

Diana Vanessa Lopes dos Anjos

**Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do
Sistema Adesivo de Autocondicionantes**

Universidade Fernando Pessoa – Faculdade Ciências da Saúde
Porto, 2014

Diana Vanessa Lopes dos Anjos

Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

Universidade Fernando Pessoa – Faculdade Ciências da Saúde
Porto, 2014

Diana Vanessa Lopes dos Anjos

Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

“Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para
obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária”

(Diana Vanessa Lopes dos Anjos)

Resumo:

Diana Vanessa Lopes dos Anjos

Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo
de Autocondicionantes

Todos os adesivos consistem em produtos desenvolvidos para realizarem a ligação entre os determinados materiais restauradores e a união aos tecidos dentários. Os adesivos autocondicionantes foram introduzidos recentemente no mercado e apresentam uma estratégia adesiva baseada na ação dos monómeros acídicos que condicionam simultaneamente os substratos dentários.

O condicionamento acídico total é a base dos agentes adesivos contemporâneos, ou seja, dos adesivos E&R. No entanto, os novos adesivos, os Self-etch, não necessitam deste condicionamento total, pois na sua composição já apresentam componentes que realizam esse passo. Cada ingrediente tem até certo ponto, um efeito específico sobre a resistência de união, a eficiência de ligação, a durabilidade de união, vida útil e a biocompatibilidade do adesivo.

No entanto, os ingredientes que constituem estes adesivos podem afetar-se entre si e provocarem interações complexas. Ao todo, a composição química que constituem os adesivos autocondicionantes determina o seu sucesso ou não. Daí que o conhecimento da composição, das características e dos mecanismos de adesão de cada sistema adesivo é fundamentalmente importante para permitir a adoção de estratégias de ligação ideais nas várias condições clínicas apresentadas.

Posto isto, resolveu-se realizar esta revisão bibliográfica para tentar perceber a complexidade destes adesivos, suas vantagens e limitações, pois como estes adesivos apresentam misturas bastante complexas, o profundo conhecimento destes ingredientes é a chave para uma melhor compreensão do comportamento dos adesivos nos estudos e na clínica.

Abstract:

Diana Vanessa Lopes dos Anjos

Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo
de Autocondicionantes

All adhesives consist of products designed to perform the connection between certain restorative materials and dental tissues to the union. The self-etching adhesives were recently introduced and present a strategy based on the adhesive action of the acidic monomers that simultaneously condition the dental substrates.

The total acidic conditioning is the basis of contemporary adhesives, namely, adhesives Etch-and-rinse. However, new adhesives, Self-etch, do not require this full capacity because they already have in their composition components that perform this step. Each ingredient has to some extent a specific effect on the bond strength, the coupling efficiency, the durability of union, lifetime and the biocompatibility of the adhesive.

However, the ingredients of these adhesives can affect each other and cause complex interactions. Altogether, the chemical composition constituting the self-etching adhesives determines your success or not. Hence the knowledge of the composition, characteristics and mechanisms of adhesion of each adhesive system is fundamentally important to enable the adoption of strategies for optimal bonding in various clinical conditions presented.

That said, we decided to conduct this literature review to try to understand the complexity of these adhesives, its advantages and limitations, because as these adhesives have very complex mixtures, deep knowledge of these ingredients is the key to a better understanding of the behavior of adhesives in studies and clinical.

DEDICATÓRIA

....Aos Meus Pais e Irmã
Amílcar, Ana e Cristina

....Aos meus sobrinhos adorados
Rafael e Rita

AGRADECIMENTOS

Porque só a conjugação de esforços tornou possível a elaboração deste trabalho, não posso deixar de agradecer:

À minha orientadora, **Doutora Alexandrine Carvalho**, cuja paciência, disponibilidade e conhecimentos me guiaram ao longo destes árduos meses em que trabalhei na minha tese. Um obrigado pelo sorriso amigo e pela compreensão quando me encontrava atrapalhada com as frequências e pela sabedoria em conduzir-me sempre para o melhor caminho!

Aos meus Pais, por todo o amor, carinho e apoio incondicional que sempre me deram em todos os momentos ao longo deste percurso. Obrigada pelo sacrifício que fizeram para eu me formar em mestre de Medicina Dentária e por terem acreditado em mim. Sem vocês nada disto aconteceria, **ADORO-VOS MUITO!** Obrigada por tudo!

À **minha Irmã**, pela compreensão, carinho, amor e apoio em todos os momentos bons e menos bons, pelas gargalhadas e animação. Por estares sempre pronta para me ouvir. Desculpa se fui chata as vezes e de não ter-te apoiado em certos momentos... Mas o meu amor, carinho e apoio estarão sempre aqui! És e serás sempre o meu pilar... Obrigada pela união inseparável de irmãs!!!! **AMO-TE!!!**

Aos Meus Sobrinhos adorados, que apesar de serem bastante pequenos, conseguiram compreender do porquê de a tia ir todos os fins-de-semana para o Porto, de não poder brincar com eles como gostaria pois estava a estudar, e principalmente nestes últimos meses, que não entendiam porque é que a tia tinha que estar sempre sentada ao computador... Chegavam a dizer: “ Oh tia quando acabas a tese para vires brincar connosco?”.... “É sempre tese e mais tese, e nunca brincas connosco...”. Obrigada Princesa e Docinho de morango pela paciência e amor!!! **AMO-VOS MUITO!**

À minha amiga e companheira **Marta**, que ao longo desta jornada, me proporcionou momentos inesquecíveis... Obrigada pelos sorrisos, pelo carinho, abraços e amizade. O teu apoio foi e será sempre importante... Obrigada por tudo!!!!

Aos meus AMIGOS, um obrigado carinhoso por todos os momentos fantásticos que me ofereceram ao longo desta etapa. E por todos os momentos que não pude estar presente para realizar este trabalho.

A todos os **Professores**, que ao longo deste percurso através do seu desempenho e dedicação partilharam a sua sabedoria.

A todos que fizeram parte deste percurso:

OBRIGADA, POR TUDO!!

*“O sonho é a pior das cocaínas,
porque é a mais natural de todas.
Assim se insinua nos hábitos com a facilidade
que uma das outras não tem,
se prova sem se querer, como um veneno dado.
Não dói, não descora, não abate –
- mas a alma que dele usa fica incurável,
Porque não há maneira de se separar do seu veneno,
que é ela mesma.”*

“O Sonho é a pior das cocaínas”

Fernando Pessoa

*A todos os que diretamente e indiretamente me ajudaram neste percurso e
Contribuíram para mais este objetivo....*

.... MUITO OBRIGADA

Índice:

Índice de Anexos: x

Índice de quadros: xi

Índice de Figuras: xii

Índice de Tabelas: xiv

Índice de Abreviaturas: xvi

I - Introdução: 1

II - Material e métodos: 4

III – Desenvolvimento: 5

1. Perspetiva histórica e conceitos atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes..... 5

1.1. Considerações gerais sobre adesão e sobre os Sistemas Adesivos 5

1.1.1. O porquê de se usar adesivos e como é feita a sua adesão ao tecido duro do dente.....6

1.1.2. Funções da adesão com os sistemas adesivos..... 7

1.1.3.	Qualidade de adesão, características dos substratos dentários e quais as estratégias clinicas adesivas.....	10
1.2.	Sistemas Adesivos Self-etch e os Adesivos simplificados (<i>All-in-one</i>).....	15
1.2.1.	O que são os Sistemas Adesivos Simplificados ou All-in-one	16
1.2.2.	Composição química dos Sistemas Adesivos	16
1.2.3.	Classificação e terminologia dos sistemas adesivos	26
A.	Classificação dos adesivos Self-etch quanto ao número de etapas clinicas e de gerações	26
B.	Constituição dos solventes.....	29
C.	Capacidade acídica (pH).....	33
D.	Polimerização e ativação físico-química	37
1.3.	Comparação da facilidade de utilização, o tempo e as etapas clinicas dos adesivos Self-etch.....	39
1.3.1.	Entre sistemas E&R e SE.....	39
1.3.2.	Entre sistemas SE-All-in-one e SE	41
1.4.	Vantagens em relação ao uso dos adesivos Self-etch	42
1.4.1.	Em relação aos adesivos Etch-and-rinse.....	42

1.4.2.	Entre os Self-etch e os simplificados SE-1 e SE-all-in-one.....	43
1.5.	Desvantagens/limitações em relação ao uso dos adesivos Self-etch.....	44
1.5.1.	Relativamente aos tradicionais E&R	45
1.5.2.	Entre os Self-etch e simplificados SE-1 e SE- all-in-one	46
1.6.	Ensaio clínico de avaliação do desempenho e eficácia de adesivos Self-etch simplificados – Uma revisão sistemática.....	47
IV – Conclusão:	58
VI – Anexos:	70

Índice de Anexos:

Anexo 1 – Abreviaturas dos componentes químicos dos sistemas adesivos: monómeros, iniciadores e inibidores de reação, conteúdo inorgânico e partículas, agentes de ligação (silanos) (adaptado de (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007)).....	90
---	----

Índice de quadros:

Quadro 1 - Composição química dos sistemas adesivos SE-2: marca comercial, o fabricante, a composição química (ver Anexo 1), o pH, tipo de polimerização e a adesão (adaptado de (Van Landuyt, Snauwaert, et al. 2007)) conforme as indicações dos fabricantes.....23

Quadro 2 - Composição química dos sistemas adesivos SE-1 e SE-1-*all-in-one*: marca comercial, o fabricante, a composição química (ver Anexo 1), o pH, tipo de polimerização e a adesão (adaptado de ((Van Landuyt, Snauwaert, et al. 2007)) conforme as indicações dos fabricantes.....25

Quadro 3 - Classificação dos sistemas adesivos autocondicionantes em relação as gerações e etapas clínicas: SE-2 ou 6^a geração tipo II (**Quadro A**); SE-1 ou 6^a geração tipo I (**Quadro B**); SE-1-*All-in-one* ou 7^a geração (**Quadro C**) e capacidade acídica (adaptado de (Van Meerbeek, Yoshihara et al. 2011; Silva e Souza, Carneiro, et al. 2010; Perdigão, J. 2007)), conforme indicação dos fabricantes.....34

Índice de Figuras:

Figura 1 - Imagem microscópica de SEM da smear layer dentinária e também de um smear plug. (retirado do artigo Perdigão, J. 2007).....	11
Figura 2 - Interação do adesivo Self-etch de uma etapa com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J. 2007).....	13
Figura 3 - Interação do adesivo Self-etch de duas etapas com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J. 2007).....	14
Figura 4 - Interação do adesivo <i>All-in-one</i> com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J. 2007).....	14
Figura 5 - Junta adesiva entre o esmalte e a porcelana condicionada com Ácido Hidrofluorídrico. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J. 2007).....	16
Figura 6 - Adesivo Clearfil Protect Bond (retirada do artigo Haller, B. 2013).....	29
Figura 7 - Adesivo FuturaBond DC (retirada do artigo Haller, B. 2013).....	29
Figura 8 - Forma de apresentação e aplicação do sistema SE-1-All-in-one ou 7ª Geração: adesivo Xenov. (Retirada do artigo Haller, B. 2013).....	29
Figura 9 - Forma de apresentação e aplicação do sistema SE-1 ou 6ª Geração Tipo I: Adesivo One Coat 7.0. (Retirada do artigo Haller, B. 2013).....	30
Figura 10 - Os sistemas autocondicionantes fortes podem formar tags de resina longos e em forma de funil devido à sua agressividade. Esta imagem foi obtida utilizando o Adper Prompt L-Pop, que tem um pH de 0,8. Adaptado do artigo (Van Meerbeek, Yoshihara, et al. 2011).....	38

Figura 11 - Quando um agente Self-etch suave, como All Bond SE (pH 2.2) é usado, são produzidos tags de resina curtos e cilíndricos. Adaptado do artigo (Van Meerbeek, Yoshihara, et al. 2011).....38

Índice de Tabelas:

Tabela 1 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 3 meses de observação clínica.....	53
Tabela 2 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 6 meses e 1 ano de observação clínica.....	54
Tabela 3 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 3 meses de observação clínica.....	55
Tabela 4 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 6 meses de observação clínica.....	55
Tabela 5 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 8 dias de observação clínica.....	56
Tabela 6 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com observação clínica.....	57
Tabela 7 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com observação clínica.....	58

Tabela 8 – Valores da amostragem, ou seja, o número de dentes utilizados como amostra e os preparos cavitários feitos e os adesivos utilizados no estudo clínico com 3 meses de observação clínica.....59

Índice de Abreviaturas:

4-MET – 4-metacriloxietil trimelítico

10-MDP – 10-metacriloxietil dihidrogenofosfato

Bis-GMA – Bisfenol Glicidil Dimetacrilato

BOP – Peróxido de Benzoilo

Cit. in – Citado em

CQ – Canforquinona

ER/E&R – Etch-and-Rinse

ER-2 – Etch-and-Rinse de 2 passos

ER-3 – Etch-and-Rinse de 3 passos

Et al. – e colaboradores

GDMA – Dimetacrilato de glicerol

HEMA – 2-hidroxietil Metacrilato

MA – Ácido Metacrilato

MMA – Metil Metacrilato

Phenyl-P – 2-metacriloxietil fenilhidrogeno-fosfato

SAS – Sistemas adesivos simplificados

SE – Self-etch

SEA – Adesivos self-etch

SE-1 – Self-etch de 1 passo com mistura prévia

SE-all.in-one/All-in-one/SE-1-all-in-one – Self-etch de 1 passo sem mistura prévia (de apenas um frasco)

SE-2 – Self-etch de 2 passos

SEM – Microscópio electrónico de varredura

TEGDMA – Trietilenoglicol Dimetacrilato

TEM – Microscópio de transmissão de electrões

UDMA/UEDMA – Uretano Dimetacrilato

I - Introdução:

Atualmente a tecnologia adesiva tem vindo a evoluir e a facilitar a sensibilidade das técnicas, diminuindo as etapas de aplicação e também reduzindo o tempo usado em cada parte do procedimento (Aggarwal, V. et al., 2013; Marchesi, G. et al., 2013).

Vários autores afirmam que o dever de um Médico Dentista é melhorar a sua habilidade clínica, aplicando conhecimentos nos materiais dentários tanto nos atuais como nos convencionais, para obter os melhores resultados clínicos na área da Dentisteria. Sendo assim, a restauração de dentes exige uma especial atenção na sensibilidade da técnica ao longo dos muitos passos nos protocolos clínicos (Tuncer, Basaran et al., 2014).

Cada vez mais os pacientes aderem à estética e à restauração dos seus dentes, provocando um maior progresso e melhoria no interesse de proporcionar um aperfeiçoamento na área adesiva. A ligação do adesivo ao esmalte e à dentina difere em relação à técnica, sendo mais recorrente no esmalte, mas na dentina essa ligação já é menos previsível, contudo com o desenvolvimento dos adesivos essa ligação tem sido cada vez melhor (Knobloch, Gailey, et al., 2007).

Os sistemas adesivos são agrupados em dois grupos, esta divisão é derivada às suas técnicas de aplicação: os Total-Etch (mais conhecidos como os etch-and-rinse) e os adesivos Autocondicionantes (Self-etch) (Hamouda, Samra and Badawi, 2010).

Os sistemas adesivos desde que foram introduzidos há cinquenta anos atrás têm vindo a evoluir rapidamente. A união eficaz nos dois tecidos duros, ou seja, na dentina e no esmalte, tem sido o principal objetivo na tecnologia adesiva. No entanto, muitas vezes penalizado em relação ao seu procedimento clínico, devido ao seu descolamento rápido e à sua degradação a nível marginal da restauração que é provocada pelo uso de técnicas sensíveis. Os adesivos Self-etch e os Etch-and-rinse, tem algumas diferenças, mas a que mais se salienta é a maneira como atua nos tecidos duros do dente. Contudo, os resultados obtidos nas investigações clínicas realizadas em laboratórios têm sido um êxito (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

Tuncer, Basaran, et al., (2014) e Van Meerbeek, et al., (2003) afirmam que os sistemas adesivos são divididos em: Sistemas Etch-and-rinse, adesivos Self-etch e adesivos de Ionómero de Vidro. Os Etch-and-rinse apresentam uma ligação à dentina que se baseia na difusão micromecânica através das fibrilas de colagénio, e criam uma hibridação dentro dos túbulos dentinários através da resina (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010).

Quanto aos Sistemas Autocondicionantes (Self-Etch), estes não apresentam a etapa do condicionamento junto com os monómeros acídicos, que eliminarão a smear layer da superfície da dentina. Contudo, eles são uma técnica mais sensível (fiável) a nível clínico independentemente de se ter comprovado que a durabilidade é relacionada com o produto e o substrato (Aggarwal, V. et al., 2013).

Os sistemas adesivos interatuam no conjunto, esmalte e dentina de duas maneiras: na remoção da camada de smear layer que é realizado pela técnica Etch-and-rinse, ou mantê-la e usar uma união de colagem com o adesivo através da técnica Self-Etch (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

Apesar disto, para tornar mais simples a aplicação clínica dos adesivos e a sua adesão às camadas do dente, tem havido desenvolvimentos nos sistemas adesivos com a criação de gerações. Recentemente foi desenvolvido um sistema de adesivos *All-in-one* para ajudar na redução de etapas de aplicação e também na simplificação dos procedimentos no ato clínico (Abo, T. Uno. S e Sano, H., 2004).

Van Landuyt, Kanumilli, et al., (2005) afirmam que até agora ainda não há consenso acerca do uso de adesivos Self-Etch suaves devido a terem tido baixa eficácia de adesão sobre o esmalte. Contudo, outros autores encontraram resultados parecidos em adesivos Etch-and-rinse.

Nos últimos 10 anos, a compreensão dos mecanismos envolvidos na degradação das superfícies de dentina-adesivo conquistou bastante atenção e também cresceu no campo científico, através de estudos *in vitro*. A progressão neste campo tem sido cada vez mais rápido, e o interesse clínico em melhorar a união e a sua resistência dos adesivos à dentina tem aumentado cada vez mais (Tjäderhane, L. Nascimento, F.D, et al., 2013).

Sendo assim, a criação de vários estudos *in vitro* e *in vivo*, ajuda o Médico Dentista a perceber a interação dos diferentes adesivos com os tecidos dentários e assim poder escolher o melhor adesivo para cada aplicação clínica. Deste modo, é importante fazer uma boa revisão sistemática para abordar toda a temática dos adesivos autocondicionantes, ou seja, a sua constituição química, suas vantagens e limitações. Daí que, este trabalho teve como intenção rever tudo sobre os adesivos Self-etch, a sua distinção em relação aos adesivos contemporâneos. Também se pretendeu, através desta revisão, verificar a eficácia clínica através de estudos *in vitro*, pois são os que conseguem mostrar melhores resultados pelo uso de material laboratorial como os microscópios (TEM (microscópio de transmissão de electrões ou SEM (microscópio electrónico de varredura)) e também de não ter o problema de vir a surgir amostras com resultados falsos/positivos.

II - Material e métodos:

Para a realização deste trabalho foi utilizado os motores de busca Pubmed, ScienceDirect e B-on para realizar a recolha de artigos. Para tal, acedeu-se nos motores de busca determinadas expressões relacionadas com adesivos autocondicionantes. Todas elas confrontadas com as palavras-chave de base: “*Self-etch adhesives*”, “*Etch-and-rinse adhesives*”, “*Self-etch And/Or one step*”, “*All-in-one adhesives system*”, “*Simplified adhesive system*”, “*Six And/Or seven generation adhesives*”, “*Self-etching adhesives*”, “*Self-etching primers*”. Foram retirados artigos num intervalo entre 2000 e 2014, limitados a língua inglesa, mas também alguns artigos português/brasileiro. Para além disto também foram consultados livros pertencentes à biblioteca da Faculdade de Ciências da Universidade Fernando Pessoa e à biblioteca da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto.

A pesquisa foi realizada entre Janeiro de 2013 a Abril de 2014, inclusive, tendo sido recolhidos cerca de 120 artigos, dos quais foram seleccionados 80 artigos.

Tendo em conta a temática do trabalho, deu-se principal ênfase na seleção da meta-análise, revisão sistemática, revisão narrativa, ensaios clínicos e laboratoriais. Foram incluídos artigos para esta parte do trabalho os que foram publicados entre os anos 2010 até 2014. Como critérios de inclusão para escolha dos artigos foram:

- Estudos *in vitro* em que avaliam o desempenho dos adesivos autocondicionantes nas variadas aplicações clínicas;
- O uso de pelo menos dois adesivos quer da mesma geração quer de gerações diferentes, para se proceder a comparação entre eles;
- Registos do número de dentes utilizados em cada estudo;
- Registo de resultados quantitativos e qualitativos da eficácia e resistência laboratorial dos adesivos SE testados comparando com resultados de adesivos E&R usados como adesivos controlo.

III – Desenvolvimento:

1. Perspetiva histórica e conceitos atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

1.1. Considerações gerais sobre adesão e sobre os Sistemas Adesivos

A adesão dos materiais adesivos aos tecidos dentários encontra-se presente na maioria dos procedimentos restauradores realizados na prática clínica. Atualmente, é possível realizar inúmeros procedimentos clínicos utilizando a tecnologia adesiva (Liu, Y., Tjaderhane, L. et al., 2011).

Os adesivos dentários são um conjunto de vários monómeros de resina e um material restaurador que aderem ao substrato dentário, ou seja, a dentina e/ou esmalte, após o processo de polimerização (Perdigão, J., 2007).

Um dos problemas enfrentados na Dentária é a ligação da dentina com o adesivo ser degradada pela água ao longo de um certo período de tempo. A adesão dos adesivos ao esmalte ainda permanece mais básico e mais confiável. Porém, a ligação à dentina é dos problemas que o clínico enfrenta com mais dificuldades. Esse obstáculo é devido a dentina apresentar cerca de 45% de matéria inorgânica e o resto ser orgânico e água. A baixa resistência de união com a dentina é devido a alguns fatores, sendo estes dois os mais importantes, a presença da smear layer que dificulta o humedecimento à dentina e de esta na sua composição ter menos estrutura dentária mineralizada e mais água que o esmalte (Chopra, V., Sharma, H., e Prasad, D. S., 2009).

Para ultrapassar estes problemas, os sistemas adesivos dentários têm evoluído de geração em geração através de mudanças químicas, mecânicas, da eficácia dos atos clínicos, do número de frascos e técnicas de aplicação (Chopra, V., Sharma, H., e Prasad, D. S., 2009).

1.1.1. O porquê de se usar adesivos e como é feita a sua adesão ao tecido duro do dente.

Em Medicina Dentária, considera-se uma adesão um processo de formação de um conjunto adesivo composto pela união de dois substratos, sendo que o aderente é o substrato onde o adesivo é aplicado, ou seja, é aplicado ao esmalte e à dentina (Perdigão, J., 2007).

A união ao esmalte e à dentina é um processo básico que envolve a substituição dos minerais do tecido duro do dente que foram removidos pelos instrumentos rotatórios por uma resina dentária que, após a sua colocação, esta se entrelaça micromecanicamente nas porosidades criadas no tecido duro. Existem três mecanismos de adesão que são usados atualmente nos sistemas adesivos modernos que se baseiam na adesão básica (De Munck, Van Landuyt et al., 2005; Peumans, Kanumilli, et al., 2005).

Porém, esta união é formada pela introdução de misturas de vários monómeros de resina na dentina, levando a uma adesão estável do adesivo ao tecido duro, e esta estabilidade está baseada na formação de uma camada híbrida, compacta e homogénea. No caso dos adesivos Etch-and-rinse, em que após o condicionamento com o ácido no tecido duro do dente, este desmineraliza-o e assim a resina adesiva consegue com maior facilidade criar uma união mais forte. Quanto aos adesivos Self-etch, estes usam co-monómeros acídicos em que, ambos realizam a função de desmineralizar e ligar/infiltrar na dentina. Esta estabilidade de união adesiva relaciona-se com a adesão eficaz destes co-monómeros com o substrato em causa (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

Cada vez mais, novos sistemas adesivos têm sido desenvolvidos e lançados no mercado. Na área dentária, uma das maiores preocupações para o sucesso dos adesivos é na retenção micromecânica do adesivo ao esmalte e à dentina (Kiremitçi, et al., 2004).

Para conseguir uma retenção micromecânica entre o adesivo e os tecidos duros, os sistemas adesivos atuais aplicam dois meios diferentes para atingir essa retenção. O primeiro método será remover a smear layer completamente e desmineralizar a superfície inferior da dentina intacta através do condicionamento com os ácidos. De

seguida, após a realização da lavagem, é aplicado um iniciador e um adesivo como se fosse uma cola no substrato para terminar então o protocolo de ligação a dentina. O segundo método utiliza a smear layer como intermediário de ligação do adesivo a dentina (Kiremitçi, et al., 2004).

O sucesso clínico da adesão parece que envolve também os fatores físicos e químicos. No caso dos fatores físicos, como é o caso das forças oclusais, a mastigação, e as mudanças de temperatura dentro da cavidade oral, também afetam. Quanto aos fatores químicos, estes tentam degradar as fibrilas de colagénios que estão desprotegidos, desgastando os monómeros de resina, devido aos ácidos que se encontram na saliva, que é provocado muitas vezes por bebidas e produtos acídicos que ajudam a criar um ambiente favorável para as bactérias degradarem a superfície do dente (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

No entanto, a durabilidade e a estabilidade do adesivo com a dentina e esmalte que é criado ainda permanece em dúvida, apesar de haver vários estudos que revelaram a ótima ligação mas de período curto dos adesivos dentários (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

1.1.2. Funções da adesão com os sistemas adesivos

Kugel, Ferrari et al. (2001), afirmam que independente do tipo de tecido (esmalte e dentina) que se restaura e o sistema adesivo que se usa, todos os sistemas adesivos apresentam três funções de atuação:

- Função acídica: leva a desmineralização dos tecidos dentários duros, ou seja, remove ou modifica a camada smear layer abrindo os túbulos dentinários parcialmente aumentando assim a permeabilidade e levando à preparação dos tecidos para a ligação ao adesivo.

- Função *primer*: contêm monómeros hidrofílicos de resina que se infiltra/penetra na smear layer, modificando-o e promovendo uma união à dentina após a desmineralização deixada pelo ácido.
- Função adesiva: forma um bloqueio mecânico com os tecidos dentários duros que foram condicionados, criando uma adesão através da formação de uma camada híbrida, formando uma ligação alta com a dentina e/ou esmalte (Kugel, Ferrari, et al., 2001).

No grupo dos Self-etch, estes são divididos em adesivos fortes e fracos. No caso dos adesivos Self-etch considerados “fortes”, com pH inferior a 1, realizam a ligação a dentina através da difusão, ou seja, realiza um mecanismo semelhante à corrosão e enxaguamento. Os Self-etch “mild” ou “fracos” são os adesivos que têm o pH 2, apenas conseguem dissolver a dentina parcialmente, fazendo com que uma parte da hidroxiapatite fique intocável (Peumans, Kanumilli, et al., 2005).

É através da hidroxiapatite que se dá adesão dos adesivos por hibridização superficial e também pela interação química de grupos carboxilos/fosfatos que são adicionados aos monómeros. Essa interação ou ligação química ocorre devido à presença de grupos carboxilos do ácido polialquenoico se ligarem ao cálcio da hidroxiapatite que se encontra agarrado às fibras de colagénio (Peumans, Kanumilli, et al., 2005).

A adesão dos Sistemas adesivos baseia-se principalmente através de uma aderência dupla. Ou seja, em primeiro o adesivo vai aderir ao tecido duro do dente e em segundo este mesmo adesivo liga-se à resina composta escolhida para fazer a restauração definitiva. A segunda ligação dos adesivos foi comprovada que é um processo de copolimerização de ligações duplas residuais (-C=C-). Em relação a aderência do adesivo ao esmalte e à dentina, estes fazem um elo micromecânico, assumindo como se fosse um mecanismo de união principal (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Quando o tecido do dente é removido com brocas ou outros instrumentos quer rotatórios quer manuais, os detritos que são provenientes dessa ação mecânica é designada camada

smear layer. Esta camada é um conjunto de detritos que se depositam na superfície do esmalte e dentina. Estes detritos criam uma barreira regular na superfície do dente e esta une-se à entrada dos túbulos dentinários, levando assim a uma diminuição da permeabilidade da dentina (Fig 1) (Perdigão, J., 2007).

A smear layer tem características porosas devido a presença de canais submicrométricos que deixa que os líquidos cheguem até à dentina. A composição principal desta camada apresenta hidroxiapatite e colagénio alterado juntamente com uma superfície que é formada por um gel de colagénio. O tipo de instrumento que se usa na remoção do tecido afetado e no local onde se remove é que caracteriza o tipo de smear layer (Perdigão, J., 2007).

Uma das funções da smear layer é bloquear os túbulos dentinários agindo como uma barreira, protegendo assim a polpa e assim diminuindo a permeabilidade da dentina (Kugel, Ferrari, et al., 2001).

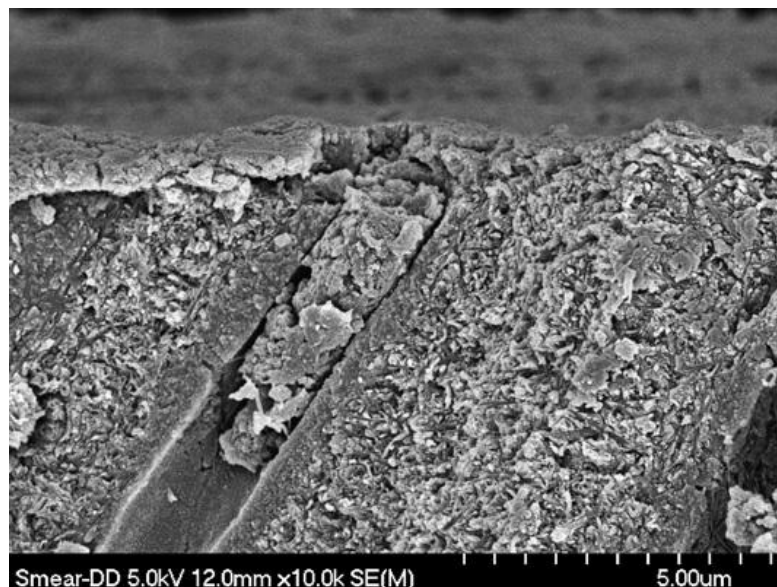


Fig.1. Imagem microscópica de SEM da smear layer dentinária e também de um smear plug. (retirado do artigo Perdigão, J., 2007)

1.1.3. Qualidade de adesão, características dos substratos dentários e quais as estratégias clínicas adesivas

Os substratos dentários são a dentina e o esmalte. A sua composição difere entre ambos. No caso do esmalte, este é composto 96% por hidroxiapatite. Estes encontram-se bastante organizados ao longo da estrutura. Quanto à dentina, esta é substancialmente constituída por matéria orgânica, inorgânica e água. Uma das principais características da dentina é que apresenta túbulos dentinários, o espaçamento e a sua orientação depende da localização e da profundidade da superfície desta. Está ligada intimamente ao tecido pulpar por meio destes túbulos dentinários. Por estes motivos, a natureza orgânica, hidrofílica e estrutural deste tecido, torna a ligação do adesivo extremamente difícil de conseguir (Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al., 2014).

Atualmente os Sistemas adesivos atuam mutuamente com o esmalte e dentina usando duas estratégias diferentes, na remoção da smear layer através da técnica Etch-and-rinse, ou mantendo esta camada como um elo de ligação aos tecidos dentários duros e depois a resina composta, técnica Self-etch (Breschi, Mazzoni, et al., 2008; Vashisth, P., Mittal, M., et al., 2014).

A diferença entre os dois métodos, é devido ao uso de um ácido (sendo o mais usado o gel de ácido fosfórico a 35-37%) no passo inicial dos sistemas Etch-and-rinse. Depois é aplicado água para ser removido o ácido aplicado e por fim é aplicado o *primer* e seguidamente a resina adesiva (bonding). Quanto ao Self-etch, este não remove a smear layer mas liga-se criando uma união mais forte (Breschi, Mazzoni, et al., 2008; Chee, B., Rickamn, L. J., et al., 2012; Vashisth, P., Mittal, M., et al., 2014).

No entanto, as restantes etapas também são bastante importantes para a adesão e ligação ao tecidos dentários duros, quer sejam separados ou em conjunto, mas dependendo do

sistema adesivo usado. Daí que, a classificação dos adesivos dentários é através do número de passos que cada um apresenta no protocolo clínico (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

No caso dos Sistemas adesivos Etch-and-rinse, estes podem ser de dois ou três passos, dependendo se o ácido e o *primer* estão separados ou juntos numa única garrafa. Por outro lado, os adesivos Self-etch podem ser de um ou dois sistemas de passos, ou seja, depende se o *primer* está separado ao adesivo ou articulado levando à origem uma única aplicação (Breschi, Mazzoni, et al., 2008; Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010; Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al., 2014).

Do tradicional Etch-and-rinse de três passos, este foi reduzido para dois, combinando o *primer* com a resina adesiva juntando estes num passo só. Consideraram esta junção porque tanto nos dois passos como nos três passos, eram fabricados pela mesma empresa e a maioria apresentava composições de monómeros e adesivos muito semelhantes, daí terem sido combinados numa só garrafa (De Munck, Van Landuyt et al., 2005).

O solvente presente nos adesivos Etch-and-rinse é que classifica os tipos de adesivo dentro deste grupo. Para além disso, ele é um fator muito importante pois afeta tanto a manipulação do adesivo em si e também do seu desempenho quanto à sua aplicação. O adesivo que mais estudos apresentam é aquele que é considerado como referência em cada classe de adesivos (De Munck, Van Landuyt et al., 2005).

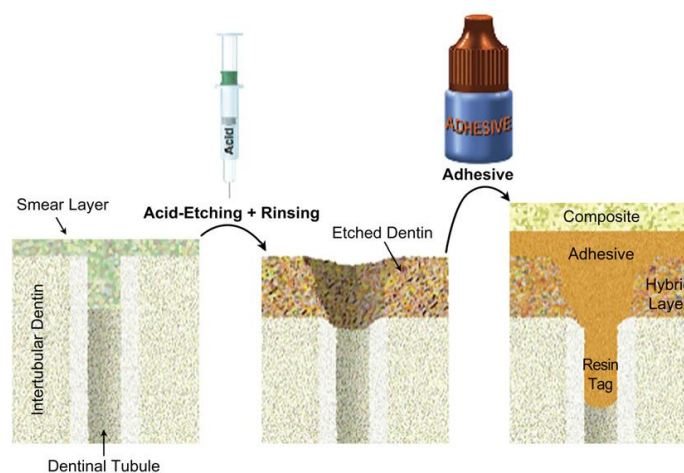


Fig. 2. Interação do adesivo Self-etch de uma etapa com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J., 2007).

Quanto aos Self-etch ou Adesivos Autocondicionantes, estes também se dividem em uma ou duas etapas. O de dois passos é caracterizado assim porque o condicionamento ácido e a aplicação do agente de ligação é colocado em separado, enquanto que no de um passo estes dois líquidos são misturados previamente e depois aplicados já em conjunto no dente (Hamouda, Samra e Badawi, 2010; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al., 2014).

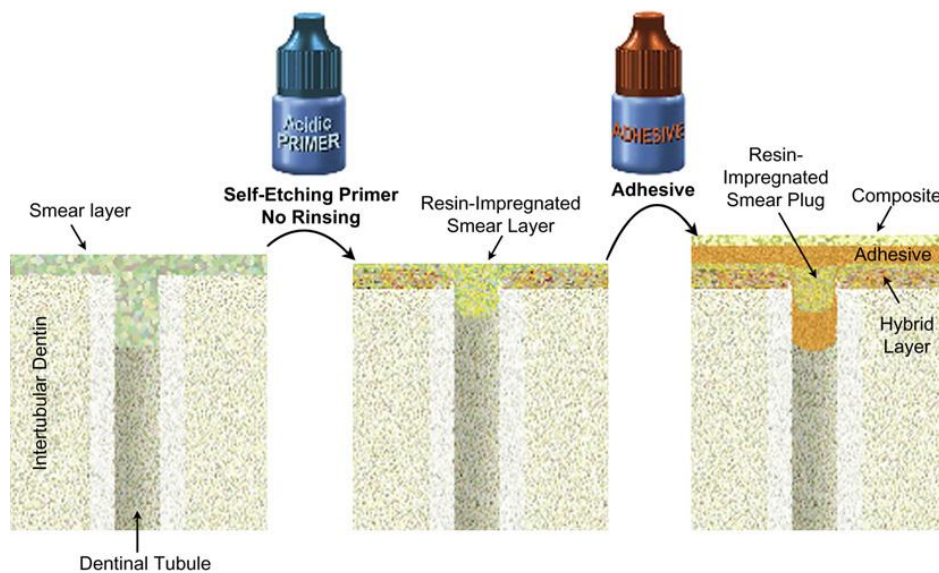


Fig. 3. Interação do adesivo Self-etch de duas etapas com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J., 2007)

Porém, foi lançado para o mercado adesivos Self-etch em que todos os componentes adesivos se encontram dentro de uma única garrafa, os chamados de *All-in-one* que é chamada de 7ª Geração. Este adesivo não requer remoção da smear layer, por contrário, utiliza-a como substância de união ao dente (Hamouda, Samra e Badawi 2010; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Knobloch, Gailey, et al., 2007; Ceballos, L. et al., 2003).

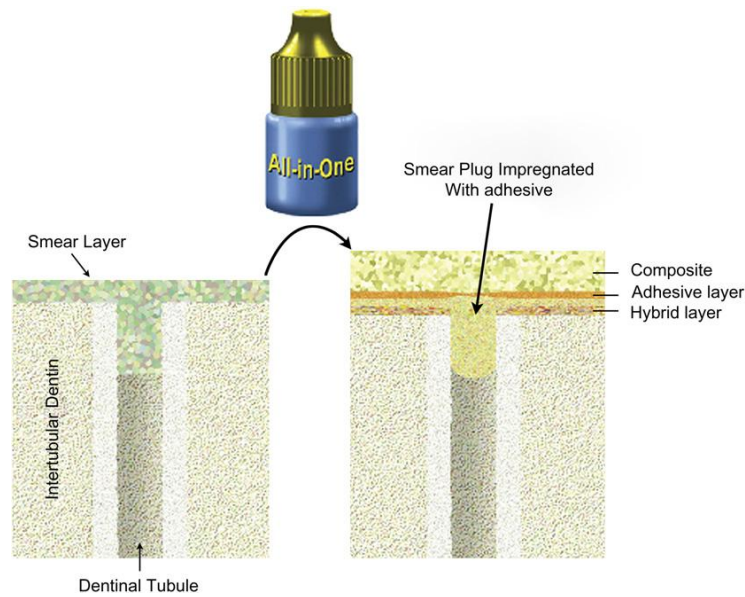


Fig. 4. Interação do adesivo *All-in-one* com a dentina. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J., 2007).

Apesar dos adesivos serem divididos em dois grupos, ou seja, Etch-and-rinse e Self-etch, ambos apresentam constituintes muito semelhantes. Contudo, a composição principal é que difere de classe de adesivo para classe de adesivo. Os ingredientes principais são, monómeros acrílicos, resinas, solventes orgânicos, iniciadores e inibidores, também pode conter partículas de enchimento (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Os adesivos que criam uma união mais forte e com mais resistência à dentina são os Sistemas Etch-and-rinse de três passos, depois os que também realizam uma boa união são os adesivos autocondicionantes de dois passos e em terceiro Etch-and-rinse de dois passos. Os *All-in-one* recentemente têm sido considerados os que não conseguem ter uma forte ligação com a dentina, contudo, tem havido vários avanços nesta área (Haller, B., 2013).

M. Peumans e colaboradores, afirmam que os adesivos Etch-and-rinse realizam um mecanismo primário de união à dentina, através da difusão e da ligação micromecânica da resina às fibrilas de colagénio (Peumans, Kanumilli, et al., 2005).

A infiltração dos adesivos na dentina e a espessura da camada do adesivo estão diretamente relacionadas com as características químicas destes. A melhor adesão à dentina é conseguida através da colocação de dois adesivos diferentes mas separadamente, um hidrofílico e um hidrofóbico, é o mesmo processo que os sistemas adesivos Etch-and-rinse de três etapas e o Self-etch de duas etapas realizam. A parte hidrofóbica da resina adesiva é que protege contra a absorção da água. Em controvérsia, os *All-in-one* são considerados os adesivos que mais absorvem água, porém, este processo de absorção da água leva a processos de degradação da camada adesiva. Mas assim que o adesivo *All-in-one* for coberto com um adesivo hidrofóbico este levou a um aumento de resistência de união a dentina (Haller, B., 2013; Taschner, M., Hümmerling, M., et al., 2014).

Em relação a adesão ao esmalte, o seu condicionamento é menos intenso com *primers* de adesivos Self-etch do que quando é condicionado com o ácido fosfórico dos adesivos Etch-and-rinse. A união que os adesivos *All-in-one* realizam é mais fraca que o adesivo Self-etch de duas etapas. Estudos revelam que se tem recomendado que para haver uma melhor ligação, é fazer um prévio condicionamento com ácido fosfórico. Recentemente alguns adesivos Autocondicionantes têm incluído esse passo nas instruções clínicas de aplicação. Contudo essa aplicação do ácido deve ser restrita apenas ao esmalte, devido a alguns dos adesivos Self-etch terem apresentado resultados sensíveis ao ácido quando é aplicado na dentina (Haller, B., 2013).

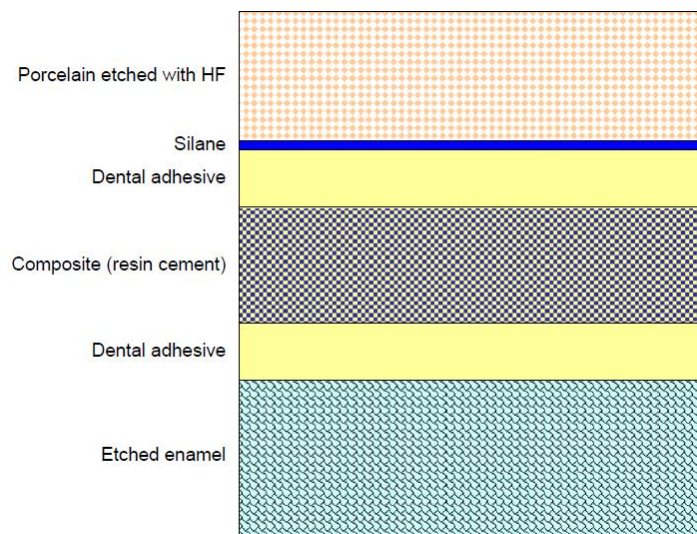


Fig.5. Junta adesiva entre o esmalte e a porcelana condicionada com Ácido Hidrofluorídrico. Imagem retirada do artigo (Perdigão, J., 2007).

Então Peumans, Kanumilli, et al. (2005) relata que a retenção e a integridade marginal são os principais parâmetros usados para se verificar a sua eficácia clínica. A retenção é o parâmetro que mais é avaliado, pois é através dele que se consegue avaliar se o adesivo está presente e se tem bom estado ou não. Essa avaliação é retirada de vários resultados de estudos e ensaios clínicos e posteriormente comparados entre categorias de cada adesivo.

1.2. Sistemas Adesivos Self-etch e os Adesivos simplificados (*All-in-one*)

As empresas fabricantes de adesivos, ao longo dos tempos foram inovando os Sistemas Adesivos. Essa inovação recai mais em tentar diminuir os passos de manipulação destes, na redução do tempo em consultório e também na redução de possíveis erros do Médico Dentista (operador) no procedimento da aplicação do adesivo em causa. Por estes motivos, foi então criado os Sistemas Adesivos Simplificados (SAS) ou *All-in-one* e assim introduzidos no mercado. A sua adesão foi baseada pelo método de união que os Adesivos Self-etch realizavam. Contudo o que difere dos outros sistemas adesivos é que na mesma solução adesiva foi colocado o ácido, *primer* e o adesivo (Margvelashvili, Goracci, et al., 2010; Sar Sancakli, H., Yildiz, E., et al., 2014; Walter, R., Feiring, A. E., et al., 2014).

Furukawa, M., et al. (2008) referem que apesar de ainda existirem poucos estudos clínicos realizados na literatura dentária sobre estes novos sistemas simplificados, alguns desses estudos obtiveram resultados positivos, apoiando as expectativas de que estes um dia poderão superar as principais falhas que já foram encontradas nos adesivos já existentes no mercado.

1.2.1. O que são os Sistemas Adesivos Simplificados ou All-in-one

Segundo Furukawa, M., et al. (2008) os Sistemas Adesivos Simplificados ou *All-in-one* ou então 7ª Geração por quem são mais conhecidos foram os últimos adesivos a serem implementados no mercado. Estes então combinam os três componentes principais dos adesivos (ácido, *primer* e adesivo) numa única solução.

Esta geração foi inserida já no final do ano 2002. Vários estudos clínicos feitos em laboratório mostraram que estes adesivos apresentam uma ligação aos tecidos duros do dente semelhantes aos adesivos de 6ª Geração (Furukawa, M., et al., 2008).

No entanto, apesar de terem sido inseridos recentemente, conseguiram captar uma quota de interesse no mercado. Levando-os a terem uma popularidade entre os profissionais da área da Dentária, por causa de terem uma técnica simples de atuação, parecida aos adesivos Etch-and-rinse tradicionais que apareceram no início do ano 1990 (Furukawa, M., et al., 2008; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Da Silva, J. M. F., Rodrigues, J., et al., 2013).

Vários fabricantes destes adesivos afirmam que a durabilidade clínica nas restaurações adesivas é uma grande prova da eficácia desta geração. Contudo, Furukawa, M. et al, (*cit. in* Peumans et al. 2005), revisa que os adesivos contemporâneos ainda apresentam uma maior eficácia clínica. E que os adesivos Etch-and-rinse de 3 passos e os Self-etch de 2 passos continuam a ser clinicamente confiáveis, daí que, os Self-etch de 1 passo ainda apresentam um desempenho clínico ineficiente.

1.2.2. Composição química dos Sistemas Adesivos

Segundo Van Landuyt, Snauwaert, et al. (2007) o componente mais importante nos adesivos são os monómeros. Existem dois tipos de monómeros diferenciados, os monómeros funcionais e os “Cross-linkers” ou polímeros. O que os diferencia é a

presença de grupos polimerizáveis, em que os monómeros apresentam um grupo, enquanto que os Cross-linkers apresentam dois grupos (podem ser vinyl-groups ou –C=C–). No entanto, a maioria de monómeros funcionais também contém um grupo químico único para cada um deles, designado de grupo funcional ácido. É este grupo que diferencia as suas principais funções no monómero (Zanchi, C. E., Münchow, E. A., et al., 2013).

Nos adesivos antigos, estes dois tipos de monómeros eram separados, ou seja, os monómeros funcionais encontravam-se junto com os iniciadores, e quanto aos Cross-linkers, estes eram aplicados numa etapa seguinte, ou seja, nunca eram aplicados juntamente. Isto acontecia nos adesivos Etch-and-rinse de três etapas e nos Self-etch de duas etapas. Mas com o avanço da tecnologia adesiva, esta tendeu para uma simplificação do procedimento clínico. Uniram então estes dois componentes num só, criando os Etch-and-rinse de duas etapas (dois frascos que são misturados antes da aplicação) e os sistemas adesivos simplificados (SAS) (*All-in-one* ou Self-etch de uma etapa) (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Os monómeros podem ser divididos em 3 grupos divergentes:

➤ Grupo Polimerizável:

Neste grupo os mais comuns são os metacrilatos que unem-se a outros monómeros e também à resina composta em causa. Os acrilatos também se encontram inseridos neste grupo (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Coelho, Ana, et al., 2012).

Estes monómeros apresentam um carácter incolor e insípido e possibilita uma reação de polimerização fácil. O que diferencia os acrilatos dos metacrilatos (tem um grupo adicional de metil) é a sua reatividade. Os metacrilatos ao contrário dos acrilatos, apresentam uma biocompatibilidade e um tempo de vida útil sem problemas adicionais e são pouco reativos. Quanto aos acrilatos estes são mais reativos devido a terem duplas ligações. A menor sensibilidade à

inibição do oxigénio é, também, uma das diversas características dos metacrilatos. Além destas vantagens, ambos os monómeros quando entram em contacto com água (hidrólise) tornam-se muito mais vulneráveis devido à presença na sua constituição de um grupo éster ($R_1-CO-OR_2$). Por causa deste problema, foi necessário encontrar um novo grupo de monómeros, os metacrilamidas. Estes conseguiram ultrapassar este problema da hidrólise porque em vez de apresentar um grupo éster, tem um grupo amida ($R_1-CO-NH-R_2$) (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

➤ Grupo Espaçador ou separador:

Este grupo devido à sua composição química, controla certas propriedades dos adesivos, tais como, a solubilidade, a viscosidade, a rigidez e a capacidade de ligação à superfície (Coelho, Ana, et al., 2012).

A principal função é manter os dois outros grupos, o polimerizável e o funcional ácido, muito bem separados. Além disto, ele também tem uma grande influência nas propriedades do monómero e do polímero que resultam. Na sua constituição, normalmente apresenta uma cadeia alcalina, contudo, também apresenta vários outros grupos tais como, ésteres, amidas ou grupos aromáticos. É através da sua polaridade que determina qual a solubilidade do monómero em água, e/ou noutros solventes. No entanto, devido a sua hidrofília, proporciona uma maior absorção de água provocando alterações de cor na resina polimerizada. A dimensão deste grupo é definido pela viscosidade dos monómeros e também pela sua molhabilidade, flexibilidade e comportamento de impregnação. Estas características podem alterar a polimerização, podendo ficar esta imperfeita ou não (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

➤ Grupo Funcional ácido:

É o único grupo que interage com os tecidos duros do dente, com o esmalte e com a dentina (Coelho, Ana, et al., 2012).

Exibe regularmente propriedades hidrofílicas, mostrando variados propósitos, tais como: aperfeiçoar a desmineralização e do humedecimento da dentina, criando um acréscimo da resistência de união dos adesivos à dentina. Também consegue libertar iões de fluoreto e transmite propriedades antibacterianas. Os ácidos mais utilizados nos monómeros que estão no mercado são: os fosfatos, o ácido carboxílico e grupos de álcool (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Podem ser consultadas no anexo 1 as abreviaturas referentes aos componentes químicos dos sistemas adesivos, particularmente os monómeros, iniciadores e inibidores de reação, conteúdo inorgânico e partículas podem ser consultados no anexo 1.

Os SAS, em relação à composição química, são constituídos por 3 grupos de monómeros que são solubilizados numa solução aquosa (Coelho, Ana, et al., 2012).

Monómeros Funcionais:

Alguns monómeros funcionais nos adesivos autocondicionantes podem interagir quimicamente com a hidroxiapatite, originando num aumento da resistência de adesão e à degradação através da prevenção da nanoinfiltração. Em alguns adesivos SE, as ligações químicas presentes são criadas por causa da presença destes monómeros, como o caso do 10-MDP, 4-MET e fenil-P. Estes monómeros apresentam grupos carboxílicos e fosfóricos que têm a capacidade de criar ligações iónicas com o cálcio presente na hidroxiapatite (Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al., 2014).

4-MET (ver anexo 1) – é um dos monómeros mais usados, promove uma adesão mais facilitada e também é um desmineralizante devido aos seus dois grupos carboxílicos ligados ao esqueleto do grupo aromático, proporcionando uma ligação iónica com o cálcio presente na hidroxiapatite. Apresenta uma síntese fácil, daí a sua popularidade. O 4-MET é um anidrido, 4-meta, que é um pó cristalino. Este com a adição de água, dá-se uma reação de hidrólise simples e espontânea formando assim o monómero 4-MET (Sauro, S., Watson, T. F., et al., 2012; Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Este monómero é bastante solúvel em acetona mas é pouco em etanol, só que na presença de água já não é solúvel. Foi citado em alguns artigos que devido adição deste monómero, este melhora a adesão ao esmalte e à dentina. Foi citado por Yoshida et al., que o grupo 4-MET pode ligar-se à hidroxiapatite, mais especificamente ao grupo cálcio desta. Só que a ligação que ele faz é menos intensa (devido à solubilidade que possui) que o grupo 10-MDP (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

10-MDP (ver anexo 1) – é um monómero que consegue se dissociar com facilidade à água devido a ter uma cadeia de carbonila longa, tornando este então hidrofóbico. Portanto, os solventes mais adequados para este monómero é o etanol e a acetona. Yoshida et al. demonstrou que o 10-MDP é capaz de criar ligações iónicas fortes com o cálcio, por causa da decadência da velocidade de dissolução que é resultante da própria solução. Este autor através do seu estudo verificou que este monómero consegue ter uma melhor ligação com a hidroxiapatite dos tecidos duros do dente, conseguindo formar uma camada nanohíbrida, que não está presente tanto nos monómeros 4-MET como no *phenyl-P*. Este monómero foi sintetizado inicialmente por Kuraray (Osaka, Japão) e depois patenteado por eles. Nestes dias, o 10-MDP pode ser considerado como o monómero Gold Standart devido à sua eficácia em termos de durabilidade e de interacção química com os tecidos dentais duros. (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Feitosa, V., Pomacóndor-Hernández, C., et al., 2014).

Phenyl-P (ver anexo 1) – foi um dos pioneiros nos primeiros adesivos autocondicionantes. No entanto, entrou em desuso quando houve a entrada dos adesivos contemporâneos. Foi descrito como sendo um monómero que promove uma difusão da resina na dentina que foi desmineralizada. Mas em contrapartida ele tem uma adesão química muito débil com os cristais de hidroxiapatite (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Certos investigadores afirmaram que alguns monómeros funcionais nos adesivos Self-etch, conseguem interagir com a hidroxiapatite por ligações químicas, no entanto, dentro de um prazo clínico. Essa interacção é devida a uma maior resistência à degradação prevenindo assim micro e/ou nanoinfiltrações (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010).

Monómeros dimetacrilatos:

Segundo Moszner, Salz, et al. (2005) estes monómeros são feitos de ligações cruzadas, assegurando a formação de um polímero, ajudando em vários efeitos favoráveis. São usados tanto no esmalte como na dentina. Eles apresentam dois meios de ligação. A primeira é através da polimerização em que aumenta o efeito do “gel”. Em segundo, pelas propriedades mecânicas da rede do polímero, que foram melhoradas através da comparação com outros polímeros lineares, fornecem uma força mecânica para os adesivos. A camada que faz a ligação cruzada não é solúvel em água, provocando um inchaço do polímero e assim aumentando a sua densidade.

Os dimetacrilatos mais usados são 2,2-bis[4-(2-hidroxi-3-metacryloyloxypropyl)fenil]propano (Bis-GMA), 1,6-bis-[2-metacryloyloxyethoxycarbonylamino]-2,4,4-trimetilhexano (UDMA), dimetacrilato de glicerol (GDMA), e TEGDMA. Estes monómeros apresentam características diferentes, como a viscosidade, a polaridade e solubilidade da água, a polimerização e a sua reatividade. O Bis-GMA é o que apresenta uma reatividade elevada, apresenta também uma elevada viscosidade e é bastante insolúvel na água. Em contrário, os TEGDMA e os GDMA, contém uma viscosidade já baixa mas uma melhor solubilidade. Porém, todos estes monómeros são bastante estáveis em soluções líquidas acídicas (Moszner, N. Salz, et al., 2005; Zhang, Y. e Wang, Y., 2013).

O **Bis-GMA** é o mais utilizado no mercado, não só em adesivos mas também em certos compósitos. Quando não é curado, este monómero é altamente viscoso. Ele tem uma função importante nos adesivos, pois devido às suas características ele proporciona um encolhimento de polimerização baixo e um endurecimento bastante veloz (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Quanto ao UDMA, ou UEDMA por quem é mais conhecido, é um monómero que é também muito utilizado nos adesivos. Ele exibe propriedades baixas de viscosidade, apesar do seu peso molecular ser semelhante ao Bis-GMA. Pode ser usado sozinho, ou combinado com o TEGDMA e/ou Bis-GMA. Uma característica que o diferencia deste último é a presença de flexibilidade devido às suas ligações éster (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Co-compómeros monofuncionais:

Um dos **co-monómeros** mais utilizado não apenas em Medicina Dentária mas também noutras áreas é o HEMA. O HEMA na sua fase natural é um fluido que é bastante solúvel em água, etanol e acetona. Mas nos seus dois estados, tanto não curado como curado, este consegue sempre absorver a água. Também é conhecido por se dissipar através das soluções adesivas, mas evapora em pequenas quantidades. Uma outra propriedade é a sua hidrofília, ajudando a promover uma união ao monómero, no entanto, não deve ser usado como um desmineralizante (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Zanchi, C. E., Münchow, E. A., et al., 2013).

Outros monómeros também utilizados em adesivos autocondicionantes:

MA: É um irritante forte e corrosivo, devido à sua natureza ácida. Consegue atravessar a barreira das luvas ferindo a pele causando reações alérgicas. Por causa destas características bastante acídicas ele é muito pouco utilizado em adesivos (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

MMA: Tal como o MA, este monómero também é dos mais antigos e muito pouco usado nos adesivos. Entrou em desuso devido as suas propriedades semelhantes ao MA, ou seja, é um irritante forte e corrosivo e que pode provocar também reações alérgicas (Van Landuyt, Snauwaert, et al. 2007).

Quadro 1 - Composição química dos sistemas adesivos SE-2: marca comercial, o fabricante, a composição química (ver Anexo 1), o pH, tipo de polimerização e a adesão (adaptado de (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007)) conforme as indicações dos fabricantes (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Perspectiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

Adesivo	Fabricante	Composição	pH	Fotopolimerização (F; FD)	Adesão: Seco-dry; Húmido-Wet
SE-2 passos					
AdheSE	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstien	<i>Primer:</i> Acrílico, ácido fosfórico éter, bis-acrilamida, água, CQ, estabilizadores. <i>Bonding:</i> Bis.GMA, GDMA, HEMA, sílica, CQ, amida terceária, estabilizadores.	Primer: 1.77 Bonding: 7.7	F	Seco
Clearfil Liner Bond 2 (Clearfil Liner Bond II in Japan)	Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan	Frasco A: Phenil-P, 5-NMSA, CQ, etanol. Frasco B: HEMA, água. LB BOND: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, CQ, silanated coloidal sílica.	Mistura: 1.4	F	–
Clearfil Liner Bond 2V (Clearfil Liner Bond II Σ in Japan)	Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan	Frasco A : MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, N-N-dietanol p-toloidina, foto-iniciador, água. Frasco B : HEMA, dimetacrilato hidrofílico, água. <i>Bond A:</i> MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilato hidrofóbico, CQ, silanated coloidal sílica. <i>Bond B:</i> HMA, Bis-GMA, dimetacrilato hidrofóbico, BPO, N-N-dietanol p-toloidina, CQ, silanated coloidal sílica.	Mistura: 2.8	F D	–
Clearfil Protect Bond	Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan	<i>Primer:</i> MDPB, MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, foto-iniciador, água. <i>Bond:</i> MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilato hidrofóbico, foto-iniciador, silanated coloidal sílica, superfície tratada com NaF.	2	F	Seco
Legenda das abreviaturas: F- Fotopolimerização; FD-Fotopolimerização dupla.					

Quadro 1 (Continuação) - Composição química dos sistemas adesivos SE-2: marca comercial, o fabricante, a composição química (ver Anexo 1), o pH, tipo de polimerização e a adesão (adaptado de ((Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007)) conforme as indicações dos fabricantes.

Perspectiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

Adesivo	Fabricante	Composição	pH	Fotopolimerização (F; FD)	Adesão: Seco-dry; Húmido-Wet
SE-2 passos					
Tokuso Mac Bond II	Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan	<i>Self-etch primer (primer a +primer b):</i> MAC-10, ácido fosfato-metacrílico de alquilo, água acetona. <i>Ligante:</i> MAC-10, HEMA, Bis-GMA, TEGDMA, CQ.	–	–	Seco
Clearfil SE Bond Clearfil Mega (Bond) in Japan	Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan	<i>Primer:</i> MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, foto-iniciador, água. <i>Bond:</i> MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilato hidrofóbico, foto-iniciador, sílica coloidal sililana.	2	F	Seco
Contax	DMG, Hamburg Germany	<i>Primer:</i> Ácido maleico, água <i>Bonding:</i> Bis-GMA, esteres metacrilato de poliálcoois, HEMA.	2.6 ; 1.3 em água	Ativador opcional (BPO) para assegurar compatibilidade entre FD e polimerização química dos materiais. Contudo, necessita F.	Preferencialmente Húmido
Nano-Bond	Pentron Corporation, Wallingford, CT, USA	<i>Self-etch primer:</i> ácido sulfônico de resina composta, HEMA, água.	–	F ou DF, quando o ativador é adicionado	–
One Coat Self Etching Bond	Coltene-Whaledent, Altstätten, Switzerland	<i>Primer:</i> água, HEMA, ácido acrilamidosulfônico, glicerol mono e dimetacrilato, polialcanoato metacrilizado. <i>Ligante:</i> HEMA, glicerol mono e dimetacrilato, UDMA, polialcanoato metacrilato, CQ.	–	–	–
Optibond Solo Plus Self-etch	Kerr, Orange, SA, USA	<i>Self-etch primer:</i> HFGA.GMA, GPDM, etanol, água, MEHQ, ODMAB, CQ <i>Adesivo:</i> Bis-GMA, HEMA, GDMA, GPDM, etanol, CQ ODMA BHT, filler (SiO2 pirogênico, bário aluminoborosilicato, Na2SiF6), fatores de acoplamento A174 (aproximadamente 15% cheio)	SE primer : 1.9 Adesi vo: 2.2	F	–
Legenda das abreviaturas: F- Fotopolimerização; FD-Fotopolimerização dupla.					

Quadro 2 - Composição química dos sistemas adesivos SE-1 e SE-1-*all-in-one*: marca comercial, o fabricante, a composição química (ver Anexo 1), o pH, tipo de polimerização e a adesão (adaptado de ((Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007)) conforme as indicações dos fabricantes (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Adesivo SE-1 e SE-All-in- one passos	Fabricante	Composição	pH	Fotopolimerização (F; FD)	Adesão: Seco-dry; Húmido- Wet
One-up F Bond	Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan	Adesivo A: MAC-10, foto- iniciador, ácido fosfato- metacríolo de alquilo, monómeros metacrilícos multi-funcionais Adesivo B: MMA, HEMA, água, fluoroaminosilicato – silicato de vidro, foto- iniciador	Frasco A: 0.3 Frasco B: 8.0 Mistura: 2	–	Seco e Húmido
One-up Bond F Plus	Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan	Adesivo A: MAC-10, foto- iniciador, ácido fosfato metacrilóilalquilo, monómeros metacrilícos multi-funcionais Adesivo B: MMA, HEMA, água, fluoroaminosilicato – silicato de vidro, foto- iniciador	Frasco A: 0.7 Frasco B: 7.7 Mistura: 1.2	–	Seco e Húmido
Tyrian SPE	Bisco Inc, Schaumbur g, IL, USA	Primer A: timol azul, etanol, água Primer B: AMPS, BisMEP (Bis[2-etil]fosfato), TPO, etanol	–	–	Seco
Unicem	3M ESPE, ST Paul, MN, USA	Líquido: ácido fosfórico ester metacrilato, dimetacrilato, foto-iniciador, estabilizador Pó: pó de vidro, sílica, hidróxido de cálcio iniciador, pigmento e polímero	–	FD	Seco
Xeno III (Xeno CF II in Japan)	DENTSPLY De Trey, Konstanz, Germany	Frasco A: HEMA, etanol, água, aerosil, estabilizadores (BHT) Frasco B: Pyro-EMA, PEM- F, UDMA, CQ, BHT, etil-4- dimetilaminobenzoato (co- iniciador)	<1	F	Seco
Xeno IV	DENTSPLY Sankin Kogyo, Otahara, Japan DENTSPLY Caulk, Milford, DE, USA	PENTA, resina Mono-, Di- e Trimetacrilato, hidroflureto cetalamina, acetona-água.	~2.1	–	Seco

Legenda das abreviaturas: F- Fotopolimerização; FD-Fotopolimerização dupla.

1.2.3. Classificação e terminologia dos sistemas adesivos

A. Classificação dos adesivos Self-etch quanto ao número de etapas clínicas e de gerações

Nas últimas décadas, os sistemas adesivos receberam diferentes classificações, geralmente baseada em modificações na sua composição. O desenvolvimento dos adesivos dentários, são classificados de acordo com o tipo de condicionamento e o número de etapas clínicas necessárias (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010; Carvalho, A. O., Oliveira, M. et al., 2012).

Knobloch, Gailey, et al. (2007) refere que para haver uma melhor adesão nos tecidos dentários, foi obrigatório o desenvolvimento dos sistemas adesivos desde a 1ª e 2ª Geração até aos atuais adesivos de 6ª e 7ª Geração. Os sistemas de 1ª e 2ª Geração foram desenvolvidos mais, para criar uma maior resistência de ligação à dentina, porém os resultados clínicos destes eram bastante pobres e não muito confiáveis. Foram depois desenvolvidos adesivos de 3ª Geração com o objetivo de tentar remover parcialmente a camada de smear layer e assim tentar promover uma adesão à dentina, em contrapartida, os sistemas adesivos da 4ª Geração não realizavam essa função mas utilizavam esta camada para adesão ao tecido dentário. A criação da 5ª e 6ª Geração de adesivos, originou uma simplificação de etapas e também de frascos.

Mais recentemente foi desenvolvido a 7ª Geração de materiais autocondicionantes e introduzidos no mercado dentário, que combinam o *primer*, adesivo e o ácido num frasco único, e portanto não requerem mistura. O que os adesivos SE diferem dos convencionais é nos passos que realizam para a aplicação clínica e também no uso da camada smear layer como substrato de ligação (Knobloch, Gailey, et al., 2007; Sar Sancakli, H., Yildiz, E., et al., 2014).

Os adesivos Self-etch podem ser divididos em dois passos ou etapas SE-2 e SE-1 ou *All-in-one*, dependendo se o *primer* e a resina se encontram separadamente ou combinados numa única solução (Perdigao, J., 2007; Fu, J., Kakuda, S., et al., 2013).

No caso dos adesivos SE-2 apresentam dois frascos: um com o ácido e *primer* e o outro com o *bonding*. A aplicação deste adesivo é primeiro aplicar o líquido que contém o ácido e o *primer* e só depois é aplicado o *bonding* (Figura 6) (Perdigao, J., (2007).

Forma de aplicação do sistema adesivo SE-2 ou 6ª Geração Tipo II: Clearfil Protect Bond de dois frascos (Figura 6); e adesivo SE-2 mas de um passo, em que podem vir com o ácido juntamente ou separadamente, mas são misturados previamente (ácido e *primer* com o *bonding*) (Figura 7) (Haller, B., 2013; Kearns, J. O., Barry, J. G., et al., 2014).



Fig. 6. Adesivo Clearfil Protect Bond (retirada do artigo Haller, B., 2013).



Fig. 7. Adesivo Futurabond DC (retirada do artigo Haller, B., 2013).

Os adesivos SE podem-se dividir em SE-1 6ª Geração Tipo I, com dois frascos que se encontram separados e em SE-1 *All-in-one* em que é apresentado apenas com um frasco (Figura 8). Tal como os SE-2, os SE-1 tem dois frascos e estes são misturados previamente à aplicação nos tecidos dentários. (Figura 9) (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Fu, J., Kakuda, S., et al., 2013).



Fig. 8. Forma de apresentação e aplicação do sistema SE-1-All-in-one ou 7ª Geração: adesivo Xeno V. (Retirada do artigo Haller, B., 2013).



Fig. 9 Forma de apresentação e aplicação do sistema SE-1 ou 6ª Geração Tipo I: Adesivo One Coat 7.0. (Retirada do artigo Haller, B., 2013).

Em suma, há no mercado uma totalidade de 7 Gerações de sistemas adesivos, sendo que nos adesivos Self-etch são classificados em 6ª e 7ª Geração. As gerações anteriores pertencem aos adesivos E&R (Coelho, Ana, et al., 2012).

B. Constituição dos solventes

Ferreira, Pires, et al. (2013) afirma que um dos componentes importantes dos sistemas adesivos é o solvente. Podem ser inorgânico, tal como a água, ou então de elevada volatilidade como é o caso do etanol e da acetona. Foi também aplicado em recentes adesivos o butanol terciário. A função destes solventes é formar uma ligação do hidrogénio com os peptídeos das fibrilas de colagénio e determina a capacidade de a dentina se re-expandir e mantê-la desmineralizada para a resina se ligar. A água é dos solventes que mais hidrogénio liberta (Manso, A., Marquezini JR, L. et al., 2008).

A presença da baixa viscosidade dos iniciadores é na maioria devido ao desmembramento do monómero no solvente. Para a dentina (após estar desmineralizada) esta união é muito importante por causa da difusão do substrato nos poros por serem de natureza hidrofílica (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010).

A **água** é um solvente que consegue desmembrar reticulados não iónicos e compostos polares, devido a ser um solvente bastante polar. Uma das suas maiores capacidades é de criar fortes ligações de hidrogénio. Infelizmente, este solvente é bastante fraco para compostos orgânicos, como o caso dos monómeros, por causa de eles terem propriedades hidrofóbicas (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Porém, este problema pode ser ultrapassado com a adição de um outro solvente secundário, como acetona ou etanol. Nos adesivos Self-etch é indispensável não ter a água como um componente na sua composição. Mas com a presença de co-solventes, ou seja, solventes secundários, leva a que menos prótons sejam formados. A água nos adesivos Etch-and-rinse consegue recolocar as fibras de colagénio que se encontravam colapsadas e contraídas. Nos Self-etch, este solvente fornece um meio de ionização para ocorrer com mais facilidade o auto-condicionamento (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Emamieh, S. Sadr, A., et al., 2013).

No caso do **etanol**, este tal como a água, também é um solvente polar e é capaz de criar ligações de hidrogénio com os solutos daí o etanol ser mais propício para solutos

polares. Como é um solvente bastante volátil em relação à água, ajuda mais na evaporação através da secagem por ar (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Este solvente quando na presença do ácido carboxílico, não consegue realizar a sua verdadeira função, por causa da reatividade deste ácido se esterificar (reação de esterificação – reação em que o ácido carboxílico e o etanol reagem entre si e produzindo éster e água (Consultado em Julho 2014 em (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Esterifica%C3%A7%C3%A3o>)) com os álcoois, podendo provocar uma inativação da parte ácida do monómero em causa. Apesar disto, a presença de etanol na dentina, torna esta menos hidrofílica permitindo assim o uso de monómeros de resina hidrofóbica (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Faria-e-Silva, A.L., Araújo, J. E. et al., 2013).

Um outro solvente muito utilizado é a **acetona**, este é altamente bipolar, conseguindo dissolver tanto os compostos polares como os apolares. Devido a esta forte característica, ele é o eleito como solvente nos adesivos em que combinam tanto os componentes hidrofóbicos e os hidrofílicos. Uma das propriedades principais é de apresentar uma pressão de vapor bastante elevada (cerca de quatro vezes mais), semelhante à do etanol. Apesar disto, também apresenta desvantagens, uma delas é de ser um solvente que evapora com facilidade, influenciando assim no seu tempo de vida na prateleira. A acetona é maioritariamente usada nos adesivos como solvente único, mas no caso dos adesivos Self-etch, ele é considerado como co-solvente, porque é adicionado como um solvente secundário (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Segundo Moosavi e Forghani (2013), o etanol e a acetona são os solventes mais utilizados nos adesivos. A acetona como é mais volátil que o etanol, esta é mais simples de remover após a sua aplicação, porém, tem uma manipulação mais difícil e uma técnica mais sensível no seu manuseamento. Estes solventes ajudam na introdução do monómero nas fibras de colagénio da dentina desmineralizada, e também desempenham um papel de remover a restante água enquanto o processo de evaporação decorre.

Sabóia et al. (*cit. in* Corniati, FA., Rodrigues, JR., and Torres, CRG., 2006) Tentaram criar uma relação entre o tipo de solvente presente na composição dos adesivos e a sua

resistência adesiva ao substrato dentário. Eles observaram que os adesivos que continham acetona apresentaram uma resistência adesiva mais elevada, do que os adesivos que apresentavam solventes como a água e/ou etanol na sua composição, pois a sua resistência diminuía e não era afetada. Segundo Inai et al. (*cit. in* Corniati, FA., Rodrigues, JR., e Torres, CRG., 2006) diz que a acetona tem uma maior capacidade de desidratação e favorece a infiltração dos monómeros adesivos na dentina desidratada.

Kanca, (*cit. in* Pashley, D. H. 2011) descobriu um bom agente para molhar, a água, e isto levou à introdução do conceito de *wet-bonding*. Esta técnica fez aumentar os laços de ligação entre a resina e a dentina, permitindo assim um bom selamento deste tecido dentário e também na redução da dor pós-operatória. Foi introduzido no ano 1990 para prevenir o problema de o colagénio colapsar após o condicionamento ácido e resultou na melhoria da infiltração da resina na dentina. Através deste método, a dentina condicionada com o ácido é mantido totalmente hidratado durante todo o processo adesivo. O *wet-bonding* apresenta vários benefícios, um deles, é a capacidade da água manter as fibras de colagénio íntegras para permitir assim uma maior difusão e penetração dos monómeros. Mas caso a superfície for seca com o ar, o colagénio colapsa e impede a entrada dos monómeros dos adesivos para criarem a camada híbrida (Baratieri, et al., 2001; Liu, Y., Tjaderhane, L. et al., 2011).

Esta técnica tem sido considerada como o principal processo de ligação à dentina dos adesivos E&R. Neste processo, os solventes adicionados aos monómeros hidrofílicos, como o caso da acetona e do etanol, conseguem mover as moléculas da água através da matriz de colagénio desmineralizado. Contudo, dependendo do adesivo, a evaporação do solvente, irá facilitar a difusão dos monómeros ao longo da dentina previamente desmineralizada. Daí que ajuda na polimerização correta do adesivo para assim criar a tal camada híbrida interfacial, também favorece a resistência de ligação à dentina. Guimarães, L. A. e seus colaboradores mostram através de estudos que estes demonstraram que a infiltração dos monómeros tem-se verificado incompleta, particularmente devido à hidrofília do monómero do adesivo (Guimarães, Almeida, et al., 2012).

Foi publicado recentemente um estudo sobre a substituição da água residual pelo etanol na matriz de dentina desmineralizada. Este passo clínico, ajudaria a dominar os monómeros que são hidrofóbicos, através da aplicação do etanol. Por isso, o grande objetivo final desta técnica utilizada é deslocar a água residual com o etanol, deixando a rede de colagénio não suportada e não colapsada, suspensa nas fibras de colagénio que estão misturadas com o etanol (Guimarães, Almeida, et al., 2012).

A técnica *dry-bonding* ou *air-drying*, é uma técnica em que seca a dentina através do jacto de ar a seguir à aplicação do ácido, ajudando no colapso e da exposição das fibrilas de colagénio, afastando assim a infiltração do adesivo na superfície dentária que se encontra descalcificada (Han, Okamoto, et al., 2003). O *dry-bonding* no adesivo pode ajudar a remover a água interfacial, conseguindo melhorar a eficácia da ligação. Porém, esta técnica é deste modo um pouco questionável, porque tem sido afirmado que um jacto de ar um pouco mais forte que o normal pode levar a aumentar a espessura do adesivo nos ângulos da cavidade e expor a parte da dentina (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010; Manso, A., Marquezini JR, L. et al., 2008).

Como foi referido anteriormente, a água é um solvente fraco na presença de monómeros hidrofóbicos, daí que a acetona ou o etanol é adicionada na solução como um solvente secundário. Como sabemos o etanol tem uma pressão de vapor elevada em comparação com a água daí proporcionar uma melhor evaporação pela técnica *dry-bonding*. Então uma mistura dos dois solventes, água/etanol, criam ligações de hidrogénio entre as suas moléculas facilitando assim a vaporização do solvente em relação à água pura. No entanto, a água é indispensável, pois é ela que promove a ionização e conseqüente desmineralização dos tecidos duros dentários, promovendo assim uma melhoria das propriedades mecânicas dos adesivos (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010). Deste modo, então pode-se dividir os adesivos em 4 formas: através da água pura, água/etanol, água/acetona, água/etanol/acetona (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

C. Capacidade acídica (pH)

Descobertas recentes mostraram que alguns adesivos Self-etch de duas etapas (apresentam acidez moderada, ou seja, um pH de aproximadamente 2), e conseguem realizar ligações químicas específicas entre os grupos de fosfato e os grupos de carboxilo dos monómeros funcionais e os cristais de hidroxiapatite residuais, que ainda se encontram presentes na camada de colagénio da dentina devido à baixa agressividade da fase acídica (Breschi, Mazzoni, et al., 2008).

A real interação dos adesivos SE na dentina difere de algumas centenas de nanômetros:

- Ultra-leve (pH > 2,5): consegue penetrar alguns nanômetros, e apenas expõem o colagénio muito superficial da dentina, podendo originar um processo designado de nano-interação;
- Suave (pH ≈ 2): interage com a dentina desmineralizando-a numa profundidade de 1µm e cria uma camada mais fina de transição. Deixam um número de cristais de hidroxiapatite ao redor das fibrilas de colagénio;
- Forte (pH entre 1 e 2): com uma profundidade de 1 a 2 µm;
- Muito forte (pH ≤ 1): a sua interação de profundidade é de vários micrômetros, consegue dissolver a camada smear layer e cria camadas de transição relativamente espessas (Salvio, L. A., Di Hipólito, V., et al., 2013; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al., 2014).

Os sistemas adesivos autocondicionantes foram gradualmente alterados nos últimos anos. Uma das alterações mais importante foi o aumento da sua agressividade. Dependendo da sua agressividade, estes adesivos foram então subdivididos como está descrito no parágrafo anterior. Os adesivos considerados muito fortes apresentam uma maior acidez comparada com os leves e os fortes. Os padrões de interação que foram observados tanto no esmalte como na dentina são semelhantes a um tratamento com um ácido fosfórico após a abordagem de E&R (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010).

A baixa resistência de união e a degradação gradual, que é provocada pela hidrólise, levaram pesquisadores e fabricantes a repensar sobre os monómeros, pH e a associação de componentes em frascos devido a estes dois aspetos. Alguns adesivos recentes SE apresentam um pH mais elevado, como o caso dos adesivos Xeno IV (Dentsply calafetar, Milford, DE, EUA), pH-2.1 e All Bond SE (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA), pH 2.2. Outros, como o Adper SE Plus (3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA) tem um pH bastante baixo, inferior a 1 (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010).

Quadro 3 - Classificação dos sistemas adesivos autocondicionantes em relação as gerações e etapas clinicas: SE-2 ou 6^a geração tipo II (**Quadro A**); SE-1 ou 6^a geração tipo I (**Quadro B**); SE-1-*All-in-one* ou 7^a geração (**Quadro C**) e capacidade acídica (adaptado de (Van Meerbeek, Yoshihara et al., 2011; Silva e Souza, Carneiro, et al. 2010; Perdigão, J., 2007)), conforme indicação dos fabricantes.

Quadro A:

Acidez	Adesivo SE-2; 6 ^a Geração Tipo I	pH
Primer: Forte; Bonding: Muito suave	AdheSE – Ivoclar	1.7; 7.7
Forte	Clearfil Liner Bond 2 - Kuraray	1.4
Muito suave	Clearfil Liner Bond 2V - Kuraray	2.8
Suave	Clearfil Protect Bond - Kuraray	2
Muito suave, Forte em água	Contax – DMG	2.6; 1.3
SE primer: Forte; Adesivo: suave	Optibond Solo Plus Self-etch - Kerr	1.9; 2.2

Quadro B:

Acidez	Adesivo SE-2; 6ª Geração Tipo II	pH
Suave	Admira Bond – VOCO	
Forte	Adper Prompt L Pop – 3M ESPE	0.9-1.0
Forte	Futurabond NR – VOCO	
Frasco A: Muito Forte; Frasco B: Suave; Mistura Forte	One-up F Bond – Tokuyama	1.2(0.3;8.0; 2)
Frasco A: Muito Forte; Frasco B: Suave; Mistura Forte	One-up F Bond F Plus- Tokuyama	0.7; 7.7; 1.2
Muito suave	Tyrian SPE – Bisco	-
Muito Forte	Xeno III – DENTSPLY De Trey	< 1

Quadro C:

Acidez	Adesivo SE-1- All-in-one; 7ª Geração	pH
Forte	Futurabond DC– VOCO	1.4
Forte	XenoV – DENTSPLY De Trey	~1.3
Suave	Futurabond M – VOCO	2
Muito suave	Clearfil S3 Bond – Kuraray	2.4
Muito suave	One Coat 7.0 – Coltene	2.8
Suave	IBond – Heraeus Kulzer	2.2
Suave	G-Bond – GC	> 1.5
Muito suave	Adper Easy Bond – 3M ESPE	2.3
Muito suave	All Bond Universal – Bisco	2.2
Forte	AdheSE ONE F – Ivoclar	1.4

O parâmetro principal para determinar como é que as moléculas interagem com os tecidos mineralizados é o seu valor de pKa do ácido. Porém, este não explica completamente os mecanismos da adesão de certas moléculas aos tecidos dentários. Vamos a exemplos: uma mole de ácido oxálico que apresenta um pK de 1,27 e um pK de 4,28, de pH de 0.6, implica que é bastante ácido, e é 10% mais ácido que 1 mol de ácido maleico de pK 1,94 e 6,23 com pH de 0.9. Apesar disto, o ácido oxálico une-se através de ligações químicas à hidroxiapatite, enquanto que o ácido maleico descalcifica-a. Ou seja, quanto mais baixo for o pH (mais ácido), isto não implica que a solução consiga desmineralizar tanto a dentina como o esmalte (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

A figura 10 que está a seguir mostra a formação de tags de resina com o uso do adesivo Adper Prompt L-Pop - 3M/ESPE, St. Paul, MN, EUA que contém uma acidez forte. Verifica-se na imagem que os túbulos encontram-se abertos, e as tags da resina apresentam uma forma de funil e são bastante alongadas (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

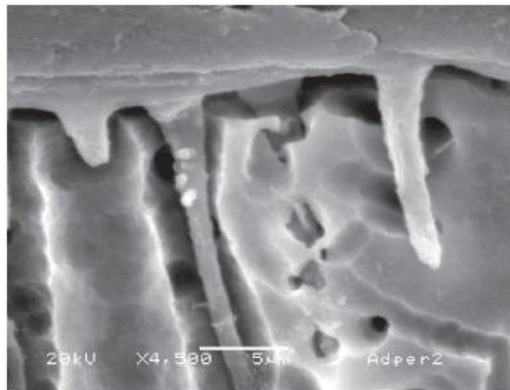


Fig. 10. Os sistemas autocondicionantes fortes podem formar tags de resina longas e em forma de funil devido à sua agressividade. Esta imagem foi obtida utilizando o Adper Prompt L-Pop, que tem um pH de 0,8. Adaptado do artigo (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

Por outro lado, a mesma dentina se for tratada com um adesivo SE leve, como o caso do adesivo All Bond SE- Bisco, mostra é as tags cilíndricas e encurtadas. Embora o seu padrão seja semelhante ao dos E&R, a resistência de ligação que é observado em

adesivos SE fortes foi menor, especialmente na dentina como demonstra na figura 11 que vem a seguir (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

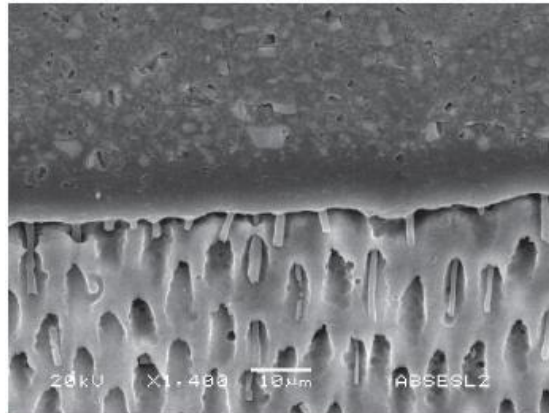


Fig. 11. Quando um agente Self-etch suave, como All Bond SE (pH 2.2) é usado, são produzidos tags de resina curtos e cilíndricos. Adaptado do artigo (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011)

D. Polimerização e ativação físico-química

Os sistemas adesivos dentários contêm fundamentalmente monómeros, iniciadores de polimerização, inibidores ou estabilizadores, solventes e agentes de enchimento que podem ser inorgânicos. Conforme as suas estruturas químicas, estes elementos podem ter um comportamento hidrofílico ou hidrofóbico (Ely, Schneider, et al., 2012). Como os adesivos SE apresentam monómeros funcionais acídicos e também água, estes podem interferir na polimerização da resina, e o tempo de secagem ao ar também pode ser um fator importante influenciando a resistência de união à dentina (Chiba, Yamaguchi, et al., 2006).

No geral, é aceitável que praticamente todos os adesivos devem ser bem polimerizados antes da aplicação da resina composta, para se poder obter uma ótima conversão e também uma excelente resistência mecânica do adesivo. Esse processo também é feito para impedir desgaste excessivo da camada de resina adesiva por causa da aplicação do

compósito. Em contrapartida, a capacidade de polimerização do adesivo é um dos fatores que pode afetar a integridade de adesão entre o substrato e a resina (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007; Sakano, W., Nakajima, M., et al., 2013).

A polimerização ocorre de duas maneiras diferentes, por ação química nos sistemas autopolimerizáveis ou por ação físico-química nos sistemas fotopolimerizáveis. Também podem ocorrer em simultâneo, esse processo é designado por *dual-curing*. A seleção do tipo de polimerização a aplicar nos adesivos, reside no propósito que cada uma realiza. Os adesivos que são fotopolimerizáveis contêm uma vantagem bastante importante na medida que consegue controlar o início da polimerização (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

O processo *dual-cure*, é amplamente usada para aumentar a polimerização e assim alcançar um elevado grau de conversão, especialmente em áreas onde a luz não chega (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007). Alguns estudos têm demonstrado que o modo de polimerização não afeta a resistência de adesão dos adesivos. Porém, outros estudos demonstraram que a ativação química da polimerização *dual-cure* isolada nos adesivos provocaria uma força de ligação inferior do que quando era fotopolimerizado. Isto é provocado porque a polimerização *dual-cure* que certos adesivos exigem possui propriedades mecânicas fracas depois da ativação química por si só como resultado da baixa polimerização comparativamente com a fotopolimerização (Thitthaweerat, S., Nakajima, M. et al., 2012).

Os iniciadores são moléculas que apresentam ligações atômicas com pouca energia de dissociação que se formam depois radicais. A quantidade de iniciador que está presente, está diretamente ligado à resistência mecânica da resina. Porém, a sua importância muitas vezes é esquecida. A polimerização é inibida por alguns fatores, nomeadamente pela presença do oxigénio (resulta da camada de mistura de oxigénio e de inibição) a presença de água intrínseca da dentina e também na presença de solventes residuais do adesivo (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Um dos fotoiniciadores mais usado é a **canforquinona** (CQ), ela é adicionada a um co-iniciador para assim poder produzir radicais livres. Ela apresenta um largo espectro de

absorção de luz. À temperatura ambiente ela apresenta um aspeto de pó cristalino, e é apenas limitadamente solúvel em água. Uma das suas desvantagens é de ter uma cor castanha-amarelada, e essa cor amarela apenas desaparece parcialmente depois da polimerização da resina. Este iniciador também se mostrou ser bastante citotóxico (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

Outro iniciador é o (peróxido de benzoilo) **BOP** em conjunto com uma amina terciária. Este iniciador ao reagir com esta amida como co-iniciadora, conseguem produzir radicais. Apresenta um aspeto líquido incolor, cristalino e sólido e é muito pouco solúvel em água, mas é solúvel em etanol e acetona. Quando é dissolvido em água, sofre uma hidrólise muito rápida, e esta hidrólise depende muito do pH do adesivo. Na presença de pH ácido, o BOP tem um melhor tempo de vida na prateleira. Este iniciador não deve se usado em adesivos que contenham água, a não ser que seja armazenado num frasco diferente (Van Landuyt, Snauwaert, et al., 2007).

1.3. Comparação da facilidade de utilização, o tempo e as etapas clinicas dos adesivos Self-etch

1.3.1. Entre sistemas E&R e SE

Os adesivos E&R são divididos em duas gerações, em 4^a e 5^a Geração, sendo a 4^a Geração correspondente ao E&R de 3 passos e a 5^a Geração ao E&R de 2 passos. A sua principal característica é o uso da técnica de condicionamento total, em que utiliza um ácido (ácido fosfórico) para desmineralizar a dentina e o esmalte em separado ou ao mesmo tempo dependendo da situação clínica em causa (Aggarwal, V. et al., 2013; Coelho, Ana, et al., 2012).

Segundo Pashel, et al. (2011), a principal diferença entre estes dois tipos de adesivo é a o número de etapas clínicas que são aplicadas. No caso do adesivo Etch-and-rinse de 3 passos (E&R-3) mantém o condicionamento ácido através do ácido fosfórico, o *primer* e o adesivo em etapas separadas.

No caso dos adesivos de 5ª Geração ou adesivos de um frasco/total-etch por quem são mais conhecidos. Eles surgiram com o objetivo de simplificar essas etapas reduzindo-as e assim minimizando a introdução de possíveis erros técnicos. Este sistema adesivo passou a reunir o *primer* e o *bonding* numa só solução, ficando o condicionamento ácido à parte, no entanto, assentam no mesmo conceito de adesão igual à da 4ª Geração (Coelho, Ana, et al., 2012).

O procedimento clínico do sistema adesivo Etch-and-rinse de 3 passos requer então:

- ✓ Aplicação do ácido fosfórico entre 30 a 40% durante 15 a 30 segundos, na dentina e/ou no esmalte, dependendo do local da aplicação;
- ✓ Remoção total do ácido com a água abundante durante 10 segundos a 1 minuto;
- ✓ Aplicação de jato de ar ligeiramente;
- ✓ Aplicar o *primer* bifuncional e ligeiro jato de ar durante 5 segundos;
- ✓ Aplicação da resina adesiva ou *bonding*, de modo a encher os espaços entre as fibrilas de colagénio de modo a selar os túbulos dentinários deixados abertos;
- ✓ Por fim fotopolimerizar durante 20 segundos (Coelho, Ana, et al., 2012; Perdigão, J., 2007; Kugel, G. et al., 2000; Pashel, et al., 2011).

Em relação ao E&R de 2 passos, este já é simplificado, pois o *primer* e a resina adesiva já se encontram incorporados numa só solução e aplicados num só passo (Coelho, Ana, et al., 2012; Perdigão, J., 2007; Kugel, G. et al., 2000; Pashel, et al., 2011).

Quanto aos adesivos Self-etch, estes apresentam uma abordagem alternativa, ou seja, não necessitam da etapa de condicionamento total isoladamente. Os SE utilizam a técnica de *dry-bonding*, tornando-os bastante práticos a nível clínico reduzindo não só o tempo de aplicação clínica como a sensibilidade da técnica ou a possibilidade de cometer possíveis erros ao longo da aplicação (Silva e Souza, Carneiro, et al., 2010; Marchesi, G., Frassetto, A., et al., 2013).

1.3.2. Entre sistemas SE-All-in-one e SE

Atualmente, os adesivos autocondicionantes foram projetados para executar as duas etapas principais simultaneamente (Grégoire e Ahmed 2006). Os adesivos Self-etch de duas etapas, requerem mas separadamente, a aplicação do *primer* ácido entre 15 a 20 segundos, seguido de um jacto de ar bastante ligeiro durante 5 segundos para poder ocorrer a evaporação dos solventes voláteis, de seguida colocar o adesivo e fotopolimerizar entre 10 a 20 segundos, dependendo do adesivo e das instruções do fabricante (Marchesi, G. et al., 2013; Chiba, Yamaguchi, et al., 2006; Ceballos, L. et al., 2003).

No caso dos adesivos de um passo, SE-1 6ª Geração Tipo II, teoricamente combina as três funções principais em relação ao adesivo convencional E&R de três passos, (ácido, *primer* e o bonding), ambos os monómeros hidrofóbicos e hidrofílicos, são misturados com uma concentração relativamente elevada de solvente para assim conseguir mantê-los na solução. A presença da água na sua mistura é também muito importante, pois serve como um meio de ionização, para permitir a atividade do condicionamento do adesivo. Estes apresentam dois frascos que são misturados previamente, aplicando-se no preparo cavitário o *primer* ácido juntamente com o adesivo. As etapas seguintes procedem-se da mesma forma aos adesivos SE-2 (Chopra, V., Sharma, H., e Prasad, D. S. 2009; Marchesi, G. et al., 2013).

Quanto aos adesivos *All-in-one*, que foram recentemente introduzidos no mercado, combinam os três passos mais importantes, tornando-os mais simples de utilizar, pois requerem menos passos que os restantes SE. O seu procedimento clínico é bastante simples, pois esta geração de adesivos requer apenas uma aplicação de adesivo durante 20 segundos no preparo realizado, aplicando de seguida um ligeiro jato de ar no adesivo durante 5 segundos e terminando o procedimento com a fotopolimerização durante 10 a 20 segundos (Laxe, LAC. et al., 2007; Mine, A. et al., 2009; Chiba, Yamaguchi, et al., 2006).

Perdigão e seus colaboradores (2007) afirmam que a aplicação de mais do que uma camada destes tipos de adesivos *All-in-one*, podem levar a dosagens elevadas, mas

contudo, a uma melhor infiltração na camada híbrida. Vários fabricantes afirmam que a colocação da segunda camada evita a possível formação de zonas secas na superfície dos tecidos duros do dente, podendo resultar numa impregnação mais favorável dos monómeros na camada híbrida.

1.4. Vantagens em relação ao uso dos adesivos Self-etch

1.4.1. Em relação aos adesivos Etch-and-rinse

Comparativamente aos E&R, os adesivos Self-etch não necessitam do passo de condicionamento ácido separadamente, pois na sua composição já apresenta os monómeros funcionais ácidos que realizam simultaneamente o condicionamento e o *primer*, com a capacidade de infiltração nos tecidos duros do dente por dissolução parcial da hidroxiapatite presente. A sua simplificação ajudou na redução do tempo clínico e também na diminuição significativa da técnica de sensibilidade clínica, conseguindo reduzir o risco de cometer possíveis erros durante a sua aplicação e também no risco de possíveis re-contaminações das superfícies dentárias e/ou o colapso das fibras de colagénio depois da aplicação do ar (De Munck, Van Landuyt et al. 2005; Marchesi, G. et al., 2013; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011; Fróis, Barragán et al., 2012; Van Dijken, J., 2013).

Principais vantagens dos sistemas adesivos Self-etch:

- ✓ Estes adesivos conseguem desmineralizar e infiltrarem-se na superfície do dente, simultaneamente, com a mesma intensidade e profundidade, garantindo assim uma completa infiltração dos adesivos no tecido duro do dente e na camada híbrida (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

- ✓ Os adesivos com o pH leve, causam menos dor pós-operatória, porque usam a smear layer como substrato de adesão, e também deixam os cristais de hidroxiapatite

disponíveis para a união dos monómeros com o cálcio que se encontra dentro destes cristais (Nair, M. Paul, J. et al., 2014).

✓ Conseguem modificar parcialmente a camada smear layer permitindo uma maior integração com esta, e não desmineralizam tão profundamente a dentina do dente como os adesivos E&R, induzindo menos efeitos de sensibilidade pós-operatória devido a sua interação menos agressiva sobre esta. A sua modificação consegue colocar essa camada permeável ao adesivo (Ermis, Van Landuyt et al., 2012; Tuncer, Basaran et al., 2014; Fróis, Barragán et al., 2012).

✓ Uma outra vantagem destes adesivos é que consegue manter o colagénio encapsulado que é protegido pela hidroxiapatite, fornecendo assim uma interação química de ligação duradoura com a hidroxiapatite (Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

Dentro dos adesivos autocondicionantes, os Self-etch de dois passos, são sem dúvida mais promissores e podem oferecer uma boa alternativa aos E&R. Eles reúnem um bom desempenho clínico e também laboratorial, conseguem uma boa estabilidade na adesão a longo prazo. São também menos sensíveis em relação a humidade superficial da dentina e assim evitam sensibilidade pós-operatória, tal como, a nanoinfiltração quando comparados com os sistemas convencionais (Coelho, Ana, et al., 2012; Laxe, LAC. et al., 2007; Moosavi, H., Kimyai, S., et al., 2013).

1.4.2. Entre os Self-etch e os simplificados SE-1 e SE-all-in-one

Os adesivos simplificados combinam o ácido, *primer* e o bonding numa só solução, no entanto, esta simplificação de aplicações leva a um baixo desempenho na adesão (Zhang, Y. e Wang, Y., 2013). Os adesivos SE-1 apresentam uma resistência de ligação semelhante aos adesivos SE-2. Clinicamente são menos sensíveis que os Self-etch de dois passos, só que estes como são mais hidrofóbicos, possibilitam uma maior adesão no selamento e garantem benefícios na durabilidade da união, daí que os Self-etch de

dois passos são considerados os *Gold Standart* dos adesivos autocondicionantes (Knobloch, Gailey, et al., 2007; Ermis, Van Landuyt et al., 2012).

Quanto aos adesivos *All-in-one*, como eles tem uma forma mais simplificada em relação aos outros sistemas adesivos, visto que apenas necessitam de uma aplicação sem necessidade de realizar uma mistura prévia do ácido com o bonding, isto leva a que haja uma redução do tempo de aplicação podendo reduzir possíveis erros técnicos (Di Hipólito, de Goes et al., 2005; Sar Sancakli, H., Yildiz, E., et al., 2014). Contudo eles apresentam uma maior inconsistência e pior desempenho clínico e uma resistência adesiva bastante baixa comparados com os adesivos SE-2. Outra desvantagem destes adesivos é que são mais hidrofílicos e conseguem absorver rapidamente a água resultando numa maior solubilidade (Coelho, Ana, et al., 2012; Van Dijken, J., 2013).

1.5. Desvantagens/limitações em relação ao uso dos adesivos Self-etch

Quanto ao desempenho clínico dos sistemas autocondicionantes, a literatura tem apresentado resultados contraditórios, como a eficácia de adesão destes adesivos e que parece estar dependente do material presente nos diferentes adesivos. O principal desafio dos adesivos Self-etch atuais é tentar dissolver a smear layer sem desmineralizar profundamente a superfície do dente eliminando assim a hidroxiapatite na interface. Pois a preservação da hidroxiapatite, não só protege o colagénio da agressão química externa, como também irá fornecer cálcio através de ligações químicas com o monómero funcional (Arhun, Celik, e Yamanel, 2010; Van Meerbeek, Yoshihara, et al., 2011).

1.5.1. Relativamente aos tradicionais E&R

Vários estudos têm demonstrado que os adesivos autocondicionantes apresentaram valores baixos de resistência de união comparados com os valores dos adesivos E&R, independentemente da sua composição (Fróis, Barragán et al., 2012). Estes adesivos Self-etch, continuam a não serem capazes de condicionar completamente o esmalte, comparativamente com o uso do ácido fosfórico utilizado nos adesivos convencionais. Estes autores afirmam que em várias publicações foi confirmado que os adesivos Self-etch apresentavam menor resistência de união ao esmalte do que os E&R. Esta falha pode estar relacionada com a sua capacidade de baixo condicionamento e também à presença de uma concentração alta de solventes que pode interferir na polimerização. Porém, alguns monómeros acídicos usados em alguns adesivos SE, acredita-se que consigam ultrapassar esta falha, ao realizarem uma ligação química semelhante aos polímeros acídicos que são usados nos materiais ionómeros (Erickson, Robert L. et al., 2009; Kiss Moura, S. Murad, et al., 2014).

Ceballos, et al. (*cit. in* Aggarwal, V. et al, 2013) compararam os adesivos E&R com os adesivos SE (SE-1 e SE-2) em condições normais e na presença de cárie que afetava a dentina. Estes autores demonstraram que os adesivos convencionais apresentavam maior resistência de união do que os adesivos autocondicionantes.

Vários autores fizeram uma comparação com os adesivos contemporâneos e revelaram que o E&R de três passos continua a ser considerado o *gold standart* em termos de durabilidade e também devido à utilização do forte pH do ácido fosfórico usado nestes adesivos. Estes adesivos são os que asseguram uma união mais estável, previsível, consistente e eficaz ao esmalte. Afirmam também que qualquer simplificação no procedimento da aplicação clínica resultaria numa perda de eficácia na ligação aos tecidos duros do dente. No entanto, apenas o adesivo SE-2 é que se aproxima do padrão ouro e apresenta alguns benefícios clínicos adicionais. Só que o desempenho a longo prazo dos adesivos simplificados de um só passo é inferior em relação a durabilidade da ligação comparado com a técnica de aplicação do adesivo Etch-and-rinse de três passos (De Munck, Van Landuyt et al., 2005; Baracco, B., Perdigão, J. et al., 2012; Marchesi, G. et al., 2013; Coelho, Ana, et al., 2012).

Estudos têm apontado que o processo de degradação nas margens do esmalte é mais intensa e rápida para os adesivos autocondicionantes do que para os adesivos convencionais que se aplica o condicionamento acídico prévio (Loguercio, AD., Bittencourt, DD., et al., 2007; Perdigão, J., Dutra-Corrêa, M. et al., 2012). Deste modo, quando se comparam os adesivos E&R com os SE, verifica-se um baixo padrão de condicionamento acídico promovido pelos adesivos Self-etch no esmalte (Rotta, M., Bresciani, P. et al., 2007).

Alguns estudos *in vitro* vieram a demonstrar que em comparação com os E&R, a baixa união dos Self-etch no esmalte, aconselha-se que deve-se realizar um condicionamento prévio com o ácido fosfórico antes da colocação do adesivo, pois assim consegue remover a smear layer e os smear plugs, facilitando a infiltração do adesivo (Van Meerbeek, Yoshihara et al., 2011; Fróis, Barragán et al., 2012; Wagner, Wendler et al., 2014; Baracco, B., J. Perdigão, et al., 2012; Miguez, PA., Castro, PS., et al., 2003; Peumans, M., De Munck, J., et al., 2010). Neste sentido, os adesivos autocondicionantes perdem assim as suas principais vantagens, que é a redução dos passos operatórios e o controlo da humidade (Martins, GC., Franco, AG de O, et al., 2008).

Contudo, Arhun e seus colaboradores, (2010) afirmam que o uso do ácido fosfórico e adesivos autocondicionantes com pH forte para tentar melhorar o condicionamento ao esmalte, anulam-se entre si e provocam áreas de alta tensão, especialmente nas zonas de suporte do dente (Arhun, Celik, e Yamanel, 2010). Só que infelizmente, estes sistemas autocondicionantes perdem as suas principais vantagens que é a redução dos passos operatórios e o controle da humidade (Martins, et al., 2008). Neste sentido, a utilização do adesivo E&R usando o ácido fosfórico no esmalte continua a ser a escolha de preferência, porque não só garante a adesão mais duradoura no esmalte, mas também protege a dentina (Grégoire e Ahmed 2006).

1.5.2. Entre os Self-etch e simplificados SE-1 e SE- all-in-one

Os sistemas adesivos simplificados parecem apresentar um pior desempenho tanto a nível clínico como laboratorial, registando valores de adesão mais baixos comparados

com os E&R de três passos. A explicação para esta diferença parece estar relacionada com o facto de os adesivos SE-1, quando polimerizados, criam uma estrutura porosa que não impede a circulação da água através da camada híbrida. Uma outra limitação destes adesivos segundo Fróis, Barragán e colaboradores é a baixa resistência adesiva ao esmalte (Fróis, Barragán et al., 2012).

Os adesivos autocondicionantes *All-in-one*, foram desenvolvidos com o propósito de simplificarem o tempo de aplicação e também para tornar o procedimento clínico mais fácil e acessível. Esta nova tecnologia de sistema adesivo de um só frasco, apresenta uma concentração elevada de derivados acídicos, água e solventes orgânicos do que os adesivos convencionais, e conseguem ter uma maior infiltração na superfície da dentina do que os SE-2 (Tuncer, Basaran et al., 2014; Hamouda, Samra e Badawi, 2010).

1.6. Ensaios clínicos de avaliação do desempenho e eficácia de adesivos Self-etch simplificados – Uma revisão sistemática

Os estudos clínicos são sempre importantes para se poder avaliar os materiais dentários. Sendo que a maior parte das investigações realizadas na atualidade sobre a interface adesiva é através de ensaios clínicos *in vivo* e *in vitro*. Esses estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de se avaliar os materiais restauradores. Porém, a dúvida ainda se mantêm em relação até que ponto os achados laboratoriais feitos estão ou podem estar relacionados com o desempenho dos adesivos. Mas na tentativa de analisar os dados quer a nível laboratorial (*in vitro*) que a nível *in vivo*, os resultados continuam a ser ainda inconclusivos. Por isso, e diante deste contexto, as avaliações de estudos são essenciais para os Médicos Dentistas julgarem se a aplicação adesiva é tida como aceitável ou se apresenta falhas, para assim se orientarem e evitar erros futuros (Hickel, Roulet et al., 2007; Peumans, De Munck et al., 2012; Van Meerbeek, et al., 2010).

Tendo em conta os objetivos estipulados no início deste trabalho para este ponto, foi realizada uma revisão sistemática de artigos que foram publicados entre os anos 2010 e 2014, respeitante a ensaios clínicos *in vitro* com adesivos autocondicionantes. Dos 120

artigos encontrados segundo as palavras-chave (Material e Métodos) indicadas para realizar a revisão sistemática da literatura indicada, foi selecionado 9 artigos conforme os critérios de inclusão relativamente aos ensaios clínicos *in vitro*. O período de avaliação observacional variou entre 3 meses, 6 meses e/ou 1 ano acerca da eficácia dos adesivos Self-etch.

Caso clínico 1:

Este caso clínico foi realizado para comparar um Adesivo Self-etch de dois passos Clearfil SE Bond e um experimental SE Bond em diferentes preparos cavitários (Classe V na superfície vestibular e Classe I com superfície plana oclusal de 4mm acima da junção amelodentinária) (Mirmohammadi, Khosravi, et al., 2014).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
48 Molares humanos sem cárie, armazenados durante um mês em Cloramina T 0,5% a 4°C.	Porção oclusal do dente foi seccionada transversalmente para permitir um padrão de superfície plana oclusal de 4mm acima da junção Cimento-esmalte; Preparo cavitário de classe V na superfície vestibular.	SE-2	Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc, Okayama, Japan) Experimental SE Bond (fornecido pelo mesmo fabricante)
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Mirmohammadi, Khosravi, et al., 2014).			

A amostragem foi dividida em dois grupos (n=24) ou seja, cada grupo (n=12). O primeiro grupo com o adesivos Clearfil SE Bond foi incubado em água a 37°C durante 24 horas e o segundo grupo com o adesivo experimental SE Bond nas mesmas condições que o anterior mas durante 3 meses. O objetivo deste estudo foi comparar qual dos dois preparos cavitários apresentava maior vazamento. Verificou-se que a classe V apresentava maior vazamento que a classe I. Isso era provocada pela diferença nas paredes dos preparos, pois na parede oclusal comparada com a parede gengival

apresenta uma espessura de esmalte superior. Concluíram então, que ambos os adesivos mostraram que foram bem sucedidos na redução de fugas nas margens da dentina e sem fugas nas margens de esmalte (Mirmohammadi, Khosravi, et al., 2014).

Caso clínico 2:

Neste estudo foi investigado a estabilidade dos adesivos SE-1 e E&R em técnica de Wet ou Dry- bonding na dentina. A lógica deste estudo foi avaliar o desempenho de união do adesivo Scotchbond Universal de uma etapa quando aplicada depois como SE e como E&R (Marchesi, G. et al., 2013).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
60 dentes terceiros molares humanos foram extraídos e seleccionados para este estudo. Foram armazenados durante um mês numa solução de cloramida T a 0,5% em 48°C.	Foram preparadas superfícies planas de dentina coronal paralelo à superfície oclusal do dente.	SE-1 E&R Wet-bonding E&R Dry-bonding SE-1	Scotchbond Universal Self-etch (3M ESPE, Seefeld, Germany); Scotchbond Universal E&R Wet and Dry-bonding; Prime&Bond NT (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany).
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Marchesi, G. et al., 2013)			

Os 60 dentes foram distribuídos em 4 grupos: grupo 1: Adesivo Scotchbond universal aplicado em modo Self-etch, grupo 2 e 3: o mesmo adesivo foi aplicado como E&R em abordagem Wet-bonding e Dry-bonding e o grupo 4: com o adesivo Prime&Bond NT segundo as instruções do fabricante. Estas amostras depois foram igualmente divididos aleatoriamente em 3 grupos e armazenados em saliva artificial a 37°C durante 24h, 6 meses e 1 ano. O armazenamento de 6 meses verificou-se que reduziu significativamente a resistência de união do adesivo Scotchbond Universal independentemente da técnica de aplicação utilizada (grupos 1 e 3), No entanto, o Primer&Bond NT não foi encontrada nenhuma diminuição na sua resistência. Após 1 ano de armazenamento tanto o Scotchbond Universal SE, E&R Wet e Dry-bonding e o

Primer&bond NT não mostraram diminuição da resistência de união quando comparado com os resultados do grupo de 6 meses. Verificou-se que o adesivo Scotchbond Universal aplicado como E&R Wet e Dry-bonding obteve valores de resistência superiores aos restantes adesivos (Marchesi, G. et al., 2013).

Em resumo, o Scotchbond Universal dos grupos 1, 2 e 3 apresentaram valores de resistência de união semelhantes, comparado com o Primer&Bond NT quando aplicado segundo as inscrições do fabricante. Ou seja, o Scotchbond Universal aplicado como E&R (grupo 2 e 3) na dentina apresentou uma menor resistência que os adesivos que foram aplicados conforme as instruções do fabricante (grupo 1 e 4) quer no armazenamento de 6 meses quer no de 1 ano (Marchesi, G. et al., 2013).

Caso clínico 3:

Este estudo foi realizado para comparar a resistência de união, ou seja, a adesão dos adesivos na dentina. Os adesivos usados foi Futurabond U, Scotchbond Universal e All-Bond Universal foram aplicados como SE e E&R. Estes três adesivos foram depois comparados com dois adesivos autocondicionantes como grupo controlo de um passo, o Futurabond M e Futurabond DC em modo SE-1 (Wagner, Wendler et al., 2014).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
12 dentes terceiros molares humanos foram armazenados em Cloramida T a 0,5% durante 3 meses. Estes foram depois distribuídos aleatoriamente pelos 3 grupos experimentais.	A superfície oclusão foi removida e depois foi feito superfícies planas a nível coronal com espessura de 2,5+/- 0,2mm.	SE E&R SE-1	Futurabond U (Voco, Cuxhaven, Germany); Scotchbond Universal (3M ESPE, Seefeld, Germany); All-Bond Universal (Bisco, Schaumburg, EUA); Futurabond M e Futurabond DC (Voco, Cuxhaven, Germany)
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Wagner, Wendler et al., 2014)			

Nos resultados, não houve diferenças significativas na adesão entre o modo SE e E&R dos adesivos Futurabond U, Scotchbond Universal e All-Bond Universal, mas no caso dos Futurabond U e Scotchbond Universal apresentavam melhores resultados que o All-Bond Universal. Contudo, estes três adesivos mostraram comportamentos diferentes na infiltração na dentina. Tiveram melhor desempenho do que os adesivos SE-1 usados como grupo controlo. Passado um ano depois desta avaliação, voltou-se a verificar e houve alterações. A alteração que houve foi uma queda da resistência de união para os adesivos aplicados como E&R. No entanto, foi descartado esta alteração porque apresentava uma discrepância muito baixa. Como conclusão de estudo, foi verificado que o desempenho destes 3 adesivos (Futurabond U, Scotchbond Universal e All-Bond Universal) após os diferentes modos de aplicação, indica a confiabilidade quando se trabalha sob diferentes situações clínicas. Dentro dos limites deste estudo, estes autores afirmaram que deve-se usar um condicionamento ácido prévio para melhorar assim a sua adesão e penetração à dentina. Conclui-se que independentemente do modo de aplicação comparativamente aos adesivos SE-1, estes tornaram-se de confiança para trabalhar em diferentes condições clínicas (Wagner, Wendler et al., 2014).

Caso clínico 4:

Este caso clínico, foi realizado para avaliar a resistência de união, a nanoinfiltração, o grau de conversão e o pH. Os adesivos que foram testados foram Peak Adhesive System aplicado como E&R-2 e SE-2, Scotchbond Universal Adhesive e All Bond Universal aplicados como E&R-2 e SE-1, todos foram aplicados como SE e E&R e comparados com Clearfil SE Bond e Adper Single Bond 2 como adesivos controlo (Muñoz, Luque, et al., 2013).

Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
40 dentes terceiros molares humanos livres de cárie foram desinfetados em Cloramida T a 0,5% e armazenados em água destilada durante 6 meses. Estes foram depois distribuídos aleatoriamente em 8 grupos experimentais (n=5).	Uma parte da dentina foi exposta após a remoção do esmalte.	SE-2 E&R-2 SE-1	Peak Universal Adhesive (South Jordan, UT, USA); Scotchbond Universal (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); All-Bond Universal (Bisco, Schaumburg, EUA); Controlo: Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA); Clearfil SE Bond (Kuraray, Okayama, Japan)
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Muñoz, Luque, et al., 2013)			

Após a realização deste estudo verificou-se que todos os adesivos usados apresentavam falhas na resistência de união, tal como na nanoinfiltração também apresentava valores diferentes. O adesivo Peak Adhesive System aplicado como E&R e SE tinha valores mais elevados de nanoinfiltração que os restantes adesivos. All Bond Universal aplicado como E&R e SE era semelhante aos adesivos controlo (Clearfil SE Bond e Adper Single Bond 2). O adesivo que apresentou baixa nanoinfiltração foi o Scotchbond Universal aplicado como E&R e SE. No caso do grau de conversão, todos apresentaram valores semelhantes, com exceção do Scotchbond Universal como SE que mostrou valores baixos comparado com os outros. Quanto ao pH, o Adper Single Bond é o de maior pH (4.1) e o Peak Universal Adhesive System é o de menor pH (1.2). Concluíram que o adesivo que foi aplicado como SE-1 apresentou um desempenho inferior ao SE-2, devido a ter uma camada adesiva mais fina suscetível e propícia à inibição da polimerização. Os adesivos universais apresentaram maior resistência de união comparada com a estratégia SE. Nenhum adesivo apresentou um comportamento semelhante aos adesivos controlo, ou seja, tiveram resultados inferiores nas propriedades testadas (Muñoz, Luque, et al., 2013).

Caso clínico 5:

Quanto a este estudo, foi avaliado a resistência de adesão e as tensões de corte de um adesivo Adper Prompt L-Pop SE de um passo em diferentes aplicações. Conforme as instruções do fabricante (Grupo 1), como o condicionamento prévio com o ácido fosfórico (Grupo 2), com aplicação de mais de uma camada adesiva e só fotopolimerizar no fim da colocação das camadas (Grupo 3) e por fim com a aplicação de uma camada hidrofóbica suplementar (Adesivo Adper Scotchbond Multi-Purpose Plus) (Grupo 4) (Fróis, Barragán et al., 2012).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
40 dentes molares humanos íntegros que foram extraídos por motivos periodontais e/ou ortodônticos e armazenados em Cloramida T a 0,5% e durante 8 dias. Estes foram depois distribuídos aleatoriamente em 4 grupos experimentais (n=10).	Após remoção da raiz foi feito 3 cortes sagitais no sentido mesio-distal, para se obter 2 fatias de dentina com espessura de 3 mm.	SE-1	Adper Prompt L-Pop SE
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Fróis, Barragán et al., 2012)			

Nos resultados obtidos verificou-se diferenças na resistência de adesão nos 4 grupos. A aplicação de uma camada adicional do adesivo (Grupo 3) ou de uma camada hidrofóbica (Grupo 4) permitiu obter valores de resistência adesiva estatisticamente mais elevados do que os obtidos com a aplicação segundo o fabricante ou com o condicionamento prévio com o ácido fosfórico. Confirmaram que o pré-condicionamento da dentina não contribui para o aumento dos valores de adesão, mostrando até uma ligeira tendência de diminuição destes valores, no entanto, não apresentaram significado estatístico nenhum. No caso da aplicação de uma camada suplementar contribuiu para um aumento dos valores de adesão à dentina, embora se tenha verificado que a eficácia desta medida esteja dependente do adesivo usado e do

número de camadas aplicadas. Quanto ao benefício da aplicação da camada hidrofóbica também se apresentou controverso, pois depende do adesivo que é usado. Concluíram então que a aplicação de uma camada adicional do adesivo ou uma camada hidrofóbica poderá ser uma alternativa ao protocolo fornecido pelo fabricante de forma a aumentar os valores de adesão (Fróis, Barragán et al., 2012).

Caso clínico 6:

Este estudo *in vitro* foi realizado para testar o desempenho dos adesivos *All-in-one* na dentina. Foi usado o adesivo SE-2, o Clearfil SE Bond como adesivo controlo. Os adesivos testados foram: Adper Prompt, Bond Force, Brush & Bond, iBond Self Etch, Optibond All-in-one e o Xeno IV (Walter, et al., 2012).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
21 dentes molares humanos íntegros que foram extraídos e desinfetados em Cloramida T.	Após remoção da raiz foi removido a superfície oclusal para se obter a superfície da dentina.	SE-2 SE <i>all-in-one</i>	Clearfil SE Bond (Kuraray); Adper Prompt (3M ESPE); Bond Force (Tokuyama); Brush & Bond (Parkell); iBond Self Etch (Heraeus Kulzer); Optibond All-in-one (Kerr) Xeno IV (Dentsply Caulk)
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Walter, et al., 2012)			

Pelos resultados foi verificado que a resistência adesiva foi significativamente baixa nos adesivos Adper Prompt, iBond Self Etch e Optibond All-in-one e os resultados não foram diferentes comparado com os resultados dos adesivos controlo mesmo passado dois anos de envelhecimento em água *in vitro*. Nos resultados obtidos mostraram que em todos os grupos os adesivos apresentaram fraturas com exceção do adesivo Bond Force. O que mostrou mais fraturas foi o Optibond All-in-one. No caso do adesivo iBond Self-etch que também apresentou baixa resistência de adesão, e esse mau

desempenho foi verificado pela presença do monómero 4-META hidrofílico na sua composição. Os adesivos Xeno IV e Brunsh & Bond também mostraram-se estáveis ao longo do tempo, contudo os relatórios sobre estes adesivos continuam bastante escassos para se chegar a uma conclusão. Deste modo, todos os adesivos no geral, inclusive os adesivos de controlo mostraram-se estáveis ao longo do tempo de estudo. A hipótese nula que consideraram foi que os adesivos *All-in-one* não seriam afetados pelo envelhecimento em água, no entanto, concluíram através deste estudo a rejeição parcial desta hipótese (Walter, et al., 2012).

Caso clínico 7:

O objetivo deste estudo foi determinar se o pré-condicionamento aumentaria as forças de ligação dos adesivos Self-etch ao esmalte intacto e avaliar também o seu efeito na formação do dessa mesma ligação. Foi utilizado para este estudo o adesivo Clearfil SE Bond SE-2 (Devarasa, Subba Reddy, et al., 2012).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
40 incisivos superiores humanos íntegros e divididos em 4 grupos de 10 amostras cada um.	Foram montados horizontalmente em blocos de resina acrílica, mantendo a superfície labial exposta.	SE-2	Clearfil SE Bond (Kuraray);
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Devarasa, Subba Reddy, et al., 2012)			

Nos grupos A e C procedeu-se à aplicação do adesivo sobre o esmalte na parte vestibular intacta conforme as instruções do fabricante. Os grupos B e D foi aplicado o pré condicionamento com o ácido fosfórico a 35% no esmalte na parte labial do dente e depois foi colocado o adesivo do mesmo modo que foi colocado nos grupos A e C. Os resultados obtidos no fim do estudo, foi que o adesivo SE-2 aplicado diretamente no dente mostrou ter uma ligação bastante pobre no esmalte intacto, enquanto que os

dentes que levaram pré-condicionamento apresentaram maior resistência de ligação. Concluíram então que o condicionamento prévio com o ácido fosfórico ajuda a obter uma maior infiltração e ligação ao esmalte (Devarasa, Subba Reddy, et al., 2012).

Um outro estudo feito no mesmo ano com o mesmo adesivo e com o mesmo procedimento, ou seja, um grupo em que foi aplicado o adesivo diretamente no dente e o segundo grupo foi feito o condicionamento prévio com ácido fosfórico a 37%. Os resultados obtidos foi que com o pré-condicionamento o adesivo aderiu com maior facilidade ao dente, enquanto que sem o condicionamento este já não teve uma adesão mais eficiente (Devarasa, Subba Reddy e Chaitra 2012).

Caso clínico 8:

Os investigadores deste estudo avaliaram a ligação de união dos adesivos *All-in-one* à dentina. Foi utilizado os adesivos AdheSE one, Bond Force e Xeno V. Como adesivo controlo foi usado o XP Bond da gama dos E&R (Margvelashvili, Goracci, et al. 2010).

Amostragem		Adesivos	
Número de dentes	Preparos cavitários utilizados	Adesivos utilizados no estudo <i>in vitro</i>	Marca dos Adesivos
20 dentes terceiros molares humanos íntegros foram armazenados em Cloramida T a 0,5% a 48°C durante 3 meses para prevenir o crescimento bacteriano. Foram divididos em 4 grupos com 5 dentes cada.	Os dentes foram cortados com 2mm abaixo da junção dentina esmalte e retirado as suas raízes.	SE <i>all-in-one</i> E&R	Bond Force (Tokuyama, Tokyo, Japan); AdheSE One (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein); Xeno V (Dentsply DeTrey Kostanz, Germany); XP Bond (Dentsply DeTrey Kostanz, Germany).
Ref. Bibliográfica do ensaio clínico do artigo (Margvelashvili, Goracci, et al., 2010)			

Nos grupos 1, 2, 3 e 4 foram testados os adesivos *All-in-one*, AdheSE one, Bond Force e Xeno V respetivamente. No grupo 4 foi testado o adesivo Xp Bond E&R como adesivo controlo. Os resultados obtidos foi que os adesivos *All-in-one* exibiram uma interação superficial com a dentina, mas nenhuma camada híbrida era evidente nas ampliações utilizadas. Exceto o adesivo Xeno V em que conseguiu ter uma maior infiltração com uma certa profundidade. Porém, os adesivos Bond Force e Xeno V mostraram forças de ligação menores comparativamente ao adesivo controlo. Os AdheSE também mostraram forças de ligação baixas mas muito semelhantes ao adesivo E&R. Em todos os grupos apresentaram falhas com muita frequência. Estes investigadores concluíram que os adesivos Bond Force e Xeno V apresentaram resultados de ligação semelhantes ao adesivo XP Bond, no entanto, este adesivo E&R ainda continua a ter um vínculo mais forte com a dentina, contudo, os adesivos *All-in-one* testados como apresentam solventes orgânicos conseguiram atingir níveis de resistência de adesão que foram depois comparáveis do ponto de vista estatístico (Margvelashvili, Goracci, et al., 2010).

Como conclusão destes estudos apresentados, analisamos que no primeiro meio ano ou um ano, os adesivos SE não mostraram perdas a nível de resistência de ligação, ou fraturas, tal como os adesivos simplificados que apresentaram resultados semelhantes. No entanto, foi verificado que os adesivos SE-2 e SE-1 e SE-*all-in-one* na presença de um condicionamento prévio com o ácido fosfórico, ou com a colocação de uma camada hidrofóbica apresentavam uma maior adesão aos tecidos duros do dente, quer a dentina quer ao esmalte. Apesar disto, através da análise destes adesivos e comparando com os resultados obtidos dos adesivos E&R, estes adesivos continuam a ser os *Gold Standart*. Por isso, os estudos clínicos e os laboratoriais serão sempre necessários para verificar se a estabilidade química e ligação de união que os fabricantes afirmam que estes novos adesivos simplificados apresentam são viáveis ou não. (Mirmohammadi, Khosravi, et al., 2014; Marchesi, G. et al., 2013; Wagner, Wendler et al., 2014; Muñoz, Luque, et al., 2013; Fróis, Barragán et al., 2012; Walter, et al., 2012; Devarasa, Subba Reddy, et al., 2012; Margvelashvili, Goracci, et al., 2010; Ermis, Van Landuyt et al., 2012).

IV – Conclusão:

O interesse dos pacientes em relação à estética, provocou na área adesiva um progresso e uma melhoria no interesse de proporcionar um aperfeiçoamento e simplificação dos adesivos. Após esta revisão da literatura e análise sistemática sobre a eficácia adesiva dos Self-etch e Self-etch simplificados, é possível construir estas conclusões:

A. O sistema Self-etch são os adesivos autocondicionantes, que têm como função autocondicionar os tecidos dentários, quer o esmalte quer a dentina, em separado ou simultaneamente. Estes sistemas são mais simples de aplicar, pois não exigem a aplicação e remoção do ácido dos substratos dentários, pois na sua composição já apresenta substratos acídicos que já realizam esse passo.

B. Os adesivos simplificados, são os mais recentes no mercado e foram desenvolvidos para ajudar na diminuição de etapas e na simplificação dos procedimentos e para reduzir possíveis erros clínicos. Estes apresentam todos os componentes num só frasco como o adesivo *SE-all-in-one*, ou então em dois frascos como os adesivos SE-1, e são misturados antes da sua aplicação no dente. A diferença destes para os adesivos SE-2 é que requerem, separadamente, a aplicação do primer acídico e depois a colocação da resina e consequente fotopolimerização.

C. Independentemente do tipo de tecido que é aplicado o adesivo, todos os sistemas adesivos apresentam 3 funções semelhantes: a função acídica em que desmineraliza os substratos dentários, removendo ou modificando a smear layer para preparação dos tecidos à ligação do adesivo; a função do *primer* que é ligar-se/infiltrar-se na smear layer e a função adesiva que faz o bloqueio mecânico com o esmalte e/ou dentina.

D. Os adesivos para procederem a uma adesão bastante resistente, necessita de vários componentes que realizam esta função. Esses componentes, são os vários monómeros adesivos, monómeros dimetacrilatos, co-monómeros monofuncionais que são colocados num solvente. No entanto, a sua constituição química varia de produto para produto, conforme o seu fabricante.

E. Dentro dos monómeros adesivos encontra-se incluído 3 grupos importantes, o grupo polimerizável que unem-se aos outros monómeros e à resina composta usada; o grupo espaçador em que controla as várias propriedades dos adesivos, mantendo o grupo polimerizável e o funcional separados e por fim o grupo funcional ácido em que tem propriedades hidrofílicas e interage com os tecidos dentários.

F. Os sistemas autocondicionantes são classificados como 6ª e a 7ª Geração, sendo que a 6ª Geração subdivide-se em SE de 2 passos ou 6ª Geração Tipo II ou SE de 1 passo ou 6ª Geração Tipo I, e a 7ª Geração conhecida também com SE-*all-in-one*.

G. Também são classificados conforme o solvente que apresentam, podem ser a água, etanol, acetona, HEMA, ou então mistura de vários, pelo seu pH alto (ultra leve pH > 2,5; suave pH \approx 2) e pelo seu pH baixo (forte pH entre 1 e 2; muito forte pH \leq 1) e o tipo de polimerização (autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis e *Dual Cure*).

H. Existem várias vantagens dos SE relativamente aos E&R. Uma das principais vantagens é de não utilizarem o passo do condicionamento ácido prévio, pois na sua composição já apresenta monómeros funcionais ácidos. Isso veio a facilitar a sua aplicação reduzindo assim a etapa clínica do pré-condicionamento. Apresentam menor tempo de aplicação, induzindo menos efeitos de sensibilidade pós-operatória, por causa de terem uma interação menos agressiva nos tecidos dentários. Uma outra vantagem é de que não removem a smear layer como os E&R, modifica-a para assim conseguir se integrar com mais facilidade nos substratos dentários.

I. Em relação as desvantagens ou limitações, os Self-etch apenas formam camadas híbridas bastante finas que os E&R, não os torna logo indesejáveis, mas leva a ponderar em relação à sua resistência ao longo do tempo. Uma outra limitação é que estes adesivos não realizam uma adesão mais eficiente, devido aos seus monómeros ácidos serem insuficientemente fortes para poderem melhorar a sua força de adesão ao esmalte.

J. Quanto aos adesivos simplificados, estes registam uma elevada degradação nos substratos dentários ao longo do tempo. A presença de todos os componentes dos adesivos presentes num só frasco, como o caso dos adesivos SE-*all-in-one*, intervém

com a semi-vida do adesivo, devido à presença da água em contacto com os monómeros acídicos. Estes adesivos proporcionam uma baixa resistência adesiva ao esmalte.

K. Foi possível concluir através dos casos clínicos apresentados que apesar de os adesivos autocondicionantes terem vindo a revolucionar o mercado adesivo, estes ainda apresentam poucos estudos quanto à sua veracidade como bons adesivos, pois ainda há imensas dúvidas em relação à sua adesão aos tecidos dentários, principalmente à dentina, e também pelo seu tempo de vida útil. Dentro destes adesivos, os SE-2 foram sem dúvida os que apresentaram melhores resultados comparativamente aos simplificados, e são os que se aproximam em termos de resistência de adesão aos adesivos E&R.

L. Por tudo isto, pode-se concluir que estes adesivos autocondicionantes, apesar de terem algumas limitações, conseguem ser uma boa alternativa aos E&R, no entanto, tantos os adesivos SE-2 e os adesivos simplificados, face a evidência da literatura atual, ainda são necessários mais ensaios, quer *in vitro* quer em *in vivo* e que revelem resultados mais consistentes em relação ao desempenho e eficácia de todos os adesivos autocondicionantes.

V - Bibliografia:

1. Abo, T. Uno. S e Sano, H. (2004). "Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system." *European Journal of Oral Sciences* **112**: 286-292.
2. Aggarwal, V. et al. (2013). "The effect of caries excavation methods on the bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesives to caries affected dentine." *Australian Dental Journal* **58**: 454-460.
3. Arhun, Celik, e Yamanel, (2010). "Clinical Evaluation of resin-based composites in posterior restorations: two-year results." *Operative Dentistry* **35**(4): 397-404.
4. Baracco, B., Perdigão, J. et al. (2012). "Clinical evaluation of a low-shrinkage composite in posterior restorations: one-year results." *Operative Dentistry* **37**(2): 117-129.
5. Baratieri, et al. (2001). "Odontologia restauradora: Fundamentos e possibilidades." 1ª Edição. Chile, Livraria Santos Editora.
6. Breschi, Mazzone, et al. (2008). "Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface." *Dental Materials* **24**: 90-101.
7. Carvalho, A. O., Oliveira, M. et al., (2012). Effect of adhesive system and application strategy on reduction of dentin permeability." *Brazilian Oral Research* **26**(5): 397-403.
8. Ceballos, L. et al. (2003). "Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine." *Journal of Dentistry* **31**: 469-477.
9. Chee, B., Rickamn, L. J., et al. (2012). "Adhesives for the restoration of non-carious cervical lesion: A systematic review." *Journal of Dentistry* **40**: 443-452.

10. Chiba, Yamaguchi, et al. (2006). "Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength." *Operative Dentistry* **31**(2): 233-239.
11. Chopra, V., Sharma, H., e Prasad, D. S. (2009). "A comparative evaluation of the bonding efficacy of two-step vs all-in-one bonding agents – an *in vitro* study." *Journal of Conservative Dentistry* **12**(3): 101-104.
12. Coelho, Ana, 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**(1): 39-46.
13. Corniati, FA., Rodrigues, JR., and Torres, CRG. (2006). "Influência do tipo de sistema adesivo na resistência de união à dentina desproteïnizada." *Revista de Odontologia da UNESP* **35**(3): 113-118.
14. Da Silva, J. M. F., Rodrigues, J., eta al. (2013). "Effectiveness and biological compatibility of different generations of dentin adhesives." *Clinical Oral Investigations*: 1-7.
15. De Munck, Van Landuyt et al. (2005). "A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results." *Journal Dental Research* **84**(2): 118-132.
16. Devarasa, Subba Reddy, et al. (2012). "Self-etching adhesive on intact enamel, with and without pre-etching." *Microscopy Research Technique* **75**:650-654.
17. Devarasa, Subba Reddy and Chaitra (2012). "Self-etching adhesive on intact enamel." *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* **30**(2): 133-138.
18. Di Hipólito, de Goes et al (2005). "SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel." *The Journal of Adhesive Dentistry* **7**: 203-211.

19. Ely, Schneider, et al. (2012). "Polymerization kinetics and reactivity of alternative initiators systems for use in light-activated dental resins." *Dental Materials* **28**: 1199-1206.
20. Emamieh, S. Sadr, A., et al. (2013). "Effects of solvent drying time on mass change of three adhesives." *Journal of Conservative Dentistry* **16**(2): 418-422.
21. Erickson, Robert L. et al., (2009). "The role of etching in bonding to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems." *Dental Materials* **25**: 1459-1467.
22. Ermis, Van Landuyt et al. (2012). "Clinical effectiveness of an one-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions at 2 years." *Clinical Oral Investigations* **16**: 889-897.
23. Faria-e-Silva, A.L., Araújo, J. E. et al. (2013). "Solvent content and dentin bond strengths using water-wet, ethanol-wet and deproteinization bonding techniques." *Acta Odontologica Scandinavica*: 1-6.
24. Feitosa, V., Pomacóndor-Hernández, C., et al. (2014). "Chemical interaction of 10-MDP (methacryloyloxi-decyl-dihydrogen-phosphate) in zinc-doped self-etch adhesives." *Journal of Dentistry* **42**: 359-365.
25. Ferreira, Pires, et al. (2013). "Influence of solvents and composition of etch-and-rinse and self-etch adhesive systems on the nanoleakage within the hybrid layer." *The Journal of Contemporary Dental Practice* **14**(4): 691-699.
26. Fróis, Barragán et al. (2012). "Influência de alterações ao protocolo de aplicação na resistência adesiva ao corte de adesivo self-etch um passo." *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial* **53**(2): 83-89.
27. Fu, J., Kakuda, S., et al. (2013). "Bonding Performance of a newly developed step-less all-in-one system on dentin." *Dental Materials Journal* **32**(2): 203-211.

28. Furukawa, M. et al. (2008). "All-in-one self-etch model adhesives: HEMA-free and without phase separation." *Journal of Dentistry* **36**: 402-408.
29. Grégoire e Ahmed (2006). "Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives." *Journal of Dentistry* **35**:388-397.
30. Guimarães, Almeida, et al. (2012). "Effectiveness of immediate bonding of etch-and-rinse adhesives to simplified ethanol-saturated dentin." *Brazilian Oral Research* **26**(2): 177.182.
31. Haller, B. (2013). "Which self-etch bonding systems are suitable for which clinical indications?" *Quintessence International* **44**(9): 645-661.
32. Hamouda, Samra e Badawi. (2010). "Microtensile bond strength of etch and rinse versus self-etch adhesive systems." *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* **4**: 461-466.
33. Han, Okamoto, et al. (2003). "EPMA observation between dentin and resin interfaces. Part 1. Comparison of wet and dry technique after short-term stored in water." *Dental Materials Journal* **22**(2): 115-125.
34. Kearns, J. O., Barry, J. G., et al. (2014). "Cuspal deflection and cervical microleakage scores to determine the adhesive potencial of universal bonding systems." *Journal of Dentistry*: 1-7.
35. Kiremitçi, et al. (2004). "Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems." *Quintessence International* **35**(5): 367-370.
36. Kiss Moura, S. Murad, et al. (2014). "The influence of air temperature for solvent evaporation on bonding of self-etch adhesives to dentin." *European Journal of Dentistry* **8**(2): 205-210.

37. Knobloch, Gailey, et al. (2007). "Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems." *The Journal of Prosthetic Dentistry* **97**(4): 216-222.
38. Kugel, Ferrari, et al. (2001). "The science of bonding: From first to sixth generation." *Journal of the American Dental Association* **131**:20S-25S.
39. Laxe, LAC. et al. (2007). "Sistemas adesivos autocondicionantes." *International Journal of Dentistry* **6**(1): 25-29.
40. Liu, Y., Tjaderhane, L. et al. (2011). "Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation." *Journal Dental Research* **90**(8): 953-968.
41. Loguercio, AD. Bittencourt, DD. et al. (2007). "A 36-month evaluation of self-etch and etch-and-rinse adhesives in non-carious cervical lesions." *Journal of the American Dental Association* **138**(4): 507-514.
42. Manso, A., Marquezini JR, L. et al. (2008). "Stability of wet versus dry bonding with different solvent-based adhesives." *Dental Materials* **24**: 476-482.
43. Marchesi, G. et al. (2013). "Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study." *Journal of Dentistry*: 1-10.
44. Marchesi, G., Frassetto, A., et al. (2013). "Influence of ageing on self-etch adhesives: one-step vs. two-step systems." *European Journal of Oral Sciences* **121**: 43-49.
45. Margvelashvili, Goracci, et al. (2010). "In vitro evaluation of bonding effectiveness to dentin of all-in-one adhesives." *Journal of Dentistry* **38**: 106-112.
46. Martins, et al. (2008). "Adesivos Dentários." *Revista Gaúcha de Odontologia* **56**(4): 429-465.

47. Miguez, PA., Castro, PS. et al. (2003). "Effect of acid-etching systems." *The Journal of Adhesive Dentistry* **5**(2): 107-112.
48. Mine, A. et al. (2009). "Bonding effectiveness of two contemporary self-etch adhesives to enamel and dentin." *Journal of Dentistry* **37**: 872-882.
49. Miyazaki, M. Tsujimoto, A. et al. (2014). "Important compositional characteristics in the clinical use of adhesive systems." *Journal of Oral Science* **56**: 1-9.
50. Mirmohammadi H, Khosravi K, Kashani K, Kleverlaan C J, Feilzer A J. "Influence of filler existence on microleakage of a self-etch adhesive system." *Journal of Conservative Dentistry* **17**: 175-8.
51. Moosavi, Forghani e Managhebi (2013). "Effect of different air-drying on the microleakage of single-step self-etch adhesives." *Restorative Dentistry & Endodontics* **38**(2): 73-78.
52. Moosavi, H., Kimyai, S., et al. (2013). "The clinical effectiveness of various adhesive systems: An 18-month evaluation." *Operative Dentistry* **38**(2): 134-141.
53. Moszner, Salz, et al. (2005). "Chemical aspects of self-etch enamel-dentin adhesives: A systematic review." *Dental Materials* **21**: 895-919.
54. Muñoz, M.A. Luque, I. et al. (2013). "Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine." *Journal of Dentistry* **41**: 404-411.
55. Nair, M. Paul, J. et al. (2014). "Comparative evaluation of the bonding efficacy of sixth and seventh generation bonding agents: An in vitro study." *Journal of Conservative Dentistry* **17**(1): 27-30.
56. Pashley, D. H., Tay, et al. (2011). "State of the art etch-and-rinse adhesives." *Dental Materials* **27**(1): 1-34.

57. Perdigão, J. (2007). "New developments in dental adhesion." *Dental Clinics of North America* **51**: 333-357.
58. Perdigão, J., Dutra-Corrêa, M. et al. (2012). "Randomized clinical trial of four adhesion strategies: 18-month results." *Operative Dentistry* **37**(1): 3-11.
59. Peumans, M., De Munck, J. et al. (2010). "Eight-year clinical evaluation of a two step self-etch adhesive with and without selective enamel etching." *Dental Materials* **26**(12): 1176-1184.
60. Peumans, Kanumilli, et al. (2005). "Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials." *Dental Materials* **21**: 864-881.
61. Rotta, M. Bresciani, P. et al. (2007). "Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding effectiveness of self-etching systems to enamel." *The Journal of Adhesive Dentistry* **9**(6): 537-545.
62. Salvio, L. A., Di Hipólito, V., et al. (2013). "Hybridization quality and bond strength of adhesive systems according to interaction with dentin." *European Journal of Dentistry* **13**(7): 315-326.
63. Sar Sancakli, H., Yildiz, E., et al. (2014). "Effect of different adhesive strategies on the post-operative sensitivity of class I composite restorations." *European Journal Dentistry* **8**(1): 15-22.
64. Sauro, S., Watson, T. F., et al. (2012). "One-bottle self-etching adhesives applied to dentin air-abraded using bioactive glasses containing polyacrylic acid: An *in vitro* microtensile bond strength and confocal microscopy study." *Journal of Dentistry* **40**: 896-905.
65. Silva e Souza, Carneiro, et al. (2010). "Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use." *Journal of Applied Oral Science* **18**(3): 1-16.

66. Sakano, W., Nakajima, M., et al. (2013). "Polymerization behavior within adhesive layer of one- and two-step self-etch adhesives: A micro-Raman spectroscopic study." *Dental Materials Journal* **32**(6): 992-998.
67. Taschner, M., Kümmerling, M., et al. (2014). "Effect of double-layer application on dentin bond durability of one-step self-etch adhesives." *Operative Dentistry* **39**(4): 416-426.
68. Thitthaweerat, S., Nakajima, M. et al. (2012). "Effect of waiting interval on chemical activation mode of dual-cure one-step self-etching adhesives on bonding to root canal dentin." *Journal of Dentistry* **40**:1109-1118.
69. Tjäderhane, L. Nascimento, F.D, et al. (2013). "Optimizing dentin bond durability: control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins." *Dental Materials* **29**(1): 116-135.
70. Tuncer, Basaran et al. (2014). "Effect of haemostatic agent application on the shear bond strength of contemporary/multi-mode adhesive systems." *Oral Health and Dental Management* **13**(1): 1-4.
71. Van Dijken, J. (2013). "A randomized controlled 5-year prospective study of two HEMA-free adhesives, a 1-step self etching and 3-step etch-and-rinse, in non-carious cervical lesions." *Dental Materials* **29**: e271-e280.
72. Van Landuyt, Kanumilli, et al. (2005). "Bond strength of mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching." *Journal of Dentistry* **34**: 77-85.
73. Van Landuyt, Snauwaert, et al. (2007). "Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives." *Biomaterials* **28**:3737-3785.
74. Van Meerbeek, Yoshihara, et al. (2011). "State of the art of self-etch adhesives." *Dental Materials* **27**: 17-28.

75. Vashisth, P., Mittal, M., et al. (2014). “Bond Strength and interfacial morphology of different dentin adhesives in primary teeth.” *Journal of Dentistry* **11**(2): 179-187.
76. Wagner, Wendler et al. (2014). “Bonding performance of universal adhesives in diferente etching modes.” *Journal of Dentistry*: 1-8.
77. Walter, et al. (2012). “Two-year bond strengths of “all-in-one” adhesives to dentine.” *Journal of Dentistry* **40**: 549-555.
78. Walter, R., Feiring, A. E., et al. (2014). “One-year water sorption and solubility of “All-in-one” adhesives”. *Brazilian Dental Journal* **24**(4): 344-348.
79. Wikipedia HomePage. [Em linha]. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Esterifica%C3%A7%C3%A3o>>. [Consultado em 5/7/2014].
80. Zanchi, C. E., Münchow, E. A., et al. (2013). “Effects of long-term water storage on the microtensile bond strength of five experimental self-etching adhesives based on surfactants rather than HEMA.” *Clinical Oral Investigations* **17**: 833-839.
81. Zhang, Y. and Wang, Y. (2013). “Effect of application mode on interfacial morphology and chemistry between dentin and self-etch adhesives.” *Journal of Dentistry* **41**(3): 231-240.
82. Zhang, Y. and Wang, Y. (2013). “Photopolymerization of phosphoric acid ester-based self-etch dental adhesives.” *Dental Materials Journal* **32**(1): 10-18.

VI – Anexos:

Anexo 1 – Abreviaturas dos componentes químicos dos sistemas: monómeros, iniciadores e inibidores, conteúdo e partículas, agentes de ligação (silanos) (adaptado de (Van Landuyt, Snauwaert et al., 2007)).

Lista de abreviaturas referente aos monómeros de resina

4-AETA: *4-acryloyloxyethyl trimellitate anhydride* – 4-acrilóiloxietil trimeliato anidrido
4-AET: *4-acryloylethyl trimellitic acid* – ácido 4-acrilóiletil trimelítico
AMPS: *2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid* - ácido 2-acrilamido-2-metil-1-propanesulfónico
Bis-MEP: *bis[2-(methacryloyloxy)ethyl] phosphate* – bis(2-fosfato de etil-metacrilóiloxil)
Bis-EMA: *ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate* – etaxilato bisfenol-A-glicol dimetacrilato
Bis-GMA: *bisphenol A diglycidyl methacrylate* – bisfenol-A- diglicidil metacrilato
BPDM: *biphenyl dimethacrylate or 4,40-dimethacryloyloxyethylloxycarbonylbiphenyl-3,30-dicarboxylic acid* – bifenil dimetacrilato ou ácido 4, 40-dimetacrilóiloxietiloxycarbonilbifenil-3,30-dicarboxil
Di-HEMA phosphate: *di-2-hydroxyethyl methacryl hydrogenophosphate* – di-2-hidroxietyl metacril hidrogenofosfato
DMAEMA: *dimethylaminoethyl methacrylate* – dimetilaminoetil metacrilato
EAPEA: *ethyl 2-[4-(dihydroxyphosphoryl)-2-oxabutyl]acrylate* – etil 2-[4-(dihidroxi-fosforil)-2-oxabutilacrilato
EGDMA: *ethyleneglycol dimethacrylate* - etileneglicol dimetacrilato
GDMA: *glycerol dimethacrylate* – glicerol dimetacrilato
GPDM: *glycerol phosphate dimethacrylate* – glicero-fosfato dimetacrilato
HDDMA: *1,6-hexanediol dimethacrylate* – 1,6-hexanediol dimetacrilato
HEMA: *2-hydroxyethyl methacrylate* – 2-hidroxietyl metacrilato
HEMA-phosphate: *2-hydroxyethyl methacryl dihydrogenophosphate* – 2-hidroxietyl metacril dihidrogenofosfato
HFGA-GMA: *hexafluoroglutaric anhydride-glycerodimethacrylate adduct* – hexafluoroglutarico anidrido-aduto glicerodimetacrilato
HPMA: *2-hydroxypropyl methacrylate* – 2-hidroxi-propil metacrilato
MA: *methacrylic acid* – ácido metacrilico
MAEPA: *2,4,6 trimethylphenyl 2-[4-(dihydroxyphosphoryl)-2-oxabutyl]acrylate* -2,4,6 trimetilfenil 2-[4-(dihidroxi-fosforil)-2-oxabutilacrilato
MAC-10: *11-methacryloyloxy-1,10-undecanedicarboxylic acid* – 11-metacrilóiloxil-1,10- ácido dicarboxilato-undecano
10-MDP: *10-methacryloyloxydecyl dihydrogenophosphate* – 10-metacrilóiloxildecil dihidrogenofosfato
MDPB: *methacryloyloxidodecylpyridinium bromide* – brometo de metacrilóiloxildodecilpiridínio
4-META: *4-methacryloyloxyethyl trimellitate anhydride* – 4-metacrilóiloxietil trimeliato anidrido
4-MET: *4-methacryloyloxyethyl trimellitic acid* – ácido 4-metacrilóiloxietil trimeliato
MMA: *methyl methacrylate* **MMEP:** *mono-2-methacryloyloxyethyl phthalate* (sometimes also called **PAMA:** *phthalic acid monomethacrylate*) – mono-2-metacrilóiloxietil ftalato (também designado de **PAMA:** ácido ftalato-monometacrilato)
5-NMSA (or MASA): *N-methacryloyl-5-aminosalicylic acid* – N-metacrilóil-5-ácido amino salicilico

NPG-GMA: *N-phenylglycine glycidyl methacrylate* – N-fenilglicina glicedil metacrilato
NTG-GMA: *N-tolylglycine glycidyl methacrylate or N-(2-hydroxy-3-((2-methyl-1-oxo-2-propenyl)oxy)propyl)-N-tolyl glycine* – N-toliglicina glicedil metacrilato ou N-(2-hidroxi-3-((2-metil-1-oxo-2-propenil)oxi)propil)-N-tolil glicina
PEGDMA: *polyethylene glycol dimethacrylate* – polietileno glycol dimetacrilato
PEM-F: *pentamethacryloyloxyethylcyclohexaphosphazene monofluoride* – monofluoreto de pentametacrilóiloxietilciclohexafosfatofosfazenos
PENTA: *dipentaerythritol pentaacrylate monophosphate Phenyl-P:* *2-(methacryloyloxyethyl)phenyl hydrogenphosphate* – dipentaeritritol pentaacrilato monofosfato fenil-P
PMDM: *pyromellitic diethylmethacrylate or 2,5-dimethacryloyloxyethylxycarbonyl-1,4-benzenedicarboxylic acid* – piromelítico dietilmetacrilato ou ácido 2,5-dimetacrilóiloxietiloxicarbonil-1,4-benzenodicarboxil
PMGDM: *pyromellitic glycerol dimethacrylate or 2,5-bis(1,3-dimethacryloyloxyprop-2-yloxycarbonyl)benzene-1,4-dicarboxylic acid* – piromelítico glicerol dimetacrilato ou ácido 2,5-bis(1,3-dimetacrilóiloxiprop-2-iloxicarbonil)benzeno-1,4-dicarboxilico
Pyro-EMA: *tetramethacryloyloxyethyl pyrophosphate* – tetra metacrilóiloxietil pirofosfato
TCB: *butan-1,2,3,4-tetracarboxylic acid di-2-hydroxyethylmethacrylate ester* – butano-1,2,3,4-ácido tetracarboxilico di-2-ester hidroxietilmetacrilato
TEGDMA: *triethylene glycol dimethacrylate* – trietileno glycol demetacrilato
TMPTMA: *trimethylolpropane trimethacrylate* – trimetilolpropano trimetacrilato
UDMA: *urethane dimethacrylate or 1,6-di(methacryloyloxyethylcarbamoil)-3,30,5-trimethylhexaan* – uretano dimetacrilato ou 1,6-(dimetacrilóiloxietilcarbomoil)-3,30,5-trimetilheexano

Abreviaturas dos iniciadores e inibidores de reação

BHT: *butylhydroxytoluene or butylated hydroxytoluene or 2,6-di-(tert-butyl)-4-methylphenol (inhibitor)* – butilhidroxitolueno ou hidroxitolueno butilado ou 2,6-di-(tetra-butil)-4-metilfenol (inibidor)
BPO: *benzoylperoxide (redox initiator)-benzoiilperóxido (iniciador redox)*
BS acid: *benzenesulfonic acid sodium salt (redox initiator)* – ácido benzenosulfínico sal de sódio (iniciador redox)
CQ: *camphorquinone or camphoroquinone or 1.7.7-trimethylbicyclo-[2,2,1]-hepta-2,3-dione (photo-initiator)* – conforquinona ou 1,7,7-trimetilbicyclo-[2,2,1]-hepto-2,3-diona (foto-iniciador)
DHEPT: *N,N-di-(2-hydroxyethyl)-4-toluidine (co-initiator)* – N,N-di-(2-hidroxietil)-4-toluidina (co-iniciador)
MEHQ: *4-methoxyphenol or monoethyl ether hydroquinone (inhibitor)* – 4-metoxifenol ou éter monoetil hidroquinona (inibidor)
ODMAB: *2-(ethylhexyl)-4-(dimethylamino)benzoate (co-initiator)* – 2-(etilhexil)-4-(dimetilamino) benzoate (co-iniciador)
TPO: *Lucirin TPO, BASF (photo-initiator)* – lucirin TPO, BASF (foto-iniciador)
UV-9: *2-hydroxy-4-methoxybenzophenone (photo-initiator)* – 2-hidroxi-4-metoxibenzofenona (foto-iniciador)

Abreviaturas do conteúdo inorgânico e agentes de ligação (monómeros e carga inorgânica)

Coupling factor A174: *g-methacryloxypropyltrimethoxysilane* – Silano g-metacrilóiloxipropiltimetoxisilano
F-PRG: *full reaction type pre-reacted glass-ionomer fillers* – partículas de ionomero de vidro pré-acondicionadas
NaF: *sodium fluoride* – fluoreto de sódio
Na₂SiF₆: *disodium hexafluorosilicate- hexafluorsilicato dissodico*
POSS nano-particulates: *polyhedral oligomer silsesquioxanes- silsesquioxanos poliédricos oligoméricos*