação de técnicas e estratégias

O selamento imediato da dentina implica a aplicação de um sistema adesivo na dentina diretamente após a preparação do dente, antes da impressão. A técnica é universal (*inlays*, *onlays*, facetas, coroas) e está bem documentada tanto clinicamente quanto experimentalmente. Existem diferentes tipos de agentes de adesão dentinária (DBAs) disponíveis no mercado. As principais diferenças residem na espessura da camada híbrida e na resina adesiva sobreposta.

Num estudo de Carvalho et al. (2021) parece que o selamento imediato da dentina foi confirmado como sendo significativamente eficaz para melhorar a resistência de ligação de todos os adesivos testados. O uso de um revestimento de resina fluida após o selamento imediato da dentina aumentou a resistência de microtração de todos os adesivos sem carga (com um aumento de 233% para o ScotchBond MP, até 560% para o Clearfil SE Bond) e manteve o desempenho do adesivo de referência de 3 passos. (De Carvalho et al., 2021) (Figura 7).

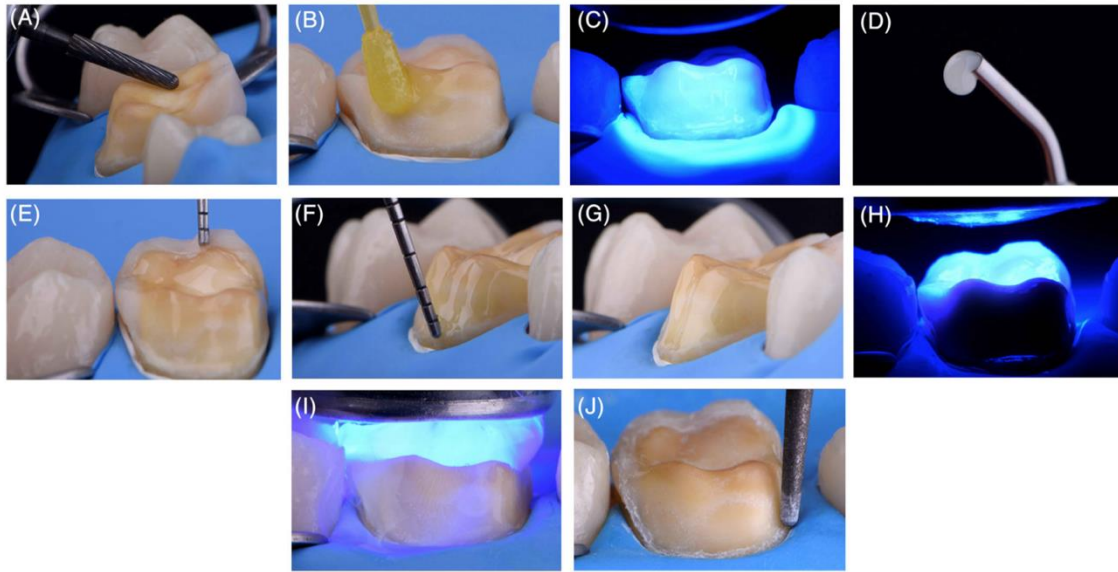


Figura 7 - As etapas da técnica de "IDS Reforçado" para DBA levemente preenchido, Clearfil SE Bond. (De Carvalho et al., 2021) (A) preparação do dente, (B) Aplicação do adesivo, (C) fotopolimerização, (D) resina fluida, (E), (F), (G) dente com camada de resina fluida fotopolimerizada

De acordo com vários autores, o processo envolve as seguintes etapas essenciais:

- Aplicação de ácido ortofosfórico: Este passo é fundamental para o condicionamento tanto do esmalte quanto da dentina, removendo a *smear layer* presente na entrada dos túbulos (Pashley et al., 1996).
- Uso de um *primer* anfifílico: O *primer* serve como ponte entre a camada híbrida e a resina adesiva, ligando-se às fibras de colagénio pelo seu lado hidrofílico e aos monómeros de resina pelo seu lado hidrofóbico (Van Meerbeek et al., 2003).
- Aplicação de uma resina adesiva fotopolimerizável ou *dual*: Este tipo de resina é essencial para garantir uma adesão eficaz e duradoura.
- Uso de glicerina: A glicerina é aplicada para prevenir a inibição da polimerização da superfície externa da resina pelo oxigénio.

Será desaconselhado no caso de preparações pouco profundas. De facto, o IDS ocuparia demasiado espaço e não deixaria espaço suficiente para a peça protética.

C. SISTEMAS ADESIVOS

1. Sistemas adesivos e sua classificação

Os sistemas adesivos dentários representam uma componente crucial na prática da Medicina Dentária moderna. Eles permitem a ligação eficaz de materiais restauradores com o tecido dentário subjacente, essencial para uma variedade de tratamentos conservadores e restauradores. A principal função destes sistemas é facilitar a adesão entre as resinas compostas e a estrutura dentária, formando uma interface adesiva forte, crucial para a durabilidade e sucesso das restaurações dentárias. Uma adesão eficaz influencia diretamente a preservação dos dentes, a prevenção de infiltrações e a estabilidade estrutural da restauração. Além disso, um sistema adesivo bem aplicado reduz a sensibilidade pós-operatória e aumenta a longevidade da restauração, evitando assim a necessidade de retratamentos frequentes (Van Meerbeek et al., 2020).

Desde a sua introdução na década de 1970, os sistemas adesivos dentários têm passado por evoluções notáveis. Inicialmente compostos maioritariamente por fosfatos, estes adesivos de primeira geração enfrentavam vários desafios, incluindo a necessidade de controlar rigorosamente a humidade e aplicar a técnica com precisão. A superfície devia estar completamente seca para evitar falhas na adesão, algo difícil de alcançar em ambiente clínico. Em resposta a estas limitações, as indústrias desenvolveram adesivos bifásicos nas décadas seguintes, menos sensíveis à humidade e que proporcionavam uma ligação adesiva mais forte e fiável. Estas inovações aumentaram a versatilidade dos tratamentos, especialmente aqueles que requerem uma estética superior e uma integração eficaz com o tecido dentário, simplificando assim procedimentos anteriormente considerados complexos (Alex, 2015).

A terceira geração de sistemas adesivos, introduzida nos anos 1990, trouxe inovações importantes, como o monómero MDP, que melhorou a adesão ao tecido dentário mineralizado e não mineralizado. Isso aumentou o sucesso em procedimentos de restauração e a longevidade das restaurações (Pashley et al., 2011). Os adesivos da quarta geração foram considerados o *gold standard*, introduzindo um sistema em várias etapas (desmineralização, primer e adesivo), proporcionando uma forte adesão ao esmalte e à dentina, com melhores resultados em termos de microinfiltração (Van Meerbeek et al., 2003). Já a quinta geração simplificou este protocolo ao combinar as etapas de primer e

adesivo, facilitando a aplicação, mas com uma maior sensibilidade técnica e menor eficácia em condições de humidade (De Munck et al., 2005; Pashley et al., 2002). A sexta geração introduziu sistemas auto-condicionantes, eliminando a necessidade de um condicionamento ácido separado. Embora eficazes na redução da sensibilidade pós-operatória, apresentaram menor adesão ao esmalte em comparação com os sistemas de condicionamento total (Van Meerbeek et al., 2010). Os adesivos da sétima geração, *all-in-one*, unificaram as três etapas num único passo. Apesar de mais rápidos, demonstraram uma adesão mais fraca à dentina e menor durabilidade (Peumans et al., 2014). Os sistemas contemporâneos, por outro lado, introduziram adesivos universais que podem funcionar em vários modos, proporcionando simplicidade de uso e maior resistência à hidrólise, garantindo uma adesão mais duradoura (Perdigão, 2017).

Com a evolução dos sistemas adesivos, a classificação dos adesivos dentários também sofreu mudanças significativas. Hoje, em vez de se referir a gerações, fala-se principalmente de três grandes categorias de sistemas adesivos: *etch-and-rinse*, *self-etch* e adesivos universais.

Os sistemas *etch-and-rinse* necessitam de uma etapa de condicionamento com ácido fosfórico para remover a camada de detritos *smear layer* e expor a dentina. Este processo permite uma melhor infiltração da resina nas fibras de colagénio da dentina desmineralizada, criando uma camada híbrida forte (Van Meerbeek et al., 2003). Este método continua a ser considerado o padrão de referência em termos de resistência de união a longo prazo. No entanto, pode ser mais sensível aos erros técnicos, especialmente no que diz respeito ao controlo da humidade durante o procedimento (Mokeem et al., 2023).

Por outro lado, os sistemas *self-etch* não necessitam de uma etapa separada de condicionamento com ácido forte. Em vez disso, contêm monómeros funcionais ácidos que são capazes de desmineralizar ligeiramente o substrato dentinário, enquanto impregnam a superfície exposta, simplificando assim o protocolo clínico (Van Meerbeek et al., 2011). Embora esta abordagem seja mais rápida e reduza a sensibilidade técnica, alguns estudos mostram que a adesão ao esmalte pode ser menos eficaz em comparação com os sistemas *etch-and-rinse* (Perdigão, 2017). Para mitigar esta questão, recomenda-se frequentemente a combinação destes adesivos com a técnica de ataque ácido seletivo do esmalte.

Os adesivos universais, que representam um avanço recente neste campo, oferecem uma flexibilidade inigualável. Podem ser utilizados numa abordagem *etch-and-rinse*, *self-etch* ou com ataque ácido seletivo do esmalte, de acordo com as preferências clínicas e as exigências específicas de cada caso. Esta flexibilidade faz dos adesivos universais uma escolha popular, capaz de oferecer desempenhos comparáveis aos outros sistemas quando corretamente aplicados (Peumans et al., 2014). No entanto, como em qualquer sistema adesivo, a sua eficácia depende do método de aplicação e da qualidade da interface dentina-resina (Mokeem et al., 2023).

Assim, a classificação moderna em *etch-and-rinse*, *self-etch* e adesivos universais reflete não só a evolução dos materiais e das técnicas, mas também a busca por uma maior simplicidade de aplicação sem comprometer a durabilidade das restaurações. Além disso, a utilização destes adesivos deve ter em conta as especificidades de cada substrato dentário, em particular no que diz respeito à interação com a dentina e o esmalte, e às condições clínicas do ambiente oral (Mokeem et al., 2023) (Figura 8).

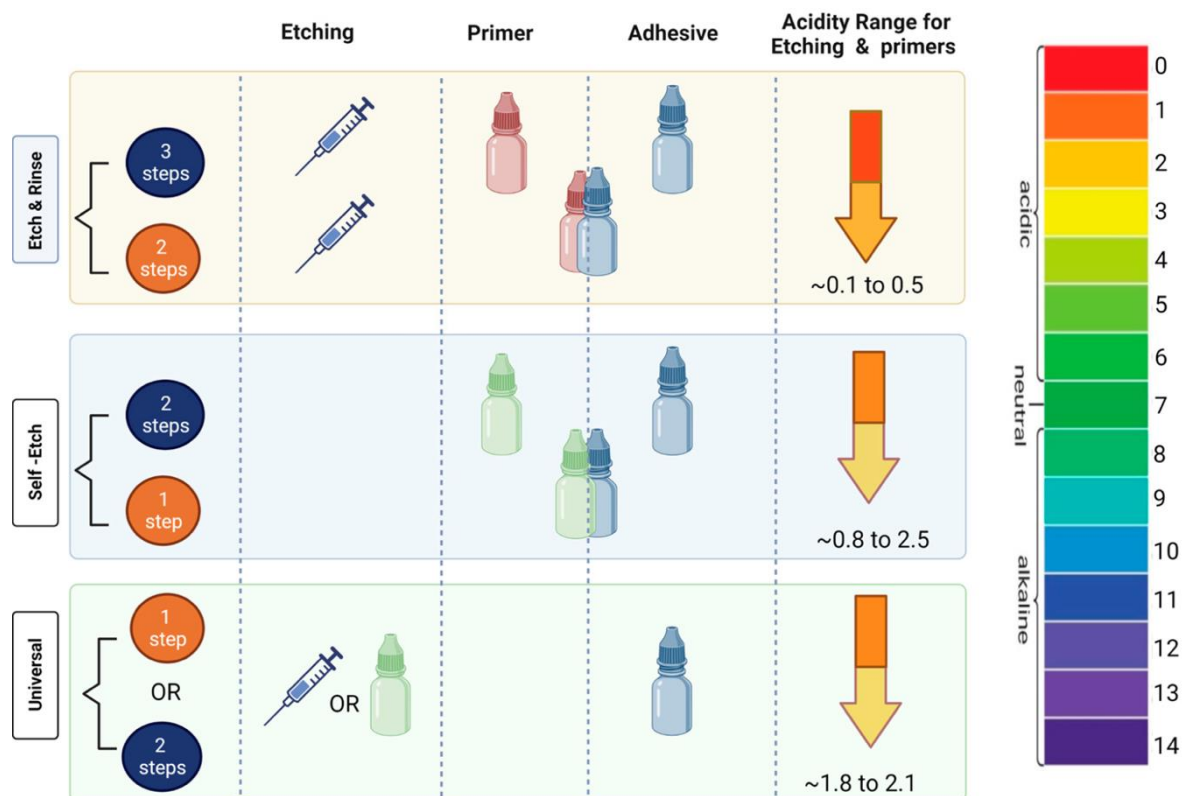


Figura 8 - Classificação dos sistemas adesivos dentários com base na sua interação com o substrato dentinário (Mokeem et al., 2023).

2. Sistemas *etch-and-rinse* vs *self-etch*

Quando se comparam os resultados entre a técnica *etch-and-rinse* e a técnica *self-etch*, várias pesquisas foram realizadas para avaliar a sua eficácia. Os sistemas *etch-and-rinse*, que envolvem uma etapa distinta de condicionamento com ácido ortofosfórico, têm sido associados a um melhor desempenho em termos de resistência de ligação, durabilidade e estabilidade da interface adesiva (Taymour & Elbasty, 2017; Yamauchi et al., 2019). Por outro lado, os sistemas *self-etch*, que não necessitam de uma etapa distinta de condicionamento ácido, são considerados mais simples, mais rápidos de aplicar e potencialmente menos sujeitos a erros, reduzindo assim a sensibilidade técnica e a sensibilidade pós-operatória (De Carvalho et al., 2021). No entanto, estudos mostraram que a resistência de ligação à dentina usando um sistema adesivo universal era similar entre as estratégias *etch-and-rinse* e *self-etch*, embora uma investigação tenha encontrado uma resistência de ligação mais elevada no modo *etch-and-rinse* (De Cardoso et al., 2019). A resistência à fadiga de ligação dos adesivos universais no modo *etch-and-rinse* não mostrou diferenças significativas em relação ao modo *self-etch* e era dependente do material, independentemente do modo de condicionamento. Assim, a escolha entre *etch-and-rinse* e *self-etch* dependerá das preferências clínicas, da complexidade do caso e das características específicas dos materiais utilizados.

No que diz respeito à escolha dos adesivos para o IDS, tanto os adesivos *etch-and-rinse* quanto os adesivos *self-etch* têm sido utilizados. Adesivos *etch-and-rinse*, bem como os mais recentes adesivos *self-etch* e universais, têm sido empregues para aumentar as forças de ligação em aplicações de IDS (Gailani et al., 2021). Nota-se que adesivos *etch-and-rinse* de três passos tendem a superar os adesivos dentinários simplificados de um passo em termos de força de ligação, envelhecimento e estabilidade da interface (Taymour & Elbasty, 2017). Além disso, a qualidade dos adesivos é crucial, pois eles estão em contacto direto com o tecido dentinário, responsáveis por selá-lo contra a penetração de fluidos e por aderir às restaurações (Carvalho et al., 2012).

Recentemente, o condicionamento seletivo do esmalte (*enamel selective etching*) tem ganhado popularidade como uma estratégia que combina as vantagens dos sistemas *etch-and-rinse* e *self-etch*. Nesta técnica, apenas o esmalte é condicionado com ácido fosfórico, enquanto a dentina é tratada com um adesivo *self-etch*, minimizando a desmineralização

excessiva da dentina e preservando a sua estrutura. Estudos têm demonstrado que o condicionamento seletivo do esmalte resulta numa adesão significativamente mais forte ao esmalte, em comparação com a técnica *self-etch* aplicada tanto ao esmalte quanto à dentina (Perdigão et al., 2019). Isso ocorre porque a desmineralização mais profunda do esmalte promovida pelo ácido fosfórico aumenta a área de superfície disponível para a penetração da resina, melhorando assim a adesão. A utilização de um sistema *self-etch* na dentina preserva a sua estrutura colagénica, reduzindo a sensibilidade pós-operatória sem comprometer a resistência de ligação a longo prazo (Sarr et al., 2016). Dessa forma, o condicionamento seletivo do esmalte pode ser visto como uma estratégia ideal em muitas situações clínicas, combinando o melhor dos dois mundos (Van Meerbeek et al., 2020).

As recentes inovações no campo da adesão de restaurações indiretas foram marcadas por estudos aprofundados sobre a interação entre as superfícies das restaurações e os adesivos dentários. Por exemplo, pesquisas examinaram o efeito de diferentes tratamentos de superfície, como o jateamento com óxido de alumínio e o tratamento com plasma, na adesão dos adesivos às peças protéticas de zircônia (Dong et al., 2014). Esses estudos mostraram que esses tratamentos de superfície podem melhorar significativamente a resistência à tração dos adesivos e favorecer uma melhor adesão das restaurações protéticas. No caso do IDS, o jateamento com óxido pode ser eficaz.

Pesquisas exploraram a incorporação de nanopartículas de óxido de zirconio em adesivos dentários para reforçar a adesão de restaurações protéticas de zircônia (Solís-Martínez et al., 2022). Essas nanopartículas demonstraram a capacidade de melhorar a resistência à tração dos adesivos e de promover uma melhor ligação entre as próteses de zircônia e as estruturas dentárias circundantes.

Existem inúmeras inovações técnicas no campo dos adesivos dentários que poderão, no futuro, contribuir cada vez mais para melhorar o selamento dentinário imediato e outras técnicas de adesão.

3. Revisão dos Sistemas Adesivos Utilizados para IDS

Para realizar o selamento dentinário imediato (IDS) de maneira eficaz, vários adesivos se destacam pelo seu desempenho. Com base nos estudos de Pascal Magne e outros artigos, aqui estão alguns dos melhores adesivos e suas características:

3.1 *OptiBond™ FL (Kerr)*

Este sistema adesivo de três etapas *etch-and-rinse* envolve a aplicação de ácido fosfórico, seguido de *primer* e adesivo. É conhecido por oferecer uma excelente força de ligação e consistência nos resultados. É particularmente eficaz quando utilizado com uma camada adicional de resina fluida, o que melhora a interface de adesão (Magne et al., 2006). Este sistema é frequentemente considerado o padrão de referência (*Gold Standard*), embora uma meta-análise de 25 estudos não tenha encontrado diferenças significativas em comparação com o *Clearfil SE Bond* (Dreweck et al., 2021) (Figura 9).

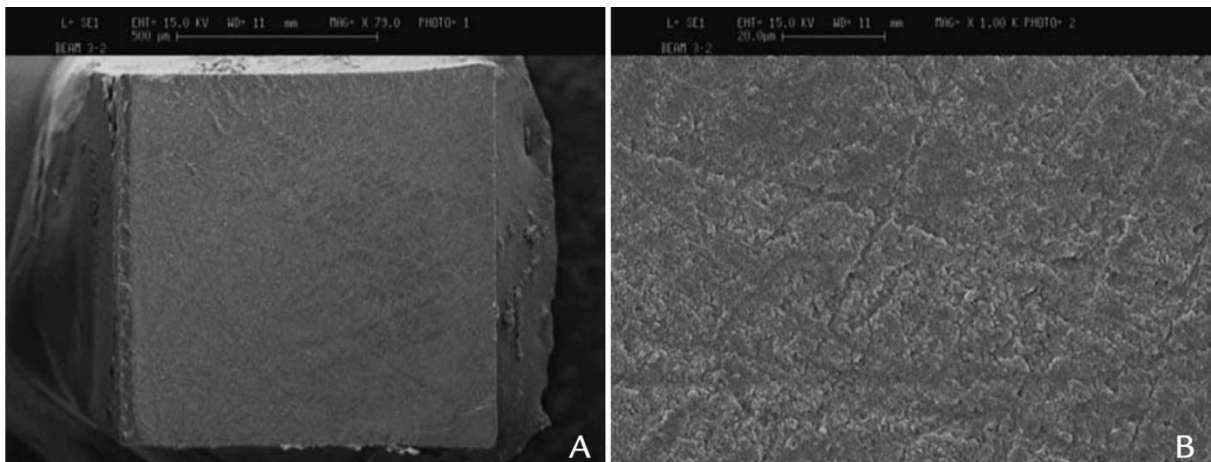


Figura 9 - Micrografia típica de microscopia eletrônica de varredura (SEM) da dentina de uma fratura do grupo IDS-7W (*Optibond™ FL*), que falhou a 73,7 MPa (Magne et al., 2007).

3.2 *Scotchbond Universal (3M™ ESPE)*

O *Scotchbond Universal* é um adesivo de um passo e de utilização universal, pertencente à categoria *self-etch*, mas que pode ser utilizado tanto em técnicas de autocondicionamento como de condicionamento total. No contexto do IDS, este sistema tem a vantagem de simplificar o procedimento, reduzindo o número de passos necessários para a adesão (Van Meerbeek et al., 2010).

Este sistema adesivo universal é reconhecido pelo seu bom desempenho em combinação com o IDS, oferecendo uma adesão forte e duradoura. É adequado para uma variedade de aplicações clínicas, garantindo assim versatilidade e eficácia (Magne et al., 2007).

3.3 Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake)

O Clearfil™ SE Bond é um adesivo de dois passos classificado como *self-etch*, que utiliza uma solução de *primer* e adesivo aplicados separadamente. Este sistema tem sido amplamente reconhecido pela sua simplicidade e eficácia, particularmente em casos de dentina exposta, onde a técnica IDS é implementada (Peumans et al., 2005).

Este sistema auto-condicionante demonstra uma força de ligação excepcional quando utilizado no contexto do IDS, especialmente com uma camada adicional de resina fluida. Isto resulta em restaurações mais duradouras e esteticamente agradáveis (De Carvalho et al., 2021).

Estudos *in vitro* demonstram que o Clearfil™ SE Bond forma uma camada híbrida de espessura média, que é adequada para impedir a microinfiltração e garantir a adesão a longo prazo (Figura 10).

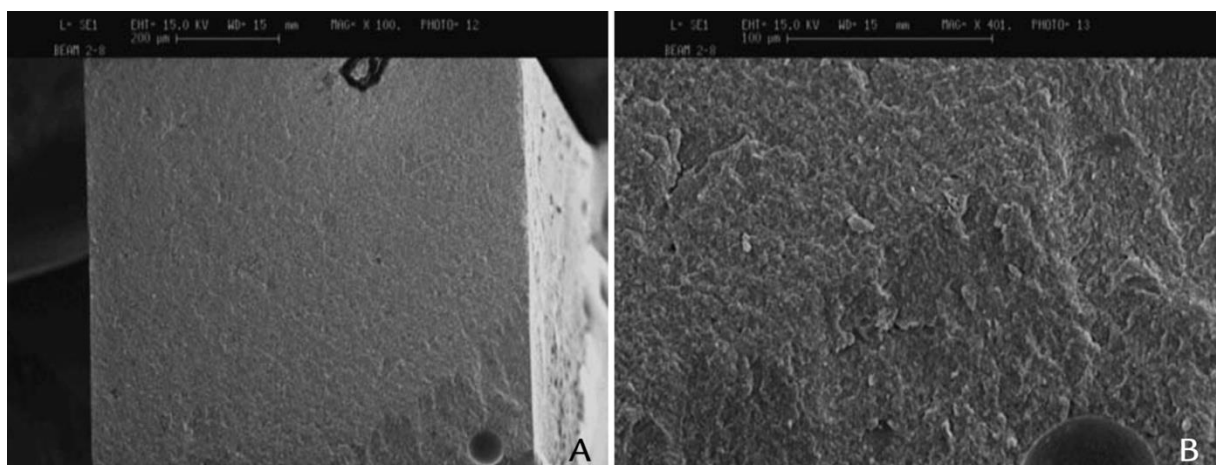


Figura 10 - Micrografia típica de microscopia eletrônica de varredura (SEM) da dentina de uma fratura do grupo IDS-12W (SE Bond), que falhou a 53 MPa (Magne et al., 2007).

3.4 Comparação global dos sistemas

Ao comparar os três sistemas adesivos no contexto do IDS, fica claro que cada um apresenta vantagens específicas. O *Optibond™FL* oferece uma resistência adesiva superior e uma camada híbrida mais robusta, sendo a melhor escolha para casos de alta demanda de adesão e longevidade. No entanto, sua aplicação é mais complexa. O *Scotchbond Universal (3M™ ESPE)*, por outro lado, destaca-se pela sua versatilidade e simplicidade, embora possa apresentar uma resistência adesiva ligeiramente inferior em casos de dentina altamente exposta. O *Clearfil™ SE Bond* combina a simplicidade do *Scotchbond Universal (3M™ ESPE)* com uma boa resistência adesiva, sendo especialmente indicado para situações em que a adesão precisa ser rápida e eficaz. No entanto, em termos de longevidade em condições mais extremas, pode não ser tão eficaz quanto o *Optibond™ FL*.

Portanto, a escolha do adesivo no IDS deve ser orientada pelo equilíbrio entre a necessidade de alta resistência adesiva e a praticidade clínica, considerando as características de cada sistema e os requisitos específicos de cada caso clínico (Tabela 2).

Tabela 2 - Procedimentos técnicos para cada adesivos principais utilizados no IDS (De Carvalho et al., 2021).

Dentin bonding agent	Technical procedure
Optibond FL-OBFL	Etchant: 35% phosphoric acid application for 15 s, rinse for 20 s; gentle air-drying for 3 s (without desiccation). Primer: active application for 15 s; gentle air-drying for 5 s for solvent evaporation. Bond: active application for 15 s. No air-thinning. Light-polymerization for 15 s.
Scotchbond Multi-Purpose-SBMP	Etchant: 35% phosphoric acid application for 15 s, rinse for 20 s; gentle air-drying for 3 s (without desiccation). Primer: active application for 15 s; gentle air-drying for 5 s for solvent evaporation. Bond: active application for 15 s; gentle air drying for 5 s for air-thinning. Light-polymerization for 15 s.
Single Bond Plus-SBP	Etchant: 35% phosphoric acid application for 15 s, rinse for 20 s; water excess removal with cotton pellet. Single bottle: two times active application for 15 s each; gentle air-drying for 5 s for solvent evaporation and adhesive air-thinning. Light- polymerization for 15 s.
Clearfil SE Bond-CFSE	Primer: active application for 20 s; gentle air-drying for 5 s for solvent evaporation. Bond: active application for 20 s; gentle air-drying for 5 s for air-thinning. Light-polymerization for 15 s.
Scotchbond Universal-SBU	Single bottle: active application for 20 s; gentle air-drying for 5 s for solvent evaporation and adhesive air-thinning. Light- polymerization for 15 s.

Estes adesivos são altamente valorizados pela sua capacidade de criar uma camada híbrida densa e uniforme, essencial para uma boa adesão e proteção eficaz da dentina. A utilização de um adesivo de qualidade combinada com técnicas corretas de selamento imediato da dentina pode melhorar significativamente a longevidade e o desempenho das restaurações indiretas.

D. PERSPECTIVAS FUTURAS

1. Estudos clínicos a longo prazo

Os estudos clínicos a longo prazo desempenham um papel crucial na avaliação da durabilidade e eficácia dos sistemas adesivos em restaurações dentárias. Esses estudos permitem entender como os materiais se comportam ao longo do tempo, considerando fatores como retenção, integridade marginal e sensibilidade pós-operatória. Por exemplo, uma avaliação de cinco anos de facetas de cerâmica com sistemas adesivos *total-etch* e *self-etch* mostrou que ambas as técnicas fornecem um desempenho clínico confiável, embora não haja diferença estatisticamente significativa entre elas em termos dos critérios avaliados (Aykor & Ozel, 2009).

De forma semelhante, uma meta-análise revelou que os testes de resistência de ligação em laboratório apresentam uma variabilidade elevada e nem sempre estão bem correlacionados com os resultados clínicos, sublinhando a importância de realizar estudos clínicos para complementar os dados laboratoriais e prever melhor o desempenho a longo prazo dos sistemas adesivos (Heintze et al., 2012). Outro estudo de 12 anos demonstrou que os adesivos dentinários em três etapas, embora mais complexos de utilizar, oferecem uma durabilidade superior comparada aos sistemas simplificados, especialmente em termos de retenção e desempenho clínico geral (Wilder et al., 2009).

Esses estudos confirmam que, apesar das promessas dos novos adesivos simplificados, os sistemas adesivos mais complexos, quando bem aplicados, oferecem vantagens substanciais em termos de durabilidade a longo prazo. Por essa razão, é essencial que os dentistas continuem a avaliar os sistemas adesivos não apenas com base na facilidade de aplicação, mas também com base em dados de estudos clínicos a longo prazo que sustentam a sua eficácia e durabilidade (Tabela 3).

Tabela 3 - Variáveis, resultados, resultados dos estudos incluídos (adaptada de Alghauli et al., 2024).**Table 2.** Variables, outcomes, results of included studies

Author, Year	Study Design, Setting, Country	Patients No. Mean Age Y	Teeth Restoration Type Number of Restorations	Cement Sealing Comparison	Observation Drop-out	Outcomes Test	Result
Hu and Zhu ¹⁰ 2010 ⁴⁹	RCT Hospital of Stomatology, Zhejiang University, China	25 20-30 Y	Vital Mand. 25 premolars 25 molars Metal ceramic 3-unit FPDs 25 restorations	RM-GIC IDS vs Non	1 week 1, 6, 12 and 24 months No drop-out	POS Compressed air for 2 s 0-4 scale	IDS decreased POS during short-term evaluation (up to 1 month)
Pramod et al ¹⁰ 2015	RCT Dental College, Kozhikode, Kerala, India	50 20-30 Y and 30-40 Y	Vital Mand. 50 premolars and 50 molars Metal ceramic 3-unit FPDs 50 restorations	GIC IDS vs Non	1 week, 1 month, and 6 months No drop-out	POS Compressed air for 2 s 0-4 scale Percentage of sensitivity	IDS decreased POS during short-term evaluation (up to 1 month), irrespective of patient's age.
Breemer et al ¹⁰ 2019	RCT for Inlay, Onlay Centre for Dentistry and Oral Hygiene, Groningen, the Netherlands	30 54 Y	Vital molar teeth Lithium disilicate partial crown 30 restorations	Clearfill SE IDS vs DDS	1 week 12 and 36 months No drop-out	POS, clinical complications, and patient satisfaction (VAS)	No significant difference in POS and patient satisfaction. IDS showed higher debonding rate of interim restorations than DDS. IDS showed 100% survival rate vs. 96.7% for DDS
Breemer et al ¹⁴ 2019	RCT Centre for Dentistry and Oral Hygiene, Groningen, the Netherlands	30 54 Y	Vital molar teeth Lithium disilicate partial crown Inlay, Onlay 30 restorations	Clearfill SE IDS vs DDS	1 week 12 and 36 months No drop-out	Survival rate and clinical complications FDI criteria	IDS showed 100% survival rate vs. 96.7% for DDS
Bresser et al ⁴⁴ 2019	Pros. Trial Martini Hospital Groningen, the Netherlands	120 61.6 Y	Vital and non-vital posterior teeth Lithium disilicate and indirect composite 197 restorations	Optibond FL, Kerr IDS	Up to 12 years No drop-out	Survival rate and clinical complications USPHS	Only 8 absolute failures. Overall cumulative survival rate of 95.9% (SE 2.9%)
Fouda et al ¹² 2020	RCT Faculty of Dentistry, Cairo University, Egypt	54 18-30 Y	Vital molar Indirect composite inlay 54 restorations	Single bond Universal and self-adhesive cement IDS vs DDS	Baseline, 1 week during interim restoration, 1 week after interim restoration. No drop-out 3 years	POS VAS	Use of IDS led to decreased POS during short-term evaluation
Schlichting et al ¹¹ 2022	RCT Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Brazil	11 30.4 Y	Vital premolar and molars, Occlusal veneers Luted to eroded teeth with dentin exposure 24 lithium disilicate and 36 ceramic infiltrated composites restorations	OptiBond FL, bottle 2; Kerr Corp and Filtek Z100; 3M ESPE IDS only	No drop-out 3 years	Clinical complications USPHS	The survival rate was 100% for ceramic and 84.7% for ceramic-infiltrated composite
Suzuki ⁴⁶ 2000	Pros. Trial University of Alabama, USA	NR NR	33 vital and 5 non-vital anterior, premolar and molar teeth 38 complete crowns (10 composite resin and 28 veneered metal)	New RC IDS	3 years No drop-out	POS And survival rate air/water syringe	With IDS there were no failure incidents reported and no POS after insertion.
Gresnigt et al ¹⁰ 2019	Pros. Trial Martini Hospital Groningen, Netherlands	104 42.1 Y	Anterior Laminate veneers luted to teeth with severe dentin exposure. 225 restorations	Optibond IDS DDS	11 years 14 participants dropped-out	Clinical Survival and POS USPHS	IDS increased the survival rate of laminate veneers
Breemer et al ¹⁷ 2021	Pros. Trial University Medical Center, Groningen, the Netherlands	158 NR	Vital premolar and molar teeth Partial coverage glass-ceramic restorations. 765 restorations	Clearfill SE Bond IDS	2008-2018 2015-2018 53.3 months No drop-out Up to 10 years	Clinical Survival and failure incidences USPHS	IDS results in good mid-term prognosis (The survival rate of 99.6% and success rate of 98.6%)
Belleflamme et al ¹⁵ 2017	Retros. Study Hospitals-Facultaire Universitaire de Liège, Belgium	94 NR	Non-vital teeth Endocrowns with different tooth destruction levels 137 restorations	Luting composite resin IDS	Up to 10 years NR	Clinical survival rate and complications Evaluation of secured records	The use of IDS results in good prognosis (99% survival and 89% success rate was reported With low complication events

GIC, glass ionomer cement; NR, not reported; Pros, prospective; RC, resin cement; Retros, retrospective; RM, resin modified; POS, postoperative sensitivity.

A técnica de selamento imediato da dentina (IDS) mostrou taxas reduzidas de complicações clínicas, assim como melhorias notáveis nas taxas de sucesso clínico (de 86,7% a 98,6%) e de sobrevivência (de 96,4% a 100%) em observações a curto, médio e longo prazo (Alghauli et al., 2024).

Num ensaio clínico prospectivo que avaliou facetas de cerâmica, o selamento imediato da dentina (IDS) demonstrou um aumento notável na sobrevivência das restaurações. É importante notar que as facetas com preparação mínima permanecem principalmente em esmalte. Especificamente, em pacientes cujos dentes apresentavam mais de 50% da superfície dentinária exposta, a utilização do IDS resultou numa taxa de sobrevivência impressionante de 96,4%, em comparação com 81,8% quando o IDS não era utilizado.

Este aumento significativo sublinha a eficácia do IDS para melhorar a durabilidade das restaurações dentárias, oferecendo assim uma solução fiável para dentes severamente preparados ou comprometidos. Esta técnica, integrada no protocolo de tratamento das facetas de cerâmica, parece ser particularmente benéfica, melhorando a taxa de sucesso clínico e proporcionando grande satisfação aos pacientes, mesmo em casos complexos que necessitam de intervenções em dentes tratados endodonticamente ou com restaurações pré-existentes (Gresnigt et al., 2019).

2. Integração da tecnologia CAD/CAM no IDS

A integração da tecnologia CAD/CAM (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*) nos procedimentos de selamento dentinário imediato (IDS) representa um avanço significativo na Medicina Dentária moderna. O CAD/CAM permite uma concepção precisa das restaurações, melhorando assim o ajuste e a durabilidade das restaurações indiretas. Ao combinar esta tecnologia com o IDS, os profissionais podem garantir que as restaurações são não apenas perfeitamente adaptadas à morfologia dentária do paciente, mas também que a dentina é protegida imediatamente após a preparação, o que otimiza a retenção e a resistência da restauração final (Zimmermann et al., 2019).

Além disso, a abordagem CAD/CAM permite uma produção rápida das restaurações, o que reduz o tempo de tratamento para os pacientes, mantendo ao mesmo tempo uma alta qualidade nos resultados. Isso é particularmente benéfico para restaurações múltiplas ou complexas, onde a precisão e a eficiência são cruciais para o sucesso clínico (Kapos et al., 2014).

A integração dessas tecnologias nas práticas de selamento imediato da dentina pode, portanto, oferecer uma combinação ideal de proteção pulpar, ajuste perfeito das restaurações e durabilidade estética a longo prazo (Figura 11).

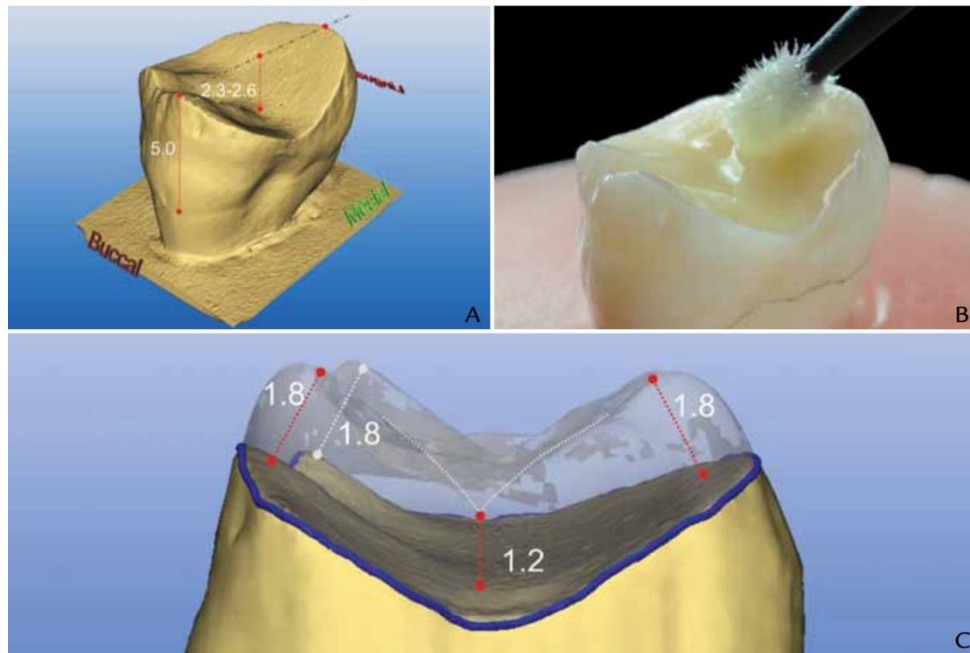


Figura 11 - Imagem de um dente preparado com IDS e com tecnologia CAD/CAM (Magne et al., 2010).

A tecnologia CAD/CAM também facilita o uso de novos materiais estéticos e resistentes, como as cerâmicas feldspáticas reforçadas ou os compósitos híbridos, que são essenciais para restaurações de longa duração. Esses materiais, fabricados com a ajuda do CAD/CAM, podem ser cimentados adesivamente à dentina selada imediatamente, garantindo assim uma interface sólida e durável entre a restauração e a dentina (Miyazaki et al., 2009).

3. Desenvolvimento de novos materiais adesivos

O desenvolvimento de novos materiais adesivos representa um campo de pesquisa crucial para melhorar o desempenho clínico das restaurações dentárias. Inovações recentes têm-se concentrado na criação de polímeros bioativos, capazes de interagir de forma benéfica com os tecidos dentários. Por exemplo, adesivos contendo nanopartículas antimicrobianas ou componentes remineralizantes têm mostrado promessas significativas. Esses materiais visam não só melhorar a adesão inicial, mas também prevenir futuras degradações e prolongar a vida útil das restaurações (Van Meerbeek et al., 2020). Além disso, as pesquisas sobre monómeros funcionais, como os compostos de amônio quaternário, demonstraram uma eficácia antibacteriana aumentada sem

comprometer as propriedades mecânicas das resinas adesivas (Hashem et al., 2014). A incorporação de partículas bioativas nanométricas ou cargas de vidro que liberam múltiplos íons também é vista como vantajosa, pois esses elementos não afetam as propriedades mecânicas do polímero base (Bernardo et al., 2021). Esses avanços são promissores para oferecer benefícios clínicos substanciais, embora sejam necessários mais estudos e melhorias tecnológicas para que esses novos tipos de materiais sejam amplamente adotados na prática clínica.

4. Tecnologias de polimerização avançadas

As tecnologias de polimerização avançadas representam uma área chave para a melhoria do desempenho dos sistemas adesivos dentários. A otimização dos processos de polimerização pode aumentar significativamente a eficácia do selamento dentinário e a durabilidade das restaurações dentárias. Os sistemas de fotopolimerização, em particular, desempenham um papel crucial na dentisteria adesiva moderna. Os materiais adesivos são misturas complexas de moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas que devem infiltrar-se adequadamente no substrato dentário. A fotopolimerização é influenciada por muitos fatores, incluindo as características do substrato, a técnica do operador e as propriedades da unidade de polimerização por luz (Almagaiah et Al., 2020).

5. Utilização de sistemas de fotoiniciação avançados

A utilização de sistemas de fotoiniciação avançados, como o sistema de polimerização avançado (APS), apresenta vantagens como melhor estética, durabilidade, grau de conversão e minimização das alterações de cor. Essas tecnologias permitem uma polimerização mais profunda e rápida, reduzindo assim o tempo de procedimento e melhorando a qualidade da adesão (De Amorim Pereira et al., 2020). Além disso, os avanços nos fotoiniciadores, como a introdução de sistemas de polimerização *dual-cure*, que combinam fotopolimerização e cura química, permitem superar as interações químicas desfavoráveis entre os adesivos simplificados e os compósitos de dupla polimerização, otimizando assim a conversão das resinas e a resistência das restaurações (Kwon et al., 2022).

Finalmente, a incorporação de materiais biomiméticos e monómeros funcionais nos sistemas adesivos pode também proporcionar melhorias significativas em termos de

estabilidade da interface resina-dentina e resistência à degradação. Essas inovações são essenciais para garantir restaurações dentárias mais duráveis e confiáveis a longo prazo (Van Meerbeek et al., 2020).

6. Integração de biomateriais

A integração de biomateriais nos sistemas adesivos dentários é um avanço significativo que promete melhorar o desempenho e a durabilidade das restaurações dentárias. Os biomateriais, especialmente aqueles que são bioativos, têm a capacidade de interagir favoravelmente com os tecidos dentários para promover a regeneração e fortalecer a ligação entre a dentina e os materiais restauradores. Por exemplo, polímeros terapêuticos carregados com componentes bioativos, como nanopartículas antimicrobianas ou cargas de vidro que liberam múltiplos íons, são utilizados para melhorar a função adesiva, oferecendo também benefícios adicionais, como a redução da sensibilidade dentária e a prevenção de infecções bacterianas (Xue et al., 2020).

III. CONCLUSÃO

O selamento imediato da dentina (IDS) consolidou-se como um procedimento essencial na prática da Medicina Dentária moderna, demonstrando benefícios profundos e duradouros, especialmente para as restaurações indiretas.

Ao longo deste trabalho verificou-se que:

- O IDS fortalece de forma significativa a ligação entre a restauração e o dente, promovendo uma barreira eficaz contra a infiltração bacteriana. Esta barreira não só protege a integridade do dente, como também reduz a sensibilidade dentinária e preserva a estrutura dentária, fatores cruciais para o sucesso a longo prazo das restaurações.
- Esta técnica contribui também para a longevidade das restaurações, aumentando a resistência à fratura, seja em cerâmica ou em compósito. Ao reforçar a durabilidade das restaurações, o IDS oferece uma vantagem adicional: a confiança de que os tratamentos são mais robustos e que podem, efetivamente, resistir às exigências do ambiente oral por longos períodos.
- A pesquisa apresentada também evidenciou outros benefícios que nem sempre são óbvios à primeira vista, mas que são igualmente importantes. Estudos sugerem que o IDS pode influenciar positivamente a polimerização dos materiais de impressão, bem como melhorar a resistência à tração das restaurações compostas indiretas. Estes aspetos técnicos são vitais para a precisão e o desempenho dos tratamentos restauradores, garantindo que cada passo do processo contribui para um resultado de excelência.

O selamento imediato da dentina representa uma mudança paradigmática na forma como abordamos a adesão dentinária e as restaurações indiretas. Oferecendo vantagens claras em termos de resistência, conforto e durabilidade, esta técnica está a redefinir a qualidade dos cuidados dentários. À medida que continuamos a explorar novas tecnologias e metodologias, o futuro da Medicina Dentária parece promissor, com o IDS a desempenhar um papel central na melhoria contínua da saúde e do bem-estar dentária.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Alex, G. (2015). Universal adhesives : the next evolution in adhesive dentistry ? *PubMed*, 36(1), 15-26 ; quiz 28, 40. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25822403>
- Algamaiah, H., Silikas, N., & Watts, D. C. (2020). Conversion kinetics of rapid photo-polymerized resin composites. *Dental Materials*, 36(10), 1266-1274. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.07.008>
- Alghauli, M. A., Alqutaibi, A. Y., & Borzangy, S. (2024). Clinical benefits of immediate dentin sealing : A systematic review and meta-analysis. *The Journal Of Prosthetic Dentistry/The Journal Of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.014>
- Alghulikah, K., Kahtani, R. M. A., Rasayn, S. A. A., & Alawad, S. K. (2021). Immediate dentin sealing for Indirect Esthetic Restorations : A Systematic review. *Journal Of Pharmaceutical Research International*, 168-174. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i39a32156>
- Aykor, A., & Ozel, E. (2009). Five-year Clinical Evaluation of 300 Teeth Restored with Porcelain Laminate Veneers Using Total-etch and a Modified Self-etch Adhesive System. *Operative Dentistry*, 34(5), 516-523. <https://doi.org/10.2341/08-038-c>
- Călinoiu, Ș. G., Bîcleșanu, C., Florescu, A., Stoia, D. I., Dumitru, C., & Miculescu, M. (2023). Comparative Study on Interface Fracture of 4th Generation 3-Steps Adhesive and 7th Generation Universal Adhesive. *Materials*, 16(17), 5834. <https://doi.org/10.3390/ma16175834>
- Cardoso, M. V., De Almeida Neves, A., Mine, A., Coutinho, E., Van Landuyt, K., De Munck, J., & Van Meerbeek, B. (2011). Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal*, 56(s1), 31-44. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01294.x>
- Carvalho, A. O., De Oliveira, M. T., Nikaido, T., Tagami, J., & Giannini, M. (2012). Effect of adhesive system and application strategy on reduction of dentin permeability. *Brazilian Oral Research*, 26(5), 397-403. <https://doi.org/10.1590/s1806-83242012005000020>

- Coelho, A., Canta, J. P., Martins, J. N., Oliveira, S. A., & Marques, P. (2012). Perspectiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.11.008>
- Bernardo, M. P., Paschoalin, R. T., Santos, D. M. D., Bilatto, S., Farinas, C. S., Correa, D. S., Oliveira, O. N., Jr, & Mattoso, L. H. C. (2021). Processamento e aplicação de biomateriais poliméricos: avanços recentes e perspectivas. *Química Nova*. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170781>
- Dalby, R., Ellakwa, A., Millar, B., & Martin, F. E. (2012). Influence of Immediate Dentin Sealing on the Shear Bond Strength of Pressed Ceramic Luted to Dentin with Self-Etch Resin Cement. *International Journal Of Dentistry*, 2012, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2012/310702>
- De Amorim Pereira, V., Câmara, J. V. F., Prudêncio, A. V., Serrano, L. E., Barbosa, I. F., De Carvalho Vianna, R. F., De Campos, P. R. B., De Castro, A. N., & Da Silveira Pereira, G. D. (2020). Advanced polymerization system of photoinitiators in dental materials for aesthetic-functional restoration: case report. *Research Society And Development*, 9(9), e890997984. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7984>
- De Cardoso, G. C., Nakanishi, L., Isolan, C. P., Jardim, P. D. S., & De Moraes, R. R. (2019). Bond Stability of Universal Adhesives Applied to Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Brazilian Dental Journal*, 30(5), 467-475. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902578>
- De Carvalho, M. A., Lazari-Carvalho, P. C., Polonial, I. F., De Souza, J. B., & Magne, P. (2021). Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *Journal Of Esthetic And Restorative Dentistry*, 33(1), 88-98. <https://doi.org/10.1111/jerd.12700>
- De Munck, J., Van Meerbeek, B., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Suzuki, K., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2003). Four-year Water Degradation of Total-etch Adhesives Bonded to Dentin. *Journal Of Dental Research*, 82(2), 136-140. <https://doi.org/10.1177/154405910308200212>

- De Torres, É. M., Lopes, L. G., Leite, M. M., De Souza, D. R., & Carvalho, M. A. (2017). Immediate Dentin Sealing with Self-etch Dentin Bonding Agent for Indirect Restoration. *World Journal Of Dentistry*, 8(6), 490-495. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1492>
- Dong, X., Chen, M., Wang, Y., & Yu, Q. (2014). A mechanistic study of plasma treatment effects on demineralized dentin surfaces for improved adhesive/dentin interface bonding. *Clinical Plasma Medicine*, 2(1), 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.cpme.2014.04.001>
- Dreweck, F., Burey, A., De Oliveira Dreweck, M., Fernández, E., Loguércio, A., & Reis, A. (2021). Challenging the Concept that OptiBond FL and Clearfil SE Bond in NCCLs Are Gold Standard Adhesives: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, 46(6), E276-E295. <https://doi.org/10.2341/20-059-lit>
- Gailani, H. F. A., Benavides-Reyes, C., Bolaños-Carmona, M. V., Rosel-Gallardo, E., González-Villafranca, P., & González-López, S. (2021a). Effect of Two Immediate Dentin Sealing Approaches on Bond Strength of Lava™ CAD/CAM Indirect Restoration. *Materials*, 14(7), 1629. <https://doi.org/10.3390/ma14071629>
- Garcia, R. N., Giannini, M., Takagaki, T., Sato, T., Matsui, N., Nikaido, T., & Tagami, J. (2016). Effect of dentin desensitizers on resin cement bond strengths. *RSBO. /RSBO*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.21726/rsbo.v12i1.170>
- Gresnigt, M., Cune, M. S., Schuitemaker, J., Van Der Made, S. A. M., Meisberger, E. W., Magne, P., & Özcan, M. (2019). Performance of ceramic laminate veneers with immediate dentine sealing: An 11 year prospective clinical trial. *Dental Materials*, 35(7), 1042-1052. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.04.008>
- Gresnigt, M. M., Cune, M. S., De Roos, J. G., & Özcan, M. (2016). Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dental Materials*, 32(4), e73-e81. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.01.001>

- Hashem, D. F., Foxton, R., Manoharan, A., Watson, T. F., & Banerjee, A. (2014). The physical characteristics of resin composite–calcium silicate interface as part of a layered/laminate adhesive restoration. *Dental Materials*, 30(3), 343-349. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.12.010>
- Heintze, S. D., & Rousson, V. (2012). Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis. *Journal Of Adhesive Dentistry/The Journal Of Adhesive Dentistry*, 14(5), 407-431. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a28390>
- Hu, J., & Zhu, Q. (2011). Effect of immediate dentin sealing on preventive treatment for postcementation hypersensitivity. *Journal Of Prosthetic Dentistry*, 105(1), 27. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(10\)60186-2](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(10)60186-2)
- Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research. (2016). *Journal Of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>
- Kapos, T., & Evans, C. (2014). CAD/CAM Technology for Implant Abutments, Crowns, and Superstructures. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 117-136. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g2.3>
- Kimyai, S., Bahari, M., Abed-Kahnamouei, M., Ebrahimi-Chaharom, M., & Asl-Oskouei, M. (2023). Effect of different application strategies of universal adhesive used for immediate and delayed dentin sealing on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cement to dentin with and without aging. *Journal Of Clinical and Experimental Dentistry*, e210-e216. <https://doi.org/10.4317/jced.60202>
- Kovalský, T., Voborná, I., Ingr, T., Morozova, Y. A., Misova, E., & Hepova, M. (2022). Immediate dentin sealing: effect of sandblasting on the layer thickness. *Bratislavské Lekárske Listy/Bratislava Medical Journal*, 123(02), 87-91. https://doi.org/10.4149/bll_2022_015
- Kwon, T., Park, S. H., Min, B. J., Park, S., Ramadhani, S., Lim, Y., Jang, S. S., Jeong, H., Son, H. J., & Kim, J. Y. (2022). Ce (III)-Based Coordination-Complex-Based

- Efficient Radical Scavenger for Exceptional Durability Enhancement of Polymer Application in Proton-Exchange Membrane Fuel Cells and Organic Photovoltaics. *Advanced Energy and Sustainability Research*, 3(7). <https://doi.org/10.1002/aesr.202200011>
- Lee, H., Majd, H., Orrego, S., Majd, B., Romberg, E., Mutluay, M., & Arola, D. (2014). Degradation in the fatigue strength of dentin by cutting, etching and adhesive bonding. *Dental Materials*, 30(9), 1061-1072. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.06.005>
- Magne, P. (2006). Immediate Dentin Sealing: A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations. *Journal Of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(3), 144-154. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2005.tb00103.x>
- Magne, P., & Belser, U. (2002). *Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach*. Quintessence Publishing (IL).
- Magne, P., & Douglas, W. H. (1999). Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. *PubMed*, 12(2), 111-121. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10371912>
- Magne, P., & Nielsen, B. (2009). Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 102(5), 298-305. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(09\)60178-5](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(09)60178-5)
- Magne, P., Paranhos, M. P., Hehn, J., Oderich, E., & Boff, L. L. (2011). Selective masking for thin indirect restorations: Can the use of opaque resin affect the dentine bond strength of immediately sealed preparations ? *Journal Of Dentistry*, 39(10), 707-709. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.07.005>
- Magne, P., Schlichting, L. H., Maia, H. P., & Baratieri, L. N. (2010). In vitro fatigue resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic posterior occlusal veneers. *Journal Of Prosthetic Dentistry*, 104(3), 149-157. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(10\)60111-4](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(10)60111-4)

- Magne, P., So, W., & Cascione, D. (2007). Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, *98*(3), 166-174. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(07\)60052-3](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(07)60052-3)
- Maño, E. P., Algarra, R. M., Fawzy, A., Leitune, V. C. B., Collares, F. M., Feitosa, V., & Sauro, S. (2020). In Vitro Bonding Performance of Modern Self-Adhesive Resin Cements and Conventional Resin-Modified Glass Ionomer Cements to Prosthetic Substrates. *Applied Sciences*, *10*(22), 8157. <https://doi.org/10.3390/app10228157>
- Martinez, A. C. T., Guerra, H. J. V., & Ramos, G. T. (2022). Effectiveness of immediate dentine sealing and resin coating in reducing dental sensitivity in a child with idiopathic neuropathy and anterior dental attrition: Case report. *Special Care in Dentistry*. <https://doi.org/10.1111/scd.12799>
- Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, *28*(1), 44-56. <https://doi.org/10.4012/dmj.28.44>
- Mokeem, L. S., Garcia, I. M., & Melo, M. A. (2023). Degradation and Failure Phenomena at the Dentin Bonding Interface. *Biomedicines*, *11*(5), 1256. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11051256>
- Nabil, R., & Zohdy, M. (2021). Assessment of tensile bond strength of ceramic restoration material comparing two immediate dentin sealing protocols. *Al-Azhar Journal Of Dental Science*, *24*(4), 345-352. <https://doi.org/10.21608/ajdsm.2021.67051.1187>
- Nagarkar, S., Theis-Mahon, N., & Perdigão, J. (2019). Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *Journal Of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials*, *107*(6), 2121-2131. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34305>

- Nakabayashi, N., Kojima, K., & Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal Of Biomedical Materials Research*, *16*(3), 265-273. <https://doi.org/10.1002/jbm.820160307>
- Nakazawa, M., Maeno, M., Komoto, M., & Nara, Y. (2022). Appropriate Immediate Dentin Sealing to Improve the Bonding of CAD/CAM Ceramic Crown Restorations. *Polymers*, *14*(21), 4541. <https://doi.org/10.3390/polym14214541>
- Pashley, D. (1996). Dynamics of the Pulpo-Dentin Complex. *Critical Reviews in Oral Biology And Medicine*, *7*(2), 104-133. <https://doi.org/10.1177/10454411960070020101>
- Pashley, D. H. (1990). Clinical considerations of microleakage. *Journal Of Endodontics*, *16*(2), 70-77. [https://doi.org/10.1016/s0099-2399\(06\)81567-0](https://doi.org/10.1016/s0099-2399(06)81567-0)
- Pashley, D. H., Tay, F. R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R. M., Carrilho, M., & Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials*, *27*(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>
- Perdigão, J. (2007). New Developments in Dental Adhesion. *Dental Clinics Of North America/The Dental Clinics Of North America*, *51*(2), 333-357. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.01.001>
- Peumans, M., De Munck, J., Fieuws, S., Lambrechts, P., Vanherle, G., & Van Meerbeek, B. (2006). A Prospective Ten-Year Clinical Trial of Porcelain Veneers. *Journal Of Esthetic and Restorative Dentistry*, *18*(2), 110-111. https://doi.org/10.2310/6130.2006.00019_1.x
- Peumans, M., De Munck, J., Mine, A., & Van Meerbeek, B. (2014). Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-cariou cervical lesions. A systematic review. *Dental Materials*, *30*(10), 1089-1103. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.007>
- Peumans, M., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2005). Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions. *European Journal of Oral Sciences*, *113*(6), 512-518. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2005.00256.x>

- Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dental Materials*, *21*(9), 864-881. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.02.003>
- Ricucci, D., & Bergenholtz, G. (2003). Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries – a histobacteriological study of treated cases. *International Endodontic Journal*, *36*(11), 787-802. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00721.x>
- Samartzi, T., Papalexopoulos, D., Sarafianou, A., & Kourtis, S. (2021). Immediate dentin sealing: A literature review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry, Volume 13*, 233-256. <https://doi.org/10.2147/ccide.s307939>
- Sanares, A. M. E., Itthagarun, A., King, N. M., Tay, F. R., & Pashley, D. H. (2001). Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dental Materials*, *17*(6), 542-556. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(01\)00016-1](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(01)00016-1)
- Schlichting, L. H., Resende, T. H., Reis, K. R., Santos, A. R. D., Correa, I. C., & Magne, P. (2022). Ultrathin CAD-CAM glass-ceramic and composite resin occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion: An up to 3-year randomized clinical trial. *Journal Of Prosthetic Dentistry*, *128*(2), 158.e1-158.e12. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.02.009>
- Spohr, A. M., Borges, G. A., & Platt, J. A. (2013). Thickness of immediate dentin sealing materials and its effect on the fracture load of a reinforced all-ceramic crown. *The αEuropean Journal Of Dentistry/The European Journal Of Dentistry*, *07*(04), 474-483. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.120682>
- Tay, F. R., & Pashley, D. H. (2001). Aggressiveness of contemporary self-etching systems. *Dental Materials*, *17*(4), 296-308. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(00\)00087-7](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(00)00087-7)
- Taymour, M., & Elbasty, R. (2017). Micro shear bond strength evaluation for immediately sealed dentine with hybrid ceramics after different provisionalization

- periods: in vitro study *Egyptian Dental Journal /Egyptian Dental Journal*, 63(4), 2651-2659. <https://doi.org/10.21608/edj.2017.76223>
- Van Den Breemer, C., Cune, Özcan, M., Naves, L., Kerdijk, W., & Gresnigt, M. (2019). Randomized clinical trial on the survival of lithium disilicate posterior partial restorations bonded using immediate or delayed dentin sealing after 3 years of function. *Journal Of Dentistry*, 85, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.02.001>
- Van Den Breemer, C., Gresnigt, M., Özcan, M., Kerdijk, W., & Cune, M. S. (2019). Prospective Randomized Clinical Trial on the Survival of Lithium Disilicate Posterior Partial Crowns Bonded Using Immediate or Delayed Dentin Sealing : Short-term Results on Tooth Sensitivity and Patient Satisfaction. *Operative Dentistry*, 44(5), E212-E222. <https://doi.org/10.2341/18-047-c>
- Van Den Breemer, C. R., Özcan, M., Cune, M. S., Van Der Giezen, R., Kerdijk, W., & Gresnigt, M. M. (2017). Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations. *Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials/Journal Of Mechanical Behavior Of Biomedical Materials*, 72, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.04.002>
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2003a). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *PubMed*, 28(3), 215-235. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12760693>
- Van Meerbeek, B., Perdigão, J., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (1998). The clinical performance of adhesives. *Journal Of Dentistry*, 26(1), 1-20. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(96\)00070-x](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(96)00070-x)
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Van Landuyt, K., Yoshida, Y., & Peumans, M. (2020). From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive

- Technology. *From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique To Self-Adhering Restoratives*, 22(1), 7-34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., J, D. M., & KL, V. L. (2010). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, 27(1), 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>
- Wang, R., Hass, V., & Wang, Y. (2023). Machine Learning Analysis of Microtensile Bond Strength of Dental Adhesives. *Journal Of Dental Research*, 102(9), 1022-1030. <https://doi.org/10.1177/00220345231175868>
- Wilder, A. D., Swift, E. J., Heymann, H. O., Ritter, A. V., Sturdevant, J. R., & Bayne, S. C. (2009). A 12-Year Clinical Evaluation of a Three-Step Dentin Adhesive in Noncarious Cervical Lesions. *The Journal Of The American Dental Association*, 140(5), 526-535. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0220>
- Xue, J., Wang, J., Feng, D., Huang, H., & Wang, M. (2020). Application of Antimicrobial Polymers in the Development of Dental Resin Composite. *Molecules*, 25(20), 4738. <https://doi.org/10.3390/molecules25204738>
- Yamauchi, S., Wang, X., Egusa, H., & Sun, J. (2019). High-Performance Dental Adhesives Containing an Ether-Based Monomer. *Journal Of Dental Research*, 99(2), 189-195. <https://doi.org/10.1177/0022034519895269>
- Yu, X., Liang, B., Jin, X., Fu, B., & Hannig, M. (2010). Comparative In Vivo Study on the Desensitizing Efficacy of Dentin Desensitizers and One-bottle Self-etching Adhesives. *Operative Dentistry*, 35(3), 279-286. <https://doi.org/10.2341/09-346-c>
- Zimmermann, M., Mörmann, W., Mehl, A., & Hickel, R. (2019). Teaching dental undergraduate students restorative CAD/CAM technology: evaluation of a new concept. *International Journal Of Computerized Dentistry*, 22(3), 263-271. <https://doi.org/10.5167/uzh-182257>

ANEXOS

 moi 8 mai
à pascal@beverlyhillsdentallab.com ▾


Dear Professor Pascal Magne,

I hope this message finds you well. I am currently working on my thesis, which focuses on the topic of immediate dentin sealing, an area where your research has been profoundly influential. Your articles have provided me with critical insights and have greatly enhanced my understanding of this subject. As part of my thesis, I would like to include some images from your publications to better illustrate the concepts and techniques discussed in my work. I believe that your visuals would greatly enhance the clarity and impact of my thesis, providing a richer learning experience for my readers. Would you kindly grant me permission to use these images in my thesis? I assure you that all used materials will be duly credited to you, with full citations and acknowledgments in accordance with academic standards.

Thank you very much for considering my request. I look forward to your favorable response.

Best regards,


Augustin Arrivé, Universidade Egas Moniz, Monte de Caparica, Portugal.

 Pascal Magne 8 mai
à moi, pascal@beverlyhillsdentallab.com ▾

 Traduire en Français 

Yes, of course you can as long as the source is cited and that it is limited to a few images per article. Very best and congratulations!!!

 Priscilla Cardoso Lazari 6 avr.
à moi ▾


 Traduire en Français 

Hello Dear Augustin, sorry for the delay. Your email went directly to my spam and I just saw it today. We are glad to know our paper could help you in your thesis. As authors, we are delighted to have the study presented at Egas Moniz University. Feel free to use the article. Let me know what images you want to use so I can send the files in better resolution.

Sincerely
Priscilla Lazari-Carvalho

Sent from my iPhone

On 2 Apr 2024, at 11:40, augustin arrive <augustin.arrive85@gmail.com> wrote:

 moi 15 mai
à malghawli100 ▾

Dear doctor alghauli,

I hope this message finds you well. I am currently working on my thesis, which focuses on the topic of immediate dentin sealing, an area where your research has been profoundly influential. Your articles "Clinical benefits of immediate dentin sealing: A systematic review and meta-analysis" provided me with critical insights and have greatly enhanced my understanding of this subject. As part of my thesis, I would like to include some images from your publications to better illustrate the concepts and techniques discussed in my work. I believe that your visuals would greatly enhance the clarity and impact of my thesis, providing a richer learning experience for my readers. Would you kindly grant me permission to use these images in my thesis? I assure you that all used materials will be duly credited to you, with full citations and acknowledgments in accordance with academic standards.

Thank you very much for considering my request. I look forward to your favorable response.

Best regards,

Augustin Arrivé, Universidade Egas Moniz, Monte de Caparica, Portugal. Envoyé de mon iPad

 MOHAMMED ALGHAULI 15 mai
à moi ▾

 Traduire en Français 

Dear Dr. Arrive,

thank you for contacting me regarding my systematic review. The systematic review didn't contain clinical images, only a meta-analysis forest plots and risk of bias assessments, I give you the permit to use these visuals gladly, if you cited my name under the visuals and in the References. Since it is closed access article, you might need to contact the journal of prosthetic dentistry for copy right, I am not sure if my permission alone is enough or how this usually done, I haven't done this before. For more pictures and visuals, I recommend you to read the publications of Dr. Pascal Magne, he is an expert in the field of dentin sealing, you might find some clinical photos, SEM or laboratory images in one of his articles, or one of his fellows.

wish you the best regarding your manuscript
Kind regards