



FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Maria Carolina Abrantes Morgado Veloso

**Análise comparativa entre a técnica adesiva com etanol
absoluto e a técnica adesiva com concentrações
ascendentes de etanol:
Uma revisão sistemática**

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre
apresentada à Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Porto, 2021

**Análise comparativa entre a técnica adesiva com etanol absoluto e a técnica
adesiva com concentrações ascendentes de etanol:**
Uma revisão sistemática

Área Científica: Dentisteria Operatória

Autora: Maria Carolina Abrantes Morgado Veloso

Número de estudante: 201703215

Contacto: carolinaveloso0498@gmail.com /
up201703215@edu.fmd.up.pt

Orientador: Prof. Doutor João Ricardo Cardoso Ferreira,
Professor Auxiliar Convidado da Especialização em
Dentisteria e Estética Dentária e do Mestrado Integrado em
Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária da
Universidade do Porto

Porto, 2021

Aos meus pais, Anabela e Paulo

Ao meu irmão, Miguel

À minha avó, Lourdes

À minha família

Ao Ricardo

AGRADECIMENTOS:

Foram 5 anos! Uns mais difíceis do que outros, mas todos eles fascinantes à sua maneira. Agradecer não é tarefa fácil, não pelo ato em si, mas pelo temor de não fazer justiça a tudo o que mereci da vossa parte durante esta caminhada.

Primeiramente, o meu agradecimento dirige-se ao meu orientador Prof. Doutor João Cardoso Ferreira. Sem a sua ajuda, a realização e conclusão desta dissertação não seria possível. Agradeço-lhe por ter aceite orientar-me, acompanhar-me e guiar-me neste processo. Agradeço a paciência, a força e a coragem. Agradeço o profissionalismo e o empenho. Agradeço-lhe por todo o conhecimento partilhado. Obrigada!

Quero também dedicar esta monografia aos meus queridos pais, Anabela e Paulo, que são os maiores mestres da minha vida e que sempre acreditaram em mim, que me acompanharam e apoiaram mesmo quando tudo parecia que ia descambar, que me incentivaram a continuar quando eu pensei em desistir. Queria também agradecer pelo amor dedicado e pela estabilidade financeira que me proporcionaram para progredir. Sem eles não teria conseguido. Obrigada!

Ao meu irmão Miguel que apesar de estar distante sempre conseguiu dar-me muita força e confiança para me tornar alguém melhor. Queria agradecer pelo exemplo que se tornou para mim e como me fez ambicionar mais e pensar “quando for grande quero ser como tu”. És o meu orgulho e eu sei que também sou o teu. Obrigada!

Quero falar da vó que sempre esteve quando foi necessário. Mesmo não tendo acompanhado este percurso de perto, ela esteve sempre presente nos pequenos almoços ao sábado de manhã, nos 15€ “para comprar um bolinho”, nas castanhas assadas descascadas que me aqueciam o coração, no queijo pintado de vermelho que ninguém tinha igual... Ela é única, nunca me esquecerei dela. Obrigada!

Ao Ricardo, que está comigo desde o início e fez toda a diferença durante o meu trajeto dando-me confiança para seguir em frente. Obrigada pelo companheirismo, pela compreensão infinita aos momentos de ausência. Obrigada pela paciência sem fim, pelo amor e pelo apoio incondicional. Obrigada!

A todos os meus amigos, especialmente às Ritas e à Mafalda, que sempre torceram por mim e estiveram presentes. Obrigada!

A todas as outras pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para o meu sucesso. Obrigada!

“The greatest successes come from having
the freedom to fail”

Mark Zuckerberg

RESUMO

Introdução: Na dentina, por ser um substrato muito complexo e possuir uma estrutura tubular com a presença de matéria orgânica e água, o processo de adesão é mais difícil e imprevisível. A camada híbrida e a sua qualidade são imprescindíveis para uma adesão dentária estável ao longo do tempo. A sua hidrofília e degradação pelas metaloproteinases (MMP's) representam alguns dos maiores problemas das restaurações em resina composta que podem ser agravados pelo uso de sistemas adesivos com monómeros hidrofílicos. Seria, portanto, conveniente aplicar adesivos com monómeros hidrofóbicos num substrato que também o fosse. A técnica *Ethanol Wet Bonding* utiliza concentrações ascendentes de etanol (que é um solvente orgânico bipolar que permite uma desidratação química) substituindo a água presente na matriz de colagénio por etanol, tornando-a hidrofóbica. Esta técnica é prometedora *in vitro*, contudo baseia-se num protocolo complexo e moroso havendo a necessidade de o simplificar tornando-o exequível clinicamente sem alteração dos resultados.

Objetivos: Comparar o protocolo adesivo *Ethanol Wet Bonding* com concentrações ascendentes de etanol com o protocolo adesivo de etanol absoluto a 100% utilizando sistemas adesivos *Etch&Rinse* e, mediante os resultados, identificar qual deles é o mais eficaz e exequível clinicamente de forma a originar uma força adesiva estável e duradoura.

Materiais e métodos: A pesquisa da literatura foi efetuada nas bases de dados bibliográficas da *Medline (Pubmed)*, *SCOPUS* e *Web of Science* utilizando como estratégia de pesquisa o PICO. Os critérios de inclusão foram todos os tipos de estudos publicados com base em humanos, nos últimos 10 anos, com o idioma em português, inglês e espanhol na sua forma integral. Excluíram-se todos os estudos que não responderam a estes critérios.

Resultados: Foram incorporados 48 artigos nesta revisão sistemática. O campo dos resultados foi dividido em três grupos elementares onde é demonstrada a diferença entre ambas as técnicas de *Ethanol Wet Bonding*, tanto em dentina coronária como radicular, qual delas domina, os seus resultados *in vitro* e *in vivo* e quais os sistemas adesivos de maior compatibilidade.

Discussão: A evaporação do solvente etanol e a presença de pressão pulpar positiva aumentam a sensibilidade da técnica justificando a disparidade dos resultados *in vitro* e *in vivo*. Apesar do processo ser moroso, a presença de água nas primeiras concentrações de etanol, permite obter melhores resultados na desidratação completa do substrato. Pelo contrário, para simplificar, o uso único de etanol a 100% por um curto período de tempo não é suficiente para obter resultados similares aos anteriores. A adição de monómeros relativamente hidrofílicos aos monómeros unicamente hidrofóbicos, assim como a sua

solvatação, permite uma melhor penetração do adesivo na matriz de colagénio melhorando a força de adesão entre a restauração em resina composta e a dentina.

Conclusão: A técnica *Ethanol Wet Bonding* que utiliza concentrações ascendentes de etanol apresentou melhores resultados quando comparada com a que utiliza etanol absoluto (100%). Não obstante, os resultados *in vitro* e *in vivo* apresentaram-se contraditórios. Esta técnica é mais eficaz quando, em simultâneo, se aplica sistemas adesivos compostos com monómeros mistos solvatados com etanol.

Palavras-chave: Adesão húmida com etanol; concentrações de etanol; técnicas; métodos; adesão; adesão dentária; matriz dentinária saturada em etanol.

ABSTRACT

Introduction: In dentin, because it is a very complex substrate and has a tubular structure with the presence of organic matrix and water, the bonding process is more difficult and unpredictable. The hybrid layer and its quality are essential for stable dental adhesion over time. Their hydrophilicity and degradation by metalloproteinases (MMP's) represent some of the biggest problems of composite resin restorations that can be aggravated by the use of adhesive systems with hydrophilic monomers. It would therefore be appropriate to apply adhesives with hydrophobic monomers to a substrate that is also hydrophobic. The Ethanol Wet Bonding technique uses rising concentrations of ethanol (which is a bipolar organic solvent that allows chemical dehydration) replacing the water present in the collagen matrix with ethanol, making it hydrophobic. This technique is promising *in vitro*, but it is based on a complex and time-consuming protocol that needs to be simplified to make it clinically feasible without altering the results.

Purpose: Compare the Ethanol Wet Bonding adhesive protocol using ascending concentrations of ethanol to the 100% absolute ethanol adhesive protocol using Etch&Rinse adhesive systems, and through the results identify which one is the most effective and clinically feasible in order to give a stable and long-lasting adhesive force.

Methodology: The literature search was performed in the Medline (Pubmed), SCOPUS and Web of Science bibliographic databases using the PICO search strategy. Inclusion criteria were all types of human-based published studies from the last 10 years; with the language in Portuguese, English and Spanish in its entirety. All studies that did not meet the inclusion criteria were excluded.

Results: 48 articles were incorporated into this systematic review. The results field was divided into three elementary groups where the difference between both Ethanol Wet Bonding techniques in both coronary and root dentin is demonstrated, which one dominates, the *in vitro* and *in vivo* results and which adhesive systems are most compatible with them.

Discussion: The evaporation of ethanol solvent and the presence of positive pulpal pressure increase the sensitivity of the technique justifying the disparity of results *in vitro* and *in vivo*. For complete dehydration of the substrate, the presence of water in the first concentrations of ethanol allows to obtain better results, however it is a time-consuming process. On the contrary, for simplicity, the single use of 100% ethanol for a short period of time is not sufficient to obtain similar results as above. The addition of relatively hydrophilic monomers to the hydrophobic monomers alone, as well as their solvation, allows better penetration of the adhesive into the collagen matrix improving the bond strength between the restoration and the dentin.

Conclusion: The Ethanol Wet Bonding technique using ascending concentrations of ethanol showed better results when compared to that using absolute (100%) ethanol. However, *in vitro* and *in vivo* results were contradictory. This technique is most effective when ethanol solvated mixed monomer (co-monomers) adhesive systems are applied concomitantly.

Keywords: ethanol wet-bonding; ethanol concentrations; techniques; methods; adhesion; dental bonding; ethanol saturated dentin matix.

LISTA DE ABREVIATURAS:

AF	Ácido fosfórico
AFM	Microscopia de força atômica
BisGMA	Bisfenol-A glicidil metacrilato
BisMP	Fosfato de bis[2-(metacriloiloxi)etilo]
BPDM	Bifenil dimetacrilato
C	Grupo controle
CA	Condicionamento ácido
E-BisADM	Bisfenol A diglicidil metacrilato etoxilado
EDMAB	Etil 4-dimetilaminobenzoato
EWB	<i>Ethanol wet-bonding</i>
Fad	Força de adesão em escala nanométrica
FEI	Intensidade da emissão de fluorescência
G	Grupo
GDMA	Glicerol Dimetacrilato
GPDM	Glicerofosfato-dimetacrilato
g/mol	Unidade de medida da massa molar (grama de um mol)
HEMA	2-hidroxietil metacrilato
hl	Camada híbrida
MCVL	Microscopia confocal de varredura laser
min	Minuto
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MMPs	Metaloproteinases da matriz
MW	Peso molecular
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NI	Nanoinfiltração
NTG-GMA	Metacrilato de N-tolilglicina glicidil
PICO	<i>Problem, Intervention, Comparison, Outcome</i>
PRISMA-P	<i>Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis Protocols</i>
RDF	Função de distribuição radial
S	Subgrupos
s	Segundos
SA	Sistema adesivo
SB	<i>Adper Single bond 2</i>
SBM	<i>Solobond M</i>
SBS	Força de ligação de cisalhamento
SEM	Microscopia Eletrônica de Varredura
SBMP	<i>Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus</i>
t	<i>Tags</i> de resina
µTBS	Resistência à microtração (<i>micro-tensile bond strengt</i>)

TCDM	<i>Di(hydroxyethyl methacrylate) ester of 5-(2,5-dioxotetrahydrofurfuryl)-3-methyl-3-cyclohexenyl-1,2-dicarboxylic anhydride)</i>
TEGDMA	Tri(etileno-glicol) dimetacrilato
TEM	Microscopia eletrônica de transmissão
TER	Tratamento endodôntico radical
TN	<i>Tetric N-bond</i>
TPCM	Microscopia confocal de dois fotões
TS	Tópico
UDMA	Uretano dimetacrilato
WWB	<i>Water wet bonding</i>
XP	<i>XP bond</i>
η	Viscosidade

INDÍCE

I.	INTRODUÇÃO	3
1.1.	Dentina.....	3
1.2.	Processo de adesão.....	3
1.3.	<i>Ethanol Wet Bonding</i>	4
1.4.	Objetivo	5
II.	MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.1.	Formulação da questão de investigação	9
2.2.	Protocolo para a revisão.....	9
2.2.1.	Critérios de elegibilidade.....	9
2.2.2.	Fontes de informação/ Contornos da pesquisa	10
2.3.	Gestão de dados	11
III.	RESULTADOS	15
3.1.	Comparação entre as técnicas adesivas de <i>Ethanol Wet Bonding</i> : concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto (100%).....	37
3.1.1.	Dentina Coronária	37
3.1.2.	Dentina Radicular	37
3.2.	Sistemas adesivos:.....	38
3.2.1.	Sistemas adesivos hidrofílicos e hidrofóbicos.....	38
IV.	DISCUSSÃO.....	42
4.1	Processo de Adesão.....	42
4.2	Técnica <i>Ethanol Wet Bonding</i> (EWB)	43
4.3	Distribuição da Água no Substrato Dentinário.....	44
4.4	EWB: concentrações ascendentes de etanol <i>versus</i> etanol absoluto	44
4.4.1	Sensibilidade da Técnica: Evaporação do solvente e Pressão Pulpar Positiva	45
4.5	Sistemas Adesivos	47
4.5.1	Teoria do parâmetro da tripla solubilidade de Hoy	47
4.5.2	Sistemas Adesivos: Monómeros Hidrofóbicos	48
4.5.3	Sistemas Adesivos: Co-monómeros Solvatados	49
4.6	Associação entre Técnica EWB e WWB com os Co-monómeros Solvatados	50
4.7	EWB: Dentina radicular	50
V.	CONCLUSÕES	55
VI.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	59

VII.	ANEXOS.....	65
7.1	Tabelas: Formulação dos sistemas adesivos.....	65
7.2	Parecer do Orientador para entrega definitiva do trabalho apresentado 71	
7.3	Declaração de autoria do trabalho apresentado	73
7.4	Declaração de Identificação do Autor e da Publicação.....	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. Estratégia de pesquisa PICO	9
Tabela II. Critérios de inclusão e exclusão.	10
Tabela III. Estratégia de pesquisa usada.....	10
Tabela IV. Diferença entre as técnicas de Ethanol Wet Bonding (EWB): concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto em dentina coronária.....	17
Tabela V. Ethanol Wet Bonding em dentina radicular	24
Tabela VI. Sistemas adesivos	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. Diagrama do trabalho de pesquisa e seleção.....	15
Figura II. Imagens de AFM.....	46
Figura III. Imagem de Microscopia Confocal de Varredura Laser.	51

INTRODUÇÃO

I. INTRODUÇÃO

1.1. Dentina

A dentina é composta por 12% de água localizada maioritariamente na sua porção mais profunda, quando comparada com a superficial, o que dificulta o processo de adesão e compromete a força de união a curto/médio prazo. 70% corresponde ao seu conteúdo mineral que se encontra sob a forma de cristais de hidroxiapatite, que suportam as fibras de colagénio que, por sua vez, representam grande parte dos 18% de conteúdo orgânico, tornando-a um tecido mais poroso e húmido. Contrariamente ao conteúdo de água, o volume de fibras de colagénio tende a diminuir quanto mais profunda estiver a dentina⁽¹⁻³⁾.

Topograficamente, a dentina é composta por túbulos dentinários e canalículos ou canais laterais que, após o processo de adesão, originam prolongamentos (*resin tags*) e microprolongamentos (*microtags*) de resina respetivamente, essenciais para a formação de uma camada híbrida de boa qualidade. Os túbulos dentinários contêm dentina peritubular no seu interior e são envolvidos por dentina intertubular. Quanto mais profunda a dentina, maior o número e o diâmetro dos túbulos dentinários e, conseqüentemente maior a quantidade de dentina peritubular e menor a porção de dentina intertubular^(1,4). Pashley, em 1996, descreveu a dentina como um composto biológico poroso feito de partículas de cristais de apatite numa matriz de colagénio⁽⁵⁾.

1.2. Processo de adesão

Atualmente, a natureza dinâmica da dentina como substrato é responsável por inconsistências na resistência de união. Posto isto, a adesão entre a restauração e o substrato dentinário continua a ser um dos maiores desafios na área da dentisteria restauradora fazendo depender o seu sucesso da técnica aplicada, do operador, do adesivo, da força de adesão, da energia de superfície e da sua durabilidade^(2,6).

Na dentina, a qualidade da adesão poderá estar comprometida porque o excesso de água da matriz dentinária ou a sua desidratação podem impedir a correta infiltração na matriz de colagénio e polimerização da resina adesiva levando à formação de uma camada híbrida de fraca qualidade, mais propensa à degradação hidrolítica pelas metaloproteinases (MMPs)^(2,7). Assim, a degradação química procede invariavelmente à degradação mecânica da interface adesiva⁽⁸⁾.

Esta instabilidade e degradação da adesão resina-dentina a curto ou médio prazo, também pode estar relacionada com o excesso de monómeros hidrofílicos nos sistemas adesivos. No entanto, nalguns adesivos, esta característica mantém-se, uma vez que a dentina é um substrato impossível de

secar completamente em ambiente clínico, acarretando a necessidade de monómeros com extremidades hidrofílicas (ex. HEMA) que efetuem essa ligação à dentina⁽⁹⁾.

Em contrapartida, hoje em dia, os adesivos têm vindo a sofrer um processo de otimização. A maior parte deles são compostos por monómeros mistos: os hidrofílicos (ex. HEMA) que aumentam a molhabilidade perante os tecidos dentinários e os hidrofóbicos (ex. BisGMA) que interagem e co-polimerizam com o material restaurador⁽⁹⁾.

Alguns tipos de sistemas adesivos requerem a realização da desmineralização da matriz dentinária através do seu condicionamento. Este pode ser feito numa etapa distinta da do *primer* e resina adesiva (adesivos *Etch&Rinse* de três passos), ou em simultâneo, porém em menor grau (adesivos *Self-Etch* de um só passo [*all-in-one*]).

O objetivo do condicionamento com ácido fosfórico passa por remover os cristais de hidroxiapatite, removendo parcialmente a dentina peritubular, e expor a rede de colagénio para que, posteriormente, os minerais removidos sejam substituídos por monómeros resinosos através da sua penetração. Após a polimerização *in situ*, estes monómeros tornam-se micro-mecanicamente interligados nas microporosidades criadas – formando-se a camada híbrida na dentina intertubular^(1,2,10). A este processo dá-se o nome de “hibridização”⁽¹¹⁾. De acordo com a quantidade de água presente num sistema adesivo, a dentina deve estar constantemente húmida, com mais ou menos água, mas não embebida por ela, para a manutenção e expansão dos espaços interfibrilares da rede de colagénio, evitando o seu colapso⁽¹²⁾.

1.3. Ethanol Wet Bonding

A hidrofília do substrato associado a um adesivo com a mesma qualidade, forma uma camada híbrida com a mesma característica mais suscetível à ação da atividade enzimática pelas metaloproteínases (MMP's). Desta forma, seria conveniente aderir a monómeros hidrofóbicos, aplicando-os diretamente num substrato que também o fosse, de modo a formar uma camada híbrida também hidrofóbica, menos suscetível à degradação hidrolítica⁽¹³⁾.

A técnica *Ethanol Wet Bonding* foi descrita pela primeira vez por Tay *et al* em 2007⁽¹⁴⁾. A mesma, permite a desidratação química da matriz dentinária após o seu condicionamento e subsequente enxaguamento, com a substituição da água por etanol tornando a dentina menos hidrofílica e viabilizando a aplicação direta de adesivos com monómeros hidrofóbicos. Assim evita-se a utilização do HEMA, um monómero anfipático com extremidades hidrofóbicas mas também hidrofílicas^(7,14–16).

O etanol é um solvente bipolar hidrofóbico que, para além de permitir o fenómeno de *water chasing* (perseguição de água), desidrata e encolhe as fibras de colagénio possibilitando uma ampliação dos espaços interfibrilares para uma

melhor e mais completa penetração da resina adesiva⁽¹²⁾. Assim, há a formação de uma camada híbrida hidrofóbica totalmente interpenetrada com menor poder de absorção de água e permeabilidade a fluídos, o que lhe confere maior estabilidade, durabilidade e resistência à atividade hidrolítica^(7,13).

Este fenómeno pode ser explicado, em parte, pelo *Hoy's Triple Solubility Parameter Theory* utilizado para prever a miscibilidade de duas soluções diferentes através da comparação dos valores das forças coesivas totais (δ_t)⁽¹⁷⁾. Quanto mais próximos estiverem os parâmetros de solubilidade da mistura adesiva e do substrato saturado em água ou em etanol, melhor será a hibridização resina-dentina⁽¹⁸⁾.

A saturação com etanol, por norma, é alcançada quando se utiliza a técnica com concentrações ascendentes desse solvente, tal como preconizado por Tay *et al*⁽¹⁴⁾. Contudo, é um procedimento moroso que inviabiliza a sua utilização rotineira devido às numerosas etapas com diferentes concentrações de etanol. Este facto esbarra na simplicidade clínica que se deseja aumentando o risco de erro. O ideal passa pela simplificação do processo, aumentando a sua aplicabilidade clínica⁽⁹⁾.

A quantidade de solvente ótimo para cumprir com os objetivos, a possibilidade de evaporação do solvente durante o procedimento e a existência de pressão pulpar positiva, que não permite a desidratação completa do leito dentinário, aumentam a sensibilidade da técnica e dificultam a sua aplicação clínica (*in vitro* normalmente isto não ocorre)^(7,9,12).

1.4. Objetivo

O objetivo deste estudo é realizar uma revisão sistemática da literatura de forma a esclarecer se existem diferenças estatisticamente significativas entre a técnica *Ethanol Wet Bonding* utilizando concentrações ascendentes de etanol e aquela que utiliza etanol absoluto (100%) com sistemas adesivos *Etch&Rinse*. Pretende clarificar ainda, se uma das técnicas é mais eficaz e exequível clinicamente em detrimento de outra sem comprometer o objetivo final: obter uma força adesiva entre a dentina e a restauração estável, íntegra e duradoura.

MATERIAIS E MÉTODOS

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com o artigo de revisão “*Stages for Undertaking a Systematic Review*”⁽¹⁹⁾.

2.1. Formulação da questão de investigação

Utilizou-se o modelo PICO (*Problem, Intervention, Comparison, Outcome*) para definir explicitamente a questão de investigação como demonstra a *Tabela I*.

Tabela I. Estratégia de pesquisa PICO

P (<i>Problem</i>)	I (<i>Intervention</i>)	C (<i>Comparison</i>)	O (<i>Outcome</i>)
Técnicas adesivas convencionais em dentina originam uma camada híbrida hidrofílica devido presença de água na matriz bem como o uso de monómeros hidrofílicos.	Adesão em etanol (<i>Ethanol Wet Bonding</i>).	Técnica <i>Ethanol Wet Bonding</i> utilizando concentrações ascendentes de etanol e aquela que utiliza etanol absoluto (100%).	Utilidade da técnica adesiva em etanol a 100% uma vez que o protocolo da técnica adesiva em etanol com concentrações ascendentes mostrou-se complexo e difícil de aplicar clinicamente.

2.2. Protocolo para a revisão

Para a redação do protocolo utilizou-se uma extensão do PRISMA: PRISMA-P (*Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis Protocols*)⁽²⁰⁾.

2.2.1. Critérios de elegibilidade

Foi utilizado o modelo PICO para auxiliar na busca da questão de investigação. Os critérios de inclusão e exclusão presentes na *Tabela II* permitiram fazer uma triagem dos artigos.

Tabela II. Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
<u>Intervalo de tempo</u> : 10 anos (entre 2010-2020);	<u>Intervalo de tempo</u> : superior a 10 anos;
<u>Idioma</u> : português; inglês e espanhol;	<u>Idioma</u> : outros idiomas que não o português, inglês e espanhol;
<u>Tipos de estudo</u> : <i>Clinical Study</i> ; <i>Case Reports</i> ; <i>Systematic Reviews</i> ; <i>Meta-Analysis</i> ; <i>Randomized Controlled Trial</i> ; <i>Review</i> ; <i>Comparative Study</i> ; <i>Observational Study</i> ; <i>Journal Article</i> ; <i>Classical Article</i> ;	<u>Área de estudo</u> : que não “ <i>dentistry</i> ”;
<u>Área de estudo</u> : “ <i>dentistry</i> ”;	<u>Espécies</u> : animais;
<u>Espécies</u> : humanos;	<u>Dentição</u> : decídua;
<u>Dentição</u> : permanente;	Estudos não obtidos de forma integral.
Estudos de forma integral.	

2.2.2. Fontes de informação/ Contornos da pesquisa

Numa fase inicial fez-se uma recolha generalizada de artigos que tiveram como fonte as bases de dados bibliográficas da *Medline (Pubmed)*, *SCOPUS* e *Web of Science* através da introdução de palavras-chave articuladas com os operadores booleanos “OR” e “AND” como observado na *Tabela III*.

Tabela III. Estratégia de pesquisa usada.

BASE DE DADOS	ESTRATÉGIA DE PESQUISA
<i>Medline (Pubmed)</i>	AND (“ethanol wet-bonding”)
	AND (“ethanol concentrations”) OR (“techniques” OR “methods[Mesh]”) OR (“adhesion” OR “dental bonding[Mesh]”)
<i>SCOPUS</i>	AND (“ethanol wet-bonding”)
	AND (“ethanol concentrations”) OR (“techniques” OR “methods”) OR (“adhesion” OR “dental bonding”) OR (“ethanol saturated dentin matix”)
<i>Web of Science</i>	TS= (“ethanol wet-bonding”)
	AND TS= (“ethanol concentrations”) OR (“techniques” OR “methods”) OR (“adhesion” OR “dental bonding”) OR (“ethanol saturated dentin matix”)

Numa segunda fase, fez-se uma segunda pesquisa, a qual se baseou na análise da bibliografia dos artigos resultantes da pesquisa inicial e recolha daqueles que foram considerados relevantes para a temática abordada. É de notar que alguns dos artigos obtidos não cumprem com limite temporal estabelecido. Em adição foram também incluídas referências de teses obtidas no Repositório da Universidade do Porto e no Repositório Comum.

Gestão de dados

Após ter sido feita a pesquisa com base nos critérios de inclusão e exclusão foram recolhidos todos os artigos, com auxílio do *software Mendeley Desktop* versão 1.19.4 (*Mendeley Ltd., London, United Kingdom*), que foi responsável pela gestão das referências e remoção das suas duplicatas através da comparação dos resultados gerados pelas bases de dados. Serviu também de base de armazenamento para os artigos e os seus textos completos. A extração de dados dos artigos finais foi feita no *Microsoft Word* versão 15.33 (*Microsoft Corporation pela Impressa Systems, Santa Rosa, Califórnia, E.U.A.*). Assim, para cada artigo foi extraído: autores, ano de publicação, grupos de controlo e teste, resultados, sistema adesivo utilizado e comentários relevantes.

Depois de obtidos os artigos de interesse sem duplicatas, estes foram sujeitos a outro momento de triagem (*screening*) através da leitura do título, *abstract* e posteriormente pela sua leitura integral de forma a que no fim se obtivessem todos os estudos que se ajustassem ao método PICO.

Para estabelecer possíveis comparações entre as diferentes técnicas testadas dentro de cada artigo, e entre artigos, foram excluídos quaisquer estudos que não abordassem a técnica de adesão com etanol a 100% e/ou com concentrações crescentes de etanol (ex. etanol com uma concentração apenas de 70%). Foram também excluídos os artigos em que o substrato avaliado fosse o esmalte e/ou dentina cariada, dando mais ênfase à dentina coronária.

Os resultados encontrados foram divididos em três grupos relevantes: diferença entre as técnicas de *Ethanol Wet Bonding* (EWB): concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto em dentina coronária; *Ethanol Wet Bonding* em dentina radicular e sistemas adesivos.

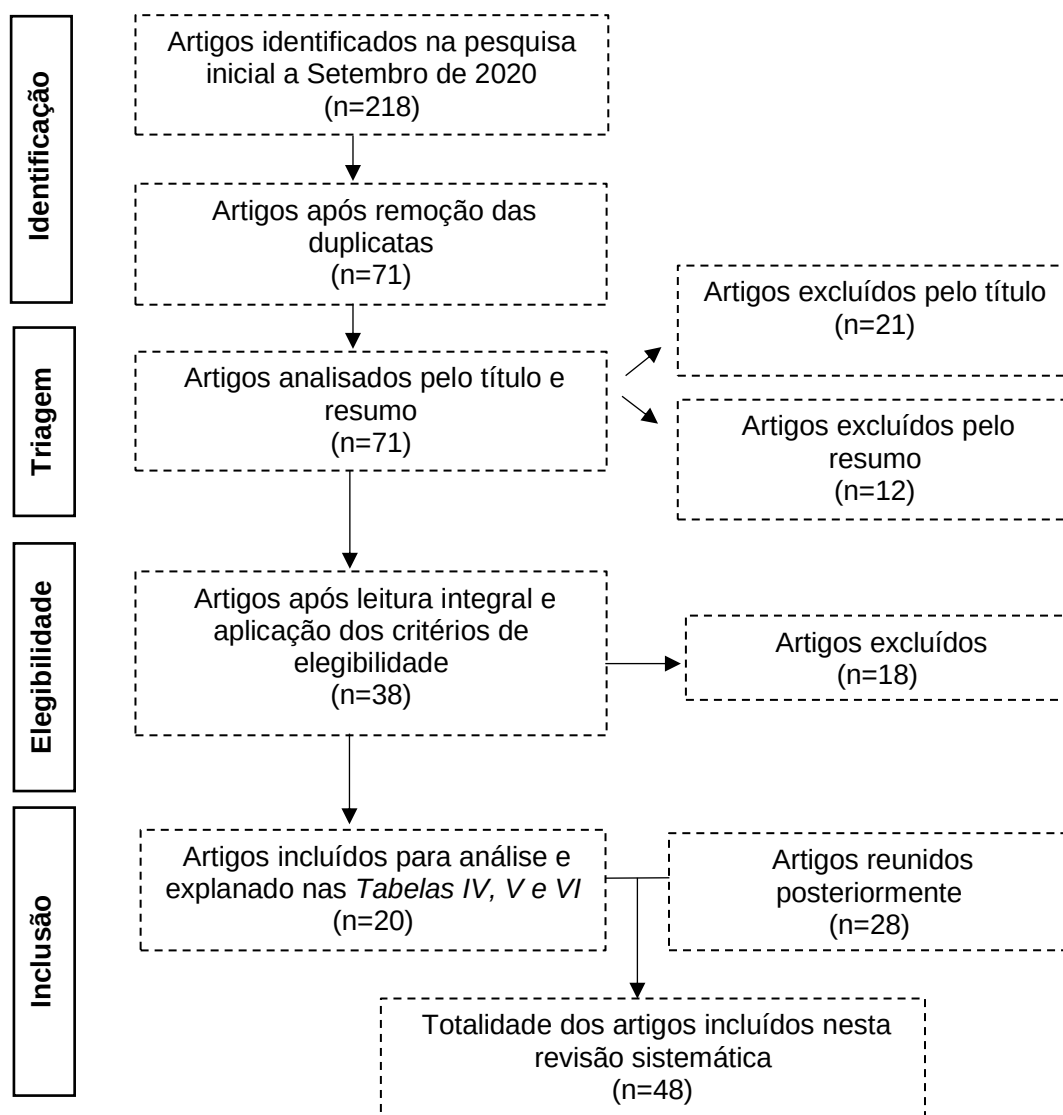
RESULTADOS

III. RESULTADOS

Da pesquisa inicial, e após a aplicação dos critérios de exclusão, obteve-se um total de 218 artigos: 77 da base de dados *Medline (Pubmed)*, 60 da *Scopus* e 81 da *Web of Science*.

Com a remoção dos artigos duplicados resultaram 71 artigos. Após a seleção dos títulos e resumos dos diferentes estudos obtiveram-se 38 artigos relevantes. Com a sua análise integral, reuniram-se 20 artigos e recolheram-se os seus resultados que se encontram explanados na *Tabela IV, V e VI*. Posteriormente, recolheram-se mais 26 artigos e teses resultantes da segunda fase da pesquisa que auxiliaram na justificação dos resultados no campo da “Discussão” e 2 artigos referenciados no campo dos “Materiais e Métodos”. Finalmente, esta revisão sistemática integrou 48 artigos como é apurado na *Figura I*.

Figura I. Diagrama do trabalho de pesquisa e seleção.



A abordagem ao tema *Ethanol Wet Bonding* (EWB) foi dividida nos três grupos mais relevantes:

1. Diferença entre as técnicas de *Ethanol Wet Bonding* (EWB): concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto em dentina coronária (*Tabela IV*);
2. *Ethanol Wet Bonding* em dentina radicular (*Tabela V*) e
3. Sistemas adesivos (*Tabela VI*).

Tabela IV. Diferença entre as técnicas de Ethanol Wet Bonding (EWB): concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto em dentina coronária

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Osorio et al, 2010⁽¹²⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 32% (15s) seguido de enxaguamento: C: Aplicação de um SA experimental. G1: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (1 min.) e aplicação de um SA experimental. G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (5min.) e aplicação de um SA experimental. G3: Técnica EWB: Saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100%, 30s cada etapa e aplicação de um SA experimental.	<u>Avaliação imediata por AFM:</u> G1 e G2: < nano-rugosidades de superfície (superfície mais lisa); > colapso e encolhimento das fibras de colagénio. G3: Sem colapso da matriz; < encolhimento das fibras de colagénio. C = G3: topografia ondulada. Diâmetro das fibrilas: C > G3 > G1 > G2. Espaços interfibrilares: C=G3 > G1=G2.	-	G1 e G2: Técnica muito sensível: A evaporação do etanol ou da água durante o procedimento, previamente à saturação da dentina com etanol, provoca o colapso da rede de colagénio. G3: Técnica menos sensível, mas mais demorada: A presença de água na composição do etanol permite a rehidratação da matriz de colagénio em caso de colapso.

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Kuhn <i>et al</i> , 2015 ⁽²¹⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento:	Resistência à microtração (μTBS):	*WWB: SMBP (3M ESPE, St. Paul, MN): Adesivo de 3 etapas.	In vitro: Pressão pulpar positiva: a água proveniente do interior da polpa não foi suficiente para prejudicar o processo de adesão.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do SA SMBP. G2: Técnica EWB: Saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100%, 15s cada etapa e aplicação do SA SMBP.	In vivo: WWB > EWB In vitro: EWB > WWB SEM: Avaliação da NI (nanoleakage) In vitro e In vivo: WWB: extensa absorção de nitrato de prata ao longo de toda a hl. EWB: poucos, localizados e pequenos depósitos de nitrato de prata.	*EWB: SMBP (3M ESPE, St. Paul, MN): Adesivo hidrofóbico solvatado de 3 etapas.	In vivo: Pressão pulpar positiva: A água proveniente do interior da polpa foi responsável pela contaminação do SA e falha na desidratação completa da dentina comprometendo a qualidade da adesão.

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela VII (anexos).

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Comentários
Ayar, 2016⁽⁷⁾ Técnica EWB: Após condicionamento ácido, os tecidos orgânicos são química e gradualmente desidratados com etanol promovendo a infiltração dos monômeros mais adequados segundo os parâmetros de solubilidade de Hoy. Técnica WWB: Expande matrizes de dentina desmineralizada que está colapsada antes que ocorra a infiltração da resina. A água quando em excesso impede a correta polimerização da resina e promove a atividade proteolítica pelas MMP's.	→ < Colapso da matriz de colagénio. > Infiltração da resina adesiva. Etanol a 100% (1 min) = etanol a 100% (5 min). Etanol a 100% (1 min): substitui a água, faz com que as fibrilas de colagénio não colapsam e promovem a infiltração de monômeros de resina. Há < nanoinfiltração no protocolo de desidratação total (50%, 60% ,70%, 80%, 95% e 3x 100% (30s/cada) do que na WWB. Quanto < tempo de desidratação química melhor. > Espaços interfibrilares. Permite a infiltração de monômeros mais hidrofóbicos. <i>In vitro</i> e <i>in vivo</i>: resultados contraditórios. < hidrofília; < sorção de água, < atividade pelas MMP's; > propriedades mecânicas.

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Metodologia	Resultados	Comentários
Jee et al, 2016⁽²²⁾	Foram utilizadas simulações da dinâmica molecular (MD) para investigar a interação das moléculas de etanol com as camadas de água presentes na matriz de colagénio. Foram desenvolvidos modelos para simular as fibras de colagénio.	A estrutura de colagénio é estável na presença de moléculas de água (estrutura pré MD = pós MD). RDF e Análise de Shell: - Primeiros picos: representam a 1ª camada (água de <i>Ramachandran</i>) apresentam a mesma intensidade no mesmo local - Segundo pico: 2ª camada de água onde se encontra mais volume de colagénio livre de água. - Terceiro pico: 3ª camada de água. Sem ligações estáveis ao colagénio. - Após a aplicação de etanol a quantidade de moléculas de água é significativamente mais reduzida em todas as camadas exceto na 1ª. - O etanol remove a água não ligada e 50% da água da 3ª camada é substituída por ele. - O número de ligações de hidrogénio entre o etanol e a água aumentou consideravelmente ao longo do tempo de simulação. - Após aplicação de etanol a 100% durante 1 min. e 5 min., a 1ª e 2ª camadas não perderam massa de água ao contrário da 3ª camada que perdeu água ao longo do tempo da simulação.	1ª Camada de água: Água de <i>Ramachandran</i> - Pontes de água intermoleculares estáveis ligadas à cadeia principal das moléculas de colagénio por ligações de hidrogénio. 2ª Camada: pontes de água duplas e moléculas de água ligadas por hidrogénio à cadeia lateral das moléculas de colagénio. 3ª Camada: Água livremente ligada Não formaram ligações estáveis de hidrogénio com as moléculas de colagénio. < mobilidade que a água não ligada. A 1ª e 2ª camadas de água são insensíveis à presença de etanol ao contrário da água livremente ligada e a não ligada.

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sadek et al, 2010 ⁽¹⁷⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento:	Resistência à microtração (μTBS): 24h > 6 meses;		G1: a substituição progressiva da água por etanol evita o colapso da rede de colagénio e permite uma desidratação completa, pois cada período de substituição de etanol implica que este permaneça na matriz durante 30s antes de passar para uma a concentração superior.
	C: Aplicação do SA SBMP.	Avaliação passado 24h: G1: o melhor; G1 $\approx$ C , G2 e G3 ; G4 < G1 ; G4 $\approx$ C ; G5: o pior.	Adesivo hidrofílico SBMP (3 M ESPE)	
	G1: Técnica EWB: Saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100%, 30 s cada etapa e aplicação de <i>primer</i> e adesivo experimental.	Avaliação passado 6 meses: G1: o melhor; G1 $\approx$ C e G2 ; G4 e G5: os piores (> redução de força de união quando comparada com os outros grupos). > incidência de falhas prematuras (interface com pouca qualidade).	*Adesivo experimental Adesivo hidrofóbico de 3 etapas.	
	G2: Técnica EWB: = G1 mas cada aplicação de etanol foi feita durante 15s.		*Primer experimental	G5: um período de 30s não foi suficiente para permitir uma substituição completa da água por etanol, permanecendo água residual dentro dos espaços interfibrilares e, para além disso, o etanol apresenta uma pressão de vapor superior à da água.
	G3: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100%, 7x, 30s cada e aplicação de <i>primer</i> e adesivo experimental.	Microscopia de luz: G4 e G5: com > expressão de NI por nitrato de prata amoniacal.		
	G4: Técnica EWB: Saturação com etanol a 100%, 3x, 30s cada e aplicação de <i>primer</i> e adesivo experimental.			
	G5: Técnica EWB: Saturação com etanol a 100%, 1x, 30s e aplicação de <i>primer</i> e adesivo experimental.	G1, G2, G3 e C: sem grandes deposições de nitrato de prata amoniacal na interface.		

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela VIII (anexos)

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Salles Scheffel et al, 2015⁽²³⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (30s) seguido de enxaguamento:	- Nenhum dos dentes apresentou processos apicais ou sintomas incluindo dor.		Todos os dentes exibiram resposta inflamatória leve de curta duração, mas o G1 não piora o dano pulpar em relação ao G2. O sistema imunológico, linfático e complexo polpa-dentina, bem como a pressão intrapulpar presente nas polpas vitais não são capazes de prevenir as reações leves de citotoxicidade, daí ter havido uma interrupção da camada de odontoblastos. A técnica EWB pode ser aplicada com segurança em cavidades médias ou rasas em dentes sadios.
	G1: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s), aplicação do SA SB (15s) por 2x.	G1: após 48h: resposta inflamatória leve, pequenos vasos sanguíneos congestionados, interrupção da camada de odontoblastos, sem bactérias.	SB (Adper Single Bond 2) (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)	
	G2: Saturação da matriz dentinária com água destilada (60s), aplicação do SA SB (15s) por 2x.	G2: após 48h: = G1. No entanto, foi ainda observada reabsorção da dentina interna.		
	G3: Forro da cavidade com hidróxido de cálcio e aplicação do SA SB (15s) por 2x.	G3: após 48h: resposta inflamatória leve, sem bactérias, zonas ricas em células foram observadas.		

Tabela IV: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sadek <i>et al</i> , 2008 ⁽²⁴⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 37% (15s) seguido de enxaguamento:	Resistência à tração Avaliação passado 24h: G3 e G4: os melhores. G4: O melhor (C ⁻). G1 e G2: os piores e sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. G3, G4 e C2⁺: sem diferenças estatisticamente significativas. G5 < G3, G4 e C2⁺ G5 e C1⁺: sem diferenças estatisticamente significativas. C⁻ < todos os outros grupos.	*Primer experimental: a cada grupo corresponde um primer diferente.	O resultado do C ⁻ confirma que resinas hidrofóbicas aderem mal à dentina. A incorporação de resina hidrofóbica na dentina é alcançada à custa do tempo com a substituição lenta e progressiva da água por etanol e, subsequentemente, com concentrações crescentes de resinas solvatadas, seguidas de resinas puras. Apesar da simplificação do protocolo poder obter resultados similares, a utilização de um regime lento que termina com 3 enxaguamentos de etanol a 100% pode conferir uma vantagem adicional de redução da sensibilidade da técnica.
	C⁺: Técnica WWB: C1⁺: Aplicação do SA All- Bond 2. C2⁺: Aplicação do SA SBMP.		*Adesivo experimental hidrofóbico	
	C⁻: Técnica WWB: SA hidrofóbico experimental que gerou a maior força de ligação resultante do protocolo EWB (G4).			
	Todos os grupos experimentais foram sujeitos a uma saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100%, 30s cada etapa.	TEM: Avaliação passado 24h: G1 e G2: depósitos de nitrato prata amoniacal e nitrato prata amoniacal isolada dentro da hl. G5 e G6: apenas padrão reticular de NI na hl mas mais densas do que nos G1 e G2. G3 e G4: deposição mínima de nitrato prata amoniacal na hl.	All-Bond 2: SA hidrofílico (Bisco) SBMP: SA hidrofílico (3M ESPE, St. Paul, MN)	
	G1 e G2: Técnica EWB: Aplicação de 5 camadas de <i>primer</i> e uma camada de adesivo experimental hidrofóbico puro.			
	G3, G4, G5 e G6: Técnica EWB: Aplicação de 2 camadas de <i>primer</i> e uma camada de adesivo experimental hidrofóbico puro.			

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela IX (anexos)
hl: hybrid layer, *t*: resin tags, **C**: control, **G**: grupos experimentais.

Tabela V. Ethanol Wet Bonding em dentina radicular

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
		<u>Push-out bond strengths:</u> Avaliação passado 24h e 1 ano: G1=G2 C < G1		
	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento:			
	C: Técnica WWB: aplicação do SA SBMP.	<u>MCVL:</u> C: NI de corante fluoresceína e infiltração da rodamina B na interface adesiva. G2: NI fluoresceína rodamina B junto às <i>t</i> polimerizadas devido à presença de espaços vazios. G1: < NI de fluoresceína e infiltração da rodamina B. Apenas foi observado junto das <i>t</i> .	*SBMP (3M <i>ESPE</i>): SA de 3 etapas hidrofílico.	-
Tereza et al, 2019⁽²⁵⁾	G1: Técnica EWB: saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100% (30s) e aplicação do SA SBMP. G2: Técnica EWB: saturação da matriz dentinária com etanol a 100%, 3x (60s) e aplicação do SA SBMP.			

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela X (anexos).

Tabela V: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Pei et al, 2012 ⁽²⁶⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento: Nos grupos C e G1-G3, a matriz dentinária foi saturada com etanol a 100% por diferentes períodos com posterior aplicação do SA:	AFM: C: topografia mais ondulada; G4: superfície mais colapsada e relativamente lisa. SBS: CS1 > CS2 G1-G4: sem diferenças estatisticamente significativas para ambos os sistemas adesivos. CS2: o pior. G3S2 e G4S2 > CS2 G1S2 ≈ G2S2 G4S2 > G2S2 G4S2 > CS2 G1S2 < CS2 G2S2 e G3S2 ≈ CS2	*S1: SBMP (3M ESPE, St. Paul, USA): SA de 3 etapas hidrofílico.	
	C: Técnica WWB: 0s.			
	G1: Técnica EWB: 1x, 20s.			
	G2: Técnica EWB: 1x, 60s		*S2: SA hidrofóbico experimental.	-
	G3: Técnica EWB: 3x, 60s.			
	G4: Técnica EWB: saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3 vezes 100% (30s) e aplicação do SA.	Nanoinfiltração: CS1: grandes depósitos de prata na hl e aglomerados de grãos de prata em redor das t. G1S1 e G1S2: deposição severa de grãos de prata em toda a espessura da hl. G2S1, G2S2, G3S1, G3S2, G4S1 e G4S2: poucos depósitos de prata na hl e em redor das t.		
Cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (S) com base nos SA testados.				

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XI (anexos)

Tabela V: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sauro et al, 2011 ⁽²⁷⁾	Todos os grupos foram sujeitos a TER e posterior CA com AF a 37% (15s) seguido de enxaguamento (20s): G1: Técnica WWB: Aplicação do SA. G2: Técnica EWB: O canal radicular foi preenchido com etanol absoluto (100%) por 3 min, seco levemente (2s) e foi-lhe aplicação do SA. Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos (S) com base nos sistemas adesivos testados. A cada G e S foi aplicada 2 camadas de 50% etanol/ 50% primer experimental seguido de uma camada do respetivo co-monomero puro ou o SA comercial.	Teste de microtração (μTBS) G2 > G1 G1: Sem diferenças significativas entre os diferentes S exceto no G1S4. G1S4 > G1S1, G1S2, G1S3, G1S5 G2S5 < G2S1, G2S2; G2S3; G2S4 G2S2 e G2S3 > G2S1 e G2S4 G2S1: o valor mais alto do G2 G1S5 < G2S5	*S1: SA exclusivamente hidrofóbico; *S2: SA que contém monómeros hidrofílicos; *S3: SA que contém monómeros hidrofílicos; *S4: SA que contém monómeros hidrofílicos; *S5 SA OptiBond FL (duas etapas)	O G2 apresentou resultados significativamente melhores do que o G1 quando utilizados os sistemas adesivos do S1, S2 e S3. Já no S4 embora os resultados de μTBS no G2 seja melhor do que no G1 a diferença não é tão significativa. Em todos os sistemas adesivos a resistência de união foi superior no G2 que pode estar associada ao tempo de exposição da dentina radicular ao etanol.
		MCVL: G1S1: Incapaz de se difundir na dentina desmineralizada. Presença de lacunas ao longo da interface. G2S1: Ausência de lacunas ao longo da interface. G2S2; G2S3 e G2S4: Número pequeno de lacunas ao longo da interface. G2S5: presença de algumas lacunas, porém houve difusão da resina e t.		

* Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XII (anexo)

Tabela V: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Duan <i>et al</i> , 2011 ⁽²⁸⁾	Todos os grupos foram sujeitos CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento (15s):	SBS: Avaliação passado 24h: G2 e G4 > G1 e G3 G5 e G6: sem diferenças estatisticamente significativas. G4: o melhor para a técnica EWB. G5: o melhor para a técnica WWB.		Neste estudo a técnica EWB prevalece em relação à WWB quanto aos resultados de SBS.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do SA BT.		* SB (Adper Single Bond 2) (duas etapas)	Tal facto pode indicar que a técnica WWB é mais suscetível aos efeitos da humidade da superfície da dentina radicular do que a técnica EWB.
	G2: Técnica EWB: saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (20s) e aplicação do SA BT.		* UT hidrofóbico (UDMA / TEGDMA)	
	G3: Técnica WWB: Aplicação do SA UT.	MEV: Avaliação passado 24h:	* BT (BisGMA / TEGDMA)	Apesar de tudo a técnica EWB tem as suas limitações como é o caso da presença de uma etapa adicional e a rápida evaporação do solvente.
	G4: Técnica EWB: saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (20s) e aplicação do SA UT.	G4: todos os túbulos estavam infiltrados com resina com uma distribuição mais uniforme.		
	G5: Técnica WWB: Aplicação do SA SB			
	G6: Técnica EWB: saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (20s) e aplicação do SA SB.			

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XIII (anexos).

hl: hybrid layer, t: resin tags, C: control, G: grupos experimentais.

Tabela VI. Sistemas adesivos

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
De Oliveira Barros et al, 2013⁽²⁹⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 35% (15s) seguido de enxaguamento com água (15s):	<u>Teste de microtração (µTBS)</u> Após 24h: G1>G2 G3=G4	*SB (3M ESPE; St Paul, MN, USA): SA de 2 etapas hidrofílico XP (XP; Dentsply DeTrey; Konstanz, Germany): SA apenas de um passo.	A aplicação de um adesivo hidrofílico num substrato saturado com etanol levou a uma redução da força de ligação devido à sensibilidade da técnica EWB (evaporação da água previamente à aplicação do etanol ou evaporação do etanol) que promoveu o colapso da rede de colagénio antes da infiltração dos monómeros adesivos.
	G1: Aplicação do SA SB.			
	G2: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s), aplicação do SA SB.	<u>Microscopia de luz:</u> Após 24h: G1: sem NI de nitrato de prata amoniacal; G2: mínima deposição ao longo da interface adesiva (camada adesiva + hl) G3 = G4: pequenas quantidades de NI de nitrato de prata amoniacal.		
	G3: Aplicação do SA XP.			
	G4: Saturação da matriz dentinária com ter-butanol a 99,5% (60s), aplicação do SA XP.			

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XIV(anexos).

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Souza et al, 2019 ⁽³⁰⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 37% (15s) seguido de enxaguamento:	<u>Taxa de sucesso:</u> Após 7 dias: G2: a menor taxa de sucesso; G2 < C < G1 e G3		A viscosidade de um adesivo hidrofóbico pode restringir a infiltração dos monómeros na dentina desmineralizada levando a uma reduzida taxa de sucesso quando comparado com os demais. Assim, a aplicação de monómeros hidrofóbicos solvatados com etanol resultam em melhores taxas de sucesso clínico.
	C: Aplicação do SA de 3 etapas SBMP.		SBMP: SA de 3 etapas hidrofóbico.	
	G1: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s) e aplicação do SA de 3 etapas SBMP.	Após 6 meses: Quando se utilizou a técnica EWB associada a um adesivo hidrofóbico foi observado > índice de falha.	SB: SA universal hidrofílico.	
	G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s) e aplicação do SA de 3 etapas SBMP.			
	G3: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s) e aplicação do SA SB.			

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Nagpal et al, 2015 ⁽³¹⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 37% (15s) seguido de enxaguamento:	SBS: Avaliação passado 24h: Sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.		Quando aplicados ambos os sistemas adesivos em simultâneo com a técnica EWB houve > estabilidade da ligação ao longo do tempo concluindo que esta técnica é compatível com adesivos mais ou menos hidrofílicos.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do SA TN.			
	G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s) e aplicação do SA TN.	Avaliação passado 6 meses: < G1 e G3 = G2 e G4 (manteve-se)	* TN (IVOCLAR VIVADENT)	
	G3: Técnica WWB: Aplicação do SA SM.	SEM: Avaliação passado 24h: G1 e G3: Boa adaptação interfacial e ausência de gap. G1 e G4: lacunas insignificantes.	* SM (Voco)	
	G4: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (60s) e aplicação do SA SM.	Avaliação após 6 meses: G1 e G3: Presença de gap interfacial e deterioração da ligação (falha adesiva) G1 e G4: lacunas insignificantes.		

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XV (anexos).

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sauro et al, 2009 ⁽¹⁸⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA com AF a 37% (15s) seguido de enxaguamento:	Estudo da intensidade da emissão de fluorescência (λ) do amarelo lúcido.		G1: a técnica EWB associada a qualquer tipo de resina (S)/ co-monómero solvatado, resultou num contacto mais íntimo entre as tags de resina e as paredes dos túbulos, o que evitou que o amarelo lúcido penetrasse na interface resina-dentina.
	G1: Técnica EWB: saturação da matriz dentinária com etanol a 100% (5 min) e aplicação do SA. G2: Técnica WWB: Aplicação do SA. Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos (S). A cada grupo foi-lhes aplicado duas camadas de 5 <i>primers</i> experimentais e posteriormente, uma camada de cada adesivo co-monómero.	FEI: G1 < G2 (para todas as resinas); TPCM: G2S1 > em t e microporosidades dentro da hl. Corante dentro da camada adesiva. Separação de fases da resina. G2S2 > redor das t e dentro da hl. S/ separação de fases da resina. G2S3 = G2S4 > em t e hl. G2S5 > apenas em t e parte inferior da hl G2S6 > em t e dentro da hl. Corante em toda a espessura da interface resina-dentina e dentro da hl. G1S1 expressão do corante em t e abaixo da hl; G1S2: expressão ligeira do corante em t; G1S3: S/ expressão de corante; G1S4: expressão apenas nos túbulos; G1S5: S/ expressão de corante.	Primers experimentais/co-monómeros puros: *S1: hidrofóbico; *S2: hidrofóbico; *S3: hidrofílico; *S4: hidrofílico; *S5: hidrofílico; *S6: SA <i>Single Bond Plus</i> (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).	Técnica EWB: permite a redução da microporabilidade resultante de uma redução da água residual presente nos espaços interfibrilares. Co-monómeros solvatados: a sua aplicação num substrato saturado em etanol permite que os espaços interfibrilares se tornem saturados com o co-monómero e que após a evaporação do solvente apenas este fique em contacto com a matriz.

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XVI (anexos)

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Faria-E-Silva et al, 2013 ⁽¹⁰⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA da dentina com AF a 34% (15s), enxaguamento(10s).	Viscosidade: Avaliação após 24h: Etanol > Acetona	Adesivo experimental hidrofóbico de dois passos: Co-monomero composto por BisGMA (Evonik, Essen, Germany), HEMA (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) [3:2] e teores de solvente (acetona ou etanol).	A solvatação dos sistemas adesivos com etanol reduz a sua viscosidade permitindo uma melhor difusão dos seus monómeros na matriz de colagénio. Quando > o teor de solvente na formulação do SA, < a viscosidade do adesivo e melhor os valores da força de adesão. No entanto, um elevado teor de solvente pode prejudicar a sua evaporação reduzindo a resistência da ligação do adesivo e o seu grau de conversão. O teor médio de solvente é o ideal.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do SA experimental.			
	G2: Técnica EWB: Saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3 vezes 100% (30s).	Força de micro-cisalhamento (µSBS): S1 e S4 < S2, S3, S5 e S6		
	G3: Desproteínização: aplicação de solução de NaOCl a 5% (1 min), seguida de enxaguamento com água (10s) e secagem com ar (10s). Cada grupo foi dividido em 6 subgrupos (S). A cada subgrupo corresponde uma agente de ligação com diferente solvente e teor de solvente.	Avaliação após 24h: G1S1 e G1S4 < G1S2, G1S3, G1S5 e G1S6; G2S1 e G2S4 < G2S2 e G2S5; G2S3 e G2S6: valores intermediários; G3: Sem diferenças estatisticamente significativas.	Acetona: 15% (S1), 30% (S2) ou 60% (S3); Etanol: 7,5% (S4), 15% (S5) ou 30% (S6). Obteve-se agentes de ligação com baixo, médio e alto teor de solvente respetivamente.	

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Hosaka et al, 2009 ⁽³²⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA da dentina com AF a 37% (15s), enxaguamento(10s).	Teste de microtração (μTBS) G1S1: a mais baixa em 24h e em 12 meses. G1S2 > G1S1 (os valores reduziram entre 3-12 meses) G1S4: os valores subiram em 3-6 meses e reduziram após 12 meses até ao nível inicial. G1S5: valores mantiveram-se constantes ao longo do tempo, mas $\approx$ no G1S4 . G2: sem variações significativas ao longo do tempo. G2S2-S4 > G2S1 . G2S1-S3 > G1	Primer experimental: 50 wt% de resina pura / 50 wt% de etanol. *S1 (menos hidrofílica) - S5 (mais hidrofílica)	Quando sistemas adesivos mais hidrofílicos são aplicados em dentina saturada em água (WWB), os resultados de μ TBS são superiores ao contrário de resinas mais hidrofóbicas. Ao fim de 12 meses nos G2S1-S4 os resultados de μ TBS foram significativamente mais elevados do que nos G1S1-S4. Enquanto no G1 há um declínio dos valores de μ TBS ao longo do tempo, no G2 esses valores são constantes. Isto ocorre devido ao aumento dos espaços interfibrilares quando se aplica a técnica EWB.
	G1: Técnica WWB: Aplicação de duas camadas de primer experimental e uma camada de adesivo experimental. G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100%, 3x (60s) e aplicação de duas camadas de primer experimental e uma de adesivo experimental. Cada grupo foi dividido em 5 subgrupos (S) de acordo com o tipo de SA aplicado.	TEM G1 < diâmetro dos espaços interfibrilares do que G2 .		

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XVII (anexos)

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sadek et al, 2010 ⁽³³⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA da dentina com AF a 35% (15s), enxaguamento.	Teste de tração Após 24h:		A redução na sorção de água, o aumento dos espaços interfibrilares e o melhor encapsulamento dos monómeros
	G1: Técnica EWB: Saturação progressiva da matriz dentinária com etanol a 50%, 70%, 80%, 95% e 3 vezes 100%, e aplicação de 2 camadas de um <i>primer</i> hidrofóbico experimental e uma de adesivo experimental puro.	G2: o mais baixo. G3: 24h significativamente maior do que 12 meses. G1: Sem diferenças estatisticamente significativas entre 24h e 12 meses.	Adesivo experimental: BisGMA/TEGDMA.	hidrofóbicos quando utilizada a técnica EWB poderá ter contribuído para a estabilidade da ligação.
	G2: Técnica WWB: Saturação da matriz dentinária com água 100% desionizada e aplicação de 2 camadas de um <i>primer</i> hidrofóbico experimental e uma de adesivo experimental puro.	TEM: G1: sem degradação da hl após 12 meses G1: após 12 meses as hl eram mais finas do que no G2 após 24h. G1: após 12 meses: presença de depósitos de prata e grãos de prata isolados no topo das camadas.	SBMP (3 M ESPE): hidrofílico (<i>Primer:</i> HEMA, co-polímero de ácido poliaquênico e água. <i>Resina adesiva:</i> HEMA e BisGMA).	A sorção não é completamente eliminada devido à presença de grupo hidroxila nos componentes do adesivo experimental.
	G3: Saturação da matriz dentinária com água 100% desionizada e aplicação do SA SBMP.	G3: após 12 meses: hl extensivamente degradada com depósitos de prata.		

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Sartori et al, 2015 ⁽⁸⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA da dentina com AF a 35% (15s), enxaguamento(15s):	Teste de microtração (µTBS) <u>Após 24h:</u> G1S1 > G1S2-S4. G2S2: aumento estatisticamente significativo. G2S3: redução estatisticamente significativa. G2S1 ≅ G2S2. G2S1-S2 > G2S3-S4		Os monómeros hidrofóbicos e hidrofílicos, quando associado à técnica EWB, mostraram > resistências de união e < micro-permeabilidade do que o G1. Ou seja, o G2 é atraente para ambos os tipos de monómeros.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do primer/adesivo.		*S1: Adper Single Bond Plus (3M ESPE)	Após pressão pulpar simulada a penetração do monómero foi comprometida, deixando zonas da hl suscetível à nanoinfiltração pelo corante de nitrato de prata amoniacal. Adesivos solvatados com etanol beneficiam de mais tempo para a penetração do monómero.
	G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100%, 3x (30s) e aplicação do primer/adesivo.		*S2: Adper Scotchbond Multiuso (3MESPE)	
	Cada grupo foi dividido em 4 subgrupos (S) com base no solvente (etanol ou acetona) e no número de aplicações (duas ou três etapas)	<u>Após termociclagem (20.000 ciclos térmicos a 5°C e 55°C seguido de 600.000 ciclos de carga mecânica):</u> G1S1 e G1S3: redução estatisticamente significativa G2: sem reduções estatisticamente significativas. G2S3-S4: melhor desempenho do que o G1. G2S1-S2 e S4: resistência de união significativamente maior do que os restantes grupos. TEM: Após pressão pulpar simulada: G1: presença de lacunas entre a hl e a camada adesiva. Piores condições. G2: lacunas apenas na parte mais profunda de hl. S3 e S4 > degradação do que S1 e S2 (após termociclagem)	*S3: One-Step Plus (Bisco) *S4: All-Bond 2 (Bisco)	

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XVIII (anexos).

Tabela VI: Continuação

Autor/Ano	Grupos	Resultados	Sistema adesivo	Comentários
Guimarães et al, 2012 ⁽³⁴⁾	Todos os grupos foram sujeitos a CA da dentina com AF a 37% (15s), enxaguamento(15s):	Resistência à microtração (μTBS):		A aplicação da técnica EWB por apenas 30 segundos não produziu diferenças quanto à força de união quando comparado com a técnica WWB. Ambos os sistemas adesivos contém metacrilatos HEMA e BisGMA na sua composição. Ambos são miscíveis em etanol.
	G1: Técnica WWB: Aplicação do SA.	G1 e G2: sem diferenças estatisticamente significativas para ambos os adesivos.	*SBMP (3M ESPE, St. Paul, USA): 3 etapas (S1);	
	G2: Técnica EWB: Saturação da matriz dentinária com etanol a 100%(30s).	SB > SBMP	*SB (3M ESPE, St. Paul, USA): 2 etapas (S2).	
	Cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (S) onde foram aplicados ambos os sistemas adesivos (SBMP e SB).			

*Ver formulação dos sistemas adesivos na Tabela XIX (anexos).

hl: hybrid layer, t: resin tags, C: control, G: grupos experimentais

3.1. Comparação entre as técnicas adesivas de *Ethanol Wet Bonding*: concentrações ascendentes de etanol e etanol absoluto (100%)

3.1.1. Dentina coronária

Neste grupo foram encontrados 7 artigos que permitem a comparação entre ambas as técnicas de *Ethanol Wet Bonding* (EWB) em dentina coronária^(7,12,17,21–24).

Na técnica EWB com concentrações crescentes de etanol, os valores de resistência adesiva à microtração (μ TBS) mostraram-se significativamente mais elevados comparativamente aos protocolos em que se aplicou etanol absoluto durante 1 min., no entanto, em 6 meses, ambos os protocolos apresentaram uma redução da resistência adesiva⁽¹⁷⁾. Os resultados apresentam-se satisfatórios quanto à resistência à tração após 24h, quando se associada a técnica EWB com um sistema adesivo hidrofóbico⁽²⁴⁾. A impregnação de prata na camada híbrida após observação através da nanoinfiltração (*nanoleakage*) com contraste de nitrato de prata amoniacal em microscópio de luz (*light microscopy*), quando utilizado o protocolo simplificado, é superior e é verificado um colapso e encolhimento das fibras de colagénio durante o procedimento^(12,17).

Apesar desta técnica não apresentar repercussões negativas a nível pulpar, os resultados *in vitro* são contraditórios aos observados em ambiente clínico^(7,21,23). Os resultados encontram-se resumidos na *Tabela IV*.

3.1.2. Dentina radicular

Apenas foram encontrados 4 artigos que permitem a comparação entre ambas as técnicas de EWB e entre ela e a técnica WWB em dentina radicular^(25–28).

A diferença da resistência de adesão em ambos os protocolos da técnica EWB não varia de forma estatisticamente significativa quando se utiliza o teste de força de resistência adesiva ao cisalhamento (SBS) e o teste *push-out bond strength*^(25,26). Quando se compara a técnica EWB com a WWB, a primeira apresenta melhores resultados^(26–28). Os resultados encontram-se resumidos na *Tabela V*.

3.2. Sistemas adesivos

É necessário compreender quais os tipos de sistemas adesivos mais adequados à técnica EWB para se obter uma maior estabilidade e longevidade de uma restauração em resina composta. Neste grupo foram encontrados 9 artigos^(8,10,18,29-34).

3.2.1. Sistemas adesivos hidrofílicos e hidrofóbicos

Quando é aplicada a técnica WWB associada a um sistema adesivo hidrofílico os valores de μ TBS são significativamente superiores⁽²⁹⁾. O contrário acontece quando se aplica a mesma técnica com sistemas adesivos hidrofóbicos⁽³²⁾. A técnica EWB associada a sistemas adesivos com diferentes graus de hidrofílicas (co-monomeros) apresenta resultados positivos em vários estudos quanto à resistência adesiva e micropermeabilidade. O inverso ocorre com aqueles que são compostos por monómeros exclusivamente hidrofóbicos^(8,18,30,31,33). Quando aplicado o protocolo simplificado com etanol absoluto por apenas 30s, não parece haver diferença nas médias de resistência adesiva entre a técnica WWB e EWB, mas quando é aplicada por 60s os valores de resistência de união são superiores^(31,34). O impacto da solvatação de sistemas adesivos com monómeros unicamente hidrofóbicos com diferentes teores de solventes orgânicos (como a acetona e o etanol) também foi alvo de estudos. Os mesmos mostraram que a força de resistência adesiva era superior quando se adicionavam solventes com um teor médio de etanol em comparação com o teor mais reduzido e que um teor mais alto de etanol apresentava valores intermédios^(10,18). Os resultados encontram-se resumidos na *Tabela VI*.



DISCUSSÃO

IV. DISCUSSÃO

A qualidade da adesão oferecida pela técnica *Ethanol Wet Bonding* (EWB), tanto no protocolo que utiliza concentrações ascendentes de etanol como no simplificado, com etanol absoluto, e a decisão entre por qual deles optar, está diretamente relacionada com a sua contribuição para a formação de uma camada híbrida de qualidade entre a restauração e o substrato dentinário. Quanto melhor a qualidade da mesma, maior a longevidade de uma restauração em resina composta que culmina com um dos objetivos da dentisteria restauradora.

A elevada qualidade de uma camada híbrida é alcançada quando os monómeros adesivos se infiltram completamente e envolvem as fibras de colagénio expostas em toda profundidade da dentina desmineralizada, criando uma zona de interdifusão resina-dentina⁽³¹⁾. Esta está dependente de vários fatores como: a hidrofília de um sistema adesivo, a presença ou ausência de colapso da matriz de colagénio, a existência de nanoinfiltração, a pressão pulpar positiva em dentes vitais, a quantidade de solvente inicialmente aplicado e o residual.

4.1 Processo de Adesão

Embora a dentina contenha milhões de túbulos microscópicos que vão do esmalte até à polpa dentária, a dentina intertubular mineralizada não é porosa nem permite que os monómeros adesivos líquidos penetrem nela. A solução para a sua falta de porosidade foi encontrada por Buonocore, que introduziu o uso do ácido fosfórico, utilizado previamente à aplicação de alguns sistemas (ex. *Etch&Rinse*), que promove a desmineralização da matriz dentinária, dissolvendo os cristais de hidroxiapatite e expondo a rede de colagénio para a infiltração de monómeros de resina^(10,22). Teoricamente e de acordo com Salles Scheffel *et al* num estudo que fizeram em 2015, os monómeros adesivos devem substituir a água e encapsular 100% das fibrilas de colagénio, resultando numa camada híbrida constituída por 30% de colagénio e 70% de resina⁽²³⁾. Mas, enquanto a aplicação de agentes ácidos permite a difusão de monómeros na rede de colagénio, também facilita a saída de fluido pulpar para a superfície da dentina, deteriorando a ligação para alguns dos adesivos atuais⁽³⁾.

Em 2007, Pashley *et al* relataram que, após o condicionamento ácido e posterior secagem há um encolhimento rápido e ativo da matriz de colagénio de cerca de 50 μm ⁽¹⁴⁾. Isto ocorre devido à formação de ligações de hidrogénio interpeptídico entre as suas fibras, que aumentam a rigidez da matriz e reduzem o espaço lateral das moléculas, dificultando a infiltração da resina^(12,35,36). Este encolhimento pode ser revertido com a presença de água, que tem um valor de $\delta_h = 40,4 \text{ (J/cm}^3\text{)}^{1/2}$ que favorece a quebra dessas ligações, hidrata os grupos funcionais de péptidos e proteoglicanos e dessa forma os espaços interfibrilares ficam expandidos para a infiltração da resina adesiva^(12,14,34).

A água utilizada no enxaguamento que dilui o ácido fosfórico e extrai o conteúdo mineral solubilizado, fica presente nos espaços interfibrilares da rede de colagénio tornando a dentina um substrato hidrofílico compatível com sistemas adesivos com a mesma característica. Espera-se que esta água seja deslocada pelos solventes polares presentes nos adesivos devido à sua evaporação e, em última análise, seja substituída por resinas puras^(18,22,24). No entanto de acordo com Sauro *et al* em 2011 e Kuhn *et al* em 2015, a utilização de resinas hidrofílicas leva adversamente a um aumento da sua plasticidade, deteriorando as suas propriedades mecânicas, um aumento da permeabilidade da interface adesiva e consequentemente maior capacidade de sorção de água ao longo do tempo^(21,37).

Tay *et al* no sentido de testar, com TEM e SEM, a nanoinfiltração com recurso a uma solução marcadora, o nitrato de prata amoniacal, identificaram canais cheios de água dentro de camadas híbridas, indicando que nem toda a água residual foi removida e substituída pelos monómeros resinosos hidrofílicos, havendo zonas da rede de colagénio que não ficam envolvidas pela resina contribuindo para que se desse início à atividade hidrolítica pelas metaloproteínases (MMPs) resultando na degradação da interface resina-dentina⁽¹⁸⁾.

4.2 Técnica *Ethanol Wet Bonding* (EWB)

Uma vez que os monómeros de resina não têm a capacidade de deslocar toda a água em redor das fibras de colagénio dentro dos espaços interfibrilares, impedindo o íntimo contacto entre a resina e o substrato, foi introduzido o conceito de *Ethanol Wet Bonding*^(24,31,38). É uma técnica que foi desenvolvida *in vitro* em que, segundo Nagpal *et al* em 2015, o solvente etanol é usado como pré-tratamento da dentina desmineralizada pois promove a desidratação química da matriz de colagénio antes da aplicação de sistemas adesivos *Etch&Rinse*, tornando-a menos hidrofílica, o que possibilita a aplicação de resinas mais hidrofóbicas sem que isso afete a adesão à dentina^(23,31). Outro ponto a favor da técnica proposta é que, de acordo com Salles Scheffel *et al*, ela promove uma lesão pulpar leve de curto prazo semelhante à provocada pela técnica WWB atualmente utilizada, não colocando em causa a sua escolha⁽²³⁾.

Consoante Sadek *et al*, os monómeros hidrofóbicos, após polimerizados, reduzem em cinco vezes a sorção de água quando comparados aos monómeros hidrofílicos e consequentemente há a redução da água residual presente no substrato e da probabilidade de degradação hidrolítica da interface adesiva⁽³³⁾. O ideal, segundo Tay *et al*, seria o uso de monómeros de resina hidrofílica, aumentando as suas propriedades humectantes, que após a sua polimerização se tornassem hidrofóbicos, no entanto, não há evidência de que tal propriedade quimérica exista na química de polímeros⁽³⁹⁾.

4.3 Distribuição da Água no Substrato Dentinário

É necessário conhecer a distribuição da água ligada e não ligada na matriz de dentina para tentar desmistificar se realmente a técnica EWB remove toda a água residual⁽³⁹⁾. Para Jee *et al* em 2016, a água presente na dentina pode ser dividida em água livre e água ligada. Esta última pode ser distribuída em três camadas ligadas com forças decrescentes ao substrato de acordo com a sua profundidade. A primeira camada é a que se encontra mais fortemente ligada por pontes hidrogénio diretamente ao colagénio da matriz para estabilizar a sua estrutura, conhecida como a água de *Ramachandran*⁽²²⁾. A segunda camada não é tão rígida e a terceira, que corresponde à maioria do total de água, é chamada água livremente ligada. Ao contrário da primeira camada e mais profunda, que se mostra relativamente insensível à infiltração do etanol, a terceira camada pode ser parcialmente (50%) removida através da desidratação química com etanol e a água fracamente ligada pode ser totalmente removida por ela. Especula-se que a infiltração das moléculas de etanol ocorre através do aumento das superfícies acessíveis ao solvente induzidas pelo rearranjo de monómeros de colagénio que por sua vez promove o seu encolhimento⁽²²⁾.

4.4 EWB: concentrações ascendentes de etanol *versus* etanol absoluto

A substituição progressiva da água por etanol é feita por um fenómeno denominado de *water chasing* em que, segundo Jee *et al* em 2016, a saturação da dentina por etanol é obtida utilizando concentrações crescentes deste solvente sem causar um encolhimento adicional dos espaços interfibrilares. Esta técnica leva aproximadamente 3-4 minutos, o que desafia o princípio de facilidade de uso, tornando-a pouco exequível clinicamente⁽²²⁾.

De acordo com Sadek *et al*, num trabalho realizado em 2010, a desidratação completa promovida por esta técnica evita a separação de fases do monómero, permitindo a sua polimerização completa ao redor das fibrilas de colagénio, impede a formação porosidades nas interfaces adesivas, melhora a resistência de união e diminui o diâmetro das fibrilas de colagénio e o volume da matriz que promove o aumento dos espaços interfibrilares⁽³³⁾. Para além disso, conforme Nagpal *et al*, em 2015, graças à remoção da água destes espaços promovida pelo etanol, ocorre o colapso do hidrogel neles presente, composto por proteoglicanos, que proporciona uma maior e melhor impregnação do sistema adesivo e monómeros hidrofóbicos⁽³¹⁾.

Como é um protocolo moroso, este foi simplificado com aplicação de uma única etapa de um minuto com etanol a 100%, que foi desenvolvido com o objetivo de que o período de aplicação seja clinicamente relevante^(30,40).

4.4.1 Sensibilidade da Técnica: Evaporação do solvente e Pressão Pulpar Positiva

4.4.1.1 Evaporação do Solvente: água e etanol

Um dos grandes problemas associados a esta técnica é que qualquer solvente, quer seja acetona, água ou etanol são voláteis e não são possíveis de polimerizar⁽³¹⁾. Assim, deve-se ter em conta que o etanol (52,50 mmHg) tem uma pressão de vapor quase três vezes maior que a da água (21,05 mmHg) o que faz com que ele evapore muito mais rapidamente, comprometendo a molhabilidade da dentina condicionada após um curto período de tempo, tornando a técnica sensível ao tempo de aplicação do adesivo^(14,26,29). Por consequência, Sadek *et al* relataram uma redução da resistência de adesão quando se utiliza o protocolo com etanol absoluto, pois num período de aplicação tão reduzido, não há a total substituição da água por etanol nos túbulos dentinários e dentina intertubular desmineralizada, permanecendo água residual que impede a correta impregnação do adesivo hidrofóbico, comprometendo a polimerização da resina adesiva, acrescido de uma maior suscetibilidade à atividade hidrolítica pelas metaloproteínases (MMP's)^(29,41). Grégoire *et al* chegaram a conclusões similares⁽⁴²⁾.

A substituição/evaporação imediata da fase aquosa para uma fase com etanol, quando se utiliza a técnica EWB com etanol absoluto, promove um erijecimento da rede de colagénio e estabiliza-a na fase de colapso⁽¹²⁾. Por outro lado, se houver uma substituição progressiva da água por etanol há a reexpansão das fibrilas de colagénio pois, numa fase inicial, o tecido encontra-se constantemente suspenso numa fase líquida (50% etanol/50% água) o que evita o colapso dos seus componentes, justificando os resultados encontrados por Osorio *et al* em 2010 e por Sadek *et al* em 2008^(12,24,42). Embora esta técnica não elimine todo o encolhimento da matriz de colagénio desmineralizado, ela não colapsa os espaços interfibrilares o suficiente para impedir a infiltração da resina^(12,14). Portanto, a topografia da dentina varia de acordo com o protocolo de EWB que lhe é aplicado, como é possível observar na *Figura II*.

Quando se aplica etanol a 100%, caso haja previamente um colapso da matriz de colagénio devido à evaporação de água, este não é capaz de a reexpandir como a água o faz. Isto só é possível porque a água tem uma maior força de ligação ao hidrogénio e é capaz de quebrar as ligações de hidrogénio interpeptídicas permitindo que a matriz amoleça ao ponto de poder reexpandir⁽²⁴⁾.

Assim, colapso da matriz de colagénio pode dar-se previamente e posteriormente à aplicação da técnica EWB devido à evaporação dos solventes água e etanol respetivamente. Para o evitar, esta técnica deve ser aplicada meticulosamente e os sistemas adesivos devem ser aplicados rapidamente após

a saturação da matriz com etanol, impedindo que este evapore antes da infiltração dos monómeros resinosos⁽²⁵⁾. Daí haver a diminuição da força de ligação imediata quando se associou a técnica EWB com o adesivo SB (*Single Bond*) no estudo de Oliveira Barros *et al*, em que mesmo tendo sido aplicado um adesivo composto por água, esta não foi suficiente para expandir a matriz de colagénio extremamente colapsada após a desidratação química com etanol absoluto⁽²⁹⁾.

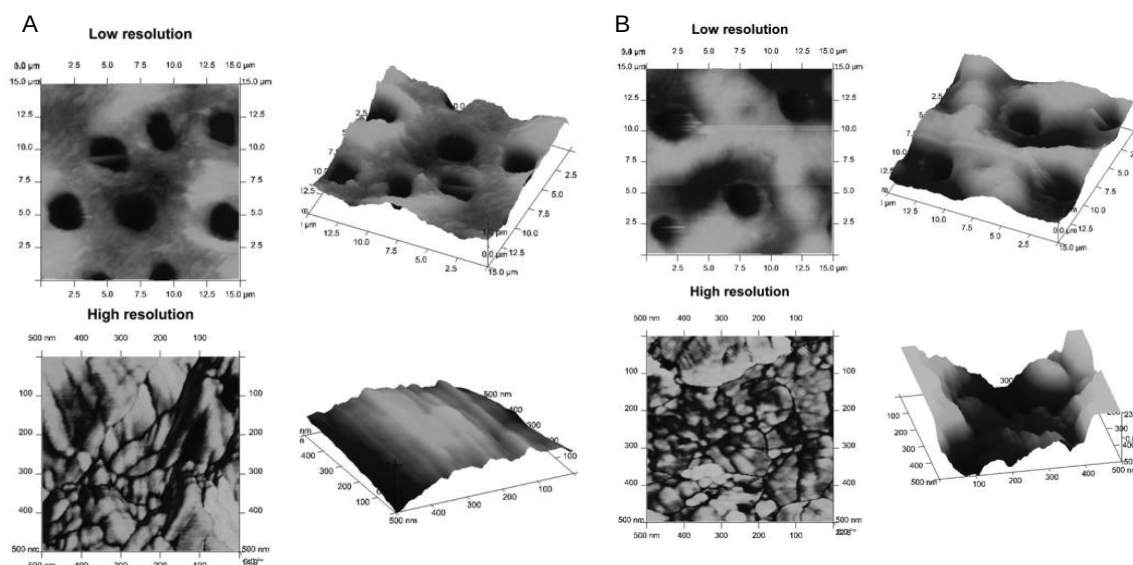


Figura II. Imagens de AFM. (A) Superfície da dentina condicionada com ácido saturada com etanol a 100% durante 1 minuto. Superfícies colapsadas e relativamente lisas com diminuição acentuada das nano-rugosidade. **(B)** Superfície da dentina condicionada com ácido saturada com concentrações ascendentes de etanol (50%, 70%, 80%, 95% e 3x 100%, 30 segundos cada etapa). Superfície mais ondulada e com mais nano-rugosidades. (Adaptado de: Osorio E. *et al*. Ethanol wet-bonding technique sensitivity assessed by AFM. J Dent Res. 2010 Nov;89(11):1264–9).

4.4.1.2 Pressão Pulpar Positiva

Para a aplicação de sistemas adesivos hidrofóbicos que não são miscíveis em água, é necessário um substrato compatível e com a mesma característica⁽⁴¹⁾. Num dente vital, a pressão pulpar positiva constante não permite a desidratação definitiva do leito dentinário após a sua saturação com etanol, pois o fluxo contínuo de líquidos da câmara pulpar para as diferentes camadas de dentina em direção à interface adesiva através dos túbulos dentinários é constante, tanto durante a aplicação como após a polimerização do adesivo⁽¹⁴⁾. Assim, os monómeros do adesivo podem ser contaminados com água provinda da câmara pulpar, contribuindo para a redução na resistência à

tração do adesivo hidrofóbico e da eficácia da desidratação com etanol^(8,9). De acordo com Sauro *et al* em 2009, para combater este problema seria viável fazer o pré-tratamento da dentina profunda condicionada com ácido com oxalato de cálcio para reduzir a permeabilidade da dentina e promover a oclusão dos túbulos dentinários antes da aplicação da técnica com etanol, o que tornaria a técnica ainda mais morosa e inexecutável na prática clínica^(43,44). Desta forma, segundo Khoroushi *et al*, alguns pesquisadores postularam que um substrato não vital seco (dente submetido a um tratamento endodôntico radical), seria o mais adequado para a aplicação da técnica de EWB⁽⁴³⁾.

Apesar de vários estudos revelarem que a técnica EWB é uma mais valia para a adesão dentinária em comparação à técnica *standard* WWB, Kuhn *et al* e Ayar compararam a força de união utilizando ambas as técnicas em dois ambientes distintos - *in vitro*/laboratorial e *in vivo*/clínico - e os resultados revelaram-se contraditórios^(7,21). Em laboratório as condições são relativamente ótimas e a pressão pulpar positiva *in vitro* não é significativa ao ponto de interferir com os resultados da técnica, daí os valores de μ TBS se mostrarem mais favoráveis resultando numa melhor e mais homogênea distribuição dos *tags* de resina na rede de colagénio e numa reduzida expressão da nanoinfiltração de nitrato de prata amoniacal na camada híbrida. Já em *in vivo* o fluído libertado pela câmara pulpar é suficiente para contaminar o sistema adesivo e influenciar negativamente a qualidade da adesão originando estas disparidades entre os diferentes ambientes, fazendo a técnica WWB prevalecer clinicamente⁽²¹⁾.

4.5 Sistemas Adesivos

4.5.1 Teoria do parâmetro da tripla solubilidade de Hoy

A escolha do tipo de sistema adesivo a ser utilizado deve estar de acordo com o substrato onde vai ser aplicado. Para isso, pode ser feito o cálculo do parâmetro de solubilidade de Hoy (*Hoy's triple solubility parameter theory*) usado para prever a miscibilidade de duas soluções diferentes através da comparação dos valores das suas forças coesivas totais (δ_t)^(17,21).

Um bom nível de solubilidade é quando $\Delta\delta_t < 5$ (MPa). Por exemplo, um adesivo hidrofóbico tem um valor de $\delta_t = 21,2$ (J/cm³)^{1/2}, o colagénio saturado em água um valor de 30,1 (J/cm³)^{1/2} e em etanol é de 25,1 (J/cm³)^{1/2}. A diferença entre os valores de um adesivo hidrofóbico e da matriz de colagénio saturado com etanol é de 3,9 (J/cm³)^{1/2} sugerindo que eles são mutuamente miscíveis, ao contrário da matriz de colagénio saturada em água ($\Delta\delta_t = 8,9$ (J/cm³)^{1/2})⁽¹⁷⁾. Quanto mais próximos os parâmetros de solubilidade de misturas adesivas são para dentina condicionada com ácido, quer seja saturada em água ou em etanol, melhor será a hibridização resina-dentina⁽¹⁷⁾. Por outro lado, quanto mais

próximo o parâmetro de solubilidade para as forças de ligação de hidrogénio (δ_h) do sistema adesivo estiver do da dentina, melhor será a compatibilidade e a capacidade dos solventes para humedecer o substrato dentinário⁽¹⁸⁾.

4.5.2 Sistemas Adesivos: Monómeros Hidrofóbicos

Foi demonstrado por Tay *et al*, que a utilização de monómeros exclusivamente hidrofóbicos, como por exemplo o BisGMA, para além de apresentarem elevada rigidez e peso molecular (MW=512 g/mol), o que lhes confere elevada viscosidade ($\eta=1,200$ Pa), não conseguem eliminar a água residual incompatibilizando-se com ela, não permitindo uma correta infiltração dos monómeros de resina na dentina desmineralizada^(39,45). Tal facto, pode justificar o observado por Sauro *et al* em 2009 em que, quando aplicadas as resinas mais hidrofóbicas na dentina saturada com água houve uma elevada micropermeabilidade ao corante em toda a espessura da interface com separação de fases do monómero e bolhas de água dentro do adesivo⁽¹⁸⁾. Para além disso, no estudo de Sadek *et al* em 2008, o grupo C apresentou os piores resultados quanto à resistência à tração em 24h, o que permite aferir e concluir que as resinas hidrofóbicas aderem mal à dentina saturada com água⁽²⁴⁾.

A questão que é levantada prende-se com a influência que a água residual não removida pela técnica EWB tem na força de união entre a dentina e a restauração quando se lhes é aplicado adesivos com monómeros exclusivamente hidrofóbicos, uma vez que estes não possuem grupos químicos específicos para competir com ela⁽¹⁸⁾. Isto, associado à sua elevada viscosidade, pode justificar um sucesso mais limitado quando à técnica EWB é associada um sistema adesivo muito hidrofóbico como é relatado por Souza *et al*⁽³⁰⁾. No mesmo estudo, o sucesso dos monómeros hidrofílicos (G3) podem estar relacionados com a presença do solvente etanol na sua composição que tem a capacidade de deslocar as moléculas de água da matriz de dentina e, devido à sua alta capacidade de evaporação, facilitam a difusão dos monómeros para a dentina desmineralizada⁽³⁰⁾. Para além disso, é possível observar uma semelhança entre o G1 e G3 porque a aplicação de um adesivo hidrofóbico SMBP de três etapas possui um *primer* hidrofóbico que tem na sua constituição o solvente etanol a 10% ou a 50%⁽³⁰⁾. No estudo de Nagpal *et al*, pode-se observar um fenómeno semelhante em que, com presença de envelhecimento artificial de 6 meses a resistência adesiva é idêntica em dois adesivos com diferentes graus de hidrofilia mas com formulação análoga⁽³¹⁾. Shin *et al* em 2009, observaram uma maior espessura da interface adesiva medida por SEM e confirmada pelo teste de espectroscopia Micro-Raman quando, se associou a técnica EWB e um sistema adesivo hidrofóbico, justificada pela formação de algumas ligações de hidrogénio interpeptídico que fortalecem a matriz de colagénio e minimizam o seu colapso permitindo a maior penetração dos monómeros adesivos⁽⁴⁶⁾.

4.5.3 Sistemas Adesivos: Co-monómeros Solvatados

Para combater a insolubilidade dos monómeros hidrofóbicos, à maioria dos adesivos comerciais foi adicionado co-monómeros tensoativos para promover a adesão à dentina, como por exemplo o HEMA, que é um excelente solvente polimerizável para dimetacrilados, ambifílico e não volátil^(15,16,31). Tanto os componentes hidrofóbicos como os hidrofílicos são mais miscíveis em etanol do que em água, desta forma faz sentido associar sistemas adesivos com monómeros mistos à técnica EWB⁽¹⁴⁾. Esta combinação permite maior rigidez e estabilidade num ambiente aquoso, melhorando assim a durabilidade da interface ligada em comparação com a observada quando adesivos ricos em apenas monómeros hidrofílicos são aplicados⁽⁴⁰⁾. Por este motivo é que se observou uma equivalência da força de resistência adesiva à microtração (μ TBS) do sistema adesivo SB (*Single Bond*) e SBMP (*Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus*) à dentina pré-tratada com etanol num estudo de Afonso Guimarães *et al* de 2012, pois ambos os sistemas adesivos apresentavam metacrilatos HEMA e BisGMA presentes na sua composição⁽³⁴⁾.

Como adjuvante, solvatar os adesivos hidrofóbicos com pelo menos 50% de etanol faz com que o adesivo fique dentro da faixa de miscibilidade da matriz de colagénio saturada com etanol aumentando a sua hidrofília e reduzindo a sua viscosidade. Este processo melhora o humedecimento da dentina e facilita a penetração do adesivo numa malha de colagénio mais hidrofóbica, interferindo positivamente na hibridização da mesma e reforçando a sua estabilidade ao longo o tempo^(10,34). Hosaka *et al* em 2009 e por Sartori *et al* em 2015, demonstraram que, mesmo após termociclagem (20.000 ciclos térmicos a 5°C e 55°C seguido de 600.000 ciclos de carga mecânica), não houve reduções significativas na resistência adesiva quando se aplicaram sistemas adesivos solvatados com etanol^(8,32).

Faria-e-Silva *et al* concluíram que com um teor de solvente mais baixo, a resistência adesiva era mais reduzida quando comparada com um teor médio⁽¹⁰⁾. Estes resultados foram corroborados por Sadek *et al* em 2008, em que a resistência à tração em 24h decresceu quando o nível de solvatação do *primer* experimental era menor⁽²⁴⁾. No entanto, no primeiro estudo, encontraram-se valores intermédios de resistência adesiva quando o teor de solvente era elevado, ou seja, a viscosidade do adesivo não explica tudo. A presença de excesso de solvente vindo da desidratação química acrescido do solvente presente no próprio sistema adesivo podem justificar estes resultados. Este excesso pode prejudicar a volatilização completa do solvente porque requer mais tempo para a sua evaporação e permite a permanência de solvente residual na matriz. Posto isto, vai haver uma interferência no mecanismo de ligação na junção entre a dentina e a resina composta, originando porosidades na camada híbrida, reduzindo o grau de conversão e a resistência de união que consequentemente afetam negativamente as propriedades mecânicas da

interface adesiva^(10,14,38). Por outro lado, quanto maior o teor de solvente nas misturas de monómeros maior será o encolhimento da matriz após a evaporação desse solvente, variando proporcionalmente entre si^(10,18).

O processo de solvatação de resinas puras relativamente hidrofóbicas pode ser uma alternativa aos sistemas adesivos hidrofílicos, evitando consequências indesejáveis⁽¹⁴⁾.

4.6 Associação entre Técnica EWB e WWB com os Co-monómeros Solvatados

Quando são aplicados co-monómeros solvatados numa matriz saturada em água, como o etanol é miscível nela, permite que a água se difunda da matriz para os co-monómeros solvatados que inicialmente se encontram livres de água. Quanto maior a quantidade de solvente livre de água, mais desidratação química é possível. Conforme a água se difunde da matriz, o etanol e os co-monómeros difundem-se na direção oposta o que justifica o aparecimento de nanoinfiltrações na parte inferior da camada híbrida⁽¹⁴⁾.

Por outro lado, na matriz saturada com etanol, deve haver pouca ou nenhuma água não ligada a revestir cada fibrila de colagénio. Quando os co-monómeros solvatados com etanol se difundem nesta matriz, especula-se que o etanol nos espaços interfibrilares se torna saturado com os co-monómeros que são muito solúveis nele. Isso deve colocar os monómeros em contacto direto com a matriz. Consequentemente, a evaporação do solvente vai permitir que o BisGMA assuma as características hidrofóbicas originais e vai promover o íntimo contacto dos monómeros com as fibrilas de colagénio e favorecer a correta polimerização do adesivo⁽¹⁸⁾.

4.7 EWB: Dentina radicular

A dentina é um tecido duro vital e sua variabilidade regional em termos de características morfológicas e funcionais determina a qualidade das ligações resina-dentina⁽⁴⁷⁾.

Tal como demonstraram Duan *et al* e Sauro *et al* em 2011, a técnica EWB apresenta valores de resistência adesiva à microtração (μ TBS) significativamente mais elevados quando comparados com a técnica WWB^(27,28). Este facto foi corroborado por Tereza *et al*, que detetou diferenças estatisticamente significativas entre o grupo EWB e aquele que foi submetido a concentrações ascendentes de etanol para intervalos de 24h e 1 ano⁽²⁵⁾. Tal evento dá-se devido a mecanismos similares aos que tornam a técnica EWB *in vitro* um sucesso em dentina coronária, desde a ampliação dos espaços interfibrilares até à desidratação química da matriz que permite obtenção de camadas híbridas menos hidrofílicas a aplicação de adesivos mais hidrofóbicos^(27,28). No entanto tem limitações igualmente idênticas, como a

evaporação do solvente e a condição da polpa dentária que ampliam a sensibilidade da técnica. Estes resultados permitem confirmar que a técnica WWB mostra-se mais sensível aos efeitos da humidade da dentina radicular do que a técnica EWB e como tal, também se manifestam a nível da nanoinfiltração (nanoleakage), como é observado na *Figura III*.

Por outro lado, tanto o estudo de Tereza *et al*, em 2019, como no de Pei *et al*, em 2012, demonstraram não haver diferenças estatisticamente significativas quanto à força de adesão quando se comparava ambos os protocolos de EWB, independentemente do sistema adesivo utilizado. No entanto, no segundo estudo os valores da força de adesão do grupo em que se aplicou concentrações gradativas de etanol mostrou-se superior a todos os outros^(25,26).

Deve-se ter em conta que para o processo de adesão a nível da dentina radicular, a densidade tubular e o aumento do diâmetro dos túbulos após condicionamento ácido são características importantes⁽⁴⁸⁾. A densidade tubular na dentina radicular e o seu diâmetro decrescem à medida que se caminha para apical. Por outro lado, a densidade dos túbulos por unidade de área e a quantidade de água é maior mais próximo da polpa do que da junção dentina-esmalte, o que faz com que o período em que o protocolo simplificado é aplicado seja insuficiente para que o etanol penetre em profundidade, remova toda essa água e permita uma infiltração mais completa do sistema adesivo^(6,48). Por sua vez, quanto maior a densidade tubular maior a espessura da camada híbrida formada e consequentemente maior a força de ligação obtida⁽⁴⁸⁾.

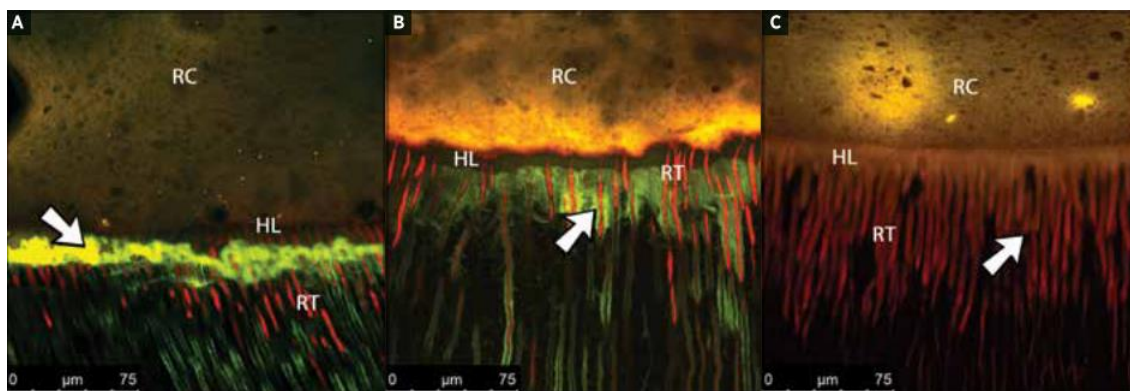


Figura III. Imagem de Microscopia Confocal de Varredura Laser. **Vermelho:** corante de rodamina B. **Verde:** fluoresceína de sódio. **HL:** camada híbrida. **RC:** cimento resinoso. **RT:** resin tags. **A:** Técnica WWB: grande penetração do corante fluoresceína de sódio em forma de nuvem abaixo da camada híbrida. **B:** Técnica EWB simplificada: penetração do corante junto às resin tags. **C:** Técnica EWB com concentrações gradativas de etanol: grupo que apresentou menor penetração de corante. (**Adaptado de:** Tereza C *et al*. Simplified ethanol wet-bonding technique: an alternative strategy for resin-dentin bonding in root canals. Gen Dent. 2019 Nov-Dec;67(6):e1-e5).



CONCLUSÕES

V. CONCLUSÕES

De acordo com a informação obtida neste trabalho, pode-se concluir o seguinte:

- A técnica EWB em que a concentração das soluções de etanol é aumentada gradativamente mostrou-se superior pois permite uma desidratação completa e gradual da matriz de colagénio.
- Contudo, seguindo o protocolo das concentrações ascendentes, o tempo de aplicação é cerca de 3-4 minutos o que dificulta a sua aplicação clínica.
- A técnica EWB de uma única aplicação pode apresentar-se como uma alternativa ao protocolo que utiliza concentrações ascendentes de etanol, embora o período de aplicação seja reduzido e insuficiente para que ocorra a completa desidratação e infiltração dos monómeros de resina na matriz de colagénio.
- Ambas os protocolos exibem elevada sensibilidade da técnica devido à elevada pressão de vapor do etanol que leva à sua evaporação repentina.
- A presença de pressão pulpar positiva em dentes vitais, aumenta a sensibilidade da técnica e faz considerar que a técnica EWB pode ser mais adequada para dentes não vitais após o tratamento endodôntico.
- Com a aplicação da técnica EWB, o substrato dentinário torna-se menos hidrofílico e permite a aplicação de sistemas adesivos mais hidrofóbicos, prevenindo a atividade enzimática endógena pelas metaloproteinases (MMP's).
- Para a aplicação desta técnica, os adesivos com monómeros mistos (co-monómeros) parecem favorecer os seus resultados em comparação com os puramente hidrofóbicos devido ao seu elevado peso molecular e viscosidade bem como a sua reduzida molhabilidade.
- A solvatação com etanol destes sistemas adesivos, permite o aumento da sua solubilidade e torna-os mais tolerantes à presença de água residual.
- Apesar de todas as vantagens que a desidratação química completa por etanol promove, inclusivé o insignificante dano pulpar, os resultados mostraram-se contraditórios quando se aplica a técnica *in vitro* e *in vivo*.
- Em dentina radicular, apesar da técnica EWB parecer ser vantajosa em relação à WWB, não há uma diferença estatisticamente significativa entre ambos os protocolos.

- A técnica *gold standard* WWB preconizada atualmente continua a ser a que possui um risco/benefício mais favorável quando aplicada em ambiente clínico.

Uma das limitações deste trabalho passou pela dificuldade em estabelecer uma comparação entre as duas técnicas mais sustentada devido ao número limitado de estudos feitos nesta área. Outra, é o facto de não existirem estudos *in vivo* suficientes que permitam que a extrapolação de resultados seja o mais fiável possível com as condições clínicas e por isso os resultados laboratoriais devem ser validados com futuros ensaios clínicos que incluam esta tecnologia.

No entanto, poderá este trabalho servir como ponto de partida para novas investigações que avaliem a técnica EWB *in vivo* a médio/longo prazo, permitindo contornar as desvantagens da técnica WWB atualmente utilizada em ambiente clínico.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Ferreira JRC. ESTUDO COMPARATIVO DA CAMADA HÍBRIDA, PROLONGAMENTOS DE RESINA E FORÇAS ADESIVAS EM DENTINA DE SISTEMAS ADESIVOS TOTAL-ETCH COM DIFERENTES SOLVENTES E SISTEMAS ADESIVOS SELF-ETCH. 2012.
2. Cardoso CL. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO COM ETANOL NA RESISTÊNCIA ADESIVA NOS SISTEMAS UNIVERSAIS. 2019.
3. Perdigão J. Dentin bonding-Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010 Feb;26(2):e24-37.
4. Fawzy AS. Variations in collagen fibrils network structure and surface dehydration of acid demineralized intertubular dentin: Effect of dentin depth and air-exposure time. *Dent Mater.* 2010 Jan;26(1):35-43.
5. Pashley DH. Dynamics of the Pulpodentinal Complex. *Oral Biol Med.* 1996;7(2):104–33.
6. Perdigão J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin North Am.* 2002 Apr;46(2):277-301.
7. Ayar MK. A review of ethanol wet-bonding: Principles and techniques. *Eur J Dent.* 2016 Jan-Mar;10(1):155-159.
8. Sartori N, Peruchi LD, Phark JH, Lopes MM, Araújo É, Vieira LCC, et al. Permeation of intrinsic water into ethanol- and water-saturated, monomer-infiltrated dentin bond interfaces. *Dent Mater.* 2015 Nov 1;31(11):1385–95.
9. Caceres S, Ayala G, Alvítez-Temoche D, Suarez D, Watanabe R, Mayta-Tovalino F. Bond strength to microtraction and nanofiltration using ethanol wet bonding technique in fresh extracted teeth: An ex vivo study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2020 Aug 6;10(4):466-472.
10. Faria-E-Silva AL, Araújo JE, Rocha GP, Oliveira ADS De, De Moraes RR. Solvent content and dentin bond strengths using water-wet, ethanol-wet and deproteinization bonding techniques. *Acta Odontol Scand.* 2013 May-Jul;71(3-4):710-5.
11. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):17-28.
12. Osorio E, Toledano M, Aguilera FS, Tay FR, Osorio R. Ethanol wet-bonding technique sensitivity assessed by AFM. *J Dent Res.* 2010 Nov;89(11):1264-9.
13. de Araújo JF, Barros TA de F, Braga EMF, Loretto SC, e Souza P de ARS, e Souza Júnior MHS. One-year evaluation of a simplified ethanol-wet bonding technique: A randomized clinical trial. *Braz Dent J.* 2013;24(3):267-72.
14. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using

a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent*. 2007 Feb;20(1):7-20.

15. Pires PMT. Estudo de adesivos self-etch e a sua capacidade de adesão ao esmalte dentário. 2012.
16. Dias CBGSR. Estudo in vitro da resistência adesiva à dentina, por microtração, de sistemas adesivos self-etch e universais. 2016.
17. Sadek FT, Mazzoni A, Breschi L, Tay FR, Braga RR. Six-month evaluation of adhesives interface created by a hydrophobic adhesive to acid-etched ethanol-wet bonded dentine with simplified dehydration protocols. *J Dent*. 2010 Apr;38(4):276–83.
18. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Miyake K, Tay FR, Pashley DH. Two-photon laser confocal microscopy of micropermeability of resin-dentin bonds made with water or ethanol wet bonding. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2009 Jul;90(1):327-37.
19. Donato H, Donato M. Stages for Undertaking a Systematic Review. *Acta Med Port*. 2019 Mar 29;32(3):227-235.
20. Kamioka H. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015 Jan 1;4(1):1.
21. Kuhn E, Farhat P, Teitelbaum AP, Mena-Serrano A, Loguercio AD, Reis A, et al. Ethanol-wet bonding technique: Clinical versus laboratory findings. *Dent Mater*. 2015 Sep;31(9):1030–7.
22. Jee SE, Zhou J, Tan J, Breschi L, Tay FR, Grégoire G, et al. Investigation of ethanol infiltration into demineralized dentin collagen fibrils using molecular dynamics simulations. *Acta Biomater*. 2016 May;36:175–85.
23. Salles Scheffel DL, Sacono NT, Dias Ribeiro AP, Soares DG, Basso FG, Pashley D, et al. Immediate human pulp response to ethanol-wet bonding technique. *J Dent*. 2015 May 1;43(5):537–45.
24. Sadek FT, Pashley DH, Nishitani Y, Carrilho M, Donnelly A, Ferrari M, et al. Application of hydrophobic resin adhesives to acid-etched dentin with an alternative wet bonding technique. *J Biomed Mater Res A*. 2008 Jan;84(1):19-29.
25. Tereza C, De Araújo P, Lúcia F, Prieto T, Abuna G, Lopes Rocha R, et al. Simplified ethanol wet-bonding technique: an alternative strategy for resin-dentin bonding in root canals. *Gen Dent*. 2019 Nov-Dec;67(6):e1-e5.
26. Pei D, Huang X, Huang C, Wang Y, Ouyang X, Zhang J. Ethanol-wet bonding may improve root dentine bonding performance of hydrophobic adhesive. *J Dent*. 2012 May;40(5):433–41.
27. Sauro S, Grande NM, Castagnola R, Plotino G. Comparison between water and ethanol wet bonding of resin composite to root canal dentin. *Am J Dent*. 2011 Feb;24(1):25-30.
28. Duan S, Ouyang X, Pei D, Huo YH, Pan QH. Effects of ethanol-wet bonding technique on root dentine adhesion. *Chin J Dent Res*. 2011;14(2):105-11.
29. De Oliveira Barros L, Apoloniob FM, Loguercio AD, De Paulo Aragão Saboia V. Resin-dentin bonds of etch-and-rinse adhesives to alcohol-saturated acid-etched dentin. *J Adhes Dent*. 2013 Aug;15(4):333-40.

30. de Souza MY, Jurema ALB, Caneppele TMF, Bresciani E. Six-month performance of restorations produced with the ethanol-wet-bonding technique: A randomized trial. *Braz Oral Res.* 2019 Jul 1;33:e052.
31. Nagpal R, Manuja N, Pandit IK. Effect of ethanol wet bonding technique on the durability of resin- dentin bond with contemporary adhesive systems. *J Clin Pediatr Dent.* 2015 Dec 1;39(2):133–42.
32. Hosaka K, Nishitani Y, Tagami J, Yoshiyama M, Brackett WW, Agee KA, et al. Durability of resin-dentin bonds to water- vs. ethanol-saturated dentin. *J Dent Res.* 2009 Feb;88(2):146-51.
33. Sadek FT, Castellan CS, Braga RR, Mai S, Tjäderhane L, Pashley DH, et al. One-year stability of resin-dentin bonds created with a hydrophobic ethanol-wet bonding technique. *Dent Mater.* 2010 Apr;26(4):380–6.
34. Guimarães LA, Almeida JCF, Wang L, D'Alpino PHP, Garcia FCP. Effectiveness of immediate bonding of etch-and-rinse adhesives to simplified ethanol-saturated dentin. *Braz Oral Res.* 2012 Mar-Apr;26(2):177-82.
35. Kim J, Gu L, Breschi L, Tjäderhane L, Choi KK, Pashley DH, et al. Implication of ethanol wet-bonding in hybrid layer remineralization. *J Dent Res.* 2010 Jun;89(6):575–80.
36. Ramezani Nik I, Baradaran Naseri E, Majidinia S, Ramezani Nik S, Jafari Giv M. Effect of Chlorhexidine and Ethanol on Microleakage of Composite Resin Restoration to Dentine. *Chin J Dent Res.* 2017 Jan 1;20(3):161–8.
37. Sauro S, Toledano M, Aguilera FS, Mannocci F, Pashley DH, Tay FR, et al. Resin-dentin bonds to EDTA-treated vs. acid-etched dentin using ethanol wet-bonding. Part II: Effects of mechanical cycling load on microtensile bond strengths. *Dent Mater.* 2011 Jun;27(6):563–72.
38. Mousavinasab SM, Atai M, Barekatin M, Fattahi P, Fattahi A, Rakhshan V. Effects of ethanol concentrations of acrylate-based dental adhesives on microtensile composite-dentin bond strength and hybrid layer structure of a 10 wt% polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS)-incorporated bonding agent. *Dent Res J (Isfahan).* 2018 Jan-Feb;15(1):25-32.
39. Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MRO, Hur YB, Garrett L V., et al. Bonding BisGMA to dentin - A proof of concept for hydrophobic dentin bonding. *J Dent Res.* 2007 Nov;86(11):1034-9.
40. Li F, Liu XY, Zhang L, Kang JJ, Chen JH. Ethanol-wet bonding technique may enhance the bonding performance of contemporary etch-and-rinse dental adhesives. *J Adhes Dent.* 2012 Apr;14(2):113-20.
41. Ahn J, Jung K-H, Son S-A, Hur B, Kwon Y-H, Park J-K. Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. *Restor Dent Endod.* 2015 Feb;40(1):68-74.
42. Grégoire G, Sharrock P, Delannée M, Delisle MB. Depletion of water molecules during ethanol wet-bonding with etch and rinse dental

adhesives. Mater Sci Eng C. 2013 Jan 1;33(1):21–7.

43. Khoroushi M, Rafizadeh M, Samimi P, Khoroushi M. Bond Strength of Composite Resin to Enamel: Assessment of Two Ethanol Wet-Bonding Techniques. J Dent (Tehran). 2014 Mar;11(2):150-60.
44. Sauro S, Watson TF, Mannocci F, Tay FR, Pashley DH. Prevention of Water Contamination of Ethanol-saturated Dentin and Hydrophobic Hybrid Layers. J Adhes Dent. 2009 Aug;11(4):271-8.
45. Gajewski VES, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NRG, Boaro LCC, Braga RR. Monomers used in resin composites: Degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. Braz Dent J. 2012;23(5):508–14.
46. Shin TP, Yao X, Huenergardt R, Walker MP, Wang Y. Morphological and chemical characterization of bonding hydrophobic adhesive to dentin using ethanol wet bonding technique. Dent Mater. 2009 Aug;25(8):1050-7.
47. De Goes MF, Giannini M, Foxton RM, Nikaido T, Tagami J. Microtensile bond strength between crown and root dentin and two adhesive systems. J Prosthet Dent. 2007 Apr;97(4):223-8.
48. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. Am J Dent. 2000 Oct;13(5):255-60.



ANEXOS

VII. ANEXOS

7.1 Tabelas: Formulação dos sistemas adesivos

Tabela VII

Sistema Adesivo	EWB	WWB
Adper Scotchbond MultiPurpose Plus (3M ESPE, St. Paul, MN) (3 etapas)	<u>1ºComponente:</u> AF 35% <u>2ºComponente:</u> Primer <u>3ºComponente:</u> Adesivo	<u>1ºComponente:</u> AF 35% <u>2ºComponente:</u> Adesivo diluído em 50 wt% de etanol. <u>3ºComponente:</u> Adesivo

Primer: HEMA, polímero de ácido polialquenóico, água. Adesivo: Bis-GMA, HEMA, aminas terciárias, foto-iniciador. Adesivo diluído: Bis-GMA, HEMA, aminas terciárias, foto-iniciador e etanol.

Tabela VIII

Sistema Adesivo	Adesivo experimental	Primer experimental
	70 wt% Bis-GMA, 28.75 wt% TEGDMA, 0.25 wt% canforoquinona e 1 wt% etil N, N-dimetil-4-aminobenzoato de etila.	Adesivo experimental / 50 wt% de etanol

Tabela IX

Sistema Adesivo	Primer experimental	Adesivo hidrofóbico experimental
G1	20% resina pura / 80 % etanol.	70 wt% Bis-GMA, 28,75 wt% de TEGDMA, 0,25 wt% canforquinona e 1 wt% N, N-dimetil-4 aminobenzoato de etila.
G2	30% resina pura / 70 % etanol.	
G3	40% resina pura / 60 % etanol.	
G4	50% resina pura / 50 % etanol.	
G5	75% resina pura / 25 % etanol.	
G6	100% resina pura / 0 % etanol.	

Tabela X

Sistema Adesivo	
Adper Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE)	<u>Ativador</u> : etil, etanol, ácido benzeno sulfônico, sal; <u>Primer</u> : HEMA, polímero de ácido polialquenóico, água; <u>Adesivo</u> : Bis-GMA, HEMA, peróxido de benzoíla.

Tabela XI

Sistema Adesivo	Adper Scotchbond Multipurpose (3M ESPE, St. Paul, USA)	Adesivo experimental hidrofóbico
Primer	HEMA, copolímero de ácido polialquenóico e água.	Bis-GMA, HEMA, amins terciárias, foto-iniciador e 50 wt% de etanol.
Adesivo	Bis-GMA, HEMA, amins terciárias e foto-iniciador.	70 wt% Bis-GMA, 28.75 wt% TEGDMA, 0.25 wt% canforquinona, 1 wt% EDMAB

Tabela XII

Sistema Adesivo	Co-monómero puro	Resina Solvatada
(S1)	70 wt% BisGMA; 28,75% TEGDMA (pH 7)	34,4 wt% BisGMA; 14,35% TEGDMA, 50 wt% etanol (pH 7)
(S2)	70 wt% BisGMA; 28,75% HEMA (pH 7)	34,4 wt% BisGMA; 14,35% HEMA, 50 wt% etanol (pH 7)
(S3)	40 wt% BisGMA; 30% TCDM, 28,75% HEMA (pH 4)	20 wt% BisGMA; 14,4% TCDM, 50 wt% etanol (pH 4)
(S4)	40 wt% BisMP; 30% TCDM, 28,75% HEMA (pH 3)	20 wt% BisGMA; 14,4 wt% BisMP, 14,35% HEMA, 50 wt% etanol (pH 3)
OptiBond FL (S5)	<i>Primer:</i> HEMA; GPDM; HEMA; etanol, água, iniciadores (pH1.9)	<i>Bonding:</i> BisGMA; HEMA; GPDM; bário-alumínio; vidro de borosilicato de bário e alumínio; Hexafluorosilicato de sódio; sílica fumada (pH6.9)

Tabela XIII

Sistema Adesivo	
BT	35% Bis-GMA; 14,25% TEGDMA; 0,5% EDMAB; 0,25% CQ; 50% de etanol
UT	35% UDMA; 14,25% TEGDMA; 0,5% EDMAB; 0,25% CQ; 50% de etanol
SB (Adper Single bond 2)	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímero de ácido polialquenoico, iniciadores, água e etanol

Tabela XIV

Sistema Adesivo	
Adper Single Bond 2 (3M ESPE; St Paul, MN, USA)	HEMA, bis-GMA, dimetacrilato funcional, copolímero de poliacrílico e ácido polialquenoico, água, etanol, nanofiltro, foto-iniciador.

Tabela XV

Sistema Adesivo	Tetric N-Bond (IVOCAR VIVADENT)	Solobond M (Voco)
	15% HEMA, 11 % Acrilato de ácido fosfônico, 53 % dimetacrilatos, 20-30% etanol, água, nano cargas de sílica dispersas, iniciadores baseados em canforoquinona, estabilizadores.	5-10% HEMA, 10-25% Bis-GMA, 2.5 % hidroxipropil metacrilato, 5-10% dimetacrilatos, 50-100% acetona, nano cargas de sílica dispersas, água, iniciadores baseados em canforoquinona, estabilizadores.

Tabela XVI

Sistema Adesivo	Primer experimental	Co-monomero puro
Resina 1 (S1)	34.4 wt% E-BisADM; 14.35% TEGDMA; 50 wt% etanol	70 wt% E-BisADM; 28.75% TEGDMA
Resina 2 (S2)	34.4 wt% BisGMA; 14.35% TEGDMA; 50 wt% etanol	70 wt% BisGMA; 28.75% TEGDMA
Resina 3 (S3)	34.4 wt% BisGMA; 14.35 wt% HEMA; 50 wt% ethanol	70 wt% BisGMA; 28.75% HEMA
Resina 4 (S4)	20 wt% BisGMA; 14.4 wt% TCDM; 14.35% HEMA; 50 wt% ethanol	40 wt% BisGMA; 30 wt% TCDM; 28.75% HEMA
Resina 5 (S5)	20 wt% BisGMA; 14.4 wt% BisMP; 14.35% HEMA; 50 wt% ethanol	40 wt% BisGMA; 30 wt% BisMP; 28.75% HEMA
Single Bond Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	20 wt% BisGMA, 15 wt% HEMA, 10 wt% ácido polialquenoico, 35wt% etanol/água, 5–10% glicerol-1,3-dimetacrilato, 5–10% dimetacrilato de diuretano.	

Tabela XVII

Sistema Adesivo	Co-monómero puro	Primer Experimental
S1	35 wt% E-BisADM; 14.38% TEGDMA	50 wt% de resina pura / 50 wt% de etanol.
S2	35 wt% BisGMA; 14.38% TEGDMA	
S3	35 wt% BisGMA; 14.38% HEMA	
S4	20 wt% BisGMA; 15% TCDM; 14.38% TEGDMA	
S5	20 wt% BisGMA; 15% BisMP; 14.38% HEMA	

Tabela XVIII

Sistema Adesivo	Primer experimental	Co-monómero puro
Adper Single Bond Plus (3M ESPE)	-	Dimetacrilatos, HEMA, co-polímero de ácido poliaquênico, sílica coloidal, etanol, água, foto-iniciador.
Adper Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE)	HEMA, co-polímero de ácido poliaquênico, água.	Bis-GMA, HEMA, amins terciárias, foto-iniciador.
One-Step Plus (Bisco)	-	BPDM, Bis-GMA, HEMA, acetona, foto-iniciador, 8.5 wt% cargas de flúor aluminosilicato
All-Bond 2 (Bisco)	<i>Primer A:</i> NTG-GMA, acetona, etanol, água. <i>Primer B:</i> BPDM, foto-iniciador, acetona.	Bis-GMA, UDMA, HEMA, foto-iniciador.

Tabela XIX

Sistema Adesivo	Adper Scotchbond Multipurpose Plus	Adper Single Bond 2
Primer	Solução aquosa de HEMA e copolímero de ácido polialquenoico.	BisGMA, GDMA, UDMA, HEMA, nano cargas, água, etanol,
Adesivo	Resina de BisGMA e HEMA	copolímero funcional de metacrilato de poliacrílico e ácido polialquenoico

7.2 Parecer do Orientador para entrega definitiva do trabalho apresentado

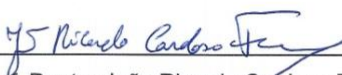


Parecer do Orientador/Coorientador para entrega definitiva do trabalho apresentado

Informo que o Trabalho de Monografia/Relatório de Estágio desenvolvido pela estudante Maria Carolina Abrantes Morgado Veloso, com o título: "Análise comparativa entre a técnica adesiva com etanol absoluto e a técnica adesiva com concentrações ascendentes de etanol: Uma Revisão Sistemática" está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

13 / 04 / 2021

O Orientador


(Prof. Doutor João Ricardo Cardoso Ferreira)

7.3 Declaração de autoria do trabalho apresentado



DECLARAÇÃO

Monografia/Relatório de Estágio

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia/Relatório de Estágio, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

11 / 04 / 2021

Isabel Carolina Abreu de Figueiredo Veloso
O / A Estudante

7.4 Declaração de Identificação do Autor e da Publicação

U. PORTO

FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DECLARAÇÃO

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Monografia/Relatório de Estágio

Identificação do autor

Nome Completo: Maria Carolina Abrantes Morgado Veloso

Nº de Identificação Civil: 15198427

Nº de Estudante: 201703215

Email Institucional: up201703215@edu.fmd.up.pt

Email Alternativo: carolineloso0498@gmail.com Tlf/Tlm: 960328094

Faculdade/Instituto: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Identificação da Publicação

Dissertação de Mestrado Integrado (Monografia)



Relatório de Estágio



Título Completo

Análise comparativa entre a técnica adesiva com etanol absoluto e a técnica adesiva com concentrações ascendentes de etanol: Uma revisão sistemática

Orientador

Prof. Doutor João Ricardo Cardoso Ferreira

Coorientador

Palavras-Chave

Adesão húmida com etanol; concentrações de etanol; técnicas; métodos; adesão; adesão dentária; matriz dentinária saturada em etanol.

7.4 Declaração de Identificação do Autor e da Publicação

Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto: ☒ (x)

Não Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto : ☐
(x)

Autorizo a disponibilização do texto integral no Repositório da U.Porto, com período de embargo, no prazo de:

6 Meses: ____ ; 12 Meses: ____ ; 18 Meses: ____ ; 24 Meses: ____ ; 36 Meses: ____ ;
120 Meses: ____

Justificação para a não autorização imediata

Data: 20/05/2021

Assinatura Maria Carolina Abreu Jorge Veloso