

Ana Sofia Peixe Tavares

Adesivos Universais ou Multi-Mode - Revisão narrativa de sistemas

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto 2016

Ana Sofia Peixe Tavares

Adesivos Universais ou Multi-Mode - Revisão narrativa de sistemas

Faculdade de Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto 2016

Ana Sofia Peixe Tavares

Adesivos Universais ou Multi-Mode - Revisão narrativa de sistemas

Trabalho apresentado à
Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Mestre em
Medicina Dentária sob
orientação da Professora
Doutora Patrícia Manarte
Monteiro.

Ana Sofia Peixe Tavares

RESUMO

Ana Sofia Peixe Tavares

Adesivos Universais ou Multi-Mode

Revisão narrativa de Sistemas

Os adesivos Universais (SAU) ou Multi-mode são dispositivos recentemente lançados no mercado que visam oferecer ao Médico Dentista a livre escolha da estratégia de adesão (ER e SE) a usar consoante o tipo de condição clínica. Estes adesivos são categorizados como Universais por serem versáteis quanto às suas instruções de uso e áreas de aplicação. Na realidade, os SAU são uma extensão melhorada e adaptada, dos adesivos SE. O presente trabalho consiste numa revisão narrativa sobre os conceitos de adesão aos diferentes substratos dentários (esmalte e dentina) e particularmente sobre as características e composição, áreas de aplicação e instruções de uso, pH e toxicidade associada, advertências e medidas de emergência, bem como quais as vantagens e desvantagens dos SAU e a sua aplicação técnica na prática clínica, comparativamente com os adesivos SE e ER. A pesquisa bibliográfica foi efetuada recorrendo aos motores de busca PubMed, Scielo, Elsevier, B-On, Science Direct e Research Gate, com as palavra-chave: “adhesives”, “adhesion”, “universal”, “multi-mode”, “adhesives system”, “all-in-one”, “self-etch” e “etch & rinse”. A metodologia de pesquisa incluiu publicações entre os anos 2001 e 2015 sendo selecionados artigos maioritariamente em Inglês, mas também em Português e Espanhol. Foram incluídas publicações de meta-análise, revisão sistemática, revisão narrativa, ensaios In-Vitro, ensaios clínicos (In-Vivo). Para efeitos de descrição de base dos princípios de adesão e de comparação entre SAU foram usados artigos sobre ER e SE. As principais vantagens do uso de SAU revelam que esta estratégia é positiva quanto ao uso na dentina, se usado na técnica SE e com o passo de condicionamento químico para um melhor padrão de penetração; boa adesão em ambos os substratos dentários (esmalte e dentina) e sem formação de lacunas na interface adesiva; aumento do grau de conversão da substância adesiva, resistência de união mais estável e redução de nano infiltração. São necessários mais ensaios, sobretudo quanto a avaliação de desempenho destes sistemas a longo prazo.

ABSTRACT

Ana Sofia Peixe Tavares

Universal or Multi-mode Adhesives

Systems Narrative review

The Universal Adhesives (UA) or Multi-mode (MM) are devices recently released in the market that are intended to offer the Dentists a free choice regarding adhesion strategy (ER and SE) and to use them according to the medical condition. These adhesives are categorized as Universal because they are versatile as per its operating instructions and application areas. Indeed, UA systems are an improved and adapted extension of SE adhesives. This work is a narrative review regarding adhesion concepts to different dental substrate (enamel and dentin) and particularly has as propose to describe the characteristics and composition, application fields and usage instructions, pH values and associated toxicity, warnings and emergency measures as well as the advantages and disadvantages of UA systems and their technical application in clinical practice compared to the SE and ER adhesives. A literature search was performed using the search engine PubMed, Scielo, Elsevier, B-On, Science Direct and Research Gate, with the keywords: “adhesives”, “adhesion”, “universal”, “multi-mode”, “adhesives system”, “all-in-one”, “self-etch” e “etch & rinse”. Research methodology included publications between 2001 and 2015 years; Mostly were selected articles written in English language but also in Spanish and Portuguese. Publications of meta-analysis, systematic review, narrative review, In-Vitro trials, clinical trials (In-Vivo) were included. For the basic description of the adhesion principles and comparison between UA systems, were also used articles regarding ER and SE adhesives. The main advantages of using UA systems show that this is a positive strategy to apply in the dentin; when used in the SE mode and with preetching chemical conditioning a better standard of adhesion is performed; good adhesion in both dental substrate (enamel and dentin) and no formation of gaps in the adhesive interface; increase the degree of conversion of the adhesive, more stable bond strength and reduced nanoinfiltration. More trials are needed, especially to get long-term outputs on their clinical performance.

Dedicatória

Aos meus pais, Adelaide e Silvério,
Ao meu irmão e cunhada, Silvério e Sandra,
Ao meu companheiro, melhor amigo e Pai do meu filho, Nuno,
Ao meu grande e mais recente amor, o meu filho, Martim.

*“ Quero... Terei.
Senão aqui, noutra lugar que ainda não sei.
Nada perdi... Tudo serei. “*

Fernando Pessoa

Dedico este trabalho a vocês, meus pilares.
Sem vocês não seria possível.
O meu MUITO E MAIS SINCERO obrigada.
Obrigada por acreditarem comigo que seria possível.

Agradecimentos

Ao meu filho, Martim. Que encheu o meu último ano de sentimentos inexplicáveis e únicos, que não sabia ser possível sentir e desejar. Por ti, valeu muito a pena. Fizeste a Mãe acreditar e não desistir nos últimos dias. Transformaste qualquer pedaço amargo em puro mel. Amo-te muito Filho!

Ao meu companheiro e pai do meu filho, Nuno. Porque foste tu que nos momentos em que mais me senti perdida e quis desistir, nunca me abandonaste e sempre me ajudaste a acreditar que tudo é possível, com empenho e dedicação, com garra e luta. Obrigada por tudo o que tens feito por mim, por nós e pela nossa família e futuro. Obrigada por toda a tua dedicação e pelo teu acreditar. Obrigada por não teres desistido.

Aos meus pais, sem eles, nada na minha vida seria possível. Obrigada por sempre acreditarem em mim, por me ensinarem tudo o que sei e transmitirem sempre os melhores valores, por todos os “nãos” da adolescência e por serem, os melhores Pais do Mundo na medida em que foi possível.

Ao meu Irmão, por ser o melhor irmão do Mundo. Mesmo quando estive longe, nunca ter deixado de me apoiar e de acreditar em mim.

Á minha cunhada, Sandra. Não há palavras que possam descrever o meu sentimento por ti. És a irmã que eu não tive, a minha conselheira, ajudaste-me a crescer como pessoa ao longo de todos estes anos. Obrigada amiga, obrigada por sempre acreditares. Amo-te muito.

Aos meus amigos e amigas, Renata Pereira, Cármen Fernandes, Raquel Silva, Joana Borges, Maria Joana Madureira, José Carlos Silveira e Alfredo Almeida que me acompanharam durante este percurso, a maior parte do tempo á distancia, motivaram e entusiasmaram em todas as fases ao longo destes 5 anos e sempre acreditaram em mim. Obrigada pela vossa compreensão nas minhas ausências. Amizade é mesmo isto, estar longe e nada mudar.

Aos meus amigos, Pedro Figueiredo e Patrícia Gabriel, bem como a Princesa dos meus olhos, afilhada Ariana, por toda a vossa paciência nos momentos em que não consegui estar presente. Adoro-vos.

Aos meus amigos, Estela Costa e Nuno Pinto, pelos últimos anos e por todos os momentos passados. Vocês foram das melhores pessoas que se cruzaram na minha vida até hoje.

Á minha amiga, Jéssica Cunha, pelo puro companheirismo, diversão, dedicação, amizade e honestidade que nos uniu durante este percurso. Sem dúvida que sem ti não teria a mesma graça nem aquele gostinho especial.

Á minha amiga, Daniela Borges, por toda a paciência e dedicação, por todo o companheirismo e transmissão de saberes e ajuda prestada nos momentos complicados, por toda a honestidade e amizade. Sem ti, o salto seria bem mais doloroso.

Aos meus amigos, e restante grupo de trabalho e estudo, Raul Teixeira, Nuno Cunha e Delfim Delgado. Sem vocês, juntamente com as raparigas, não seria fácil conciliar tudo.

Ás minhas amigas, Antónia Falcão e Susana Caldeira, que apesar de não termos continuado este percurso juntas, a nossa amizade permanece até hoje e ambas acreditamos que será possível para todas.

Ao meu amigo, Paulo Rodrigues, que apesar de não ter continuado esta luta por agora, nunca deixou de me apoiar e de me mostrar que caminhos sem pedras não nos levam ao nosso objectivo. Obrigada pela excelente pessoa que és.

À minha amiga, Sara Fraga, por todo o ensinamento transmitido, quer a nível profissional quer a nível pessoal.

Á minha Orientadora, Professora Doutora Patrícia Manarte Monteiro, por tudo aquilo que me ensinou ao longo do curso e essencialmente, por toda a paciência, ajuda, dedicação e orientação neste trabalho, principalmente no último ano que tão complicado

foi. Um muito obrigada Professora, de coração, espero ter estado á altura do desafio e não a ter desiludido.

A todos os Professores desta Instituição, que me acolheram nos últimos 5 anos e que contribuíram para a minha formação académica e também pessoal, e com quem partilhei muitos momentos.

Ao Dr. Nuno Pereira e Dr.^a Leonora Teixeira, por todo o apoio prestado ao longo do Curso. Nem sempre foi fácil, mas conseguimos. Obrigado por me terem permitido voar e realizar este projeto, que muito teve de base tudo aquilo que aprendi ao longo dos 11 anos ao vosso lado. Obrigada pelo carinho, amizade e voto de confiança.

Ao Dr. Francisco Oliveira, por ser o profissional, amigo e pessoa que é. E por acreditar. Não preciso de muitas palavras para descrever este longo percurso a seu lado.

Ao Dr. António Pereira, pelos ensinamentos dados no início da minha carreira profissional. Foi muito bom poder crescer junto dos melhores.

A toda a equipa da Clínica Dentária D'Avenida de Matosinhos, Médicos, Assistentes e Recepcionistas, com quem tenho a honra de trabalhar há 11 anos e onde aprendi muito, aos atuais e aos que por lá passaram. Sim, é verdade. Finalmente, consegui! Foi possível! Difícil e doloroso por vezes, mas consegui realizar mais este projeto.

E por ultimo, mas não menos importante, agradeço a mim mesma. Pela minha determinação e teimosia, pela pessoa que sou, pelos ideais de vida, pelo meu carácter. E por nunca ter desistido de mim e dos meus sonhos, mesmo nos dias em que toda a força e esperança pareciam querer abandonar-me, mesmo quando o caminho a percorrer se mostrava muito doloroso, quando havia mais dúvidas que certezas. Pela minha maneira de ser que tanto orgulho me dá. Por mais ajudas que possamos ter, só depende de nós a realização e concretização dos nossos sonhos.

INDICE	1
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABELAS	4
INDICE DE ABREVIATURAS	6
I - INTRODUÇÃO	7
1- Material e Métodos	10
II - DESENVOLVIMENTO	13
1- Conceitos e Mecanismos de adesão ao esmalte e Dentina	13
2- Breves noções históricas e de composição dos sistemas adesivos Self-etch (SE)	16
3- Principais Características dos sistemas adesivos SE	18
4- Definição de Sistema Adesivo Universal (SAU) ou Multi-mode (SAMM) e enquadramento na regulamentação legal dos dispositivos médicos	21
5- SAU- Designação comercial dos Dispositivos e fabricantes, Características, Rotulagem e Instruções de uso dos SAU	24
5.1 – Características dos SAU - Composição química	30
5.2 – Valor de pH e agressividade acídica	33

5.3 - Indicações de Segurança dos sistemas adesivos	35
6 – Toxicidade associada aos sistemas adesivos e SAU	38
7 – Aplicação técnica dos SAU ou Multi-Mode	38
7.1 – Comparativamente com os Sistemas Adesivos Etch & Rinse ..	39
7.2 – Comparativamente com os Sistemas Adesivos Self-Etch	40
8 - Evidência da literatura acerca dos SAU	40
8.1- Avaliação de eficácia SAU - Ensaios <i>in vitro</i>	41
8.2- Avaliação do desempenho SAU - Ensaios Clínicos	48
9 - Sistemas adesivos universais - que vantagens e limitações?	50
III - CONCLUSÃO.....	53
IV - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática da metodologia de pesquisa para a realização deste trabalho de revisão narrativa, quanto á seleção e publicações utilizadas 12

Figura 2 – Representação esquemática das diferentes estratégias adesivas ER, SE e Multi-mode e número de passos clínicos (Sezinando, 2014) 22

Figura 3 - Monómero 10-MDP usado em muitos sistemas adesivos universais (Alex, 2015) 32

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Diferença de composição do esmalte e dentina, por unidade de volume (adaptado de (Baratieri <i>et al.</i> , 2015))	15
Tabela 2 – Sequência descritiva de sistemas adesivos (Total-etch; ER; SE) e adesivos Multi-mode conforme o fabricante (adaptado de (Sezinando, 2014))	23
Tabela 3 – Adesivos Universais ou Multi-Mode existentes no Mercado e abordados no âmbito deste trabalho: marca comercial e fabricante	25
Tabela 4 – Adesivos Universais (nome comercial e fabricante), áreas e técnicas de aplicação e instruções de uso (conforme indicações dos fabricantes e (Chen <i>et al.</i> , 2015))	27
Tabela 5 – Características dos sistemas adesivos universais quanto a Nome Comercial, Fabricante, Molécula Principal e Composição química (conforme indicações dos fabricantes e (Chen <i>et al.</i> , 2015, Rosa <i>et al.</i> , 2015))	31
Tabela 6 – Sistemas adesivos Universais ou MM: Nome Comercial, Fabricante, Valor de pH, Agressividade acídica (conforme instruções de Fabricantes e fichas de segurança e (Rosa <i>et al.</i> , 2015, Alex, 2015))	35
Tabela 7 – Adesivos universais – contraindicações, efeitos secundários e medidas de emergência (conforme indicações dos fabricantes)	37
Tabela 8 – Informação toxicológica encontrada no SDS- <i>safety data sheet</i> (ficha de segurança) de cada adesivo universal (conforme Fabricante)	38

Tabela 9 – Aplicação técnica dos SAU – relação passo / função (Perdigao and Loguercio, 2014) 39

Tabela 10 – Análise da metodologia dos ensaios *in vitro* sobre os SAU – artigo/autor, objetivo de estudo, tempo, matéria e métodos, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados e conclusões 44

Tabela 11 – Análise da metodologia dos ensaios clínicos sobre os SAU – artigo/autor, objetivo de estudo, tempo, amostragem e quantidades, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados quantitativos e qualitativos 49

INDICE DE ABREVIATURAS

ER – Etch-and-Rinse

ER-2 – Etch-and-Rinse de 2 passos

ER-3 – Etch-and-Rinse de 3 passos

et al. – e colaboradores

SE – Self-Etch

SEA – Adesivos Self-Etch

SAU – Sistema Adesivo Universal

SAMM – Sistema Adesivo Multi-Mode

10-MDP – 10-metacriloxietil dihidrogenofosfato

Bis-GMA – Bisfenol-A-diglicidil metacrilato

CQ – Canforoquinona

HAp – Hidroxiapatite

HEMA – 2-hidroxietil Metacrilato

AMPS – ácido 2-acrilamido-2-metil-1-propanesulfônico

BIS-EMA – etaxilatobisfenol-A-glicol dimetacrilato

BPDM – bifeníl dimetacrilato ou ácido 4,40-dimetacrilóiloxyetiloxycarbonilbifeníl-3,30-dicarboxil

DMAEMA – dimetilaminoetil metacrilato

HDDMA – 1,6-hidroxietil metacrilato

HPMA – 2-hidroxipropil metacrilato

MCAP – éster metacrilato de ácido fosfórico

UDMA – uretano dimetacrilato ou 1,6-(dimetacrilóiloxyetilcarbomoil)-3,30,5-trimetilheexano

IV – ionómero de vidro

I - INTRODUÇÃO

A designação adesão envolve a tendência de átomos ou moléculas para ficarem unidos. Estritamente falando, coesão envolve materiais unidos e a adesão envolve átomos ou moléculas unidas. Ambos os conceitos são importantes quando nos referimos ao uso de materiais dentários na prática profissional (Marshall *et al.*, 2010).

Os sistemas adesivos da atualidade baseiam-se nas abordagens adesivas por sistemas ER (Etch-and-Rinse) e SE (Self-Etch), diferindo significativamente a estratégia de adesão relativamente á forma como os adesivos interagem com os tecidos dentários de esmalte e dentina (Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Os sistemas adesivos ER podem ser de dois (ER-2) ou de três (ER-3) passos clínicos, consoante têm os agentes *primer* e *bonding* separados ou combinados num só frasco, contudo requerem sempre a aplicação e remoção de dispositivos ácidos com valores de pH baixos, com vista ao condicionamento prévio das estruturas dentárias para o processo adesivo. Os sistemas adesivos SE são uma alternativa baseada no uso de não remoção dos monómeros ácidos dos tecidos dentários (Sezinando, 2014). A sensibilidade técnica desta abordagem adesiva, aparenta ser promissora uma vez que elimina a fase de aplicação e remoção do ácido, o que não só reduz o tempo de aplicação clínica, mas também diminui a sensibilidade técnica ou a possibilidade de erros no processo de adesão (Silva e Souza *et al.*, 2010).

Os adesivos da atualidade são frequentemente rotulados como sendo tecnicamente sensíveis, sendo que uma simples falha no procedimento de aplicação clínica é penalizada sob a forma de rápida degradação da interface adesiva e aparecimento precoce de infiltrações marginais nas restaurações adesivas. Como consequência, permanece no presente a elevada procura de sistemas adesivos simples de utilizar e tecnicamente menos sensíveis, impulsionando os fabricantes no desenvolvimento de novos produtos em curtos espaços temporais (Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Assim, os sistemas adesivos dentários utilizados nos atos clínicos restauradores diretos e indiretos têm sido alvo de diferentes classificações, na sua generalidade com base na sua composição. Este tipo de conduta tem gerado uma diversidade complexa

e confusa de sistemas adesivos com classificações que dificultam a atuação na prática clínica quanto à seleção do adesivo mais adequado perante a multiplicidade existente no mercado e quanto à aplicação dos mesmos conforme a condição clínica dos tecidos dentários. As modificações inerentes aos sistemas adesivos dentários e o desenvolvimento de novas estratégias de adesão dentária têm sido baseadas no conhecimento crescente dos investigadores e dos fabricantes quanto à composição dos adesivos mas também quanto à ciência do mecanismo de adesão ao substrato dentário (Silva e Souza *et al.*, 2010). No entanto, os clínicos na sua maioria optam por usar uma abordagem ER ou SE. Consequentemente, um adesivo que possa ser utilizado em ambas as abordagens e que permite, ao profissional decidir qual o protocolo de adesão específico, considerando qual o mais adequado para a cavidade preparada, seria muito desejável (Hanabusa *et al.*, 2012).

Com a expiração da patente da molécula 10-MDP da Kuraray, uma nova família de sistemas adesivos com potencial de adesão química, foram lançados. São chamados de Multi-mode (SAMM) ou Adesivos Universais (SAU), devido às suas versáteis instruções de uso (Sezinando, 2014). Adesivos universais ou multi-mode oferecerem aos clínicos a escolha de usar a técnica ER, técnica de condicionamento seletivo do esmalte ou a técnica de SE para fazerem a ligação aos substratos dentários (Chen *et al.*, 2015).

Os adesivos dentários são dispositivos médicos abrangidos pela Diretiva 93/42/CEE, na sua atual redação, transposta para a lei nacional pelo Decreto-Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho, tendo em consideração a vulnerabilidade do corpo humano e os potenciais riscos decorrentes da concepção técnica e do fabrico. Como tal, para a sua aquisição alguns documentos de conformidade são exigíveis no Mercado Europeu (INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, 2015).

Para além das questões inerentes à regulamentação legal dos sistemas adesivos, questões científicas e profissionais devem ser tidas em consideração sobretudo no que se referem às evidências da eficácia e do desempenho inerente à sua utilização.

Assim, a presente revisão narrativa da literatura tem como principal objetivo definir, identificar e descrever a composição, a rotulagem, as instruções de uso dos SAU disponíveis no mercado. Tem ainda com propósito descrever os conceitos subjacentes aos mecanismos de adesão ao esmalte e dentina, as principais características e propriedades dos sistemas adesivos SE que possibilitaram a extensão para a introdução no mercado dos SAU. Pretende ainda efetuar uma breve abordagem quanto á toxicidade e segurança dos SAU, bem como descrever as principais conclusões da literatura quanto á avaliação de eficácia (ensaios *in vitro*) e de desempenho (ensaios clínicos/*in vivo*) dos SAU, permitindo aferir as possíveis vantagens e limitações desta estratégia adesiva na prática clínica.

1 – Materiais e métodos

Para efeitos da realização deste trabalho de revisão narrativa, a pesquisa bibliográfica foi efetuada entre os meses de Maio e Julho de 2015, mediante procura de publicações científicas recorrendo aos motores de busca PubMed, Scielo, Elsevier, B-On, Science Direct e Research Gate, e usando as seguintes palavra-chave: “*adhesives*”, “*adhesion*”, “*universal*”, “*multi-mode*”, “*adhesives system*”, “*all-in-one*”, “*self-etch*” e “*etch & rinse*”.

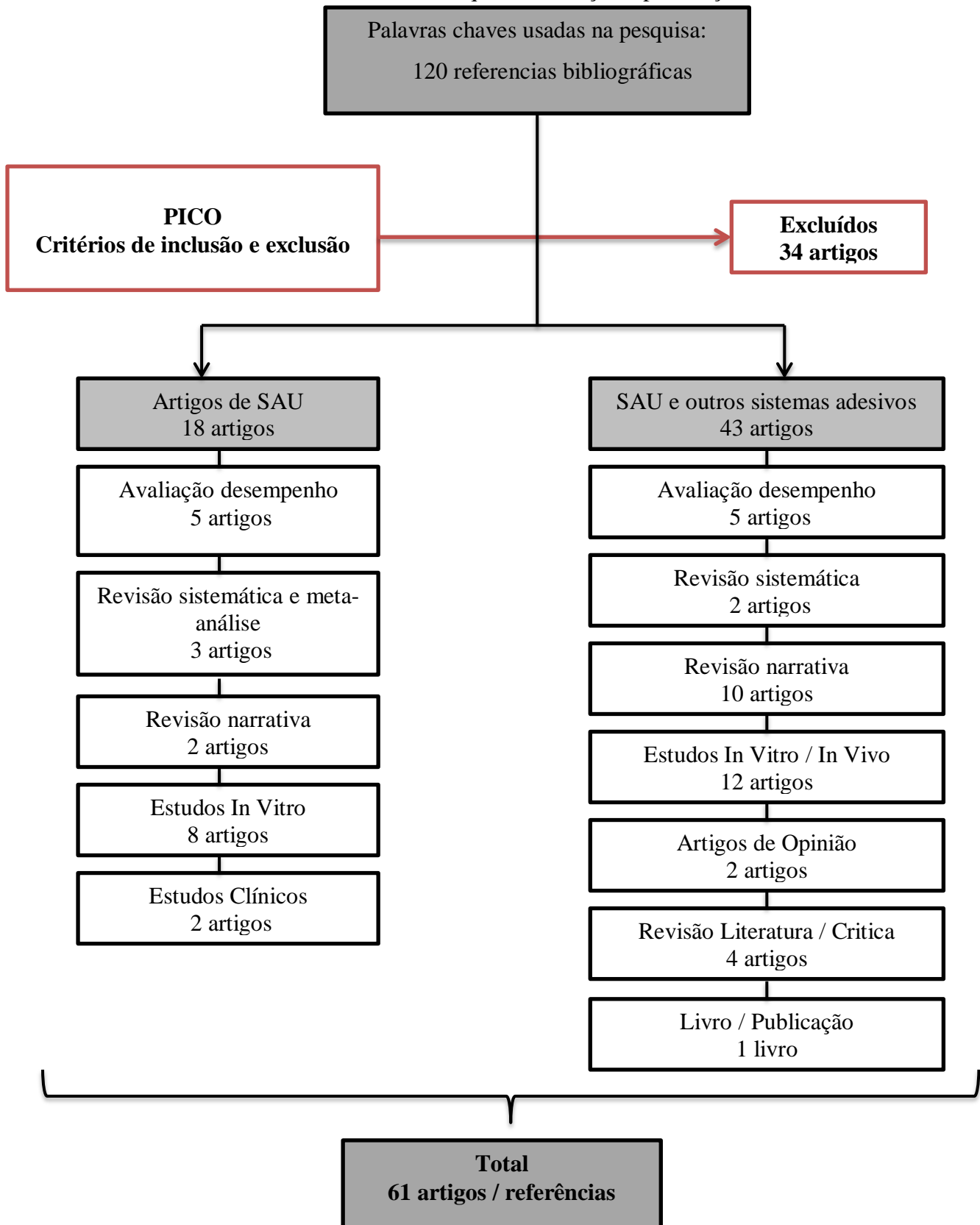
Colocaram-se as questões segundo a estratégia P.I.C.O: “Que mecanismos de adesão podem atuar no esmalte e dentina?”, “Qual a definição dos fabricantes e da literatura para os SAU?”, “Qual a composição, instruções de uso, recomendações de segurança e referência de toxicidade tem os SAU?”, “ Os SAU são mais eficazes na adesão dentária que os SE ou ER?”, “Os SAU têm melhor desempenho clínico que os SE ou os ER?”; “ Os SAU têm vantagens em relação aos ER e SE, na prática clínica?”.

A metodologia de pesquisa incluiu publicações (Figura 1) entre os anos 2001 e 2015 acerca da adesão e sistemas adesivos Universais (SAU) ou Multi-Mode (SAMM), sendo selecionados artigos maioritariamente em Inglês, mas também em Português e Espanhol. Foram incluídas publicações de meta análise, revisão sistemática, revisão narrativa, ensaios *In-Vitro*, ensaios clínicos (*In-Vivo*). Para efeitos de descrição de base dos princípios de adesão e de comparação entre SAU ou SAMM foram usados artigos sobre ER e SE.

Para complemento da informação, foi consultado a página online do Infarmed (<https://www.infarmed.pt>), bem como todo o material didático de adesivos universais referenciados neste trabalho, quanto a documentações técnicas e científicas, Instruções de Uso e *Safety Data Sheet* (SDS), consultadas nas páginas online dos diferentes fabricantes, consoante a marca comercial do sistema SAU (Coltène (<https://www.coltene.com>), Ivoclar© Vivadent (<https://www.ivoclarvivadent.com>), Denstply© DeTrey (<https://www.dentsply.com>), Bisco Inc. (<https://www.bisco.com>), 3M Espe (https://www.3m.com/3M/en_US/Dental), Kuraray (<https://www.kuraraydental.com>) e Voco (<https://www.voco.com/pt>)).

Foram considerados e excluídos as publicações científicas que na avaliação de eficácia e desempenho apenas se referissem ao teste ou uso exclusivo de sistemas adesivos ER e SE, para efeitos de comparação com SAU, e publicações de opinião ou editoriais (Short communications).

Figura 1 – Representação esquemática da metodologia de pesquisa para a realização deste trabalho de revisão narrativa, quanto á seleção e publicações utilizadas.



II – DESENVOLVIMENTO

1- Conceitos e Mecanismos de adesão ao esmalte e Dentina

O conceito de adesão e de coesão inclui um aderente, um adesivo e as interfaces intervenientes, sendo que as ligações adesivas podem incluir uma ou mais interfaces. A ciência da adesão centra-se na compreensão das propriedades dos materiais associados com a formação das interfaces, nas mudanças das interfaces com o tempo, e os eventos associados ao insucesso nas interfaces. Os princípios-chave para a formação de uma boa interface incluem a criação de uma superfície limpa, geração de uma superfície áspera para ligação interfacial, bom humedecimento do substrato pelo adesivo/materiais coesivos, adequada viscosidade e fluidez para uma interação íntima, e polimerização aceitável quando as mudanças de fase são necessárias para a formação da ligação final (Marshall *et al.*, 2010).

A adesão pode ser classificada pelo tipo de processos mecânicos, físicos, químicos, e/ou processos que contribuem para a resistência das interfaces. As forças de ligação físicas são geralmente muito fracas mas sempre presentes. Assim, enquanto ocorrem forças de *Van der Waals* em cada interface, as mesmas são complementadas pela contribuição significativa de ligações fortes que podem estar presentes, partir de dipolos permanentes. A ligação química é forte, mas também muito difícil de produzir de uma forma densa através de uma interface, e inclui possibilidades para ligações covalentes, iônicas, metálicas, e, em alguns casos, a ligação de quelantes. A ligação mecânica é o meio mais eficaz para criar interfaces resistentes, através da penetração da resina adesiva nos substratos dentários (Marshall *et al.*, 2010).

No conceito de adesão é possível identificar três componentes importantes, nomeadamente, o adesivo, a força de adesão e a durabilidade da adesão. Um adesivo constitui um material geralmente líquido, que solidifica entre dois substratos, sendo capaz de transferir uma carga de um substrato para outro. A força de adesão constitui um meio de medir a capacidade de uma união adesiva suportar uma carga. O período de tempo durante o qual esta adesão permanece estável denomina-se de durabilidade. Segundo a especificação ASTM 97 da *American Society for Testing and Materials* o

conceito de adesão pode definir-se como “o estado em que duas superfícies são mantidas unidas, por forças interfaciais, as quais podem consistir em forças covalentes, forças de interpenetração mecânica, ou ambas”. Além do contacto íntimo que deve existir entre o substrato (esmalte ou dentina) e o adesivo, a tensão superficial do líquido que é aplicado deve ser sempre menor que a energia de superfície do esmalte ou da dentina, para que o ângulo de contacto seja o mais próximo possível de zero graus (Baratieri *et al.*, 2015).

A ciência da adesão inclui também a formação de aderência ou coesão, caracterização das interfaces adesivas ou coesas, destruição da interface (testes de resistência de união) e análise de falhas adesivas nas interfaces. A adesão envolve interações moleculares na interface entre os materiais. Qualquer evento associado à adesão envolve um "aderente" (ou substrato) com uma "cola" (adesivo) aplicada para obtenção duma "interface adesiva", sendo que esta combinação é definida como uma "articulação" (Marshall *et al.*, 2010).

O mecanismo de adesão envolvendo os sistemas adesivos basicamente contempla a substituição de minerais removidos dos tecidos dentários duros por monómeros de resina, de tal forma que um polímero torna-se micro-mecanicamente interligado ao substrato dentário. Para este efeito, os sistemas adesivos disponíveis no mercado podem ser classificados em duas categorias quanto à estratégia de adesão: os sistemas “Etch-and-Rinse” (ER) e os sistemas “Self-Etch” (SE), em versões de três, dois ou um passo de aplicação clínica (Muñoz *et al.*, 2013).

O esmalte é um substrato uniforme, composto fundamentalmente por cristais inorgânicos, bem organizados em prismas (Coelho *et al.*, 2012). Os protocolos adesivos podem ser facilmente conseguidos através do condicionamento ácido do esmalte o qual transforma a superfície lisa e suave do esmalte numa superfície irregular, aumentando a sua energia de superfície. Quando um material restaurador resinoso é aplicado na superfície do esmalte previamente condicionado, os monómeros são transportados para dentro das irregularidades por atracção capilar e co-polimerizam-se entre si, possibilitando a adesão. Esta técnica é denominada de “ataque ácido”, que resulta em 3 padrões morfológicos distintos: tipo 1 (mais

comum), é a remoção do núcleo dos prismas de esmalte, sendo que a periferia dos mesmos fica intacta; tipo 2, é exatamente o oposto, isto é, a periferia dos prismas é dissolvida deixando apenas os núcleos intactos; e tipo 3, que inclui um pouco dos padrões anteriores bem como regiões nas quais o padrão não está relacionado com a morfologia dos prismas de esmalte. Sendo a adesão ao esmalte uma técnica relativamente simples, a adesão à dentina representa um grande desafio. Vários factores relacionados com a composição e diferenças estruturais destes tecidos resultam nesta diferença (Baratieri *et al.*, 2015).

Enquanto que o esmalte é predominantemente mineral (Tabela 1), a dentina contém uma quantidade significativa de água e material orgânico, principalmente colagénio do tipo I. A adesão à dentina é dificultada pela sua menor dureza e presença de depósitos minerais nos túbulos dentinários, pelas áreas cervicais não cariosas com dentina hipermineralizada e colagénio desnaturado e por um aumento no número de túbulos dentinários profundos que conseqüentemente, aumentam a humidade na dentina, fazendo com que a adesão à dentina profunda seja mais difícil do que na dentina superficial (Perdigão, 2010).

Tabela 1 – Diferença de composição do esmalte e dentina, por unidade de volume (adaptado de (Baratieri *et al.*, 2015)).

Composto	Esmalte	Dentina
Água	10 %	25 %
Material Orgânico	2 %	25 %
Material Inorgânico	88 %	50 %

A adesão à dentina é também afetada pela espessura da dentina residual após a realização da preparação cavitária. Os valores de adesão são geralmente mais baixos na dentina profunda em comparação com a dentina mais superficial (Baratieri *et al.*, 2015).

A adesão à dentina é mais desafiadora do que a adesão ao esmalte face a variações na composição da dentina, tornando a estratégia ER uma técnica altamente sensível (Sezinando, 2014).

Os sistemas adesivos ER são os mais antigos considerando a cronologia da evolução das gerações de sistemas de adesão de resina, apesar do potencial terapêutico dos adesivos ER não ser totalmente explorado (Pashley *et al.*, 2011). Considerando os ensaios *In vitro*, os adesivos ER devem ser aplicados com a "técnica de adesão húmida", especialmente quando um adesivo à base de acetona é usado. Contudo, pode ser difícil desidratar o esmalte sem secar demasiado a dentina, pois clinicamente não é fácil quantificar a humidade do meio. Teoricamente, para adesivos ER hidrófilos, as forças de adesão são os pontos fortes, resultado da soma dos *tags* de resina, camada híbrida e superfície de adesão. De Munck e colaboradores observaram que a força de adesão de adesivos ER-2 foram afetadas após 4 anos de armazenamento em água. Mesmo em condições adequadas de humidade e seguindo as instruções dos fabricantes, a resina não consegue infiltrar-se plenamente na dentina desmineralizada (Sezinando, 2014).

A prevenção de sensibilidade dentária após a preparação cavitária dum dente ainda é um dos grandes desafios da prática clínica. Ela é determinada pela dor aguda e decorrente da dentina exposta e é explicada pela teoria hidrodinâmica. De acordo com essa teoria, o bloqueio dos túbulos dentinários evita o deslocamento de fluídos no interior destes possibilitando a redução da sensibilidade dentinária (Tuncer *et al.*, 2014).

A tecnologia adesiva dentária evoluiu nas últimas décadas relativamente ao desenvolvimento de formulações complexas para aplicação sob procedimentos clínicos simplificados. A demanda pela redução da sensibilidade técnica, menor tempo de aplicação clínica e menor incidência de sensibilidade pós-operatória fez com que sistemas adesivos SE se tornassem uma abordagem promissora, quando comparados com os sistemas adesivos ER (Van Meerbeek *et al.*, 2003, Perdigão *et al.*, 2003).

2- Breves noções históricas e de composição dos sistemas adesivos Self-Etch (SE)

O conceito da abordagem “self-etch” foi criado á cerca de 20 anos sendo que as

primeiras gerações destes sistemas de adesão foram considerados dispositivos de autocondicionamento, por não incluírem os passos clínicos de aplicação e remoção/lavagem de ácido, nas estruturas dentárias. Estas primeiras gerações de adesivos dentinários utilizam o ácido dimetacrilato glicerofosfórico e *primers* à base de éster halo fosfórico de Bis-GMA (Bisfenol-A glicidil metacrilato) ou de HEMA (2-hidroxietil metacrilato) aplicados na dentina não condicionada com ácido fosfórico ou ortofosfórico (Giannini *et al.*, 2015). O HEMA constitui um monómero de baixo peso molecular, frequentemente usado em adesivos pela sua influência positiva sobre a resistência de ligação. Além disso, a presença de HEMA em sistemas adesivos monocomponentes e de um só passo de aplicação clínica pode evitar a fase de separação. Uma pequena quantidade de HEMA (10%) melhora a resistência de união de um adesivo SE-1. Quando adicionado em concentrações mais elevadas, este efeito benéfico do HEMA sobre a resistência de ligação é perdido devido ao aumento da osmose, o que resulta em muitas gotículas, devido à redução da taxa de conversão durante a polimerização e ainda à diminuição das propriedades físico-mecânicas do HEMA polimerizado na interface adesiva (Van Landuyt *et al.*, 2008).

O primeiro sistema comercial dos adesivos SE continha como monómero ácido principal o 2- (metacrilatoiloxietil) fenil hidrogenofosfato (Fenil-P), sendo o grupo mono-hidrogenofosfato do presente monómero funcional o responsável pela preparação do esmalte e dentina para a adesão química deste monómero funcional à hidroxiapatite do esmalte e dentina (Giannini *et al.*, 2015).

A composição básica dos *primers* e adesivos dos sistemas SE constituem uma solução aquosa de monómeros funcionais ácidos, cujo valor de pH é relativamente mais elevado do que aquele do ácido fosfórico. A água proporciona um meio para a ionização destes monómeros ácidos de resina. Os sistemas adesivos SE também contêm o monómero HEMA, porque a maioria dos monómeros ácidos possuem baixa solubilidade em água, e para aumentar a molhabilidade da superfície dentinária. Os monómeros bi- ou multifuncionais são adicionados para proporcionar um aumento da resistência da ligação cruzada formada na matriz monomérica (Van Landuyt *et al.*, 2007).

Uma vez que os sistemas adesivos SE não requerem o passo de condicionamento ácido, em separado, e controle da humidade após remoção e lavagem do ácido, eles são considerados materiais adesivos simplificados. Estes sistemas possibilitam assim algumas vantagens sobre os sistemas ER convencionais como, a redução da sensibilidade pós-operatória e aplicação técnica menos sensível. Outra vantagem é que a infiltração da resina adesiva tende a ocorrer em simultâneo com o processo de auto-condicionamento, embora haja alguma controvérsia quanto a este processo (Tay *et al.*, 2002a, Van Meerbeek *et al.*, 2003, Reis *et al.*, 2007, Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Na tentativa de simplificar o procedimento de adesão, tornando-o num único passo de aplicação clínico, a solução dos dispositivos adesivos tornou-se mais hidrofílica, face ao aumento da concentração de monómeros acídicos. No entanto, o aumento da concentração destes monómeros acídicos nos sistemas adesivos SE tem comprometido a ligação resina-dentina, uma vez que ocorre a formação de uma hibridização semipermeável. A formação de uma camada híbrida mais permeável à água também compromete o selamento dentinário, o que resulta na degradação prematura da adesão resina-dentina e, conseqüentemente, da restauração (Tay and Pashley, 2001, Tay *et al.*, 2002b, Tay and Pashley, 2003, Yiu *et al.*, 2004, Cantanhede de Sa *et al.*, 2012).

3- Principais Características dos sistemas adesivos SE

Os atuais sistemas adesivos SE podem assim ser classificados com base no número de passos de aplicação clínica, sistemas de um passo ou de dois passos. Sistemas adesivos de duas etapas clínicas incluem o uso de um iniciador hidrofílico, que combina simultaneamente monómeros acídicos com substrato dentário primário, e depois da evaporação do solvente, uma camada hidrofóbica de agente de adesão, que promove o selamento dos tecidos de esmalte e dentina. Os sistemas adesivos SE de um passo são também denominados de adesivos “*all-in-one*” uma vez que combinam o “*etching, priming e bonding*”, contendo assim monómeros acídicos funcionais, hidrofílicos e hidrofóbos, água e solventes orgânicos em uma única solução para aplicação clínica (Giannini *et al.*, 2015). Os adesivos SE contêm

moléculas específicas de monómeros com carboxilato ou grupos de fosfato ácidos que atuam simultaneamente como condicionadores (permitem a desmineralização superficial dentária) e agentes iniciadores (monómeros de resina que infiltram os substratos condicionados) sobre os substratos dentários. Assim, esses adesivos são fáceis de usar, têm procedimentos de aplicação mais rápidos e são menos suscetíveis às diferenças de aplicação técnica do operador quando comparado com um adesivo multi-passo ER (Rosa *et al.*, 2015).

Assim, os adesivos SE são destinados para uso clínico, sem incluir as etapas de aplicação e remoção do ácido. Estes sistemas contêm monómeros acídicos que preparam o esmalte e a dentina, para o processo de adesão. Em contraste, e pressupondo o uso de sistemas ER, há menor risco de desmineralização da dentina com sistemas SE com valores de pH mais elevados (Giannini *et al.*, 2015).

Dependendo das constantes de dissociação do ácido (valores de pKa), a agressividade do sistema adesivo SE possibilita a classificação em sistemas adesivos de agressividade acídica "forte" (pH <1), "forte / intermédio" (pH≈1.5), "suave" (pH≈ 2) e "ultra-suave" (pH≥2.5) (Van Meerbeek *et al.*, 2010).

Na realidade, quanto mais agressivos os sistemas adesivos, mais profunda tenderá a ser a desmineralização do substrato dentário, á semelhança do que ocorre com tratamento de “*etching*” mediante o uso do ácido fosfórico (Tay *et al.*, 2002a, Moszner *et al.*, 2005, Perdigão *et al.*, 2008). Considerando a adesão ao esmalte, o uso de sistemas SE com forte agressividade acídica mostram bom desempenho adesivo, mas, o uso de sistema SE “suaves” neste tecido, resulta numa eficácia de adesão insuficiente, e que pode ser melhorada com a aplicação prévia de ácido fosfórico (Van Landuyt *et al.*, 2006, Nazari *et al.*, 2012).

Por outro lado, na dentina, os adesivos SE “fortes” dissolvem quase toda a camada de *smear layer*, mas não removem os fosfatos de cálcio dissolvidos. Estes fosfatos de cálcio incorporados parecem ter baixa estabilidade hidrolítica, com a interação química não-estável com o colagénio exposto, enfraquecendo assim a integridade interfacial, especialmente a longo prazo (Van Meerbeek *et al.*, 2011). Os adesivos SE

"forte/intermédio" mostram uma transição de características da capacidade acídica entre "forte" e "suave" na camada híbrida formada. Tipicamente, mostram a formação duma camada híbrida com uma camada superior desmineralizada e uma base parcialmente desmineralizada (Van Meerbeek *et al.*, 2003). Os adesivos SE "suaves" removem parcialmente a *smear layer*, formando uma camada híbrida fina. Estes têm a grande vantagem de deixar uma quantidade substancial de cristais de hidroxiapatite em torno das fibrilas de colagénio, os quais podem estabelecer ligação química com grupos carboxílicos ou fosfato específicos de monómeros funcionais (Yoshida *et al.*, 2004). Os sistemas "ultra-suaves" só podem expor o colagénio superficial da dentina, o que se traduz na produção duma zona de interação nanométrica (Koshiro *et al.*, 2006). A espessura da camada híbrida formada com a *smear layer* aquando do uso de sistemas adesivos SE pode fornecer boas informações quanto ao processo de adesão no entanto, a sua relação com o desempenho de adesão ao longo do tempo é altamente controversa (Lima Gda *et al.*, 2008).

Contemplando as duas estratégias de adesão (SE e ER), a ligação adequada à dentina pode ser completamente alcançada tanto com adesivos ER como com adesivos SE; no entanto, no esmalte, a abordagem ER com ácido fosfórico continua a ser a escolha preferida. O principal desafio para os sistemas adesivos da atualidade é fornecer um resultado adesivo equitativamente eficaz para substratos dentários de diferentes naturezas (ou seja, substratos sãos, cariados, dentinas esclerosadas, bem como esmaltes) (Van Meerbeek *et al.*, 2011, Erickson *et al.*, 2009, Rotta *et al.*, 2007). Considerando as diferenças de opinião dos profissionais quanto à seleção da estratégia adesiva e ao número de etapas clínicas de aplicação, alguns fabricantes lançaram sistemas adesivos mais versáteis que possibilitam ao médico dentista a oportunidade de decidir qual estratégia adesiva mais adequada a usar, ER ou SE, em função do tipo de substrato que se apresenta clinicamente. Esta nova família de adesivos dentários é conhecida como sistemas "universais" ou "multi-mode" e representa a mais recente geração de adesivos no mercado (de Goes *et al.*, 2014, Hanabusa *et al.*, 2012, Munoz *et al.*, 2014b, Wagner *et al.*, 2014).

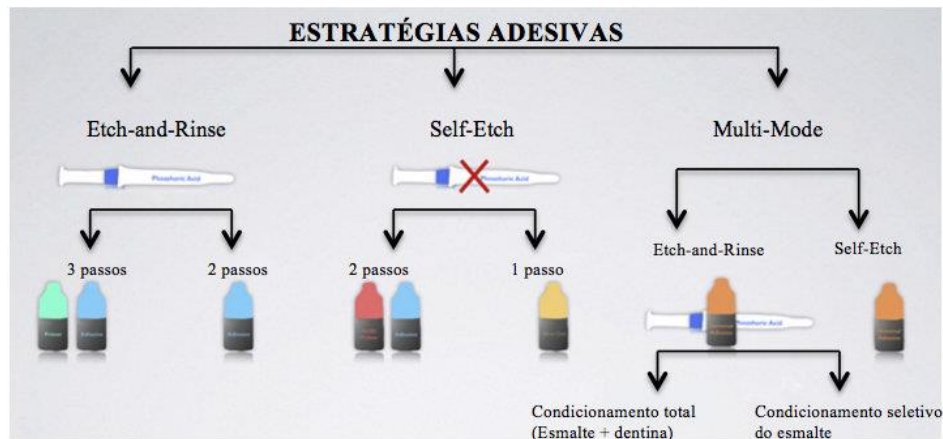
4- Definição de Sistema Adesivo Universal (SAU) ou Multi-Mode (SAMM) e enquadramento na regulamentação legal dos dispositivos médicos.

Os Sistemas Adesivos Universais (SAU) ou *Multi-Mode* (SAMM) são sistemas SE de um passo clínico que podem ser aplicados em esmalte e dentina mediante condicionamento ácido (valor de pH baixo), ou não, destes tecidos dentários (Giannini *et al.*, 2015). Eles foram projetados a partir do conceito de sistemas adesivos SE "*all-in-one*", de um só passo (SE-1) já existentes, mas também incorporam a versatilidade de serem adaptáveis à condição clínica (Wagner *et al.*, 2014). Um adesivo que possa ser aplicado em ambos os sentidos, permite ao operador decidir sobre o protocolo de adesão específico mais adequado para a cavidade que está sendo preparada (Hanabusa *et al.*, 2012).

Estes agentes de adesão são também indicados segundo os fabricantes para serem utilizados na silanização em cerâmicas vítreas e como *primers* nas ligas de metais e materiais cerâmicos policristalinos. A longevidade e resistência destas adesões em estruturas dentárias e materiais protéticos têm sido estudadas e com o tempo mostrará se estes adesivos são eficazes em todos estes tipos de superfícies (Hanabusa *et al.*, 2012).

Os adesivos universais surgiram no mercado no ano de 2011 e constituem dispositivos (em grande parte, de um passo clínico) que possibilitam simplificar a complexidade que envolve os diversos tipos e categorias de procedimentos adesivos, podendo ser usados pelas estratégias técnicas SE, ER, ou estratégia SE (Figura 2) com *pré-etching* do esmalte (Sezinando, 2014).

Figura 2 – Representação esquemática das diferentes estratégias adesivas ER, SE e Multi-mode e número de passos clínicos (Sezinando, 2014).



Não parece haver uma definição oficial para qualificar o produto como um adesivo universal. Os adesivos universais parecem ter aplicações mais amplas que os sistemas adesivos SE de 7ª geração (*all-in-one*) todavia, não devem ser confundidos com os mesmos. Adesivos universais foram descritos por alguns fabricantes como, idealmente, um único frasco, sem mistura, que possa ser utilizado em diversas técnicas como *Total-etch*, *Self-Etch* ou *pré-etching* seletivo do esmalte (Tabela 2), dependendo da situação clínica em si e das preferências pessoais do operador. Podem existir muitas razões para manter a química de um adesivo separado até pouco antes da sua utilização em termos de estabilidade e de desempenho de produto, mas onde é que esta exigência de mistura se encaixa na definição de um adesivo universal? Os fabricantes afirmam que os adesivos universais podem ser usados para a colocação de restaurações diretas e indiretas e são compatíveis com resinas auto-polimerizáveis, foto polimerizáveis e cimentos á base de resinas de dupla polimerização. Além disso, os fabricantes de alguns adesivos universais ainda recomendam o uso de *primers* separados e dedicados para otimizar a força de ligação a substratos, tais como porcelana e zircônia. Os adesivos universais podem ser usados na união á dentina e ao esmalte mas também, como *primer* adesivo em diferentes substratos e materiais como zircônia, metais nobres não preciosos, compósitos e várias cerâmicas á base de sílica. Se esta definição não oficial quanto á constituição do adesivo universal é aceite, torna-se evidente um certo grau de ambiguidade existente em certos produtos comercializados como adesivos universais, quando na realidade não se enquadram na definição (Alex, 2015).

Tabela 2 – Sequência descritiva de sistemas adesivos (Total-etch; ER; SE) e adesivos Multi-mode conforme o fabricante (adaptado de (Sezinando, 2014)).

Fabricante	ESTRATÉGIAS ADESIVAS				Multi-Mode
	Total-Etch		Self-Etch		
	3 passos	2 passos	2 passos	1 passo	
Bisco Inc.	- All-Bond 2® - All-Bond 3®	- One-Step Plus ®	- All Bond SE ®	-----	- All-Bond Universal ®
Coltène	- A.R.T. Bond	- One Coat Bond	- One Coat Self-etching Bond	- One Coat 7.0	- One Coat 7 Universal
Dentsply © DeTrey	-----	- Prime & Bond® NT - XP Bond™	- Xeno® III	- Xeno® IV	- Xeno® Select
Ivoclar © Vivadent	- Syntac ®	- Excite® F	- AdheSe ®	- AdheSe ® One F	- AdheSe ® Universal
Kuraray	-----	- Clearfil™ New Bond	- Clearfil™ SE Bond - Clearfil™ SE Protect	- Clearfil™ S ³ Bond Plus	- Clearfil™ Universal Bond
3M Espe	- Adper™ Scotchbond™ Multi-purpose	- Adper™ Scotchbond 1XT - Adper™ Single Bond - Adper™ Single Bond 2	-----	- Adper™ Prompt L-Pop Applicators	- Scotchbond™ Universal Adhesive
Voco	-----	- Solobond Plus	- Futurabond NR	- Futurabond DC - Futurabond M	- Futurabond® U

Os sistemas adesivos dentários de acordo com o anexo IX do Decreto-Lei nº 145/2009 de 17 de Junho, na sua atual redação, ou de acordo com a alínea v) do artigo 3º do mesmo diploma são na sua generalidade classificados como Dispositivos Médicos classe IIb (médio risco) uma vez que são destinados a serem utilizados de forma contínua por um período superior a 30 dias na cavidade oral, na estrutura da coroa dentária; são dispositivos médicos invasivos do tipo cirúrgico, ativos, utilizados isoladamente ou em conjunto com outros dispositivos médicos para manter, modificar, substituir ou restabelecer funções ou estruturas biológicas, no âmbito de um tratamento ou atenuação de uma lesão de perda de estrutura parcial da coroa dentária (INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, 2015).

Os dispositivos médicos só podem ser colocados no Mercado Europeu se apresentarem a marcação CE com os requisitos essenciais que lhe são aplicáveis. A marcação CE é um pré-requisito para a colocação no mercado e para a livre circulação dos dispositivos médicos no Mercado Europeu. Esta marcação tem um grafismo próprio e deve estar aposta pelo Fabricante de forma legível, visível e indelével (INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, 2015).

Os dispositivos devem apresentar a rotulagem e as instruções de utilização redigidas em língua portuguesa de acordo com o disposto no ponto 6 do artigo 5.º do Decreto-lei n.º 145/2009 de 17 de Junho, exceptuando informação disponibilizada por intermédio de símbolos harmonizados. O Fabricante é o responsável pela tradução da informação, contida na rotulagem e instruções de utilização, para a língua portuguesa, pelo que o Distribuidor só poderá realizar essa tradução sob autorização escrita do Fabricante e deverá respeitar, integralmente, as informações originalmente fornecidas pelo Fabricante. A rotulagem e instruções de utilização devem, ainda, estar de acordo com o estabelecido na parte VII do Anexo I do Decreto-Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho (INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, 2015).

5 - SAU- Designação comercial dos Dispositivos e fabricantes, Características, Rotulagem e Instruções de uso dos SAU

Há uma tendência em curso entre os fabricantes de continuar a simplificar a tecnologia de adesão num único frasco para responder á demanda de procedimentos adesivos que sejam mais rápidos, tecnicamente menos sensíveis e mais fáceis para os usuários (De Munck *et al.*, 2005). Exemplos desses adesivos universais incluem All-Bond Universal® (Bisco, Inc., burg Schaum-, IL, EUA), AdheSe® Universal (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Clearfil™ Universal Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Tóquio, Japão), Futurabond U (Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha), G-Premio Bond (GC Corp., Tóquio, Japão), Pico da Universal Bond (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, EUA), Prime & Bond® Elect (Dentsply Caulk, Milford, DE, EUA), e Scotchbond™ Universal (3M ESPE, St Paul., MN,

EUA), entre outros. Alguns desses adesivos universais também contêm componentes que lhes permitem ligarem-se a cerâmica de vidro à base de sílica ou dióxido de zircônio, sem a utilização de agentes de iniciação acessórias (Chen *et al.*, 2015).

Os sistemas adesivos universais que são estudados e analisados neste trabalho, encontram-se listados na Tabela 3.

Tabela 3 – Adesivos Universais ou Multi-Mode existentes no Mercado e abordados no âmbito deste trabalho: marca comercial e fabricante.

NOME COMERCIAL	FABRICANTE
AdheSe® Universal	Ivoclar© Vivadent
All-Bond Universal ®	Bisco Inc.
Clearfil™ Universal	Kuraray
Futurabond® U	Voco
Scotchbond™ Universal	3M Espe
One Coat 7 Universal	Colténe
Xeno® Select	Dentsply© DeTrey

Os sistemas adesivos dentários comercializados foram concebidos para serem usados conforme a estratégia SE ou conforme a estratégia ER, e entre estes, podem envolver três (3), dois (2), ou um único (1) passo clínico de aplicação (De Munck *et al.*, 2005). Durante a aplicação de adesivos ER-3 e ER-2, as fibras de colagénio desmineralizadas por ação do condicionamento com ácido fosfórico (forte quanto ao pH) podem entrar em colapso após a secagem com ar na dentina condicionada, levando à diminuição da força de adesão (Pashley *et al.*, 2011). Portanto, esta estratégia requer a presença de uma superfície dentinária desmineralizada húmida, com fibras de colagénio não colapsadas (Pashley *et al.*, 2007). No entanto, os métodos para controlar a humidade na superfície da dentina, mantendo a estrutura original das fibras de colagénio são altamente subjetivos e sensíveis à técnica (Tay and Pashley, 2003). Devido ao gradiente de concentração exibido por monómeros resinosos no seu curso de infiltração numa espessa camada de matriz de colagénio desmineralizada, zonas de reposição são criadas dentro da camada híbrida, que são subsequentemente preenchidas com água ou fluídos dentários (Malacarne *et al.*, 2006). Estas condições podem causar sensibilidade pós-operatória, acelerar a eluição da resina, ou fornecer um nicho rico em água para ativação e funcionamento das enzimas endógenas colagenolíticas presentes na matriz de colagénio (Pashley *et al.*, 2004). Com base em estudos de remineralização biomiméticos, estas regiões ricas em água, dentro das

camadas híbridas correspondem aos locais de degradação do colagénio subsequente que prejudicam a longevidade da adesão resina-dentina (Brackett *et al.*, 2011).

Os adesivos SE produzem um complexo hibridizado compreendendo a *smear layer* residual e uma fina e parcialmente desmineralizada matriz de colagénio (Van Landuyt *et al.*, 2010). Embora os adesivos SE não necessitem duma ligação à dentina húmida e sejam menos sensíveis tecnicamente, eles invariavelmente contêm água para a ionização dos monómeros de resina acídicos (Van Meerbeek *et al.*, 2011). Considerando que a água incorporada nos adesivos SE pode ser removida por meio de evaporação previamente à polimerização dos monómeros adesivos, a elevada concentração de monómeros de resina ionizados destes adesivos causam embebição osmótica (movimento de água ou solvente de zonas de elevado potencial químico para zonas de menor potencial químico) dos fluídos derivados dos túbulos e ramificações dentinárias subjacentes (Sauro *et al.*, 2007). O calor produzido durante a foto polimerização dos adesivos gera movimento convectivo da água retida, fazendo com que seja redistribuída dentro da camada adesiva em canais de água, exibindo uma geometria fractal (ramificações de água)(Tay *et al.*, 2005). Embora os adesivos SE sejam concebidos para serem infiltrados nas zonas que desmineralizam, áreas ricas em água no interior das camadas híbridas não podem ser eliminadas e manifestam-se como zonas de nano infiltração quando analisadas. Devido à fina espessura destas camadas híbridas a razão área/volume de nano infiltração, em relação à camada híbrida, pode até exceder a das camadas híbridas formadas pelos adesivos ER. Em conjunto, a nano infiltração e as ramificações de água são responsáveis pelo aumento da permeabilidade nas interfaces resina-dentina formadas pelos adesivos SE (Chersoni *et al.*, 2004). Este aumento na permeabilidade adesiva é mais grave para adesivos SE-1 simplificados quando comparados com os homólogos de duas etapas, uma vez que estes incorporam um revestimento de resina relativamente hidrofóbico para cobrir a superfície de dentina com *primer* (King *et al.*, 2005).

Uma vez que os adesivos universais foram comercializados á relativamente pouco tempo (Wagner *et al.*, 2014, Kearns *et al.*, 2014, Luque-Martinez *et al.*, 2014, Muñoz *et al.*, 2013), pouca informação há disponível relativamente ao seu desempenho, para além daquela fornecida pelos fabricantes, especialmente para as versões mais

recentemente introduzidas na mercado. Acerca da adesão à dentina, não é cientificamente conhecido se equivalente desempenho de adesão pode ser esperado quando esses adesivos são usados em qualquer modo de aplicação, ou se esta última geração de adesivos superou algumas das barreiras críticas contemporâneas, acima mencionadas, associadas às ligações à dentina (Chen *et al.*, 2015).

A brochura dos SAU, conforme as indicações dos fabricantes possibilitou resumir as áreas de aplicação e as instruções de uso de cada dispositivo na Tabela 4.

Tabela 4 – Adesivos Universais (nome comercial e fabricante), áreas e técnicas de aplicação e instruções de uso (conforme indicações dos fabricantes e (Chen *et al.*, 2015)).

NOME COMERCIAL (FABRICANTE)	ÁREAS DE APLICAÇÃO	INSTRUÇÕES DE USO
AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações diretas de compómeros/compósitos; - Reconstruções de núcleos diretos com compósitos; - Reparação intraoral de restaurações; - Cimentação adesiva de restaurações indiretas com cimentos resinosos; - Selamento de superfícies dentárias preparadas antes da cimentação definitiva; - Dessensibilização de áreas cervicais hipersensíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> 1 – Isolamento do campo; 2 – Proteção da polpa ou forramento cavitário; 3 – Condicionamento com ácido fosfórico (opcional) nas técnicas ER e SE; 4 – Aplicar o adesivo: começar pelo esmalte, esfregando o adesivo na superfície por 20 seg; 5 – Espalhar o adesivo na superfície com ar comprimido até obter uma camada fina, estável e brilhante; 6 - Fotopolimerizar o adesivo durante 10 seg com a intensidade de luz $\geq 500\text{mW/cm}^2$
All Bond Universal® (Bisco Inc.)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações diretas / indiretas; - Dessensibilizante dentinário; - Reparação intraoral de restaurações fraturadas; - Verniz protetor para restaurações á base de Ionómero de Vidro; - Condicionamento ácido para tratamento Ortodôntico; - Condicionamento ácido para colocação de espigões. 	<p style="text-align: center;"><u>Técnica SE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 1 – Preparar a cavidade; 2 – Lavar abundantemente com água; 3 – Usar um pellet absorvente ou spray de ar durante 1/2seg para remover a água em excesso (não desidratar). <p style="text-align: center;"><u>Técnica ER</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 1 – Preparar a cavidade; 2 - Lavar abundantemente com água; 3 – Condicionar o esmalte e dentina durante 15 seg com o ácido fosfórico 4 – Lavar abundantemente; 5 – Usar um pellet absorvente ou jacto de ar durante 1/2seg para remover a água em excesso (não desidratar); 6 – Colocar 1 a 2 gotas de adesivo num godé, aplicando duas camadas separadamente, esfregando a preparação durante 10/15 seg por camada (não fotopolimerizar entre camadas); 7 – Com a seringa do ar, evaporar o solvente em excesso, durante 10 seg; 8 – Fotopolimerizar 10 seg; 9 – Colocar o material de restauração.

Tabela 4 (continuação) – Adesivos Universais (nome comercial e fabricante), áreas e técnicas de aplicação e instruções de uso (conforme indicações dos fabricantes e (Chen *et al.*, 2015)).

NOME COMERCIAL (FABRICANTE)	ÁREAS DE APLICAÇÃO	INSTRUÇÕES DE USO
Clearfil™ Universal (Kuraray)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações diretas de compósitos; - Selamento de cavidades como pré-tratamento para restaurações indiretas; - Tratamento de superfícies radiculares expostas; - Tratamento de dentes hipersensíveis; - Reparação intraoral de restaurações fraturadas; - Cimentação de cotos e reconstrução de núcleos; - Cimentação de inlays, onlays, coroas, pontes e facetas. 	<p style="text-align: center;"><u>Técnica SE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Preparar da cavidade; 2 – Lavar abundantemente com água; 3 – Aplicar o adesivo, numa camada fina, durante 10 seg; 4 - Com a seringa do ar, evaporar o solvente em excesso, durante 5seg; 5 - Fotopolimerizar 10 seg; 6 - Colocar o material de restauração. <p style="text-align: center;"><u>Técnica ER</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1 – Preparar a cavidade; 2 - Lavar abundantemente com água; 3 – Condicionamento com ácido fosfórico no esmalte ou no esmalte/dentina, durante 10seg; 4 – Lavar abundantemente com água; 5 – Aplicar o adesivo, numa camada fina, durante 10 seg; 6 - Com a seringa do ar, evaporar o solvente em excesso, durante 5seg; 7 - Fotopolimerizar 10 seg; 8 - Colocar o material de restauração.
Futurabond® U (Voco)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações diretas / indiretas; - Restauração e reconstrução de cotos; - Reparação intraoral de restaurações, facetas e cerâmica pura; - Tratamento de colos dentinários hipersensíveis; - Verniz protetor para restaurações com Ionómero de Vidro; - Selamento de cavidades para restaurações a amálgama ou cimentações temporárias; - Cimentação de espigões com compósitos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Preparar a cavidade; 2 – Lavar com água; 3 – Remover o excesso de água com um leve jato de ar (sem secar demasiado a dentina); 4 - Condicionamento ácido da estrutura (opcional); 5 – Ativar o adesivo (ver as devidas instruções de manuseamento/abertura); 6 - Aplicar o adesivo uniformemente, friccionando durante 20 seg; 7 – Aplicar jato de ar para remover o solvente, durante 5 seg; 8 – Fotopolimerizar durante 10 seg com a intensidade da luz de >500mW/cm². 9 - Continuar com a restauração da cavidade.

Tabela 4 (continuação) – Adesivos Universais (nome comercial e fabricante), áreas e técnicas de aplicação e instruções de uso (conforme indicações dos fabricantes e (Chen *et al.*, 2015)).

NOME COMERCIAL (FABRICANTE)	ÁREAS DE APLICAÇÃO	INSTRUÇÕES DE USO
Scotchbond™ Universal (3M Espe)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações de todas as classes; - Cimentação de restaurações indiretas e facetas; - Bonding de núcleos coronários em compósito; - Bonding de cimentos de dupla polimerização; - Reparação de restaurações a compósito/compómero; - Reparação intraoral de restaurações a compósito, cerâmica e metal e cerâmica pura; - Dessensibilização do colo do dente; - Selamento de cavidades antes de restaurações a amálgama; - Selamento de cavidades e cotos, antes da fixação provisória de restaurações indiretas; - Bonding de materiais de selamento de fissuras; - Verniz de proteção para restaurações a Ionómero de Vidro. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 – Preparar a cavidade; 2 – Lavar abundantemente com água; 3 – Aplicar o adesivo com o aplicador descartável, em toda a superfície da cavidade, espalhando durante 20 seg; 4 – Aplicar um sopro de ar leve sobre o adesivo durante 5 seg; 5 – Fotopolimerizar o adesivo durante 10 seg; 6 – Continuar com a restauração da cavidade.
One Coat 7 Universal (Colténe)	<ul style="list-style-type: none"> - Fixação adesiva de compósitos/compómeros no esmalte e dentina; - Ligação adesiva de restaurações de cerâmica/compósitos no esmalte e dentina; - Cerâmica, compósito, metal e amálgama; - Selamento da dentina. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Preparar a cavidade; 2 – Condicionamento com ácido fosfórico; 3 - Aplicar o adesivo em frasco ou mono-dose (ver as devidas instruções de manuseamento/abertura); 4 - Esfregar o adesivo na cavidade com uma escova descartável durante 20 seg; 5 - Secar suavemente com ar comprimido durante 5 seg; 6 - Fotopolimerizar durante 10 seg com a intensidade da luz de $>800\text{mW}/\text{cm}^2$.
Xeno® Select (Dentsply© De Trey)	<ul style="list-style-type: none"> - Restaurações diretas de cavidades de todas as classes com compósitos fotopolimerizáveis. 	<ol style="list-style-type: none"> 1 - Preparar a cavidade; 2 - Proteger a polpa (se necessário); 3 - Condicionamento seletivo do esmalte ou condicionamento e enxaguamento do dente / pré-tratamento da dentina (ler as instruções de uso do condicionamento respectivo); 4 – Aplicar o adesivo com a ponta do aplicador, em quantidade suficiente para todas as superfícies da cavidade e agitar cuidadosamente o adesivo durante 20 seg; 5 – Deixar o solvente evaporar completamente, com a ajuda do jacto de ar comprimido, durante 5 seg; 6 – Deixar o adesivo atuar durante 10 seg; 7 – Colocar imediatamente o material de restauração.

5.1 – Características dos SAU - Composição química

A formulação química de sistemas adesivos inclui monómeros bifuncionais geralmente hidrófilos e hidrófobos, monómeros de ácido contendo radicais derivados de ácido carboxílico ou fosfórico, ou ainda derivados de ácidos orgânicos ou minerais como aditivos. Em adição aos componentes monoméricos, solventes (água, álcool ou acetona), aminas aromáticas, e partículas de preenchimento foto iniciadoras estão presentes nas formulações. Nos SAU outros componentes podem ser adicionados para fornecer indicações e aplicações mais amplas, como o silano e a clorexidina. Estes componentes adicionais podem alterar o comportamento biológico do complexo dentina-polpa se não forem incorporadas na rede de polímero, e podem ser libertados pós-polimerização e difundidos através dos túbulos dentinários (Elias *et al.*, 2015).

A composição básica dos *primers* SE e adesivos SE é uma solução aquosa de monómeros acídicos funcionais, com um pH relativamente mais elevado do que o do ácido fosfórico. O papel da água é a de proporcionar a forma para a ionização ácida destes monómeros de resina. Sistemas adesivos autocondicionantes também contêm monómeros de HEMA, porque a maior parte dos monómeros acídicos são de baixa solubilidade em água, e para aumentar a capacidade de humedecimento da superfície de dentina. Monómeros bi ou multifuncionais são adicionados para proporcionar uma resistência à ligação cruzada formada a partir de matriz monomérica (Giannini *et al.*, 2015).

A fim de desenvolver um adesivo verdadeiramente universal e muito específico, são necessários monómeros funcionais e de ligação cruzada. Eles devem ser capazes de reagir com uma série de diferentes substratos, serem capazes de polimerizar com restaurações à base de resina e cimentos quimicamente compatíveis e terem algum caráter hidrófilico, a fim de se adequarem à “dentina húmida” que tem um conteúdo significativo de água. No entanto, e simultaneamente, serem tão hidrofóbicos quanto possível, para que uma vez polimerizados, possam desencadear hidrólise e não permitir absorção de água ao longo do tempo. A espessura do adesivo polimerizado deve também ser suficientemente fino para não interferir com a adaptação das restaurações indiretas. Além disso, os adesivos universais idealmente devem ser

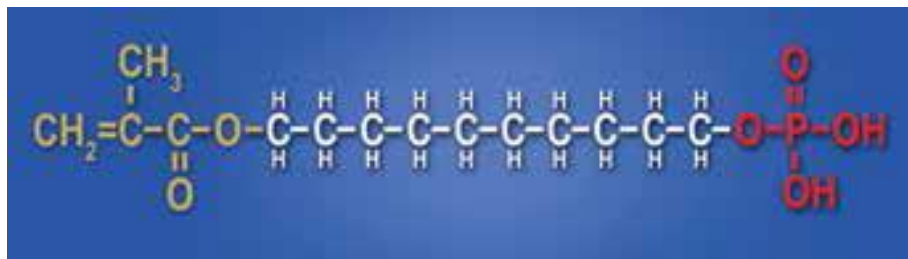
suficientemente ácidos para serem eficazes no modo de autocondicionamento mas não tão ácidos que degradem os iniciadores necessários para a auto-polimerização e dupla-polimerização de cimentos de resina. Os adesivos universais devem também conter água, como é exigido para a dissociação dos monómeros funcionais acídicos inerente a todos estes sistemas, o que possibilita o seu uso pela estratégia técnica SE. Um de muitos dilemas enfrentados pelos químicos no desenvolvimento de adesivos universais é que embora seja necessária na composição a água, esta quando em excesso pode degradar a formulação química dos sistemas, contribuindo para a fase de separação de monómeros, diminuindo o período de vida útil do sistema adesivo, e para a dificuldade na completa evaporação do solvente, durante o passo de aplicação do jacto de ar. A água residual após secagem ao ar, pode resultar em polimerização inadequada do adesivo. A adição de etanol ou acetona como solventes, nas formulações adesivas universais intensifica o molhamento e a infiltração da resina nos tecidos dentários e também ajuda na remoção de água e sua evaporação durante o passo de aplicação de jacto de ar (Alex, 2015).

Tabela 5 – Características dos sistemas adesivos universais quanto a Nome Comercial, Fabricante, Molécula Principal e Composição química (conforme indicações dos fabricantes e (Chen *et al.*, 2015, Rosa *et al.*, 2015)).

NOME COMERCIAL	MOLÉCULA PRINCIPAL	COMPOSIÇÃO
AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent)	10-MDP	Resinas de dimetacrilato, HEMA, BISGMA, etanol, água, MCAP, agentes de enchimento, iniciadores.
All-Bond Universal® (Bisco Inc.)	10-MDP	Resinas de dimetacrilato, HEMA, Bisfenol A glicedil-metacrilato, etanol, água, iniciadores.
Clearfil™ Universal (Kuraray)	10-MDP	Resinas de dimetacrilato, HEMA, etanol, água, silano, aceleradores, sílica, agentes de enchimento, iniciadores.
Futurabond® U (Voco)	10-MDP (Modificado)	Resinas de dimetacrilato, HEMA, etanol, água, éster do ácido carboxílico, iniciadores.
Scotchbond™ Universal (3M Espe)	10-MDP	Líquido 1 - BISGMA, HDDMA, HPMA, adesivo de monómero ácido, UDMA, ácido pirogénico de sílica, catalisador. Líquido 2 – etanol, iniciadores, catalisador.
One Coat 7 Universal (Coltène)	10-MDP	UDMA, HPMA, etanol, água.
Xeno® Select (Dentsply©)	10-MDP	Acrilato Bifuncional, acrilato ácido, ésteres do ácido fosfórico, água, butanol terciário, agentes iniciadores, estabilizante.
HEMA - 2-hidroxietil Metacrilato; BISGMA – Bisfenol-A-diglicidil metacrilato; MCAP - éster metacrilato de ácido fosfórico; HDDMA - 1,6-hidroxietil metacrilato; HPMA - 2-hidroxipropil metacrilato; UDMA - uretano dimetacrilato ou 1,6-(dimetacriloiloxietilcarbomoil)-3,30,5-trimetilheexano; 10-MDP - Metacriloiloxietil dihidrogeno fosfato.		

Os adesivos universais enumerados na Tabela 5 utilizam ésteres de fosfato (MDP) como monómero ácido funcional. Os ésteres de fosfato formam a base principal de praticamente todos os sistemas adesivos universais atuais e contribuem com inúmeros atributos positivos, inclusive o potencial para ligar quimicamente aos metais, zircônia, e tecidos dentários, através da formação de sais de cálcio (Ca⁺⁺) não solúveis. Além disso, a sua natureza ácida (pois são ésteres do ácido fosfórico) dá-lhes o potencial para preparar e desmineralizar os tecidos dentários, o que os torna bons candidatos para uso em adesivos que necessitam das opções auto-condicionamento (SE) e condicionamento total (ER). Em 1980, os químicos iniciais na Kuraray (Osaka, Japão) sintetizaram o monómero funcional adesivo 10-MDP (metacriloiloxidecil-dihidrogeno fosfato) (Figura 3) (Alex, 2015).

Figura 3 - O monómero 10-MDP usado em muitos sistemas adesivos universais. Consiste num grupo fosfato versátil, grupo hidrófilico (vermelho) numa extremidade, capaz de se ligar quimicamente ao cálcio e hidroxiapatite dos tecidos dentários e um grupo metacrilato (dourado) na outra extremidade capaz de polimerizar e estabelecer a ligação a materiais restauradores e cimentos; A cadeia interna representa o grupo hidrofóbico (Alex, 2015).



O monómero 10-MDP apresenta muitos atributos positivos que o tornam mais prático para ser usado num adesivo universal. É um monómero funcional versátil, com um grupo hidrofóbico em metacrilato numa extremidade (capaz de fazer ligação química com bases em metacrilato e cimentos) e um grupo polar de fosfato hidrófilico noutra extremidade (capaz de fazer ligação química aos substratos dentários, cálcio e hidroxiapatite, metais e zircônia). Com um coeficiente de partição de 4,1 (o coeficiente de partição é essencialmente uma medida de quanto hidrófilico ou hidrofóbico é uma substância química), o monómero 10-MDP é o mais hidrofóbico de todos os monómeros funcionais tipicamente utilizados em adesivos dentários. Isso pode ser importante, em termos de durabilidade da camada adesiva, uma vez que a

absorção de água e a degradação hidrolítica da interface do adesivo podem decorrer ao longo do tempo e têm sido implicados como uma das causas primárias do fracasso de adesão. A natureza hidrofóbica do monómero 10-MDP também torna relativamente estável a solução, o que é importante em termos de período de vida útil. Além disso, o monómero 10-MDP é um dos poucos monómeros utilizados nos adesivos dentários que tem mostrado que, na verdade, liga-se quimicamente aos tecidos dentários através de ligações iônicas de cálcio encontrado nos cristais de hidroxiapatite. Sais estáveis de cálcio são formados durante esta reação e depositados em nano-camadas de diferentes graus e qualidades de acordo com o sistema adesivo. Este tipo de interação molecular e auto-organização, juntamente com a natureza relativamente hidrófoba do monómero polimerizado (10-MDP), ajuda a explicar porque este monómero parece ser tão eficaz na criação das interfaces adesivas que resistentes à biodegradação ao longo do tempo (Alex, 2015, Tian *et al.*, 2015).

Um enorme conhecimento e experiência são necessárias para misturar monómeros acídicos resinosos funcionais, ligar os monómeros de resina, resina monofuncional e monómeros co-solventes, componentes específicos do substrato, solventes, componentes catalíticos e, se necessário, carga inorgânica modificada à base de nano partículas, para criar um cocktail adesivo miscível e estável que cria ligações fortes com uma variedade de substratos dentários e materiais para restaurações dentárias, sendo bio compatível com o complexo pulpo-dentinário, e sendo prático para ser aplicado dentro de um período de tempo clinicamente realista. A este respeito, os adesivos universais são soluções altamente sofisticadas que englobam praticamente todos os elementos usados em gerações anteriores de adesivos dentários (Chen *et al.*, 2015).

5.2 – Valor de pH e agressividade acídica

Os adesivos podem ser diferentes conforme o valor de pH da sua formulação de acordo com os monómeros utilizados, sendo que a cada valor corresponde uma profundidade de interação distinta com os tecidos dentários (Tabela 6), e resultados finais na formação e qualidade da camada híbrida. Assim, podem ter um valor de pH de (Van Meerbeek *et al.*, 2011):

- Baixo (agressividade muito forte) – Adesivos com $\text{pH} \leq 1$ sendo a sua interação de alguns micrómetros;
- Medio (agressividade forte) – Adesivos com pH entre 1 e 2 proporcionando uma profundidade de interação de 1 a 2 μm ;
- Alto (agressividade suave) – Adesivos com $\text{pH} \approx 2$ com interação de aproximadamente 1 μm ;
- Muito alto (agressividade muito suave / extra-leve) – Adesivos com $\text{pH} > 2,5$ penetrando apenas alguns nanómetros podendo dar origem ao termo “nano-interação” (Koshiro *et al.*, 2006).

Quanto mais agressivo o sistema adesivo, maior a tendência para uma profundidade de ocorrência de desmineralização do substrato dentário, assemelhando-se ao tratamento de condicionamento dos substratos com o ácido fosfórico. No esmalte, adesivos SE "fortes" mostram um bom desempenho de ligação, enquanto que a eficácia de adesão de um adesivo SE "suave" não é tão eficiente e pode ser melhorada pelo prévio condicionamento com ácido fosfórico (Giannini *et al.*, 2015).

O pH dos adesivos universais varia desde valores inferiores a 2, mas na generalidade entre 2.2 e 3.2, dependendo do produto (Tabela 6). Adesivos universais são geralmente considerados com pH "suave" quando o valor de $\text{pH} > 2$ ou pH "extra-leve" quando este valor é de $\text{pH} > 2,5$. Adesivos nesta gama de pH podem ser muito eficazes em termos de proporcionarem melhor união à dentina. A preocupação reside no facto de não serem tão eficazes quando se trata de ligação ao esmalte (especialmente em cortes de esmalte). Na verdade, uma técnica clínica comum na utilização deste produto é, primeiro, realizar o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico (técnica *selective-etch*). Também existe uma correlação direta entre o valor de pH e o grau de compatibilidade de adesivos universais com “self- e dual-cure” (autopolimerização e dupla polimerização) de cimentos de resina e compósitos. Generalizando, quanto mais ácido for o adesivo menos compatível é com o modo de

“self-cure” da resina. Este facto ocorre principalmente devido à desativação do ácido pelas aminas terciárias aromáticas, que desempenham um papel crucial na ligação química de mecanismos da maior parte destes materiais. Para superar este problema, vários adesivos universais, quando usados com cimentos de resina auto polimerizáveis (*Self-cure*) ou de dupla polimerização (*Dual cure*), requerem a adição de um "ativador" (tipicamente sais de arilsulfonato) separado (Alex, 2015).

Tabela 6 – Sistemas adesivos Universais ou MM: Nome Comercial, Fabricante, Valor de pH, Agressividade acídica (Conforme Instruções de Fabricante e fichas de segurança e (Rosa *et al.*, 2015, Alex, 2015)).

NOME COMERCIAL	Valor pH	Agressividade acídica
AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent)	2,5	Suave
All-Bond Universal® (Bisco Inc.)	3,2	Muito suave / extra-leve
Clearfil™ Universal (Kuraray)	2,3	Suave
Futurabond U (Voco)	2,3	Suave
Scotchbond™ Universal (3M Espe)	2,7	Muito suave / extra-leve
One Coat 7 Universal (Coltène)	Não identificado	Não identificado
Xeno® Select (Dentsply© DeTrey)	<2	Suave

5.3 – Indicações de Segurança dos sistemas adesivos

Um dispositivo médico com as características exigidas pela marcação CE deve ser apropriado à sua finalidade. Isso cria exigências quanto às especificações técnicas do dispositivo, aos materiais usados e ao seu fabrico. A finalidade do dispositivo, se não for evidente, deve ser especificada pela rotulagem, bem como devem constar todas as informações necessárias para garantir que este seja utilizado de acordo com o fim a que se destina. O dispositivo médico deve ser seguro, o que pressupõe que não deve apresentar riscos para a saúde do doente, utilizadores ou outros, e os riscos que possam ser associados ao seu uso devem ser aceitáveis quando comparados com os benefícios que trazem ao doente. O dispositivo deve alcançar as características e o desempenho indicados pelo fabricante. As características e o desempenho não devem, portanto, sofrer alterações ao longo do seu ciclo de vida ao ponto de comprometer a segurança do doente, ou causar incidentes adversos (INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, 2015).

Assim, e com base na análise da rotulagem e fichas de segurança de cada sistema adesivo universal abordado neste trabalho, reuniram-se as indicações de segurança na tabela 7.

Tabela 7 – Sistemas Adesivos universais – contraindicações, efeitos secundários e medidas de emergência (conforme indicações dos fabricantes).

NOME COMERCIAL (FABRICANTE)	CONTRA INDICAÇÕES	EFEITOS SECUNDÁRIOS E COLATERAIS	ADVERTÊNCIAS E MEDIDAS DE EMERGÊNCIA
AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent)	- Não usar em pacientes alérgicos a algum dos componentes ou se a técnica de trabalho escolhida não puder ser empregada; - Situações em que a iluminação não seja suficiente; - Capeamentos diretos da polpa.	- Em casos raros, os componentes podem levar a sensibilização.	- Evitar contacto com a pele, mucosas e olhos; - Em caso de contacto com a pele, lavar abundantemente com água e sabão; - Em caso de contacto com os olhos, lavar abundantemente com água e consultar um medico; - Luvas medicas não proporcionam proteção contra os efeitos.
All Bond Universal® (Bisco Inc.)	- Pacientes com antecedentes de reação alérgica grave as resinas de metacrilato.	- Pode causar reação alérgica na pele.	- Em caso de contacto com os olhos, lavar abundantemente com água e consultar um medico.
Clearfil™ Universal (Kuraray)	- Pacientes com historial de hipersensibilidade aos monómeros de metacrilato.	- A membrana da mucosa oral pode ficar esbranquiçada após o contacto com o produto devido á coagulação de proteínas.	- Após inalação, respirar ar fresco (em caso de inconsciência, colocar a pessoa em PLS e chamar 112); - Após contacto com a pele, lavar com água e sabão; - Após contacto com os olhos, enxaguar com água; - Após ingestão, não provocar o vomito e procurar um medico.
Futurabond® U (Voco)	- Não deve ser utilizado em caso de hipersensibilidade grave aos componentes.	- A membrana da mucosa oral pode ficar esbranquiçada após o contacto com o produto devido á coagulação de proteínas.	- Após contacto com os olhos, enxaguar com água.
Scotchbond™ Universal (3M Espe)	- Pacientes com antecedentes de reação alérgica grave a resinas de metacrilato.	- Podem causar reações alérgicas.	- Em caso de contacto com os olhos, lavar abundantemente com água e consultar um medico; - Se entrar em contacto com as mucosas, enxaguar com água.
One Coat 7 Universal (Coltène)	- Hipersensibilidade comprovada aos componentes; - Higiene oral inadequada; - Se for impossível de manter a zona de trabalho seca.	- Os componentes podem causar sensibilidade em pessoas com predisposição para a mesma.	- Se entrar em contacto com as mucosas, o enxaguamento com água é suficiente; - Se entrar em contacto com os olhos, enxaguar com água cuidadosamente.
Xeno® Select (Dentsply©)	- Em pacientes com história clinica de alergia a resinas de acrilatos, metacrilatos ou qualquer um dos componentes; - Aplicação direta sobre a polpa dentária; - Quando são usados matérias de presa dual ou química.	- Contacto com os olhos – irritação e possível danificação da córnea; - Contacto com a pele – reação alérgica (erupções cutâneas) - Contacto com mucosas – inflamação.	- Em caso de contacto com os olhos, lavar com água abundante; - Em caso de contacto com a pele, remover o produto com algodão e álcool e lavar com água e sabão; - Em caso de contacto com a mucosa, remover o material dos tecidos e lavar a mucosa com água abundante e evacuar a água.

6 - Toxicidade associada aos sistemas adesivos e SAU

Com base na análise da rotulagem, e fichas de segurança de cada adesivo universal abordado neste trabalho, as informações toxicológicas inerentes a cada sistema estão resumidas na Tabela 8.

Tabela 8 – Informação toxicológica encontrada no SDS - *safety data sheet* (ficha de segurança) de cada adesivo universal (conforme fabricante).

NOME COMERCIAL	INFORMAÇÃO TOXICOLOGICA
AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent)	- Toxicidade aguda; - Efeito de irritabilidade primário: <ul style="list-style-type: none"> • Sobre a pele – efeito corrosivo na pele e mucosas; • Sobre os olhos – forte efeito corrosivo; • Sensibilidade – não é conhecido um efeito estimulante. O produto apresenta os seguintes perigos com base no método de cálculo utilizado na Diretiva Comunitária de classificação de preparações, nos termos da última versão.
All-Bond Universal® (Bisco Inc.)	
Clearfil™ Universal (Kuraray)	
Futurabond U (Voco)	
One Coat 7 Universal (Coltène)	
Xeno® Select (Dentsply©)	
Scotchbond™ Universal (3M Espe)	

7 – Aplicação técnica dos SAU ou Multi-mode

Foram comparados todas as forças de adesão dos SAU, nas estratégias SE e ER; isto é, foi realizado um estudo que avaliou a resistência de ligação de um adesivo á dentina e esmalte, comparando quer para a dentina quer para o esmalte, os dois modos de aplicação (ER e SE); Os resultados indicaram que para além das diferentes técnicas de aplicação, as diferentes formulações entre os sistemas adesivos podem desempenhar um papel importante no seu desempenho (Tabela 9). Neste contexto, os adesivos SE e SAU têm uma composição menos ácida, reduzindo assim, o potencial de desmineralização do esmalte, e consequentemente, o seu potencial para criar porosidades micro-retentivas apropriadas. Para adesão á dentina, não foram observadas diferenças nas estratégias SE e ER dos adesivos universais suaves (Rosa *et al.*, 2015).

Tabela 9 – Aplicação técnica dos SAU – relação passo / função (Perdigao and Loguercio, 2014).

PASSO	FUNÇÃO
Condicionamento seletivo do esmalte.	Dados laboratoriais sugerem que os adesivos universais não selam muito bem a dentina condicionada. Ao usar um gel espesso impede o ácido de fluir sobre a superfície de dentina.
Lavar durante 10 segundos, sem que o ácido chegue á dentina.	O condicionamento da dentina remove o cálcio, o que pode dificultar qualquer potencial ligação química do fosfato.
Aplicar o SAU com o aplicador esfregando durante pelo menos 15 segundos no esmalte e na dentina.	A aplicação dinâmica melhora a resistência de união e diminui a nano infiltração <i>in vitro</i> . A aplicação ativa também aumenta a resistência de união esmalte.
Evaporação do solvente com uma suave corrente de ar durante pelo menos 15 segundos.	A maioria dos fabricantes recomendam 5 segundos de secagem ao ar. Pelo menos um fabricante recomenda 10 segundos. Os dados <i>in vitro</i> sugerem que a resistência e grau de conversão aumentam com o aumento do tempo de secagem dos solventes.
Opcional: Aplicar uma camada extra de resina hidrofóbica (HEMA-free) depois de fotopolimerizar o SAU.	Esta técnica aumenta a resistência adesiva à dentina, especialmente quando são utilizados SAU na técnica SE. O grau de conversão dentro da camada híbrida melhora e a nano infiltração diminui em ambas as estratégias (SE e ER). Este revestimento extra de resina também diminui a quantidade de monómeros hidrófilos e, consequentemente, o padrão na degradação <i>in vitro e in vivo</i> .
SAU – Sistema Adesivo Universal; HEMA - 2-hidroxietil Metacrilato; SE – Self-etch; ER – Etch & Rinse.	

7.1 – Comparativamente com os Sistemas Adesivos Etch & Rinse

A estratégia ER envolve a aplicação prévia de ácido fosfórico (valor pH de 0,8) (Gregoire *et al.*, 2003), que no esmalte, produz poros profundos no substrato rico em hidroxiapatite (HAp) e, na dentina, desmineraliza até uma profundidade de alguns micrómetros para expor a malha de colagénio sem HAp. Assim, adesivos ER estão disponíveis para uso em três passos (ER-3) (ataque ácido, iniciador e adesivo) ou dois passos (ER-2) (*primer* e adesivo juntam-se num único material). Para os SAU a formação da camada híbrida baseia-se na desmineralização da dentina superficial por ácidos inorgânicos, que expõe as fibrilas de colagénio que são, em seguida, infiltradas por monómeros hidrofílicos. Embora os adesivos ER ainda sejam considerados o *Gold standard* na adesão dentária e os mais antigos dos adesivos comercializados, a tendência atual é desenvolver materiais simplificados de “*self-etching*” (Rosa *et al.*, 2015).

7.2 – Comparativamente com os Sistemas Adesivos Self-Etch

Os adesivos SE podem envolver duas etapas (SE-2) ou uma única etapa (SE-1) de aplicação clínica, dependendo da forma como o iniciador ácido e a resina adesiva são fornecidos pelo fabricante. Assim, a manipulação foi simplificada através da redução do número de passos de um sistema One Step, com todos os componentes (*etching*, iniciador, e resina adesiva) incorporados num único material dentário. Eles são uma mistura de monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos, iniciadores de polimerização, solventes, estabilizadores, e partículas de carga inorgânica. Além disso, os adesivos SE contêm específicas moléculas de monómero com carboxilato ou grupos de ácido de fosfato que atuam simultaneamente como condicionador (que permitem desmineralização dos tecidos dentários superficialmente) e agentes iniciadores (monómeros de resina que se infiltram na dentina) sobre os substratos dentários. Assim, estes adesivos são fáceis de usar, pois têm um procedimento e aplicação mais rápida e são menos suscetíveis de diferenças na técnica do operador quando comparado com adesivos multi-passos ER (Rosa *et al.*, 2015).

Embora os resultados de alguns estudos *in vitro* tenham mostrado valores de resistência de adesão aceitáveis para esmalte usando o modo de SE de alguns adesivos universais, é necessário prudência porque não há uniformidade na literatura e alguns sistemas adesivos podem apresentar eficácia significativamente melhor (ou pior) do que outros quando se trata de ligação ao esmalte. No caso de ligação em restaurações totais, onde existe pouco ou nenhum esmalte restante, então o uso de adesivos universais com a técnica SE é viável, e se calhar, preferível (Alex, 2015).

A capacidade dos sistemas SE em desmineralizar é limitada e pode comprometer a adesão ao esmalte; este aspeto também foi encontrado na força de ligação ao esmalte em adesivos multi-mode (Rosa *et al.*, 2015).

8 - Evidência da literatura acerca dos SAU

Há pouca informação na literatura sobre o desempenho desta nova classe de adesivos universais (Muñoz *et al.*, 2013). A análise de eficácia dos SAU foi efectuada pela revisão

de literatura quanto a ensaios *in vitro* (Tabela 10) e a avaliação de desempenho de SAU, pelos resultados dos ensaios *in vivo* (Tabela 11) publicados.

8.1- Avaliação de eficácia SAU - Ensaios *in vitro*

Muñoz e colaboradores, realizaram um estudo para comparar a resistência à tenção adesiva (MTB- *microtensil Bond strenght*), nano infiltração, grau de conversão da resina de três adesivos universais aplicados na dentina de acordo com as estratégias SE e ER. As seguintes hipóteses foram testadas neste estudo: 1) adesivos universais aplicados à dentina de acordo as estratégias SE e ER, quando comparados com o seu respectivo grupo de controlo não afetam a resistência de adesão da resina na dentina; 2) os adesivos universais aplicados na dentina de acordo com as estratégias da SE e ER, em comparação com os respectivos grupos de controlo não afetam a imediata deposição de nitrato de prata e 3) os adesivos universais aplicados à dentina de acordo com as estratégias ER e SE quando comparados com os respectivos grupos de controle não afetam o grau de conversão dos adesivos (Muñoz *et al.*, 2013) (Tabela 10).

Marchesi e colaboradores, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a resistência de adesão à dentina, a nano infiltração interfacial e valores de metalo-protainases da matriz (MMP) de um SAU (usado tanto com a abordagem SE e ER). Os resultados foram comparados com um adesivo de 2 etapas, aplicado em conformidade com instruções do fabricante. As hipóteses nulas testadas foram que: 1) não há diferenças existentes na resistência de adesão imediata e nano infiltração interfacial entre os grupos testados; 2) o armazenamento não afeta a estabilidade das interfaces adesivas testadas após 6 meses ou 1 ano colocadas em envelhecimento artificial com saliva a 37/8°C; 3) a ativação de MMPs endógenas não está relacionada com o sistema adesivo ou estratégia usada (Marchesi *et al.*, 2014) (Tabela 10).

Wagner e colaboradores realizaram um estudo (Tabela 10) para comparar a resistência de adesão entre a resina e a dentina com três SAU comerciais, aplicados em dois modos diferentes (SE ou ER). Dois sistemas adesivos SE-1 foram considerados grupo controle. O efeito da termociclagem na resistência adesiva também foi avaliada. As hipóteses nulas foram que 1) o modo de aplicação dos SAU não afetou a resistência adesiva, nem o seu

padrão de penetração da resina na dentina; 2) e a resistência de adesão não foi afetada pelos ciclos térmicos (Wagner *et al.*, 2014).

Kearns e colaboradores procuraram usar um protocolo semelhante para avaliar o desempenho de 3 SAU usando as estratégias SE e ER conforme a respectiva formulação de resinas compostas dos fabricantes (Tabela 10). Um adesivo SE convencional foi usado como grupo de controlo para este estudo. A hipótese proposta foi aquando a combinação de compósitos e ligação dos SAU (SE e ER), seriam registados impactos significativos sobre as medições da deformação das cúspides e os valores de microinfiltração cervical associados a dentes restaurados com compósitos (Kearns *et al.*, 2014).

Já Luque-Martinez e colaboradores realizaram um estudo (Tabela 10) com 3 SAU para comparar a resistência adesiva à microtração na dentina e a nano infiltração tendo em conta que os SAU contêm água e, pelo menos, um solvente orgânico (álcool ou acetona), considerando o aumento do tempo de evaporação do solvente. As hipóteses nulas testadas quanto à extensão do tempo de evaporação de solvente foram: 1) os pontos da força de ligação e 2) a capacidade de vedação das interfaces formadas entre resina-dentina e SAU (Luque-Martinez *et al.*, 2014).

Marcelo Mattar e Mário Musalem realizaram um estudo *in vitro* (Tabela 10) para efeitos duma análise descritiva ao microscópio electrónico de varredura da interface dente-restauração obtido em restaurações de resina composta realizadas com um SAU (Universal® Single Bond (3M / ESPE®, Alemanha)) aplicado sem condicionamento ácido prévio (Mattara and Musalemb, 2014).

Loguercio e colaboradores compararam a resistência da união resina-esmalte ao microcissalhamento, o padrão de condicionamento do esmalte, e o grau de conversão de sete SAU (Tabela 10) quando aplicados nas técnicas ER; SE passiva (aplicação do adesivo sem agitação do produto, isto é, aplicação sem que o produto sofra alterações) e SE ativa (aplicação do adesivo após agitação do produto) (Loguercio *et al.*, 2015).

Muñoz e colaboradores também realizaram um estudo (Tabela 10) com o objetivo de

avaliar a resistência de microtração adesiva à dentina e a nano infiltração dos SAU, no imediato e após seis meses, utilizando as abordagens ER e SE. As seguintes hipóteses nulas foram testadas: 1) a resistência adesiva da resina-dentina no imediato e a seis meses de SAU não é influenciada pela estratégia adesiva selecionada (ER ou SE) e 2) a nano infiltração imediata e a seis meses de SAU não é influenciada pela estratégia adesiva selecionada (Munoz *et al.*, 2014a).

Tabela 10 – Análise da metodologia dos ensaios *in vitro* sobre os SAU – artigo/autor, objectivo de estudo, tempo, matéria e métodos, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados e conclusões.

Artigo (Autor, Ano)	Objectivo do estudo <i>in vitro</i>	Materiais e Métodos / Tempo de estudo	Adesivos estudados (Estratégia Adesiva)	Resultados Qualitativos	Conclusões
(Muñoz <i>et al.</i> , 2013)	Avaliar a resistência adesiva nano infiltração, grau de conversão da resina dentro da camada híbrida para as estratégias SE e ER de adesivos SAU.	- 40 terceiros molares livres de cárie, divididos em 8 grupos quanto à resistência adesiva (n = 5). Após as restaurações, os espécimes foram armazenados em água (37/8°C / 24 h) e, em seguida, foram preparadas amostras de resina-dentina (0,8 mm ²).	- Clearfil™ (CSE) Bond e Adper™ Single Bond (SB) – grupo controle; - Peak Universal Adhesive System, (PkSE) e (PkER); - Scotchbond™ Universal Adhesive, (SCSE) e (SCER); - All Bond Universal®, (AISE) e (AIER).	Para a resistência adesiva, apenas PkSE e PkER foram semelhantes aos respectivos grupos de controlo (P > 0,05). AISE mostrou o menor valor de resistência adesiva, significativo (p < 0,05). A avaliação da nano-infiltração indicou que, SCER, SCSE, AISE, e ALER apresentaram menor nano infiltração semelhante ao grupo controle (p < 0,05). Para o grau de conversão, apenas a SCSE apresentou menor grau do que os outros adesivos (p < 0,05).	O desempenho de SAU mostrou-se dependente da estratégia adesiva SE e ER. Os resultados indicam que esta nova categoria de adesivos universais usados na dentina em ambas as estratégias (SE ou ER) foram inferiores no que respeita, pelo menos, numa das propriedades avaliadas (resistência adesiva, nano-infiltração e grau de conversão da resina), em comparação com os adesivos de controlo.
(Marchesi <i>et al.</i> , 2014)	Investigar a estabilidade adesiva ao longo do tempo de um SAU usando diferentes técnicas de adesão á dentina.	- 15 molares cortados para expor dentina (meio/fundo) e atribuídos a um dos sistemas adesivos. As amostras foram processadas para teste de resistência adesiva de acordo com a técnica de corte. - 24 horas; 6 meses; 1 ano.	- Scotchbond™ Universal (SE); - Scotchbond™ Universal (ER) sobre a dentina molhada; - Scotchbond™ Universal (ER) em dentina seca; - Prime & Bond® NT (ER) em dentina húmida – grupo controle.	Não realçou falha após 24h, 6 meses ou 1 ano. Amostras adicionais foram processadas e analisadas para analisar nano-infiltração da interface e expressão de MMps. No início do estudo, não foram encontradas diferenças entre os grupos. Após 1 ano de armazenamento, Scotchbond™ Universal (SE) e Prime & Bond® NT mostraram valores de resistência adesiva mais elevados em comparação com os outros grupos. A menor expressão nano infiltração foi encontrado para Scotchbond™ Universal (SE), tanto no início do estudo e após o armazenamento. A ativação das MMPs foram encontradas após cada aplicação.	Os resultados deste estudo apoiam a utilização da estratégia SE para SAU na dentina testada devido a melhor estabilidade ao longo do tempo.

Tabela 10 (continuação) – Análise da metodologia dos ensaios *in vitro* sobre os SAU – artigo/autor, objectivo de estudo, tempo, matéria e métodos, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados e conclusões.

Artigo (Autor, Ano)	Objectivo do estudo <i>in vitro</i>	Materiais e Métodos / Tempo de estudo	Adesivos estudados (Estratégia Adesiva)	Resultados Qualitativos	Conclusões
(Wagner <i>et al.</i> , 2014)	Comparar a resistência adesiva e penetração da resina na dentina de três adesivos universais aplicados nas estratégias SE e ER. O efeito dos ciclos térmicos na resistência adesiva também foi avaliado.	- Terceiros molares foram removidos e as superfícies expostas foram tratadas (oclusal). - 24 h; 5000 ciclos. As amostras foram armazenadas por 24 h em água destilada a 37/8°C ou termocicladas para 5000 ciclos.	- Futurabond Universal (ER/SE); - Scotchbond™ Universal (ER/SE); - All-Bond Universal® (ER/SE); - Futurabond DC e Futurabond M em dentes adicionais – <u>grupo controle.</u>	A adição do passo de ataque ácido não afetou significativamente a resistência adesiva de nenhum dos SAU, quando comparado com o seu modo de aplicação SE. Todas as amostras de <i>pré-etching</i> mostraram partículas resinosas consideravelmente mais longas e camadas híbridas mais espessas. A termociclagem não teve efeito significativo sobre a resistência adesiva dos SAU.	A aplicação do passo de ataque ácido antes do SAU melhora a sua penetração na dentina, mas não afeta a sua resistência de adesão à dentina após 24 h ou após a termociclagem para 5000 ciclos. Significado clínico: foram observados valores de resistência de adesão semelhante para SAU, independentemente do modo de aplicação, o que os tornam confiáveis para trabalhar em diferentes condições clínicas.
(Kearns <i>et al.</i> , 2014)	Avaliar o desempenho de 3 SAU (protocolos SE e ER) com deflexão cuspídic e microinfiltração cervical.	- 56 pré-molares superiores com cavidades MOD foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos. Restauração com compósito realizada com SAU, e após restauração os dentes foram submetido a 500 ciclos térmicos, imersos em solução de fucsina básica a 0,2% durante 24 h, seccionados e examinados a nível de infiltração cervical.	- Scotchbond™ Universal (SE/ER); - Prime & Bond® Elect (SE/ER); - Futurabond U (SE/ER); - Adper™ Prompt L-Pop (SE) – <u>grupo controle.</u>	Comparando o protocolo de adesão (SE ou ER), uma diminuição na deformação total da cúspide e um concomitante aumento da microinfiltração marginal cervical foram evidentes quando se usa ER comparado com SE para dois dos três SAU. Adesivos SE com pH médio supera os adesivos com pH ultraleve.	O conceito de “descalcificação-adesão” sugere uma tendência para o uso de adesivos SE 'suaves'. Diferenças no desempenho do adesivo usando os protocolos SE ou ER surgem por efeito do valor de pH das soluções dos adesivos SE. Adesivos SE suaves (pH ~ 2,0) mostram melhor desempenho adesivo que os extra-suaves (pH > 2,5) ou aquelas soluções SE fortes (pH < 1,5) .

Tabela 10 (continuação) – Análise da metodologia dos ensaios *in vitro* sobre os SAU – artigo/autor, objectivo de estudo, tempo, matéria e métodos, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados e conclusões.

Artigo (Autor, Ano)	Objectivo do estudo <i>in vitro</i>	Materiais e Métodos / Tempo de estudo	Adesivos estudados (Estratégia Adesiva)	Resultados Qualitativos	Conclusões
(Luque-Martinez <i>et al.</i> , 2014)	Avaliar os pontos de resistência adesiva e nano infiltração de 3 SAU, aplicados relativamente aumento do tempo de evaporação de solventes.	- 140 terceiros molares divididos em 20 grupos para testar força de adesão, de acordo com três fatores: (1) Adesivo; (2) estratégia adesiva – SE ER; (3) tempo de evaporação de solvente - 5 s, 15 s e 25 s. Dois grupos adicionais foram preparados com ABU pois o respectivo fabricante recomenda um tempo de evaporação de solvente de 10 s. Após restaurações, as amostras foram armazenadas em água (37°C / 24 h).	- All-Bond Universal® (ABU); - Prime & Bond® Elect; - Scotchbond™ Universal (SBU)	O aumento do tempo de evaporação do solvente a partir de 5seg a 25seg resultou em reduções estatisticamente maiores para todos os adesivos, quando utilizados em modo ER. Quanto à nano-infiltração, o, ER resultou numa maior nano infiltração do que SE para cada um dos tempos de evaporação, independentemente do adesivo utilizado. Um tempo de evaporação de solvente de 25seg resultou na menor nano infiltração para SBU-ER.	A água residual e/ou solvente podem comprometer o desempenho dos SAU, e o desempenho pode ser melhorado com tempos prolongados de evaporação do solvente
(Mattara and Musalemb, 2014)	Estudo observacional, ao microscópio eletrónico, da interface adesiva dente-restauração conseguido através de um SAU, com condicionamento ácido antes da técnica adesiva.	- Nos dentes foram realizadas cavidades CI V nas faces vestibular e lingual. Na técnica de <i>Etching</i> , a face palatina foi condicionada com ácido fosfórico a 37% enquanto que na face lingual não. Os pedaços foram mantidos restaurados num forno a 37°C com 100% de humidade relativa durante 48h, simulando o ambiente oral. As amostras obtidas foram cortadas através do restauro e observadas por microscopia de varrimento de electrões para avaliar a interface adesiva em relação à presença de aberturas e formação de lacunas de resina. - 48 horas	- Single Bond Universal (SE/ER)	As imagens foram observadas com um aumento progressivo de 2,000 vezes, procurando diferenças micro-estruturais da penetração do adesivo, mas sem a formação de lacunas na interface adesiva.	Consegue-se uma interface sem quebras quando se utiliza as duas técnicas. No esmalte, existe menos penetração na estrutura cristalina do adesivo com a técnica SE. Enquanto que na dentina, com a mesma técnica, foi observado uma camada híbrida menos espessa e lacunas de resina mais curtas.

Tabela 10 (continuação) – Análise da metodologia dos ensaios *in vitro* sobre os SAU – artigo/autor, objectivo de estudo, tempo, matéria e métodos, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados e conclusões.

Artigo (Autor, Ano)	Objectivo do estudo <i>in vitro</i>	Materiais e Métodos / Tempo de estudo	Adesivos estudados (Estratégia Adesiva)	Resultados Qualitativos	Conclusões
(Loguericio <i>et al.</i> , 2015)	Avaliar o efeito da estratégia de adesão na micro-resistência ao cisalhamento em esmalte e grau de conversão da resina de sete SAU.	- 84 terceiros molares foram seccionados em quatro partes (V-L-M-D) e divididos em 21 grupos, de acordo com a combinação dos principais SAU e estratégias adesivas (ER, SE ativo, e SE passivo). As amostras foram armazenadas em água (37/8°C / 24 h) e testados a 1,0 mm / min (MSB). - 24 horas.	- AdheSe® Universal [ADU]; - All-Bond Universal® [ABU]; - Clearfil™ Universal [CFU]; - Futurabond U [FBU]; - GBond Plus [GBP]; - Prime & Bond® Elect (PBE) - Scotchbond™ Universal Adhesive [SBU]	Aplicação SE ativa aumentou micro-resistência ao cisalhamento e grau de conversão de resina para cinco dos sete adesivos universais, quando comparados com a aplicação passiva. Um padrão de condicionamento de esmalte mais profundo foi observado para todos os SAU na estratégia ER. Uma ligeira melhoria da capacidade de <i>etching</i> foi observada na aplicação de SE ativo comparada com a de aplicação SE passiva. Réplicas de GBP e PBE aplicadas em modo SE ativa exibiu características morfológicas compatíveis com gotas de água. O grau de conversão de GBP e PBE não foram afetados pela estratégia usada.	O desempenho dos SAU quando aplicado ativamente no modo SE, o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico não pode ser crucial para melhorar a adesão.
(Munoz <i>et al.</i> , 2014a)	Avaliar a resistência de adesão da resina-dentina e nano-infiltração de SAU que contêm ou não MDP e são utilizados nas estratégias ER e SE.	- 40 terceiros molares foram divididos em 8 grupos para MTBS para 5 SAU. Depois de restaurados com resina composta, as amostras foram seccionadas longitudinalmente para se obter lâminas de resina-dentina (0,8 mm ²). As MTBS das amostras foram testadas imediatamente (IM) ou após 6 meses de armazenamento da água (6M) a 0,5 mm / min. Algumas amostras de cada período de armazenamento foram imersas em nitrato de prata, e a NL foi avaliada com microscopia eletrônica de varredura. - 6 meses.	- Peak Universal, SE (PkSe) e ER (pker); - Scotchbond™ Universal Adhesive, SE (SCSE) e ER (SCER); - All Bond Universal®, SE (Alse) e ER (ALER); - Clearfil™ SE Bond (CSE) e Adper™ Single Bond 2 (SB) – grupo controle.	No período IM, PkSE e PkER mostraram resistência adesiva semelhante aos adesivos de controlo mas aumentaram o padrão de nano infiltração e baixaram resistência adesiva após 6M. SCSE e SCER apresentaram valores intermédios de resistência adesiva (RA) no período IM, mas manteve-se estável após 6 meses. AISE apresentou os menores valores de RA, mas a RA e a nano infiltração mantiveram-se estáveis após 6M. AIER apresentou maior RA teste imediato mas mostrou maior degradação após 6M.	SAU que contêm MDP mostram valores de resistência adesiva maiores e mais estáveis com reduzida nano infiltração nas interfaces após 6 meses de armazenamento em água.
MTB/MTBS – microtração da dentina; NL – nano infiltração; MC – micro-infiltração; GC – grau de conversão; SE – self-etch; ER – etch&rinse; MMP – metalo-protainases da matriz; SAU – sistema adesivo universal; MOD – mesial-oclusal-distal; RBC – compósito á base de resina; MPE – microcisalhamento do esmalte; MDP - metacriloxietil dihidrogenofosfato.					

Vários testes laboratoriais são usados para avaliar o desempenho dos adesivos, tais como testes de resistência de união e micro cisalhamento. Quando os componentes na área de adesão, tais como a composição do material, a resina de ligação, a camada híbrida e a dentina subjacente estão ligados e conectados com força suficiente para o outro, a resistência da adesão é determinada pela resistência mecânica dos componentes. A parte mais fraca deve ser fraturada durante o teste (Giannini *et al.*, 2015).

8.2- Avaliação do desempenho SAU - Ensaios Clínicos

Mena-Serrano e colaboradores realizaram um ensaio clínico (Tabela 11) com o objetivo de estudar a influência das diferentes estratégias de uso de um SAU (Scotchbond™ Universal[SU]), usado em lesões cervicais não cariosas (NCCLS) ao longo de 6 meses usando dois critérios de avaliação (FDI e USPHS). As hipóteses nulas testadas foram: 1) a ligação a NCCLS utilizando a estratégia de SE, associada ou não ao esmalte condicionado (condicionamento seletivo com ácido fosfórico), ou usando a estratégia ER aplicada sobre a dentina seca ou húmida, não obtinha um resultado semelhante no desempenho clínico ao longo de 6 meses; 2) os diferentes critérios de avaliação (FDI e USPHS), não iriam obter resultados diferentes para os mesmos dados (Mena-Serrano *et al.*, 2013).

Perdigão e colaboradores realizaram um ensaio clínico (Tabela 11) com o objetivo de estudar a influência de diferentes estratégias de aplicação de um SAU sobre o comportamento clínico (Scotchbond™ Universal, SU, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA), usado em NCCLS, ao longo de 18 meses, usando dois critérios de avaliação: Federação Dentária Internacional (FDI) ou Serviço de Saúde Pública dos EU retificado (USPHS). As hipóteses nulas testadas foram: 1) a adesão a NCCLS utilizando a estratégia de SE, associada ou não ao condicionamento ácido seletivo do esmalte ou usando a estratégia ER, aplicados sobre a dentina seca ou húmida, resultaria em retenção semelhante ao longo de 18 meses; 2) diferentes critérios de avaliação (FDI ou USPHS) não iriam resultar em diferentes resultados para os mesmos dados (Perdigão *et al.*, 2014).

Os resultados e conclusões dos dois ensaios *in vivo* encontram-se descritos na Tabela 11.

Tabela 11 – Análise da metodologia dos ensaios clínicos sobre os SAU – autor/ano, objectivo de estudo, tempo, amostragem e quantidades, adesivos estudados/estratégias adesivas, resultados quantitativos e qualitativos.

Artigo (Autor, Ano)	Objectivo do ensaio Clínico	Materiais e Métodos / Tempo de estudo / Adesivos estudados (Estratégia Adesiva)	Resultados Quantitativos	Resultados Qualitativos
(Mena-Serrano <i>et al.</i> , 2013)	Avaliar o desempenho clínico em lesões cervicais não cariosas, utilizando dois critérios de avaliação (FDI e USPHS).	<ul style="list-style-type: none"> - 39 pacientes; - 200 restaurações; - 6 meses; - Scotchbond™ Universal (ER + dentina húmida); - Scotchbond™ Universal (ER + dentina seca); - Scotchbond™ Universal (condicionamento seletivo); - Scotchbond™ Universal (SE). 	<ul style="list-style-type: none"> - Apenas quatro restaurações (SU-SE: 3 e SU-TEM: 1) foram perdidas após 6 meses ($p > 0,05$ para ambos critérios); - Descoloração marginal numa restauração no grupo SU-SE ($p > 0,05$ para ambos critérios); - Somente 2 restaurações foram classificadas como “bravo” para a adaptação marginal utilizando os critérios USPHS (um para SU-SE e um para SU-Set, $p > 0,05$). - No entanto, quando se utilizam os critérios de IDE, o percentual de pontuação “bravo” para a adaptação marginal em 6 meses foram de 32%, 36%, 42% e 46% para os grupos SU-TEM, SU-TED, SU-Set, e SU-SE, respectivamente ($p > 0,05$). 	<ul style="list-style-type: none"> - O comportamento clínico do SAU não depende da estratégia de adesão aos 6 meses; - Os critérios de avaliação de FDI são mais sensíveis do que os critérios USPHS.
(Perdigão <i>et al.</i> , 2014)	Avaliar o desempenho clínico em lesões cervicais não cariosas utilizando dois critérios de avaliação (FDI e USPHS).	<ul style="list-style-type: none"> - 39 pacientes; - 200 restaurações; - 18 meses; - Scotchbond™ Universal (ER + dentina húmida); - Scotchbond™ Universal (ER + dentina seca); - Scotchbond™ Universal (condicionamento seletivo); - Scotchbond™ Universal (SE). 	<ul style="list-style-type: none"> - Cinco restaurações (SE: 3; Set: 1; e MTC: 1) foram perdidas após 18 meses ($p = 0,05$ em ambos os critérios); - Coloração marginal ocorreu em quatro de 10% das restaurações avaliadas ($P = 0,05$), respectivamente, para USPHS e FDI; - Nove restaurações foram classificadas como “bravo” para a adaptação marginal utilizando os critérios USPHS e 38%, 40%, 36% e 44% para grupos MTC, ERD, Set, e SE, respectivamente, quando foram aplicados os critérios de FDI ($P = 0,05$). 	<ul style="list-style-type: none"> - Quando a pontuação semi-quantitativa é usada para adaptação marginal, SE resulta num número significativamente maior de restaurações, com mais de 30% do comprimento total da interface mostrando discrepância marginal (28%) em comparação com os outros grupos (8%, 6% e 8%, respectivamente, para ERM, ERD, e Set). Taxa de retenção de restaurações aos 18 meses não depende da estratégia adesiva Se, ou ER. A única diferença entre estratégia SE e ER, para o mesmo SAU, foi registada para o parâmetro da adaptação marginal da restauração, sendo os critérios da FDI mais sensíveis nesta avaliação que os critérios USPHS.

ER – Etch-and-Rinse; SE – self-etch; SAU – sistemas adesivos universais; FDI – Federação dentária Mundial; USPHS – Serviço de saúde pública dos EU retificado.

9 - Sistemas adesivos Universais - que vantagens e limitações?

Segundo Muñoz e colaboradores quando os adesivos universais são testados utilizando a estratégia SE ou ER sobre a dentina, os resultados são inferiores aos respectivos controlos no que diz respeito a pelo menos uma das propriedades testadas (resistência de adesão, nano infiltração e grau de conversão) (Muñoz *et al.*, 2013).

Pode assim concluir-se que a melhoria da eficácia da ligação no SAU testado em dentina é obtido quando o adesivo é aplicado com a abordagem SE. A abordagem ER testada (ambos em dentina húmida e seca) resultou numa boa resistência de união imediata comparável ao modo SE. No entanto, o envelhecimento acelerado a longo prazo (amostras seccionadas contendo o interface resina-dentina) resultou na reduzida resistência adesiva e maior expressão de nano infiltração, independentemente da dentina usada (húmida ou seca) (Marchesi *et al.*, 2014).

A aplicação do passo de ataque químico (ataque ácido com gel de ácido fosfórico), antes do SAU melhora significativamente o seu padrão de penetração na dentina, embora isso não afetasse a sua média de valores de resistência adesiva. A termociclagem não tem efeito deletério sobre a eficácia de ligação do SAU. Os valores de resistência dos SAU, independentemente do modo de aplicação mostraram-se comparáveis aos obtidos com adesivos SE “*all-in-one*”, dando confiança aos autores para concluir sobre a possibilidade de poderem ser usados em diferentes condições clínicas (Wagner *et al.*, 2014).

Os totais médios das medições da deflexão das cúspides em conjunto com os valores de microinfiltração cervical fornecem informações necessárias para uma maior compreensão do cenário clínico de ligação adesiva *in vivo*. No entanto, o excesso de interpretação do significado clínico da infiltração / estudos quantitativos de análise marginal em que há pouca evidência para se correlacionarem bem em tais achados *in vitro* com os resultados clínicos é mal aconselhado (Kearns *et al.*, 2014).

A extensão do tempo de evaporação dos solventes pode melhorar a eficácia de ligação para adesivos universais específicos, dependendo da estratégia de adesão usada (Luque-Martinez *et al.*, 2014).

O estudo observacional de Mattar e Musalem possibilitou aos autores concluir que ao usar o SAU Single Bond® Universal em ambas as técnicas (ER e SE), obtém-se boa adesão ao esmalte e dentina sem a presença de lacunas na interface dente-restauração; para o esmalte, utilizando a técnica SE, uma menor penetração do adesivo é gerado na estrutura cristalina, em comparação com a técnica ER; para a dentina, utilizando a técnica de SE forma-se uma camada híbrida mais fina e mais curta, em comparação com a técnica ER (Mattara and Musalemb, 2014).

A aplicação ativa de SAU (aplicação do adesivo após agitação do produto) no modo SE no esmalte aumenta o grau de conversão da substância adesiva na sua interface, bem como a força de ligação resina-esmalte de 5 de sete SAU estudados quando comparadas no modo passivo SE (aplicação do adesivo sem agitação do produto, isto é, aplicação sem que o produto sofra alterações). A aplicação ativa de SAU no modo SE pode ser uma alternativa viável para o *etching* seletivo de esmalte em termos de adesão (Loguercio *et al.*, 2015).

Os SAU que contêm MDP apresentam resistência de adesão estável e reduzidos valores quanto a nano infiltração, semelhante ao adesivo SE-2 testado (Clearfil™ SE Bond) após seis meses de armazenamento em água (Munoz *et al.*, 2014a).

No ensaio clínico em que foi efectuada a avaliação de desempenho do Scotchbond Universal (3M) num período de 6 meses (Tabela 11) foram rejeitadas as hipóteses nulas; não correram diferenças estatísticas nos parâmetros clínicos para as diferentes estratégias de adesão testadas e não houve diferença entre a ligação de quatro estratégias quando avaliadas com os critérios FDI e o USPHS. A ligação química entre a molécula 10-MDP e o esmalte e dentina pode desempenhar um papel importante na promoção de interfaces estáveis e duráveis. A ligação química fornecida pela molécula 10-MDP no iniciador, combinada com as excelentes propriedades mecânicas e alta taxa de conversão da sua resina hidrofóbica, resulta num bom comportamento clínico

do Clearfil™ SE Bond (CSE; Kuraray, Osaka, Japão) em 8 anos. Clearfil™ SE Bond, com a molécula base de 10-MDP, é considerada a referência para todos os outros adesivos SE. Este estudo clínico apresentou como limitações o período de avaliação de 6 meses, que pode ser considerado como um período muito curto para avaliar a longo prazo o comportamento clínico dos adesivos dentários. No entanto, o facto de pertencer a uma nova família de adesivos dentários, SAU, que carecem de dados clínicos e são indicadas para uso em diferentes estratégias, garantiu esta avaliação de curto prazo. Outra limitação é que mais de quatro restaurações foram colocadas em vários pacientes. Apesar de ser uma situação comum na literatura dentária, isso pode ter causado um efeito de aglomeração (confusão ou dúvida na leitura e interpretação dos dados). O impacto deste efeito de aglomeração sobre os resultados finais não foi considerado, e deve ser considerado em estudos futuros (Mena-Serrano *et al.*, 2013).

No ensaio clínico efetuado com período de avaliação de 18 meses (Tabela 11), houve rejeição da primeira hipótese nula, pois não houve diferenças estatísticas na taxa de retenção clínica das restaurações adesivas em 18 meses para as diferentes estratégias de adesão testadas neste estudo. Parcialmente a segunda hipótese nula foi rejeitada, com as diferenças significativas medidas para integridade marginal quando se utilizam os critérios de FDI. Outra limitação do presente estudo é que mais de quatro restaurações foram colocadas em vários pacientes, o que pode ter causado um efeito de aglomeração. O tempo de avaliação de 18 meses é ainda um curto período de tempo para avaliar o comportamento clínico a longo prazo de qualquer adesivo dentário (Perdigão *et al.*, 2014).

São assim necessários mais ensaios clínicos com vista a ser avaliado o desempenho dos SAU, per si, e em comparação com os antecedentes SE.

III – CONCLUSÃO

Assim, e tendo em consideração os objectivos delineados para esta revisão narrativa da literatura foi possível enumerar as seguintes conclusões:

- 1- Os mecanismos de adesão ao esmalte, são mais fáceis de se obter, pois o esmalte é um substrato mais uniforme, composto por cristais inorgânicos. O protocolo adesivo é facilmente conseguido através do condicionamento ácido do esmalte, transformando a superfície lisa e suave numa superfície irregular, possibilitando assim que os monómeros de resina consigam penetrar nessas irregularidades, co-polimerizando-se entre si. Os mecanismos de adesão à dentina já são mais complexos e instáveis, pois a dentina é um substrato com uma quantidade elevada de água e material orgânico (colagénio tipo I), o que dificulta a adesão pela sua menor dureza e presença de depósitos minerais nos túbulos dentinários, túbulos esses que aumentam em número à medida que a dentina é mais profunda, aumentando assim a humidade do meio. A adesão à dentina é também afetada pela dentina residual resultante da preparação cavitária, levando a valores mais baixos de sucesso nas restaurações mais profundas, para além de variações de composição mineral deste substrato em função de alterações físiopatológicas.
- 2- As principais características e propriedades dos sistemas adesivos SE relacionam-se com a capacidade simultânea de desmineralização e infiltração dos monómeros de resina, eliminando assim, o passo técnico clínico de condicionamento ácido dos substratos dentários, mediante aplicação e remoção de um ácido fosfórico com valor baixo de pH; redução da possível sensibilidade pós-operatória e o facto de ser uma técnica menos sensível.
- 3- As principais condições que possibilitaram a extensão dos sistemas adesivos SE para os SAU relacionam-se com a demanda de procedimentos simplificados, tecnicamente menos sensíveis ao usuário e que permitam uma versatilidade quanto ao senso clínico na seleção e aplicação técnica de dispositivos adesivos em função de variações de substratos, de esmaltes ou dentinas, face às

condições clínicas variáveis Os SAU são uma evolução dos SE, tendo a versatilidade de se adaptarem às diferentes situações clínicas que o operador possa ter.

- 4- Os SAU ou Multi-Mode são sistemas adesivos SE, que podem ser aplicados quer no esmalte quer na dentina, com condicionamento ácido forte (valor baixo de pH), ou não, dos substratos. São uma mistura de SE-1 com a versatilidade de se poderem adaptar às diferentes situações clínicas, dando assim a liberdade ao operador de decidir, perante o caso clínico, qual a melhor técnica a usar. Os SAU podem ser usados para a colocação de restaurações diretas e indiretas e são compatíveis com resinas auto-polimerizáveis, fotopolimerizáveis e cimentos á base de resinas de dupla polimerização. Os fabricantes de alguns adesivos universais recomendam o uso de *primers* separados e dedicados para otimizar a força de ligação a substratos, tais como porcelana e zircônia. Os adesivos universais podem ser usados na união á dentina e ao esmalte mas também, como *primer* adesivo em diferentes substratos e materiais como zircônia, metais nobres não preciosos, compósitos e várias cerâmicas á base de sílica. Se esta definição não oficial quanto á constituição do adesivo universal é aceite, torna-se evidente um certo grau de ambiguidade existente em certos produtos comercializados como adesivos universais, quando na realidade não se enquadram na definição
- 5- Foram identificados no mercado, como SAU os seguintes sistemas com nome comercial (fabricante): AdheSe® Universal (Ivoclar© Vivadent), All Bond Universal® (Bisco Inc.), Clearfil™ Universal (Kuraray), Futurabond® U (Voco), Scotchbond™ Universal (3M Espe), One Coat 7 Universal (Coltène) e Xeno® Select (Dentsply© DeTrey), entre outros.
- 6- A regulação da aquisição de um sistema adesivo universal envolve a solicitação da Marcação CE, que é um pré-requisito para a colocação no mercado e a sua livre circulação pela Europa, uma vez que estes SAU são classificados como DM, Classe IIb, conforme a diretiva Europeia 93/42/CEE, que na sua redação

atual, é transportada para a lei nacional através do Decreto Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho.

- 7- Os principais sistemas adesivos introduzidos no mercado apresentam como composição básica resinas de dimetacrilatos, HEMA, BISGMA, álcool, água, partículas de preenchimento e iniciadores. Sendo a sua molécula principal o monómero 10-MDP que é um monómero funcional versátil, com um grupo hidrofóbico em metacrilato numa extremidade e um grupo polar de fosfato hidrofílico noutra extremidade. A composição química de cada sistema pode variar em função do fabricante e encontra-se descrita nos documentos de segurança de cada dispositivo segundo cada fabricante.
- 8- O valor de pH dos SAU analisados neste trabalho varia de inferior a 2 (Xeno® Select; Dentsply© DeTrey) a 3,2 (All-Bond Universal® ; Bisco Inc.) variando a agressividade acídica entre suave e extra-suave, considerando as classificações de agressividade acídica de referências da literatura. A maioria dos sistemas pode ser classificado de suave a extra suave e relativamente a um dos SAU, o One Coat 7 Universal (Coltène), não foram encontradas referências do fabricante e na literatura quanto ao valor de pH deste dispositivo.
- 9- A toxicidade e segurança dos SAU são fornecidas pelos fabricantes para evitar o seu uso indevido e a ocorrência de incidentes adversos. Os SAU, como dispositivos médicos devem ser seguros no seu uso, o que pressupõe que os riscos que possam ser associados ao seu uso devem ser aceitáveis quando comparados com os benefícios. Quando os SAU entram em contacto com zonas sensíveis que não as supostas para o seu uso (pele, mucosas, olhos) podem causar reações alérgicas, irritação e inflamação, sendo que, lavar com água abundante a zona afetada, será uma medida para a regressão do sintoma; em caso de dúvida ou persistência do sintoma, é aconselhável o contacto médico. A maioria dos SAU são inflamáveis, face aos seus componentes, sobretudo solventes à base de etanol.

10- A revisão da literatura quanto à avaliação da eficácia dos SAU permitiu identificar oito ensaios *in vitro* sobre os SAU, realizados entre o ano de 2013 e 2015. Na sua maioria estes ensaios tiveram como propósitos avaliar a resistência adesiva, a resistência ao cisalhamento, a nano-infiltração, a microinfiltração e o grau de conversão das resinas dos SAU aplicados segundo as estratégias técnicas SE e ER. As principais conclusões quanto á avaliação de eficácia *in vitro* revelaram:

10.1- O desempenho de SAU mostrou-se dependente da estratégia adesiva SE e ER. Alguns resultados são controversos, sendo que alguns autores concluem que SAU usados na dentina por ambas as estratégias (SE ou ER) mostram eficácia inferior no que respeita, pelo menos, numa das propriedades avaliadas (resistência adesiva, nano-infiltração e grau de conversão da resina), em comparação com os adesivos de controlo e outros apoiam a utilização da estratégia SE para SAU na dentina testada devido a melhor estabilidade ao longo do tempo.

10.2- A aplicação do passo de ataque ácido antes do SAU melhora a sua penetração na dentina, mas não afeta a sua resistência de adesão à dentina após 24 h ou após a termociclagem para 5000 ciclos; os valores de resistência de adesão são semelhante para SAU, independentemente do modo de aplicação, o que os tornam confiáveis para trabalhar em diferentes condições clínicas.

10.3- O conceito de “descalcificação-adesão” sugere uma tendência para o uso de adesivos SE 'suaves'. Diferenças no desempenho do adesivo usando os protocolos SE ou ER surgem por efeito do valor de pH das soluções dos adesivos SE. Adesivos SE suaves (pH ~ 2,0) mostram melhor desempenho adesivo que os extra-suaves (pH > 2,5) ou aquelas soluções SE fortes (pH < 1,5) .

- 10.4- A água residual e/ou solvente podem comprometer o desempenho dos SAU e o desempenho pode ser melhorado com tempos prolongados de evaporação do solvente.
- 10.5- Consegue-se uma interface sem quebras quando se utiliza as duas técnicas, SE e ER. No esmalte, existe menos penetração na estrutura cristalina do adesivo com a técnica SE. Enquanto que na dentina, com a mesma técnica, foi observado em microscopia electrónica, uma camada híbrida menos espessa e lacunas de resina mais curtas.
- 10.6- O desempenho *in vitro* dos SAU quando aplicado ativamente no modo SE, o condicionamento do esmalte com ácido fosfórico não pode ser crucial para melhorar a adesão.
- 10.7- SAU que contêm MDP mostram valores de resistência adesiva maiores e mais estáveis com reduzida nano infiltração nas interfaces após 6 meses de armazenamento em água.
- 11- A revisão da literatura permitiu identificar que existem poucos ensaios clínicos (*in vivo*) sobre os SAU, até a presente data, tendo apenas encontrado na pesquisa bibliográfica dois ensaios clínicos, realizados entre o ano 2013 e 2014, pelos mesmos autores, sendo que um resulta numa avaliação temporal de 6 meses e o outro num período de 18 meses de avaliação de desempenho com o mesmo SAU, o Scotchbond™ Universal (3M ESPE, St Paul, MN, USA).
- 11-1- As principais conclusões quanto á avaliação de desempenho clínico, *in vivo* revelam que desempenho do SAU não depende da estratégia SE e ER usada aos 6 e 18 meses, sendo fiável o uso de SAU; o critério de avaliação FDI é mais sensível a variações de resultados que o critério USPHS na avaliação de SAU em restaurações cervicais não cariosas (NCCLS). Para o SAU, Scotchbond™ Universal (3M ESPE, St Paul, MN, USA) a única diferença entre estratégia SE e ER,

foi registada para o parâmetro da adaptação marginal da restauração aos 18 meses aplicada pela estratégia adesiva SE, quando comparada com as estratégias ER (dentina seca e húmida) e SE com condicionamento prévio de esmalte.

12- As principais vantagens do uso de SAU revelam que esta estratégia é positiva quanto ao uso na dentina, se usado na técnica SE e com o passo de condicionamento químico para um melhor padrão de penetração; boa adesão em ambos os substratos dentários (esmalte e dentina) e sem formação de lacunas na interface adesiva; aumento do grau de conversão da substância adesiva, resistência de união mais estável e redução de nano infiltração.

O facto de não haverem ainda evidencias na literatura quanto ao uso destes sistemas adesivos, faz com que seja uma incógnita o seu desempenho a médio / longo prazo, o que poderá significar que nem todos os operadores se sintam confiantes no seu uso, em casos clínicos onde não obtemos as condições ideais do meio para efetuar uma restauração.

IV - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alex, G. (2015). Universal adhesives: the next evolution in adhesive dentistry?, *Compend Contin Educ Dent*, 36, 15-26.

Baratieri, L. N., *et al.* (2015). Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades. In: LIVRARIA, L. S. (ed.) *Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades*. @issuu. 85-128.

Brackett, M. G., *et al.* (2011). The critical barrier to progress in dentine bonding with the etch-and-rinse technique, *J Dent*, 39, 238-248.

Cantanhede de Sa, R. B., *et al.* (2012). Effects of water storage on bond strength and dentin sealing ability promoted by adhesive systems, *J Adhes Dent*, 14, 543-549.

Chen, C., *et al.* (2015). Bonding of universal adhesives to dentin—old wine in new bottles?, *Journal of Dentistry*, 43, 525-36.

Chersoni, S., *et al.* (2004). In vivo and in vitro permeability of one-step self-etch adhesives, *J Dent Res*, 83, 459-64.

Coelho, A., *et al.* (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura, *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 53, 39–46.

de Goes, M. F., *et al.* (2014). Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology, *J Adhes Dent*, 16, 243-50.

De Munck, J., *et al.* (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results, *J Dent Res*, 84, 118-32.

Elias, S. T., *et al.* (2015). Cytotoxicity of Universal, Self-Etching and Etch-and-Rinse Adhesive Systems According to the Polymerization Time, *Braz Dent J*, 26, 160-8.

Erickson, R. L., *et al.* (2009). Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel, *Dental Materials*, 25, 1187–1194.

Giannini, M., *et al.* (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review, *Braz. Dent. J.*, 26, 3-10.

Gregoire, G., *et al.* (2003). Dentin permeability: self-etching and one-bottle dentin bonding systems, *J Prosthet Dent*, 90, 42-9.

Hanabusa, M., *et al.* (2012). Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine, *Journal of Dentistry*, 40, 475–484.

INFARMED - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I. P. (2015).Cap II - Dispositivos Médicos [Em linha]. Disponível em: www.infarmed.pt [Consultado em 01-11-2015].

Kearns, J. O., *et al.* (2014). Cuspal deflection and cervical microleakage scores to determine the adhesive potential of universal bonding systems, *Journal of Dentistry*, 42, 970–976.

King, N. M., *et al.* (2005). Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application, *Am J Dent*, 18, 126-34.

Koshiro, K., *et al.* (2006). New concept of resin-dentin interfacial adhesion: the nanointeraction zone, *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 77, 401-8.

Lima Gda, S., *et al.* (2008). Influence of water concentration in an experimental self-etching primer on the bond strength to dentin, *J Adhes Dent*, 10, 167-72.

Loguercio, A. D., *et al.* (2015). Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance?, *J Dent*, 43, 1060-70.

Luque-Martinez, I. V., *et al.* (2014). Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin, *Dental Materials*, 30, 1126–1135.

Malacarne, J., *et al.* (2006). Water sorption/solubility of dental adhesive resins, *Dent Mater*, 22, 973-80.

Marchesi, G., *et al.* (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study, *Journal of Dentistry*, 42, 603–612.

Marshall, S. J., *et al.* (2010). A review of adhesion science, *Dent Mater*, 26, 11-6.

Mattara, M. B., *et al.* (2014). Evaluación de la interfase adhesiva obtenida en restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo universal utilizado con y sin grabado ácido previo, *Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 7, 115–122.

Mena-Serrano, A., *et al.* (2013). A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation, *J Esthet Restor Dent*, 25, 55-69.

Moszner, N., *et al.* (2005). Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review, *Dent Mater*, 21, 895-910.

Munoz, M., *et al.* (2014a). In Vitro Longevity of Bonding Properties of Universal Adhesives to Dentin, *Oper Dent*, 40, 1-11.

Muñoz, M. A., *et al.* (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine, *Journal of Dentistry*, 41, 404–411.

Munoz, M. A., *et al.* (2014b). Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives, *J Dent*, 42, 595-602.

Nazari, A., *et al.* (2012). Pre-etching vs. grinding in promotion of adhesion to intact enamel using self-etch adhesives, *Dent Mater J*, 31, 394-400.

Pashley, D. H., *et al.* (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives, *Dent Mater*, 27, 1-34.

Pashley, D. H., *et al.* (2007). 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*, 20, 7-20.

Pashley, D. H., *et al.* (2004). Collagen degradation by host-derived enzymes during aging, *J Dent Res*, 83, 216-21.

Perdigao, J. (2010). Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment, *Dent Mater*, 26, 24-37.

Perdigao, J., *et al.* (2003). Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity, *J Am Dent Assoc*, 134, 1621-9.

Perdigão, J., *et al.* (2014). A New Universal Simplified Adhesive: 18-Month Clinical Evaluation, *Operative Dentistry*, 38-6, 1-15.

Perdigao, J., *et al.* (2014). Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How?, *J Adhes Dent*, 16, 193-4.

Perdigao, J., *et al.* (2008). In vitro bonding performance of self-etch adhesives: II--ultramorphological evaluation, *Oper Dent*, 33, 534-49.

Reis, A. F., *et al.* (2007). Long-term TEM analysis of the nanoleakage patterns in resin-dentin interfaces produced by different bonding strategies, *Dent Mater*, 23, 1164-72.

Rosa, W. L., *et al.* (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis, *J Dent*, 43, 765-76.

Rotta, M., *et al.* (2007). Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel, *J Adhes Dent*, 9, 537-45.

Sauro, S., *et al.* (2007). Effect of simulated pulpal pressure on dentin permeability and adhesion of self-etch adhesives, *Dent Mater*, 23, 705-13.

Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive – A review, *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 55, 194–206.

Silva e Souza, M. H. J., *et al.* (2010). Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use, *J Appl Oral Sci*, 18, 207-14.

Tay, F. R., *et al.* (2002a). How can nanoleakage occur in self-etching adhesive systems that demineralize and infiltrate simultaneously?, *J Adhes Dent*, 4, 255-69.

Tay, F. R., *et al.* (2001). Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers, *Dent Mater*, 17, 296-308.

Tay, F. R., *et al.* (2003). Have dentin adhesives become too hydrophilic?, *J Can Dent Assoc*, 69, 726-31.

Tay, F. R., *et al.* (2002b). Single-step adhesives are permeable membranes, *J Dent*, 30, 371-82.

Tay, F. R., *et al.* (2005). Water treeing in simplified dentin adhesives - deja vu?, *Oper Dent*, 30, 561-79.

Tian, F., *et al.* (2015). Paucity of Nanolayering in Resin-Dentin Interfaces of MDP-based Adhesives, *J Dent Res*.

Tuncer, D., *et al.* (2014). Effect of haemostatic agent application on the shear bond strength of contemporary/multi-mode adhesive systems, *Oral Health Dent Manag*, 13, 103-6.

Van Landuyt, K. L., *et al.* (2010). Filler debonding & subhybrid-layer failures in self-etch adhesives, *J Dent Res*, 89, 1045-50.

Van Landuyt, K. L., *et al.* (2006). Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching, *J Dent*, 34, 77-85.

Van Landuyt, K. L., *et al.* (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives, *Biomaterials*, 28, 3757-85.

Van Landuyt, K. L., *et al.* (2008). The role of HEMA in one-step self-etch adhesives, *Dent Mater*, 24, 1412-9.

Van Meerbeek, B., *et al.* (2003). Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges - Buonocore memorial lecture. , *Oper Dent*, 28, 215-35.

Van Meerbeek, B., *et al.* (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes, *Dent Mater*, 26, 100-21.

Van Meerbeek, B., *et al.* (2011). State of the art of self-etch adhesives, *Dent Mater*, 27, 17-28.

Wagner, A., *et al.* (2014). Bonding performance of universal adhesives in different etching modes, *Journal of Dentistry*, 42, 800–807.

Yiu, C. K., *et al.* (2004). Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength, *Biomaterials*, 25, 5789-96.

Yoshida, Y., *et al.* (2004). Comparative study on adhesive performance of functional monomers, *J Dent Res*, 83, 454-8.