

LUÍSA ALEXANDRA ASENSIO LEITÃO

SISTEMAS ADESIVOS: CONDICIONAMENTO TOTAL

VS.

AUTO CONDICIONAMENTO

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PORTO 2008

LUÍSA ALEXANDRA ASENSIO LEITÃO

SISTEMAS ADESIVOS: CONDICIONAMENTO TOTAL

VS.

AUTO CONDICIONAMENTO

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PORTO 2008

LUÍSA ALEXANDRA ASENSIO LEITÃO

SISTEMAS ADESIVOS: CONDICIONAMENTO TOTAL

VS.

AUTO CONDICIONAMENTO

(Luísa Alexandra Leitão)

Monografia apresentada à Universidade
Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para obtenção do grau de
licenciatura em Medicina Dentária

RESUMO

Este estudo de revisão bibliográfica foca um tema que surge com muita frequência na prática clínica diária do médico dentista: os adesivos dentários. A escolha do melhor sistema adesivo permanece ainda incerta e este trabalho visa a avaliação dos diferentes desempenhos clínicos dos sistemas actuais, ou seja, os adesivos de condicionamento total e os de auto condicionamento.

Os objectivos deste trabalho são:

1. A análise e a comparação dos factores de adesão à estrutura dentária.
2. O entendimento dos seus mecanismos de acção no esmalte e na dentina.
3. A classificação dos sistemas adesivos dentários de acordo com a sua composição, técnica de aplicação e cronologia de introdução.
4. A identificação de potenciais vantagens e desvantagens na utilização de cada um dos sistemas.

Para a realização deste trabalho foi efectuada uma pesquisa bibliográfica através de livros e artigos científicos obtidos nos motores de busca *Biblioteca do Conhecimento online*, *Blackwell Synergy* e nas bibliotecas públicas da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e na Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa, utilizando as seguintes palavras-chave: *adhesive; adhesion; antibacterial; bonding; deciduous; dental; dentin; generations; self-etch; sensitivity; systems; total-etch*.

A significativa evolução dos sistemas adesivos nos últimos anos revolucionou o seu modo de aplicação e de actuação, tal como a sua composição. Os preparos cavitários conservadores só se tornaram possíveis graças à adesão dos novos materiais restauradores aos tecidos duros do dente, ou seja, ao esmalte e à dentina. Como estes são tecidos diferentes, possuem também diferentes comportamentos clínicos no que respeita à adesão. Para obter a união entre os dois

sólidos é aplicada uma camada de adesivo entre ambos, com o intuito de preencher as irregularidades das superfícies e permitir a adesão.

Actualmente os sistemas adesivos são referidos não por base nas gerações, mas pelo tratamento da *smear-layer* e pelo número das diferentes etapas de trabalho. Os adesivos de condicionamento total, os *total-etch*, são classificados como *acid etching* de três ou dois passos, de acordo se tratem da quarta ou da quinta geração, respectivamente, ou mesmo por *etch-and-rinse*. Quanto aos adesivos auto condicionadores, os *self-etch*, a designação é a própria, *self-etching*, ou *no-rinse*. Os de sexta geração tipo I são sistemas de dois passos. Já os de sexta geração tipo II e sétima são sistemas de um só passo (*all-in-one*). Existe uma tendência natural para passar de sistemas com múltiplos passos para outros mais simplificados.

Alguns parâmetros foram analisados como resumo dos diversos estudos clínicos pesquisados, entre eles a integridade marginal, a força de adesão, a estabilidade da cor e pigmentação marginal, a formação da camada híbrida, o modo de aplicação no seu modo de actuação, a sensibilidade pós-operatória, a avaliação do desempenho adesivo na dentição decídua e na dentição permanente, a absorção/solubilidade em água e o efeito bactericida.

Numa breve análise foi possível concluir que os adesivos de condicionamento total são substancialmente melhores na formação da camada híbrida, e na adesão ao esmalte. Já os adesivos de auto condicionamento aderem melhor em dentina, possuindo maior efeito bactericida, estando o seu sucesso muito dependente do seu modo de aplicação. Nos restantes parâmetros eles actuam de forma similar, variando mais de acordo com a sua composição química do que pelo sistema em que está inserido.

Apesar dos adesivos auto condicionadores terem melhorado substancialmente em diversos parâmetros eles ainda não são superiores aos tradicionais adesivos de condicionamento total. Em alguns casos obtêm melhores desempenhos, noutros não. Será necessário então um aprofundar do conhecimento, de modo a saber utilizá-los racionalmente na prática diária, tirando todo o partido do avanço científico.

ABSTRACT

The aim of this systematic review is the dental adhesives. The pertinence of this subject increases if we consider their implications in the dentist`s clinical practice. Choosing the better adhesive system still remains uncertain and this survey evaluates the different clinical performances of the actual systems, total-etch and self-etch adhesives.

The specific objectives of this study are:

1. Analysis and comparison of adhesion factors to tooth structure.
2. The understanding of their mechanism of action in enamel and dentin.
3. Catalog the dental adhesives systems having in mind their chemical composition, application technique and introduction chronology.
4. Evaluate the benefits and disadvantages of each system.
5. To perform this study a systematic review was done in books and scientific articles obtained in search engines such as *Biblioteca do Conhecimento* online, Blacwell Synergy and public libraries: *Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto* and *Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa*, using as keywords: adhesive; adhesion; antibacterial; bonding; deciduous; dental; dentin; generations; self-etch; sensitivity; systems; total-etch.

The increasing evolution of dental adhesives in the last few years has revolutionized their

application technique and mechanism of action, as well as their composition. Conservative cavity preparation has only become possible due to the adhesion of the new restorative materials to hard dental tissues, enamel and dentin. Due to their structural differences they espouse dissimilar clinical behaviours. In order to obtain the union between the two solids a layer of adhesive is spread in both to fill the irregularities of the surface and endorse the adhesion.

Nowadays adhesive systems are classified according to the smear-layer treatment that they provide and by the clinical steps during their management. Total-etch adhesives are known as acid-etching of three and two steps, fourth or fifth generation, correspondingly, or even by etch-and-rinse. Self-etching adhesives or no-rinse is the accurate denomination for the self-etch. The type I six generation has two steps. The six generation type II and seventh generation requires only one step (all-in-one). In order to simplify, the number of steps decreases according to the development of the systems generations.

Some parameters were analyzed as a resume of the clinical surveys researched, among them: marginal adaptation, adhesion strength, color stability and marginal pigmentation, hybrid layer formation, application technique and its mechanism of action, post-operative sensibility, evaluation of dental adhesive in deciduous and permanent tooth, absorption and solubility in water and bacterial effect.

In a brief analysis it is possible to conclude that total-etch adhesives are substantially better in the formation of the hybrid layer and in enamel adhesion. On the other hand self-etching shows more adherence to dentin, having more bacterial effect, and its success is more reliable depending mostly on the application technique. In the remaining parameters they act in a similar way, changing more according to their chemical composition rather than to the system that they are included in.

Despite of the progression of self-etching adhesives in several parameters they aren't still superior to traditional total-etching. In some cases they obtain better performances, in others they don't. It is essential to learn more about them in order to promote knowledge so that we can use them rationally in the daily practice and take all the advantage from the scientific research.

AGRADECIMENTOS

Qualquer obra, por mais pequena que seja, envolve sempre o esforço de várias pessoas. Assim sendo, aqui fica registado o meu agradecimento.

À minha orientadora, Mestre Joana Domingues, agradeço toda a paciência e ajuda prestadas.

Ao Daniel, pelas horas perdidas nos meus apertos informáticos.

E claro, aos meus pais, porque sem eles não teria sido possível.

De tudo ficam três coisas:

A certeza de que estamos sempre a começar...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto, devemos:

Fazer da interrupção um caminho novo...

Da queda, um passo de dança...

Do medo, uma escada...

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro...

Fernando Pessoa

O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.

Winston Churchill

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
I. ADESÃO À ESTRUTURA DENTÁRIA	4
1.1 ADESÃO	4
1.2 ADESÃO AO ESMALTE.....	5
1.3 ADESÃO À DENTINA	8
II. EVOLUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS DENTÁRIOS.....	14
2.1 PRIMEIRA GERAÇÃO.....	15
2.2 SEGUNDA GERAÇÃO.....	15
2.3 TERCEIRA GERAÇÃO	16
2.4 QUARTA GERAÇÃO.....	17
2.5 QUINTA GERAÇÃO	18
2.6 SEXTA GERAÇÃO.....	19
2.7 SÉTIMA GERAÇÃO.....	20
III. COMPOSIÇÃO DOS ADESIVOS DENTÁRIOS CONTEMPORÂNEOS.....	23
3.1 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO TOTAL	23
3.1.1 DE TRÊS PASSOS	23
3.1.2 DE DOIS PASSOS.....	24
3.2 SISTEMAS DE AUTO CONDICIONAMENTO	25
3.2.1 DE DOIS PASSOS.....	25
3.2.2 DE UM PASSO.....	26
3.3 NOVOS COMPONENTES E TENDÊNCIAS NO FUTURO.....	29
IV. CONDICIONAMENTO TOTAL VS. AUTO CONDICIONAMENTO	31
4.1 ADAPTAÇÃO MARGINAL.....	31

4.2	FORÇA DE ADESÃO	34
4.3	ESTABILIDADE DA COR/ PIGMENTAÇÃO MARGINAL	37
4.4	FORMAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA.....	38
4.5	MODO DE APLICAÇÃO NA ACTUAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO	41
4.6	SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA	45
4.7	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ADESIVO NA DENTIÇÃO DECÍDUA E NA DENTIÇÃO PERMANENTE	47
4.8	ABSORÇÃO /SOLUBILIDADE EM ÁGUA.....	50
4.9	EFEITO BACTERICIDA	51
V.	CONCLUSÃO.....	53
	BIBLIOGRAFIA.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ângulo de contacto e energia de superfície.....	5
Figura 2	Constituição química do esmalte.....	5
Figura 3	Prismas de esmalte.....	6
Figura 4	Prolongamentos resinosos do adesivo, <i>tags</i>	7
Figura 5	Padrão de condicionamento do esmalte tipo I.....	7
Figura 6	Padrão de condicionamento do esmalte tipo II.....	7
Figura 7	Padrão de condicionamento do esmalte tipo III.....	7
Figura 8	Dentina.....	9
Figura 9	Constituição química da dentina.....	9
Figura 10	Estrutura dentinária.....	10
Figura 11	<i>Smear-layer</i>	11
Figura 12	Camada híbrida.....	12
Figura 13	Componentes disponíveis dos adesivos auto condicionadores.....	28

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I Modo de aplicação das gerações de adesivos dentários actuais22

Tabela II Comparação do desempenho clínico dos adesivos de condicionamento total e de auto condicionamento 56

LISTA DE ABREVIATURAS

4-META – 4-Metacriloxietil Anidro Trimelítico

AC – Auto Condicionamento

Bis-GMA – Bisfenol glicidil Metacrilato

CT – Condicionamento Total

EDTA – Ácido Etilenodiaminotetracético

Fenil-P – 2-(Metacriloxil) Etil Fenil Hidrogeno Fosfato

GDMA – Glicol Dimetacrilato

H³O⁺ – Ião Hidrônio

H₃PO₄ – Ácido fosfórico

HEMA – 2-Hidroxietil Metacrilato

MAC-10 – 10-Metacriloiloxidecil Ácido Malónico

MDP – 10-Metacriloiloxidecil Fosfato de Di-hidrogeno

MDPB – 12-Metacriloiloxidodecilpridinium Bromido

MEP – Metacriloiloxietil Fenil Hidrogenofosfato

mm – Milímetro

PADC – Ácido modificado de oxalato ou poli (glutâmico)

TEGDMA – Trietilenoglicol Dimetacrilato

UDMA – Uretano Dimetacrilato

µm – Micrómetro

INTRODUÇÃO

Os adesivos dentários são o propósito deste trabalho de revisão bibliográfica, fazendo a comparação entre os adesivos de condicionamento total (CT) e os de auto condicionamento (AC). O tema surgiu pelas variadas indicações e frequência com que os adesivos são utilizados na prática clínica diária do médico dentista. A abordagem desta revisão vai permitir um aprofundar dos conhecimentos sobre os sistemas adesivos actuais, de forma a utilizá-los na prática clínica de uma forma mais racional e aperfeiçoada.

A evolução significativa dos sistemas adesivos dentários na última década proporcionou uma alteração na abordagem da Dentística Restauradora. Os preparos cavitários conservadores só se tornaram possíveis graças à adesão dos novos materiais aos tecidos duros do dente (Perdigão 2007).

A adesão à estrutura dentária pode ser feita através do esmalte ou da dentina. Como estes são tecidos diferentes, possuem também diferentes comportamentos clínicos no que respeita à adesão. No esmalte é um procedimento relativamente simples, porém na dentina representa um grande desafio (Perdigão, Geraldeli e Hodges 2003). Vários factores resultam nesta diferença. Enquanto o esmalte é composto principalmente por cristais de hidroxiapatite e desidrata com muita facilidade, a dentina é penetrada por uma malha densa de canalículos, os túbulos dentinários, para além de um grande volume de água, matéria orgânica e *smear-layer*, que se forma na sua superfície após instrumentação (Perdigão, Ritter 2001). A natureza dinâmica da dentina como substrato é responsável pelas inconsistentes forças de ligação e microinfiltração marginal (Latta *et alii* 1998).

A grande variedade de fórmulas e apresentações dos sistemas adesivos dentários comercializados foram universalmente classificadas de acordo com a sua composição e cronologia de introdução, designando-os por gerações. Actualmente, os sistemas adesivos são designados não por base nas gerações mas pelo tratamento da *smear-layer* e pelo número das diferentes etapas de trabalho (Nakornchai *et alii* 2005). Os adesivos de condicionamento total, ou seja, os *total-etching*, são classificados como *acid etching* de três ou dois passos, de acordo se tratem da quarta ou da quinta geração, respectivamente, ou mesmo por *etch-and-rinse* (Ernst 2004). Quanto aos adesivos auto condicionantes, os *self-etch*, a designação é a própria,

self-etching, ou *no-rinse*. Os de sexta geração tipo I são sistemas de dois passos. Já os de sexta geração tipo II e sétima são sistemas de um só passo (*all-in-one*) (Swanson *et alii* 2008); (Loguercio e Reis 2008); (Van Landuyt *et alii* 2007); (Bekes *et alii* 2007); (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (Pilecki *et alii* 2005); (Türkün 2005).

Os sistemas de condicionamento total incluem ácido que condiciona simultaneamente esmalte e dentina, com eliminação da *smear-layer* (Kugel e Ferreri 2000). Já os sistemas de auto condicionamento não a removem, eles alteram a *smear-layer* (Vasconcellos *et alii* 2007).

A melhor opção permanece actualmente sob discussão e diversos estudos evidenciam potenciais vantagens e desvantagens na utilização de cada um dos sistemas, sugerindo técnicas apropriadas para cada situação específica de modo a obter sucesso clínico.

Face ao exposto, este trabalho de revisão bibliográfica, tem como objectivos:

1. A análise e a comparação dos factores de adesão à estrutura dentária.
2. O entendimento dos seus mecanismos de acção no esmalte e na dentina.
3. A classificação dos sistemas adesivos dentários de acordo com a sua composição, técnica de aplicação e cronologia de introdução.
4. Potenciais vantagens e desvantagens na utilização de cada um dos sistemas.

Para a realização deste trabalho foi efectuada uma pesquisa bibliográfica através de uma revisão de literatura, baseada em livros e artigos científicos obtidos nos motores de busca *Biblioteca do Conhecimento online*, *Blackwell Synergy* e nas bibliotecas públicas da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e na Faculdade de Ciências da

Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

Para proceder à pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *adhesive; adhesion; antibacterial; bonding; deciduous; dental; dentin; generations; self-etch; sensitivity; systems; total-etch.*

A pesquisa efectuada envolveu um cruzamento das palavras-chave, não estando sujeita a limitações cronológicas, excepto com a palavra *self-etch*, visto tratar-se de um tema actual, utilizando revistas com data entre Janeiro de 2002 até à actualidade.

A avaliação e a selecção dos artigos encontrados basearam-se nos resumos dos artigos pesquisados nos motores de pesquisa já referidos anteriormente.

I. ADESÃO À ESTRUTURA DENTÁRIA

1.1 ADESÃO

A adesão pode ser definida como a união entre duas estruturas diferentes, quando estas são colocadas em contacto íntimo, mediante forças intermoleculares, assim como por retenção mecânica ou por um terceiro material interposto (Perdigão 2007); (Blunck 2000); (Planas *et alii* 1996).

O objectivo fundamental da maioria dos procedimentos restauradores é criar adesão pela união de duas superfícies diferentes: estrutura dentária e material restaurador. O comportamento clínico dos materiais restauradores é alcançado pela potenciação da adesão (Aguilar-Mendoza *et alii* 2008); (Latta e Barkmeir 1998).

Para se obter a união entre os dois sólidos é aplicada uma camada de adesivo entre ambos, com o intuito de preencher as irregularidades das superfícies e permitir a união (Blunck 2000). Os adesivos dentários são combinações de monómeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos, de diferentes pesos moleculares, e solventes, que estabelecem ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária, após polimerização (Perdigão 2007). São substâncias de consistência fluida, com propriedades de “molhar” as superfícies a unir, penetrando bem entre as irregularidades e endurecendo, permitindo deste modo a união às superfícies ou substratos (Planas *et alii* 1996).

A molhabilidade de um substrato consiste na sua capacidade de interagir com líquidos para estabelecer íntimo contacto entre eles (Anusavice 1998). A molhabilidade de uma superfície por um líquido é geralmente caracterizada através da medida do ângulo de contacto entre uma gota do líquido e a superfície do sólido: quanto mais o líquido se espalhar pela superfície mais próximo de zero será o ângulo de contacto e melhor será a molhabilidade (Planas *et alii* 1996). (Figura 1) O ângulo de contacto será influenciado pela diferença entre a tensão superficial do adesivo e a energia de superfície do substrato (Aguilar-Mendoza *et alii* 2008).



Figura 1 Esquema representativo do ângulo de contacto e da energia de superfície. Adaptado de Planas *et alii* 1996.

A contaminação do substrato por fluidos como a saliva diminui a energia de superfície e compromete a molhabilidade. Para estabelecer um íntimo contacto entre o substrato e o adesivo a tensão superficial do adesivo deve ser menor que a energia de superfície do substrato, de modo a que o ângulo de contacto seja o mais próximo possível de zero e favoreça a molhabilidade da superfície (Perdigão e Ritter 2001).

1.2 ADESÃO AO ESMALTE

O esmalte é o tecido mais mineralizado do corpo humano, constituído por aproximadamente 95% de mineral, 4% água e 1% de matriz orgânica (James 2000). (Figura 2)

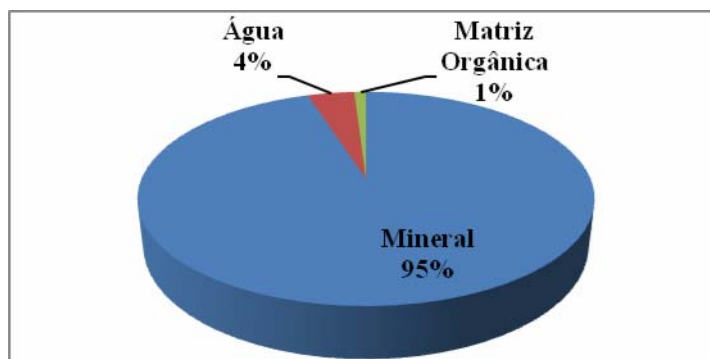


Figura 2 Constituição química do esmalte. Adaptado de Perdigão e Ritter 2001.

A maior parte do seu volume é composta por cristais de hidroxiapatite, dispostos num padrão altamente organizado. A hidroxiapatite é a forma cristalina do fosfato de cálcio, apesar de algum carbonato também estar presente, encontrando-se no osso, na dentina e no cimento, apesar dos cristais do esmalte serem 30 vezes maiores que os da dentina. O tamanho do cristal é um factor determinante da extrema dureza do esmalte em contraste com a dentina. O prisma é a maior unidade do esmalte e dispõe-se mais ou menos perpendicular à superfície externa do esmalte. Os prismas são formados por muitos cristais alongados que apresentam disposição paralela ou perpendicular ao longo do seu eixo. (Figura 3) O produto final dos ameloblastos é

uma camada de esmalte aprismática na qual os cristais estão compactados e posicionados paralelamente entre si, com uma espessura variável (entre 10 a 100 μm) (μm – micrómetro) (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (James 2000).

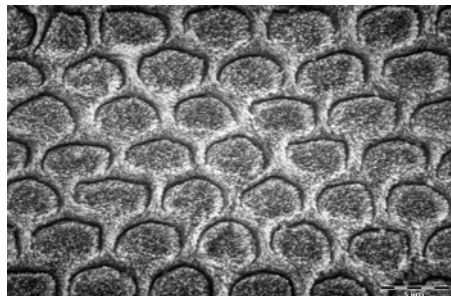


Figura 3 Prismas de esmalte. Superfície do esmalte após um condicionamento ácido. Adaptado de <http://www.iob.uio.no/studier/undervisning/histologi/section/064/index.php>

A orientação dos prismas pode influenciar a resistência de união ao esmalte. Quando esta é paralela à superfície é favorecida a formação de micro roturas no esmalte, que se propagam pelos espaços interprismáticos, com uma diminuição dos valores de resistência à tracção (Ikeda *et alii* 2002).

O esmalte intacto possui uma película, não apresentando uma superfície retentiva, e consequentemente não favorece a adesão (Blunck 2000). A adesão ao esmalte pode ocorrer por micro retenções de polímeros em superfícies previamente condicionadas por ácido ou através de ligações químicas à apatite (Stangel, Ellis e Sacher 2007). O condicionamento ácido do esmalte promove a limpeza, o aumento da rugosidade e a energia de superfície (Nakabayashi e Pashley 1998). Transforma a superfície relativamente lisa do esmalte numa irregular, com microporosidades que podem ser preenchidas por uma resina fluida ou adesivo (Lopes *et alii* 2002).

Este condicionamento ácido remove aproximadamente 10 μm da superfície e cria poros de 5 a 50 μm de profundidade. A aplicação de um material restaurador resinoso na sua superfície leva a que os monómeros fluam nas irregularidades das micro retenções, por atracção capilar e copolimerizem entre si, estabelecendo uma adesão micro mecânica pela formação de pequenos prolongamentos resinosos (*tags*). (Figura 4)

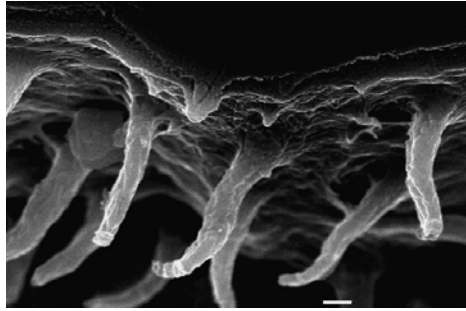


Figura 4 Prolongamentos resinosos do adesivo, tags. Adaptado de Imazato *et alii* 2007.

O ácido fosfórico (H_3PO_4) provoca uma desmineralização seletiva nos prismas de esmalte, que resulta em padrões morfológicos distintos, dependentes de diversos factores, entre eles as diferentes concentrações e tempo de aplicação do ácido, a sua apresentação (em gel ou em solução), o tipo de ácido utilizado, o tempo de lavagem, a composição química e condição do esmalte, assim como o tipo de dentição (decídua ou permanente). Este condicionamento ácido resulta em três padrões distintos: tipo I – dissolução do centro dos prismas (Figura 5); tipo II – dissolução da periferia dos prismas (Figura 6); e tipo III – menos distinto, uma mistura dos anteriores (Figura 7) (Chain e Baratieri 2001); (Perdigão e Ritter 2001).

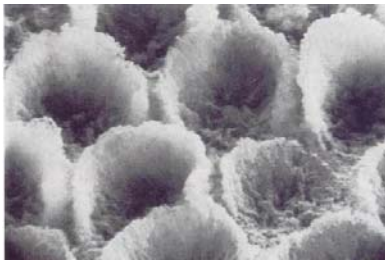


Figura 5 Superfície do esmalte condicionada com H_3PO_4 a 37% por 15 segundos. Observa-se uma superfície porosa com um padrão de condicionamento tipo I, o mais comum, onde o centro dos prismas é dissolvido, deixando a periferia relativamente intacta. Adaptado de Chain e Baratieri 2001.



Figura 6 Superfície do esmalte condicionada com H_3PO_4 a 37% por 30 segundos. Observa-se uma superfície porosa com um padrão de condicionamento tipo II, onde as regiões periféricas dos prismas são dissolvidas preferencialmente, deixando os núcleos relativamente intactos. Adaptado de Chain e Baratieri 2001.



Figura 7 Superfície do esmalte condicionada com H_3PO_4 a 37% por 30 segundos, demonstrando uma desmineralização superficial sem exposição dos prismas subjacentes. Este padrão de condicionamento tipo III ocorre geralmente na região cervical, onde os prismas não se estendem até à superfície. Adaptado de Chain e Baratieri 2001.

A retenção proporcionada pelo padrão de condicionamento ácido tipo II é a mais propícia a elevados valores de adesão, sendo o tipo III o menos (Perdigão e Ritter 2001).

Vários factores interferem neste condicionamento ácido, entre eles a forma de apresentação do ácido fosfórico, em gel ou em solução, influenciando diretamente a profundidade de desmineralização do substrato: a adição de espessantes como sílica coloidal diminui o poder de penetração, e conseqüentemente a desmineralização ocorre em menor profundidade do que com a solução de ácido fosfórico (Perdigão *et alii* 1996). A natureza prismática ou aprismática do esmalte também interfere no resultado do condicionamento ácido, já que a camada aprismática produz um padrão de rugosidade superficial menos retentivos (Lambrechts *et alii* 2000).

Diversas concentrações de ácido fosfórico têm sido propostas e utilizadas, algumas das quais formam precipitados que podem interferir com a adesão de resinas. A aplicação de ácido fosfórico a 50% durante 60 segundos produz um precipitado de monocalcário fosfato monohidrato, que pode ser lavado. Contudo, concentrações mais baixas, menores que 27%, também formam um precipitado, mas de dicálcio fosfato dihidrato, que não é facilmente removido. Concentrações entre 30 a 40% resultam em superfícies de esmalte muito retentivas, mas acima deste valor dissolvem menos cálcio e resultam em padrões morfológicos com pior definição. Actualmente, a maioria dos produtos utilizados no condicionamento ácido de esmalte com ácido fosfórico têm uma concentração entre 30 a 40 %, frequentemente 37%, em solução ou em gel, com um maior controlo da aplicação. Os tradicionais 60 segundos de condicionamento ácido recomendados, para uma concentração de 30 a 40% de ácido fosfórico, passaram para apenas 15 segundos, com valores de adesão similares (Swift, Perdigão e Heymann 1995).

1.3 ADESÃO À DENTINA

A adesão ao esmalte tornou-se algo facilmente obtido na Dentística Restauradora, no entanto na dentina provou ter uma dificuldade acrescida como resultado da sua estrutura tubular húmida e composição orgânica (Perdigão, Geraldini e Hodges 2003).

A dentina é basicamente um substrato dinâmico e isto é o que faz com que a técnica de adesão à dentina seja muito sensível, difícil de obter e muito imprevisível (Carrillo 2006). Em condições normais é um tecido vivo que não está exposto ao ambiente oral. Na raiz a dentina está recoberta pelo cimento, e na coroa é revestida pelo esmalte (James 2000). (Figura 8)

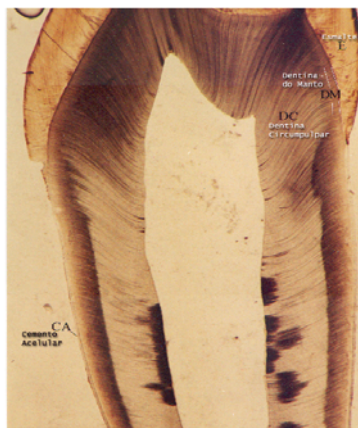


Figura 8 Dentina. DM – Dentina do manto; DC – Dentina Circunpular; E- Esmalte; CA – Cimento acelular. Adaptado de <http://www.ccs.ufpb.br/morfologia/ATLASHOa7.gif>

A dentina é constituída por 70% de substância inorgânica (a maioria hidroxiapatite), 18% de matriz orgânica (colagénio) e 12% de água (Latta e Barkmeir 1998). (Figura 9) É esta maior quantidade de água e matéria orgânica em relação ao esmalte que dificulta a adesão (Perdigão 2007). Também, em contraste com a disposição regular dos cristais de hidroxiapatite no esmalte, a hidroxiapatite dentinária é disposta aleatoriamente, organizada numa matriz orgânica que consiste primariamente em colagénio e mais pequena do que a encontrada no esmalte (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (Swift, Perdigão e Heymann 1995).

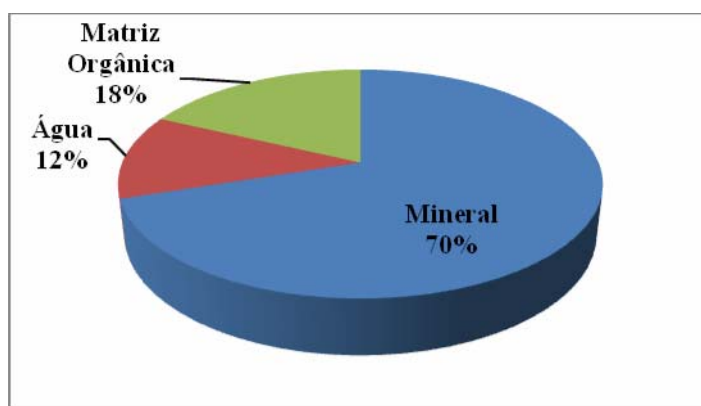


Figura 9 Constituição química da dentina. Adaptado de Perdigão e Ritter 2001.

Estruturalmente a dentina apresenta prolongamentos odontoblásticos, túbulos dentinários, espaço periodontoblástico, dentina peritubular e intertubular. Tem um aspecto tubular com quantidade e diâmetros médios variando de acordo com a proximidade da polpa e idade do dente. O espaço periodontoblástico localiza-se entre a parede do túbulo e o prolongamento odontoblástico, contendo líquido tecidual e constituintes orgânicos, como colagénio, ocorrendo aqui mudanças tecidulares. A dentina peritubular e intertubular são mineralizadas, tendo a primeira uma percentagem mineral significativamente superior, porém a segunda, situando-se entre os túbulos dentinários ou na periferia da dentina peritubular, constitui a massa dentinária propriamente dita. Apesar do seu alto conteúdo mineral, cerca de metade do seu volume é constituído por uma matriz orgânica, com fibras de colagénio, principalmente tipo I, envolvidas por substância amorfa (Cate 1998).

Devido à divergência do sistema radial, o número de túbulos por unidade de área difere entre dentina superficial e profunda. Também é diferente a área relativa ocupada pela dentina intertubular: ocorre uma diminuição de 45.000 túbulos por mm^2 (mm - milímetro) na proximidade da polpa dental para 20.000 na junção amelo-dentinária, e a área ocupada pela dentina intertubular decresce de 96% para 12% junto à polpa (Perdigão e Ritter 2001). Um dos motivos para esta drástica diminuição é a variação do diâmetro dos túbulos com a profundidade, sendo maior na região junto à polpa. Todas estas características exercem influência sobre a permeabilidade da dentina (Pashley e Carvalho 1997). (Figura 10)

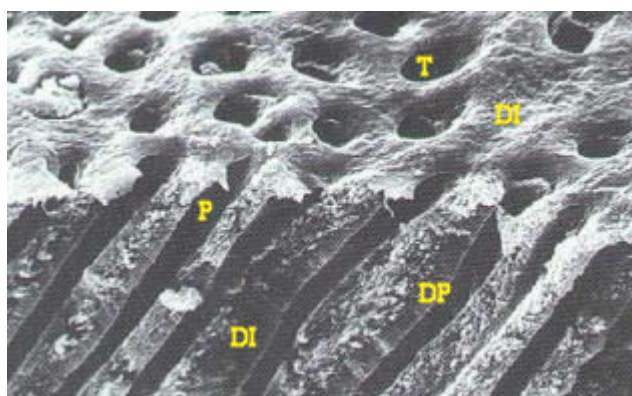


Figura 10 Estrutura dentinária: túbulos dentinários (T), prolongamento odontoblástico (P), dentina peritubular (DP) e dentina intertubular (DI). Adaptado de <http://www.forp.usp.br/restauradora/dentistica/temas/adesivos/adesivos.htm>

Quando a estrutura dentária é instrumentada formam-se componentes residuais que representam a *smear-layer*, apresentando uma espessura de 0,5 a 5 μm . (Figura 11) A *smear-layer* é formada durante o preparo dentário, sendo composta de resíduos dentários, saliva e bactérias, interferindo com o processo de adesão. Cria uma camada uniforme na superfície do esmalte e da dentina, bloqueando a entrada nos túbulos, reduzindo a permeabilidade dentinária. A *smear-layer* é porosa e permeável como resultado de canais submicroscópicos que permitem a passagem do fluído dentinário, tendo na sua constituição básica hidroxiapatite e colagénio alterado, sendo determinada pelo tipo de instrumento que a cria e pela localização no dente onde é formada. O condicionamento ácido é capaz de remover esta camada, expondo a abertura dos túbulos dentinários, desmineralizar a dentina superficial e evidenciar as fibras de colagénio. Os sistemas adesivos actuais interagem de duas formas distintas na *smear-layer*, uma remove-a juntamente com a hidroxiapatite depois de um condicionamento ácido prévio, e outra torna-a permeável, sem a sua remoção completa (Perdigão 2007).



Figura 11 *Smear-layer* (S). Túbulo Dentinário (T). Dentina Intertubular (P). Adaptado de <http://www.forp.usp.br/restauradora/dentistica/temas/adesivos/adesivos.htm>

A principal desvantagem da manutenção da integridade da *smear-layer* é a sua baixa resistência de união à dentina subjacente (Marshall 1993). Estudos revelam que o condicionamento ácido da dentina é necessário para aumentar a porosidade da dentina intertubular. A hidroxiapatite, um componente com alta energia de superfície, é facilmente removida pelo ácido, permanecendo o colagénio, que possui baixa energia de superfície (Nakabayashi e Pashley 1998). O resultado será um substrato de maior porosidade e de baixa energia de superfície (Eliades 1994). Para restaurar a energia superficial perdida e facilitar a infiltração dos monómeros resinosos é necessário aplicar o *primer*, que consiste numa solução de monómeros em solventes orgânicos, geralmente etanol ou acetona, após condicionamento ácido, lavagem e secagem não desidratante (Perdigão e Ritter 2001). O solvente tem a

capacidade de se misturar com a água, para além de deslocar e substituir a água ainda presente entre as fibrilas de colagénio da camada desmineralizada. Após a evaporação do solvente e polimerização dos monómeros a camada híbrida está formada (Perdigão, Carmo e Geraldeli 2005). (Figura 12)

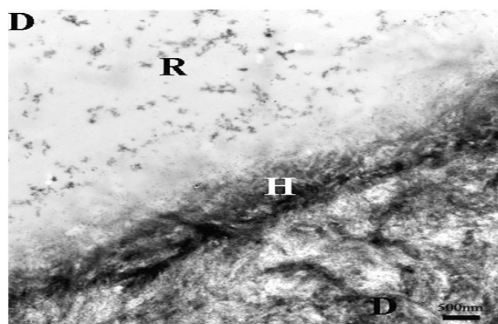


Figura 12 Camada híbrida (H). Camada adesiva (R). Dentina (D). Adaptado de Yuan *et alii* 2008.

No passado era prática recomendada secar vigorosamente o esmalte depois de um condicionamento ácido para verificar se o esmalte possuía um aspecto adequado. Com a introdução de novos sistemas adesivos as recomendações alteraram. Uma dentina seca tem como resultado o colapso do colagénio e o fecho dos poros interfibrilares no colagénio inter tubular (Perdigão, Carmo e Geraldeli 2005), o que impede uma molhabilidade adequada e a penetração do *primer*. A manutenção de uma superfície húmida é essencial para um óptimo desenvolvimento da camada híbrida quando sistemas adesivos hidrofílicos são utilizados. No entanto, é necessário ter presente que um excesso de água pode diluir o *primer* e torná-lo menos efectivo (Swift, Perdigão e Heymann 1995). A superfície não deve ser seca com ar por mais de dois segundos. Quanto maior for o período de secagem maior vai ser a redução nas forças de ligação (Leinfelder 2001).

A qualidade da ligação dentina-adesivo é também afectada pelo grau de desmineralização e impregnação dos monómeros de resina na região desmineralizada. Quando a profundidade de desmineralização excede a profundidade da difusão dos monómeros na dentina, algumas fibrilas de colagénio na camada de dentina permanecem por hidrolisar. Assim, uma zona de colagénio instável é formada, ficando susceptível à hidrólise (Vasconcellos *et alii* 2007).

Outros ácidos para além do fosfórico têm sido utilizados nos sistemas adesivos. Ácidos menos agressivos como o maleico, cítrico, nítrico e ácidos oxálicos, têm demonstrado valores

equivalentes de união no esmalte, sendo mais compatíveis com a dentina. Contudo, o ácido fosfórico permanece a escolha de eleição para o condicionamento total do esmalte, devido à previsibilidade de condicionamento e profundidade de penetração das resinas quando comparado com outros ácidos (Latta e Barkmeir 1998).

Com a introdução dos mais recentes sistemas adesivos auto condicionantes, as forças de adesão passaram a ser mais aceitáveis na dentina do que no esmalte, ao contrário do que tinha acontecido até então, estando mais dificultada particularmente em esmalte são e dentina esclerótica. Isto porque os sistemas auto condicionantes têm um elevado pH, que resulta numa desmineralização superficial, quando comparada com a do ácido fosfórico (Perdigão *et alii* 2006).

II. EVOLUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ADESIVOS DENTÁRIOS

Devido à grande variedade de materiais adesivos dentários no mercado, os fabricantes marcaram os seus produtos de modo a serem distinguidos de marcas competidoras. Porém, isto só trouxe confusão para o médico dentista. Quando existiam apenas alguns sistemas no mercado era simples chamar-lhes primeira, segunda e terceira geração de adesivos. Hoje, com a grande panóplia de produtos comercializados, é difícil compreendê-los e escolhê-los (Kanca 2005).

A classificação dos adesivos de acordo com gerações é universalmente aceite, mas não é clara. Os produtos de primeira, segunda e terceira geração já não são actualmente comercializados. A quarta inclui o ácido fosfórico como condicionador e é um sistema multi frascos, contendo *primer* e resinas adesivas em recipientes separados. A aplicação do ácido simultaneamente no esmalte e na dentina passou a ser conhecido como *total-etch*, ou seja, condicionamento total (CT), tal como na quinta geração. Na sexta e na sétima gerações o condicionamento ácido é feito simultaneamente, tratando-se de sistemas auto condicionantes (AC), não removendo a *smear-layer* como os anteriores, designando-se por *self-etching* (Townsend e Dunn 2004).

Actualmente os sistemas adesivos são referidos não por base nas gerações, mas pelo tratamento da *smear-layer* (Nakornchai *et alii* 2005) e pelo número das diferentes etapas de trabalho. Os adesivos de condicionamento total, os *total-etch*, são classificados como *acid etching* de três ou dois passos, de acordo se tratem da quarta ou da quinta geração, respectivamente, ou mesmo por *etch-and-rinse* (Ernst 2004). Quanto aos adesivos auto condicionantes, os *self-etch*, a designação é a própria, *self-etching*, ou *no-rinse*. Os de sexta geração tipo I são sistemas de dois passos. Já os de sexta geração tipo II e sétima são sistemas de um só passo (*all-in-one*) (Swanson *et alii* 2008); (Loguercio e Reis 2008); (Van Landuyt *et alii* 2007); (Bekes *et alii* 2007); (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (Pilecki *et alii* 2005); (Türkün 2005).

2.1 PRIMEIRA GERAÇÃO

Uma das primeiras tentativas para conseguir adesão à dentina foi feita por Michael G. Buonocore, seguindo os mesmos princípios usados no desenvolvimento da adesão em esmalte, mas utilizando ácidos mais fracos para condicionar o substrato, e por menos tempo (Carrillo 2006).

Em 1956 demonstrou que o uso de uma resina de ácido glicerofosfórico dimetacrilato (GPDM) se ligaria à dentina previamente condicionada com ácido clorídrico. Julgava-se que a ligação se deveria à interação da molécula de resina bifuncional com os iões de cálcio da hidroxiapatite, diminuindo consideravelmente os seus valores de adesão por imersão em água (Gerard *et alii* 2000).

Mais tarde Bowen desenvolveu um co-monomero com actividade de superfície bifuncional, designado por N-fenilglicina glicidil metacrilato (NPG-GMA), em que se pensou que uma parte terminal da molécula se ligaria à dentina por quelação com os iões cálcio, enquanto a outra formaria uma união química entre o cálcio e a resina (Perdigão e Ritter 2001). O principal problema destes materiais era a sua instabilidade e a sua sensibilidade na presença de humidade junto com a grande contracção de polimerização. O agente adesivo geralmente polimerizava antes de se obter uma união com o material restaurador (Carrillo 2006). Recentemente, após análise com NMR de carbono-13, foi sugerido que não existiriam ligações químicas de qualquer tipo (Perdigão e Ritter 2001).

O desenvolvimento de uma técnica confiável para obter uma adesão estável e forte à dentina estava muito longe de ser obtido com os materiais e técnicas desta geração (Carrillo 2006).

2.2 SEGUNDA GERAÇÃO

Em 1978, os sistemas de segunda geração foram introduzidos no Japão. A maioria destes sistemas incorporava éster-fosfatos em resinas carregadas negativamente, como o bisfenol glicidil metacrilato (bis-GMA) ou 2-hidroxietil metacrilato (HEMA). O seu mecanismo de

acção era baseado na interacção polar entre os grupos fosfatos da resina negativos e os iões cálcio positivos da *smear-layer*, resultando em ligações fracas, não resistindo à hidrólise, das ligações cálcio-fosfato, quando imerso em água (Sherer *et alii* 1990). Estes adesivos que utilizavam agentes hidrofóbicos, desenvolvidos para promover uma união iónica com a hidroxiapatite, aderiam à *smear-layer* mas não à dentina, razão para a sua fraca eficiência *in vitro* e *in vivo* (Carrillo 2006).

Para além da fraca ligação entre a superfície dentinária e a *smear-layer*, a dentina não era bem impregnada pelo adesivo, levando por vezes a que a resina não penetrasse toda a espessura da *smear-layer* e por conseguinte também não atingisse a superfície da dentina (Perdigão e Ritter 2001).

Estes sistemas resultaram em fracas forças de união à *smear-layer*, permitindo a micro infiltração dentinária, com alterações cromáticas marginais (Nazarian 2007).

2.3 TERCEIRA GERAÇÃO

O aumento significativo nos valores de adesão surgiu com a introdução dos sistemas de terceira geração. O condicionamento ácido da dentina e a aplicação posterior de um adesivo tipo fosfato, que penetrasse nos túbulos dentinários, aumentou a força de adesão (Nazarian 2007); (Perdigão e Ritter 2001); (Sherer *et alii* 1990).

Eram sistemas constituídos pelo ácido e por dois frascos, um de *primer* e outro de adesivo (Gerard *et alii* 2000).

Os *primers* eram constituídos na sua maioria por ácidos fracos, ou uma mistura de ácidos de baixa concentração, mas com capacidade suficiente para remover, alterar ou modificar a superfície dentinária (Carrillo 2006).

Surgiu uma grande controvérsia no uso do ácido fosfórico como resultado de experiências adversas, que o identificavam como um agente inflamatório pulpar. Estudos vieram a demonstrar que as respostas pulpares não eram causadas pelo ácido mas sim pela falta de selamento marginal, resultando muitas vezes pela presença de eugenol nas restaurações

(Bertolotti 1991).

O ácido fosfórico modifica a *smear-layer*, abrindo parcialmente os túbulos dentinários, aumentando a sua permeabilidade. O ácido deve ser completamente eliminado por água antes de ser aplicado o *primer*. Este contém monómeros de resinas hidrofílicas que se infiltram na *smear-layer*, promovendo adesão à dentina e à resina. Após a aplicação do ácido e do *primer* uma resina adesiva é colocada na dentina e no esmalte, que fará a união entre o *primer* e o compósito (Gerard *et alii* 2000).

A obtenção de uma adesão eficiente com estes sistemas adesivos recaía principalmente na retenção mecânica do adesivo à dentina, pela promoção da união do colagénio da dentina pré tratada com a adição de retenções mecânicas na abertura dos túbulos dentinários (Carrillo 2006).

Os resultados *in vitro* de alguns dos sistemas de adesão à dentina de terceira geração demonstraram valores de resistência de união à dentina similares aos valores obtidos em esmalte (Carrillo 2006). No entanto, com o tempo a coloração marginal levava à falha clínica (Nazarian 2006).

2.4 QUARTA GERAÇÃO

O conceito de condicionamento total foi introduzido com os sistemas de quarta geração. A eliminação total da *smear-layer* é obtida com este sistema (Kugel e Ferreri 2000). O sistema de condicionamento total de quarta geração apresenta um ácido, um *primer* hidrofílico e uma resina fluida hidrofóbica, numa seringa e em dois frascos. A preparação simultânea do esmalte e da dentina pela aplicação de ácido fosfórico em gel, em concentrações de 30 a 40%, resulta na remoção da *smear-layer* e conseqüente desmineralização da dentina (Bittencourt *et alii* 2005); (Perdigão, Geraldeli e Hodges 2003). O ácido abre os túbulos dentinários em forma de funil, dissolvendo a parte superficial da dentina peritubular e intertubular, expondo uma rede de fibras de colagénio, que serão infiltradas por monómeros hidrofílicos de *primer* (Suh 1991). No esmalte a superfície lisa passa a ser irregular devido às micro rugosidades criadas pelo condicionamento ácido (Lopes *et alii* 2002). A profundidade de desmineralização é afectada por vários factores, incluindo o pH, concentração, viscosidade e tempo de

aplicação do condicionador (Swift, Perdigão e Heymann 1995).

As micro rugosidades do esmalte, resultantes do condicionamento ácido, permitem que uma resina fluida de baixa viscosidade molhe a sua superfície, e através de atracção por capilaridade ela penetre nesses micro poros. Após polimerização os *tags* criados formam um forte micro mecanismo de aderência mecânica ao esmalte (Lopes *et alii* 2002). Na dentina a formação de prolongamentos do adesivo (*tags*) é relativa ao colagénio exposto, constituindo um mecanismo chave para o processo de adesão à dentina (Suh 1991).

As moléculas do *primer* têm dois grupos funcionais: um grupo hidrofílico com afinidade química pela superfície húmida da dentina, e outro hidrofóbico que copolimeriza com os monómeros da resina adesiva fluida, que é aplicada após o *primer* (Swanson *et alii* 2008); (Perdigão e Ritter 2001). Este *primer* penetra nos espaços interfibrilares do colagénio, formando após a sua polimerização a camada híbrida, sendo esta composta por colagénio, partículas minerais residuais e resina adesiva (Nunes *et alii* 2001). A presença de camada híbrida aumenta a capacidade destes sistemas adesivos de obterem valores de adesão altos, assim como um bom selamento, eliminando quase por completo o fluxo de fluido entre o material restaurador e estrutura dentária, para além de diminuírem a sensibilidade pós-operatória (Carrillo 2006).

2.5 QUINTA GERAÇÃO

A diferença básica entre a quarta e a quinta geração de adesivos reside no número de componentes de cada sistema. A última incorpora os dois componentes, *primer* e agente adesivo, da quarta geração num único frasco (*one-bottle*), simplificando os procedimentos clínicos, com excelentes resultados em termos de forças de adesão. No entanto, estes sistemas de uso fácil e rapidez de aplicação requerem condicionamento ácido e múltiplas aplicações de adesivo para obter uma máxima adesão ao esmalte e à dentina (Bittencourt *et alii* 2005); (Latta e Barkmeir 1998).

São materiais compostos por monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos dissolvidos num solvente orgânico do tipo acetona e etanol, devendo ser aplicados na superfície dentinária húmida de modo a prevenir o colapso das fibras de colagénio não suportadas e promover a infiltração do

primer e do adesivo (Yazici, Baseren e Dayangaç 2002).

Existem riscos inerentes a esta geração: o condicionamento ácido forte pode levar a uma desmineralização dentinária excessiva, diminuindo a penetração das resinas e propiciando zonas de infiltração. Como são sistemas que promovem a rapidez de aplicação, a incompleta penetração da resina na malha de colagénio desmineralizada, pode resultar numa delicada zona dentro da camada híbrida, e entre esta e a dentina inalterada, onde as fibrilas de colagénio não são protegidas pelo adesivo, podendo ficar susceptível à degradação contínua. A longo prazo as quebras hidrolíticas podem comprometer a efectividade da adesão (Van Landuyt *et alii* 2006)¹; (Bittencourt *et alii* 2005); (Perdigão e Ritter 2001).

2.6 SEXTA GERAÇÃO

Com a sexta geração assistimos ao nascer dos sistemas auto condicionadores, ou seja, os adesivos *self-etching*. Esta pode ser diferenciada em Tipo I e Tipo II.

A Tipo I é constituída por duas soluções, uma de *primer* ácido e a outra de resina adesiva, com um auto condicionamento sequencial, isto é, é colocada primeiro uma camada de *primer* sem lavar, que desmineraliza esmalte e dentina simultaneamente, sendo coberta por uma camada de adesivo final (Ernst 2004).

A Tipo II também é constituída por duas soluções, tratando-se porém de uma mistura auto condicionadora, mais simples de utilizar, de aplicação única após a mistura das duas soluções, em porções iguais (El Araby e Talic 2007).

Ao contrário dos sistemas de condicionamento total, que removem a *smear-layer* e abrem os túbulos dentinários, os sistemas auto condicionadores não requerem o condicionamento ácido separado e não removem a *smear-layer* completamente. Eles desmineralizam e penetram no esmalte e na dentina simultaneamente, dissolvendo parcialmente ou modificando a *smear-layer* por monómeros ácidos, resultando na sua integração na camada híbrida (Vasconcellos *et alii* 2007). A maioria é composta por misturas de monómeros aquosos ácidos, geralmente ésteres de ácido fosfórico, com um pH relativamente mais alto que o ácido fosfórico em gel (Perdigão *et alii* 2005).

Foi sugerido que o processo de desmineralização é travado pela diminuição da acidez, e é descrito por três mecanismos:

- 1- Primeiro os grupos acídicos são neutralizados pelos íons cálcio e fosfato libertados durante a descalcificação do esmalte.
- 2- Após a evaporação do solvente, a viscosidade do *primer* aumenta, reduzindo a difusão dos monómeros.
- 3- A polimerização reduz a concentração de monómeros ácidos livres (Soares *et alii* 2007); (Oliveira *et alii* 2004).

Comparado com as técnicas convencionais, este sistema oferece diversas vantagens, entre as quais o facto de serem sem condicionamento ácido, sem lavagens ou dispersão com ar e sem polimerização, além de que o processo de desmineralização e infiltração do adesivo ocorre simultaneamente no esmalte e na dentina, não existindo discrepância entre as profundidades de penetração, reduzindo assim o potencial de degradação ao longo do tempo (Bittencourt *et alii* 2005); (Perdigão *et alii* 2005). A água presente nos compostos é um componente essencial para participar na ionização. Porém, o condicionamento do esmalte pode não ser tão profundo como o que é obtido com o ácido fosfórico (Perdigão *et alii* 2005). Devido à elevada mineralização do esmalte os sistemas auto condicionadores apenas dissolvem parcialmente a *smear-layer*, já que o seu pH não é tão baixo quanto o dos sistemas adesivos de condicionamento total (Aguilar-Mendoza *et alii* 2008).

2.7 SÉTIMA GERAÇÃO

A mais recente das gerações surgiu para simplificar ainda mais os procedimentos da adesão dentária. É um sistema mono frasco, auto condicionante, que combina o ácido, o *primer* e a resina adesiva no mesmo recipiente. É um sistema de um só passo (*all-in-one*), embora a maioria ainda requeira múltiplas aplicações de *primer*/adesivo de acordo com as instruções do fabricante (Cheng *et alii* 2005).

Os adesivos auto condicionantes diferem na sua agressividade, sendo classificados em três categorias de acordo com a sua acidez: leves, moderados e severos (*mild, moderate e aggressive*). Como não são tão fortes como o ácido fosfórico dos adesivos de condicionamento total a maioria não remove a *smear-layer* (Perdigão 2007). Os de acidez leve, que geralmente têm uma acidez igual ou superior a 2, são incapazes de condicionar o esmalte de modo a haver retenção adequada nas restaurações, induzindo a uma desmineralização superficial não mais profunda do que 1 µm em dentina, em que cristais de hidroxiapatite ainda podem ser encontrados (Peumans *et alii* 2005). Já os adesivos auto condicionantes de elevada acidez, os severos, provocam a hidrólise da rede de colagénio a longo prazo, pelo seu baixo pH, de 1 ou menos. Na dentina o colagénio é exposto e quase toda a hidroxiapatite é dissolvida. Com os sistemas de acidez leve a espessura da camada híbrida é muito inferior à da dos sistemas severos ou mesmo na abordagem dos adesivos de condicionamento total, mas provaram serem eficazes no que respeita às forças de ligação (Türkün 2005). O valor do pH dos adesivos auto condicionantes depende de vários factores, tais como o conteúdo em água, o tipo e a quantidade de monómeros ácidos, polaridade, constante electrolítica, e composição dos co-monómeros e solventes (Salz 2006).

Existe uma tendência natural para passar de sistemas com múltiplos passos para outros mais simplificados. Com esta nova abordagem não existe condicionamento ácido ou lavagem. A redução não só do tempo de aplicação mas também da sensibilidade técnica e diminuição dos erros e contaminação que poderá ser produzida ao longo do processo é algo extremamente apelativo, mas resta saber até que ponto são sistemas melhorados e fiáveis (Kaneshiro *et alii* 2008); (Swanson *et alii* 2008).

A tabela seguinte demonstra o modo de aplicação das gerações de adesivos dentários actuais, assim como o número de passos em cada uma delas. (Tabela I)












		Geração	Ácido	Primer	Resina adesiva	Lavagem com água	Nº de passos
CONDICIONAMENTO TOTAL	4 ^a					Sim	3
	5 ^a					Sim	2
AUTO CONDICIONAMENTO	6 ^a	I				Não	2
		II				Não	1
	7 ^a					Não	1

Tabela I Modo de aplicação das gerações de adesivos dentários atuais.

III. COMPOSIÇÃO DOS ADESIVOS DENTÁRIOS CONTEMPORÂNEOS

3.1 SISTEMAS DE CONDICIONAMENTO TOTAL

3.1.1 DE TRÊS PASSOS

Os sistemas adesivos de quarta geração são aplicados em três passos sequenciais: um ácido, uma solução de monómeros hidrofílicos designados por *primers*, dissolvidos num solvente de natureza orgânica, e uma resina fluida, que pode conter monómeros hidrofóbicos, tais como o Bis-GMA, o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA) ou o uretano dimetacrilato (UDMA), por vezes combinados com moléculas hidrofílicas, exemplo do HEMA. O *primer*, que consiste numa solução de monómeros bifuncionais dissolvidos em solventes orgânicos, é aplicado no substrato, o qual foi previamente sujeito a um condicionamento ácido (Perdigão e Ritter 2001); (Latta e Barkmeir 1998).

Esse condicionamento ácido é efectuado com um gel de ácido fosfórico, cítrico ou maleico, em diversas concentrações, que remove a *smear-layer* e desmineraliza a camada mais superficial de cristais de hidroxiapatite (Perdigão 2007); (Van Landuyt *et alii* 2007); (Perdigão e Ritter 2001).

Após o condicionamento ácido é aplicado no substrato o *primer*. O solvente existente na sua composição sofre evaporação, permanecendo uma fina película aderida de monómeros. Este solvente, habitualmente álcool ou acetona, promove a infiltração e a difusão dos monómeros, através da deslocação e/ou substituição da água na dentina desmineralizada. A mistura de acetona-resina ou álcool-resina, em contacto com a água, reduz a tensão superficial da dentina humedecendo a área coberta por humidade, empurrando para fora a água ao mesmo tempo que os monómeros actuam sobre a superfície (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (Carrillo 2006); (Perdigão e Ritter 2001).

A presença de água no substrato dentinário é fundamental na utilização destes sistemas adesivos, já que ajuda a estabilizar a superfície desmineralizada da dentina depois do

condicionamento ácido, evitando o colapso das fibras de colagénio (Carrillo 2006).

Fotoiniciadores, como a canforoquinona, estabilizadores e partículas de preenchimento são alguns de outros componentes adicionados ao solvente (Stangel, Ellis e Sacher 2007).

A molécula do *primer* tem dois grupos funcionais: um grupo hidrofílico terminal com radicais $-OH$ ou $-COOH$, com afinidade para a superfície húmida da dentina, e outro hidrofóbico, geralmente CH_2 , que pode copolimerizar com os monómeros da resina fluida, no terceiro e último passo (Stangel, Ellis e Sacher 2007); (Perdigão e Ritter 2001).

As resinas fluidas, também designadas por *bonding* ou adesivo, fazem penetrar os seus monómeros hidrofóbicos, tais como o Bis-GMA e o TEGDMA, e também os hidrofílicos, como o HEMA, se existirem na sua composição, na frágil estrutura de hidroxiapatite sem suporte, actuando como estabilizadoras. O seu papel principal é a penetração nos espaços interfibrilares deixados após o condicionamento ácido e após a aplicação do *primer*, estabilizando toda a frágil estrutura das fibras de colagénio sem suporte (Perdigão e Ritter 2001).

A inclusão de partículas de carga nas resinas pode trazer algumas vantagens, tais como a menor contracção de polimerização e módulos de elasticidade mais altos em relação às resinas sem carga (Perdigão e Ritter 2001).

3.1.2 DE DOIS PASSOS

Os sistemas adesivos de condicionamento total de um só frasco combinam o *primer* e a resina numa só solução (Swanson *et alii* 2008); (Stangel, Ellis e Sacher 2007). São constituídos por monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos dissolvidos em solventes extremamente voláteis como a acetona ou o etanol. O monómero hidrofílico HEMA é o componente principal da maioria destes adesivos, embora não esteja presente em todos. O solvente orgânico neste sistema monofrasco tem o mesmo papel que nos sistemas de condicionamento total de dois frascos, ou seja, capta a água levando os monómeros até haver contacto com as fibras de colagénio, formando uma estrutura mista de colagénio, hidroxiapatite e resina (Perdigão e Ritter 2001).

A aplicação de uma ou mais camadas de adesivo, após a lavagem do ácido, depende das recomendações do fabricante. O solvente orgânico envolvido, seja o álcool ou a acetona, têm diferenças na sensibilidade à técnica de aplicação. Para os adesivos com acetona uma única aplicação pode não ser suficiente para formar uma camada contínua, sendo necessária uma ou mais aplicações extras (Perdigão e Ritter 2001).

A aplicação dos sistemas de condicionamento total é uma técnica relativamente sensível e requer um bom isolamento da área (Swanson *et alii* 2008).

3.2 SISTEMAS DE AUTO CONDICIONAMENTO

3.2.1 DE DOIS PASSOS

Uma grande variedade de adesivos auto condicionadores está disponível no mercado. Eles diferem no número de frascos, passos e acidez da solução do *primer*, entre outros factores (Loguercio *et alii* 2006).

Os adesivos auto condicionadores foram introduzidos para ultrapassar a sensibilidade à água na estrutura dentinária húmida, que levava muitas vezes à infiltração com os sistemas adesivos de condicionamento total. Enquanto os adesivos auto condicionadores tratam a dentina, as suas resinas infiltram-se simultaneamente nela, reduzindo a sensibilidade à água. A diferença principal entre os adesivos de CT e de AC é a sua acidez. O ácido fosfórico utilizado nos sistemas de condicionamento total é muito mais agressivo quimicamente do que os *primers* dos adesivos auto condicionantes. Como resultado a profundidade de condicionamento induzida pelos auto condicionadores é por norma inferior (Aguilar-Mendoza *et alii* 2008).

Os sistemas auto condicionadores surgiram com o aumento da concentração de monómeros ácidos de metacrilato em misturas de água-HEMA. A água é um componente importante pois ioniza os grupos ácidos, permitindo a formação de iões hidrónio (H_3O^+) que atacam os cristais de apatite durante o condicionamento ácido, para além de facilitar a solubilização dos produtos da reacção. Os adesivos auto condicionadores típicos possuem cerca de 30 a 40% de água, que misturada com os monómeros ácidos se torna numa mistura ácida e pode

lentamente hidrolisar as ligações ésteres dos derivados do ácido metacrilato, como HEMA, TEGDMA ou GDMA (Glicol Dimetacrilato), que são encontrados na maioria dos adesivos (Hiraishi *et alii* 2005); (Moszner, Salz e Zimmermann 2005); (Salz *et alii* 2005).

Tanto os sistemas de AC de um ou de dois passos são compostos de misturas de monómeros ácidos, geralmente o ácido fosfórico ou ésteres de ácidos carboxílicos, com um pH mais elevado do que o do tradicional ácido fosfórico (Perdigão 2007).

A aplicação do *primer* hidrofílico é seguida do material adesivo hidrofóbico, que em mais ou menos quantidade se liga ao compósito (Stangel, Ellis e Sacher 2007).

Muitos sistemas auto condicionadores de dois frascos possuem o agente adesivo separado do *primer* ácido, sendo o componente adesivo usualmente livre de água na sua composição, não contendo na sua maioria solventes voláteis, possuindo alguns monómeros hidrofílicos e uma maior quantidade de dimetacrilato do que o *primer* (Salz *et alii* 2006); (Salz *et alii* 2005).

A hidrólise dos monómeros no líquido do *primer* é ainda um problema por resolver. Para os adesivos de uma só aplicação, alguns fabricantes separaram os monómeros ácidos da água criando dois componentes de *primers* adesivos que são misturados antes da sua aplicação, evitando a lenta hidrólise das ligações ésteres do metacrilato pela água, um processo que se inicia assim que os produtos são misturados (Salz *et alii* 2005).

3.2.2 DE UM PASSO

Os mais recentes sistemas auto condicionadores contêm diferentes monómeros para além do sistema iniciador (Salz *et alii* 2005). Cada sistema adesivo de AC contém o seu monómero funcional específico, que determina em grande maioria o seu desempenho clínico (Yoshida *et alii* 2004).

Contêm também monómeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos em solventes como a acetona, o etanol e a água, ou uma combinação (Nunes *et alii* 2001). Todos os sistemas adesivos de um só frasco contêm 20 a 30% de água (Salz *et alii* 2005).

A maioria dos componentes polimerizáveis incluem monómeros adesivos, como ácidos carboxílicos polimerizáveis, como por exemplo: 4-META (4-Metacriloxietil Anidro Trimelítico) ou MAC-10 (10-Metacriloiloxidecil Ácido Malónico) e fosfatos ácidos metacrílicos, como por exemplo: MEP (Metacriloiloxietil Fenil Hidrogenofosfato), MDP (10-Metacriloiloxidecil Fosfato de Di-hidrogeno) ou Fenil-P (2-(Metacriloxil) Etil Fenil Hidrogeno Fosfato), que têm a capacidade de modificar a superfície do esmalte e da dentina, promovendo a difusão dos monómeros na estrutura dentária dura, mediando uma forte ligação entre estes tecidos duros e a resina composta. Os monómeros hidrofílicos são dissolvidos em solventes dispersos em água, incluindo a água pura, e misturas de álcool e água, ou acetona e água (Salz *et alii* 2005). (Figura 13)

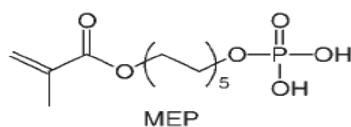
Os solventes orgânicos acetona ou álcool, com a sua capacidade de evaporação, misturam-se com a dentina, movendo a água, e aumentando a densidade dos monómeros hidrofílicos dentro da rede de colagénio. A acetona foi considerada o melhor solvente para transportar resina adesiva na dentina húmida. O álcool funciona da mesma forma que a acetona, porém tem menos capacidade para dissolver monómeros e possui uma pressão de vapor quatro vezes mais baixa (Van Landuyt *et alii* 2007); (Cheng *et alii* 2005); (Nunes *et alii* 2001).

Em alguns produtos o mesmo recipiente contém água, monómeros ácidos e co-monómeros de metacrilatos, como HEMA, Bis-GMA e TEGDMA. Nestas condições ácidas, a água ácida pode atacar as ligações ésteres nos monómeros ácidos HEMA e monómeros de ligação dimetacrilato. Consequentemente, ácidos livres de metacrilato, glicol etileno e outros derivados do álcool e ácido fosfórico ou carboxílico livre são formados. Esta hidrólise leva a uma diminuição na concentração destes monómeros adesivos durante o período de armazenamento no consultório. Assim, a concentração dos ingredientes nos adesivos não é estável e altera-se ao longo do tempo (Salz *et alii* 2005).

Dois problemas são intrínsecos à mistura água e metacrilatos num só frasco, que possui um reduzido valor de pH. Primeiro, a maioria dos materiais dentários radicalmente polimerizáveis são baseados no sistema iniciador contendo aminas, por exemplo, o sistema amino-canforoquinona por fotopolimerização ou o sistema peróxido-amina auto polimerizável. Assim, uma reacção ácido-base pode ter lugar entre o forte monómero ácido e a amina, que resultará em dano ao material. Segundo, na presença de água e sob condições ácidas, os

grupos ésteres sofrem hidrólises idênticas às simples ligações ésteres ácidas carboxílicas. Isto significa que o metacrilato é decomposto sob fortes condições de elevada acidez, que leva a uma instabilidade hidrolítica do HEMA. A hidrólise dos monómeros adesivos altera totalmente a composição e propriedades químicas e físicas, diminuindo a função clínica ao longo do tempo de armazenamento (Salz *et alii* 2005).

Existem muitos factores que influenciam a acção dos adesivos auto condicionadores. Um desses factores relaciona-se com os seus monómeros funcionais específicos, como os ésteres originados da reacção do álcool bivalente com o ácido metacrilato e derivados do ácido fosfórico/carboxílico. A potencial interacção química entre os monómeros funcionais e a hidroxiapatite residual depende da composição única de cada adesivo (Soares *et alii* 2007).



Monómeros auto adesivos

Monómeros de ligação

Figura 13 Componentes disponíveis dos adesivos auto condicionadores. Adaptado de Moszner e Salz 2007.

3.3 NOVOS COMPONENTES E TENDÊNCIAS NO FUTURO

O desenvolvimento de novos ingredientes, modificações nas fórmulas e a fabricação de monómeros sob encomenda apresenta-se bastante promissor no futuro, tendo um papel relevante no melhoramento dos adesivos (Van Landuyt *et alii* 2007); (Moszner e Salz 2007).

A próxima geração de adesivos deve incluir materiais biofuncionais ou bioativos que providenciem benefícios à saúde oral. Ser antibacteriano é uma propriedade proposta para esses materiais biofuncionais (Türkün 2005). Actualmente, a inclusão de compostos antibacterianos na fórmula dos adesivos tem sido popular. Exemplos de alguns desses compostos são os monómeros de MDPB (12-Metacriloiloxidodecilpridinium Bromido), flúor, glutaraldeído e parabenos (Feuerstein *et alii* 2008); (Walter *et alii* 2008); (Van Landuyt *et alii* 2007); (Moszner, Salz e Zimmermann 2005); (Türkün *et alii* 2005).

Os fabricantes por vezes acrescentam ingredientes específicos. Os adesivos da 3M ESPE (Adper Prompt[®], Single Bond[®], Scotchbond Multipurpose[®]) na maioria das vezes contêm copolímeros polialquenoídeos específicos, que providenciam maior estabilidade na mistura. No entanto, o efeito positivo destes componentes na adesão ainda não está estabelecido. Vários autores referem que os monómeros não se dissolvem na solução do adesivo, levando a uma fase separada, produzindo muitos glóbulos dentro do polímero na camada adesiva (Van Landuyt *et alii* 2007).

Outro ingrediente particular é o glutaraldeído, que foi introduzido como agente dessensibilizante. Previne a dor pós-operatória, cáries radiculares, estabiliza as fibras de colagénio na camada híbrida de modo a melhorar a durabilidade do adesivo, minimiza a desmineralização dentinária e tem uma forte actividade antibacteriana. Alguns problemas têm sido colocados na biocompatibilidade do glutaraldeído, que é conhecido pela sua toxicidade, agente alergénico e ainda efeitos mutagénicos (Walter *et alii* 2008); (Van Landuyt *et alii* 2007).

O uso de materiais obliterantes pulpares, tal como o PADC (ácido modificado de oxalato ou

poli-glutâmico) parece otimizar a adesão dos adesivos hidrofóbicos à dentina, em particular em dentina profunda (Sadek, Pashley, Ferrari e Tay 2007).

Alguns fabricantes acrescentaram ainda corantes aos adesivos auto condicionadores, tal como o azul de timol, presente no adesivo comercial Tyrian SPE & One-Step Plus[®], facilitando a mistura homogénea dos dois compostos e aumentando também o controlo visual da dispersão homogénea do adesivo sobre a superfície dentária. Depois de ser fotopolimerizado o adesivo permanece incolor (Loguercio e Reis 2008); (Van Landuyt *et alii* 2007).

IV. CONDICIONAMENTO TOTAL vs. AUTO CONDICIONAMENTO

Existem inúmeros estudos clínicos que avaliam o desempenho dos sistemas adesivos dentários actuais, condicionamento total e auto condicionamento. Alguns parâmetros foram seleccionados e analisados de forma a inferir qual o melhor sistema, assim como as suas vantagens, desvantagens e indicações clínicas.

4.1 ADAPTAÇÃO MARGINAL

Uma boa adaptação marginal à estrutura dentária pode reduzir a coloração marginal, cáries secundárias, sensibilidade pós-operatória e irritação pulpar relacionada com micro infiltração (Yazici, Baseren e Dayangaç 2002).

O selamento marginal de uma restauração é um dos mais importantes factores para se obter sucesso clínico. A infiltração marginal, devido à contracção de polimerização dos adesivos, constitui ainda um problema, já que leva à formação de espaço entre o adesivo e as paredes da cavidade, permitindo a passagem de bactérias, fluidos e moléculas ou iões (Pradelle-Plasse, Nechad, Tavernier e Colon 2001).

A força de adesão que se estabelece entre o adesivo e a resina composta não está directamente relacionada com os espaços marginais formados ou com a micro ou nano infiltração, mas com o sistema adesivo aplicado. Assim, uma elevada força de adesão não é um factor indicativo de uma integridade marginal suficiente. A adaptação marginal está dependente do tipo de tecido duro e da cavidade na qual o adesivo é aplicado (Ernst 2004).

Ernst e colaboradores observaram no seu estudo *in vitro* de 2008 que os adesivos de condicionamento total Scotchbond 1XT[®] e Optibond FL[®], quarta e quinta geração respectivamente, obtiveram resultados idênticos aos adesivos auto condicionadores Clearfil SE Bond[®] e Clearfil S³ Bond[®] (sexta e sétima geração respectivamente) em termos de adaptação marginal em esmalte e em cimento. Porém, não se verificou o mesmo com o sistema de sétima geração iBond exp.[®] ou com o de sexta, Adper Prompt L-Pop[®], obtendo piores resultados nas duas estruturas dentárias atrás referidas. A elevada acidez do Adper

Prompt L-Pop[®] foi considerada uma potencial razão para os resultados obtidos (Ernst *et alii* 2008).

Constatações idênticas foram encontradas no estudo de Blunck e colegas (*cit. in* Bekes *et alii* 2007) já que não verificaram quaisquer diferenças nos sistemas Excite[®] e AdheSE[®], adesivos de quinta e sexta geração, respectivamente, em relação à retenção, adaptação marginal e surgimento de cáries secundárias em restaurações de classe V.

Também Perdigão e colegas, em 2007, estudaram diferentes adesivos de AC em restaurações de classe I e II, concluindo novamente que o adesivo de sétima geração iBond[®] apresentou um mau desempenho. A nível da cor marginal este sistema revelou uma coloração laranja escura na maioria das restaurações, com pouca adaptação marginal, denotando uma deficiente capacidade de adesão ao esmalte (Perdigão *et alii* 2007).

O estudo *in vitro* de Grobler, Rossouw e Oberholzer de 2007 é concordante com os anteriores, referindo que ambos os adesivos de AC de sexta geração, Xeno III[®] e Adper Prompt L-Pop[®], não são indicados para um selamento eficaz em esmalte, por apresentarem microinfiltração marginal.

Korasli e colegas, num estudo *in vitro* de 2007, relacionaram a micro infiltração em dentes com tratamentos endodônticos e diferentes sistemas adesivos. Nenhum dos adesivos testados eliminou completamente a micro infiltração nas margens oclusal e gengival, obtendo-se os valores mais baixos e similares de infiltração com o sistema de quinta geração Single Bond[®] e com o de sexta geração, Clearfil SE Bond[®]. Clearfil SE Bond[®] foi o único adesivo que teve um desempenho equivalente no selamento marginal ao do adesivo Single Bond[®], observando-se que a infiltração se restringiu apenas à porção coronária e paredes cavitárias, não penetrando para a câmara pulpar ou canais radiculares (Korasli *et alii* 2007).

Num outro estudo, Tar e colaboradores (2006) avaliaram apenas sistemas adesivos de condicionamento total. Na pesquisa estavam incluídos os sistemas mono-frasco Single Bond[®] e One Coat Bond[®], e o de dois frascos Scotchbond Multipurpose[®]. Os três adesivos demonstraram um bom desempenho a nível de adaptação marginal, com taxas de sucesso muito similares (Tar *et alii* 2006).

Peumans e colegas, no seu estudo *in vitro de 2005*, referem que a ausência de defeitos marginais se verificou numa maior percentagem no grupo que utilizou sistemas adesivos de CT e não no grupo de AC, apesar das diferenças não serem significativas estatisticamente. No entanto, na presença de defeitos do esmalte os sistemas de CT já apresentavam diferenças relevantes, obtendo melhores resultados. Maiores defeitos dentinários foram registados com maior frequência nestes mesmos adesivos, embora sejam idênticos em ambos os grupos. Concluíram que existe uma maior tendência para pequenos defeitos e descoloração marginal em esmalte com sistemas adesivos auto condicionadores, apesar do desempenho clínico global não ter sido afectado (Peumans *et alii* 2005).

Tal como no estudo anterior, o mesmo nível de desempenho entre adesivos de condicionamento total (Prime & Bond NT[®]) e de auto condicionamento (Clearfil SE Bond[®]) foi obtido no estudo de Perdigão, Geraldi e Hodges, em 2004.

Yazici, Baseren e Dayangaç, em 2002, referem que a composição de cada adesivo é um factor essencial na sua actuação e não o sistema em que estão incluídos. O adesivo de sexta geração Clearfil SE Bond[®] e o de quinta Optibond FL[®] revelaram-se os sistemas que obtinham os valores mais elevados no selamento marginal, embora o de quinta geração Gluma One Bond[®] permitisse uma penetração ligeiramente superior. O grupo que utilizou o Prompt-L-Pop[®], adesivo de sexta geração, foi o que apresentou maiores microinfiltrações (Yazici, Baseren e Dayangaç 2002).

No mesmo ano de 2002, Yazici e colaboradores testaram a micro infiltração nas restaurações de classe II. Os valores obtidos indicaram que todas as gerações de adesivos em estudo actuavam de forma idêntica em termos de micro infiltração. Foram utilizados os sistemas de CT de quarta geração Optibond FL[®], e os de quinta Gluma One Bond[®] e Clearfil SE Bond[®]; tal como o adesivo de AC de uma só aplicação Prompt-L-Pop[®]. Valores ligeiramente superiores foram obtidos com os adesivos Gluma One Bond[®] e Prompt-L-Pop[®], demonstrando uma elevada resistência à infiltração no ângulo cavo-superficial e resistência similar na parede gengival (Yazici *et alii* 2002).

Colaborando os resultados de outros estudos já referidos, o de Pradelle-Plasse e colegas de 2001, conclui que os adesivos auto condicionadores, Prompt L-Pop[®] e Clearfil SE Bond[®], não

alcançaram os mesmos resultados em esmalte comparativamente aos sistemas de condicionamento total, Excite[®] e OptiBond Solo[®]. Os últimos demonstravam uma leve infiltração, com boa adaptação marginal, ao contrário dos adesivos auto condicionadores, que apresentavam frequentemente uma infiltração mais profunda (Pradelle-Plasse *et alii* 2001).

4.2 FORÇA DE ADESÃO

A obtenção de uma adesão perfeita entre o material restaurador e a estrutura dentária tem sido um dos objectivos da Dentística Restauradora (Cardoso e Sadek 2003).

Uma boa adesão entre a interface esmalte-compósito auxilia na prevenção da microinfiltração, a qual tem sido associada à entrada de bactérias, cáries recidivantes e sensibilidade pós-operatória (Swanson *et alii* 2008).

Cardoso e colegas no seu estudo de 2008 referem que, independentemente da técnica de preparação da estrutura dentária, o adesivo de sexta geração de elevada acidez Adper Prompt L-Pop[®] apresentou sempre os valores de adesão mais baixos em relação aos outros adesivos em estudo (OptiBond FL[®], sistema de quinta geração e os adesivos de sexta e sétima, respectivamente, Clearfil SE Bond[®] e Clearfil S3 Bond[®]), obtendo a maior efectividade de adesão com o adesivo Optibond FL[®].

Novamente no estudo de Aguilar-Mendoza e colegas (2008) o adesivo de CT em estudo (Single Bond[®]) obteve forças de adesão superiores aos sistemas adesivos de auto condicionamento (AdheSE[®], Xeno III[®] e Clearfil SE Bond[®]). Entre os adesivos de auto condicionamento não se verificaram diferenças (Aguilar-Mendoza *et alii* 2008).

Contrariamente aos estudos referenciados até agora, no estudo de Hürmüzlü e colegas (2007) a força de adesão do sistema de sexta geração Clearfil SE Bond[®] foi significativamente maior do que a do adesivo de quinta, OptiBond Solo Plus[®], e o de sétima, iBond[®]. No entanto com o sistema OptiBond Solo Plus[®] obtiveram melhores resultados do que com o iBond[®] (Hürmüzlü *et alii* 2007).

No estudo de 2007 de Perdigão e colegas as forças de adesão em dentina foram similares

quando se aplicaram os adesivos One-Step[®] e One-Step Plus[®], adesivos de quinta e sexta geração respectivamente. Como conclusão referem que os adesivos de AC simplificados não estão ao mesmo nível de desempenho dos adesivos de CT (Perdigão *et alii* 2007).

Proença e colaboradores (2007) verificam também que os adesivos de CT Single Bond[®] e Prime & Bond[®] não apresentavam diferenças na adesão dentinária, comparativamente aos sistemas adesivos auto condicionadores: Resulcin Aqua Prime[®], Etch & Prime 3.0[®], Prompt L-Pop[®], Solist[®], Futurabond[®], e Clearfil SE Bond[®]; sendo o ultimo o que apresentou valores de adesão dentinária mais elevados, quando aplicado de acordo com as instruções do fabricante.

Constatação idêntica foi encontrada por Knobloch e colegas (2007) referindo que a força de adesão dos sistemas adesivos de sexta geração, Optibond Solo Plus[®] e Clearfil SE[®], não é significativamente diferente do adesivo de quinta geração Prime & Bond NT[®]. Também entre os adesivos de AC mono frasco, G-Bond[®], iBond[®] e Clearfil S³ Bond[®], e de dois frascos, as forças de adesão, em restaurações de classe I e II, foram idênticas. O sistema G-Bond[®] é uma exceção, visto ter apresentado valores significativamente mais baixos do que o Prime & Bond NT[®] (Knobloch *et alii* 2007).

Resultados contrários aos anteriores são apresentados no estudo *in vitro* de El Araby e Talic (2007), no qual o sistema de sexta geração Xenon III[®] atingiu os valores de adesão mais elevados tanto em esmalte como em dentina, seguido do adesivo de quinta geração, Prime & Bond[®] e em último o auto condicionador Prompt L-Pop[®].

Já no estudo de 2007 de Vasconcellos e colegas o sistema de CT Single Bond[®] revelou maiores forças de adesão em esmalte do que em dentina, comparativamente aos restantes sistemas de AC utilizados, Clearfil SE Bond[®] e One Up Bond F[®].

Segundo Atash e Landuyt (*cit. in* Perdigão 2007) o adesivo de sétima geração iBond[®] produz baixas forças de adesão quando aplicado segundo as indicações do fabricante.

De acordo com o estudo de Purk e colaboradores (2006) realizado em restaurações de classe II, não existem diferenças significativas nas forças de adesão entre as paredes gengival e

pulpar. O adesivo de quinta geração Ultradent[®] e o de sexta Clearfil SE Bond[®] obtiveram melhores desempenhos do que os adesivos de CT Adper Scotchbond Multipurpose Dental Adhesive[®] e o de AC Prime & Bond[®]. Referem também que a adesão entre o compósito e a dentina pode depender maioritariamente da composição do sistema adesivo utilizado (Purk *et alii* 2006).

Tar e colegas (2006) avaliaram sistemas adesivos mono-frasco (Single Bond[®] e One Coat Bond[®]) e de dois frascos (Scotchbond Multipurpose[®]). Estes sistemas de CT, diferem na sua composição, sendo à base de água, etanol ou livre de solventes. A retenção revelou-se semelhante nos diferentes sistemas, assim como o desempenho clínico e a força de adesão entre os adesivos à base de etanol ou de acetona, indicando que o solvente tem um papel menos relevante do que a composição química global do adesivo (Tar *et alii* 2006).

Também no estudo de Maurim e colegas (2006) os dois adesivos de dois passos de AC Adper Prompt L-Pop[®] e Prompt L-Pop 2[®] apresentaram valores de adesão similares ao adesivo de CT Scotchbond Multipurpose Plus[®].

O estudo de Kelsey e colaboradores (2005) concluiu novamente que o condicionamento ácido com ácido fosfórico, do sistema adesivo de CT Prime & Bond NT[®], não oferecia benefícios adicionais sobre o sistema adesivo de AC Prompt L-Pop[®], já que não foram identificadas diferenças significativas na força de adesão entre os sistemas adesivos.

Já Shirai e colegas em 2005 referem o contrário, pois concluíram que em geral os procedimentos adesivos simplificados não implicam necessariamente melhores desempenhos, especialmente a longo termo. No seu estudo, o adesivo de quinta geração Scotchbond 1[®], e o de sétima de elevada acidez Adper Prompt[®], pareceram ser bastante susceptíveis à configuração da cavidade e à degradação da água, resultando numa deterioração das forças de adesão (Shirai *et alii* 2005).

Contrariamente a Shirai e colegas (2005) Koshiro e colaboradores (2004) realizaram um estudo *in vivo* sobre a degradação das ligações entre o adesivo e a dentina, comparando os dois tipos de sistemas adesivos, concluindo que as interfaces de adesão formadas utilizando um adesivo de AC de dois passos, Unifil Bond[®], eram mais estáveis a longo prazo

comparativamente às produzidas por um sistema de CT de dois passos (Single-Bond[®]), apesar das forças de ligação diminuírem gradualmente em ambos os sistemas. Através da observação de microscopia electrónica concluíram que não se produziram quaisquer alterações ao longo do tempo na interface adesivo-dentina com o sistema de AC, ao passo que no sistema de CT ocorreram áreas de degradação (Koshiro *et alii* 2004).

A incapacidade dos adesivos para formarem prolongamentos resinosos nos túbulos dentinários escleróticos é um parâmetro importante para reduzir a força de adesão. O estudo *in vitro* de Kwong e colaboradores (2002) revelou que ambas as técnicas adesivas, de AC e de CT, apresentaram valores adesivos em dentina esclerótica 25% mais baixos do que numa dentina normal, não havendo diferenças significativas entre as duas técnicas (Kwong *et alii* 2002).

Fritz, Diedrich e Finger, no seu estudo *in vitro* de 2001, demonstraram que a força de adesão em esmalte obtida com os adesivos de AC Clearfil[™] Liner Bond 2V[®] e Clearfil[™] SE Bond[®] é comparável à dos adesivos de CT Kurasper[™] F[®] e Gluma[®].

4.3 ESTABILIDADE DA COR E PIGMENTAÇÃO MARGINAL

A pigmentação marginal numa restauração a compósito, pouco tempo depois dela ter sido efectuada, é um dos primeiros sinais clínicos que indica a sua futura falha (Perdigão 2007).

A descoloração marginal é um indicador indirecto do desempenho da técnica adesiva (Loguercio e Reis 2008); (Ernst *et alii* 2008).

Loguercio e Reis, no seu recente estudo de 2008, verificaram que a coloração marginal ocorreu em todos os grupos, tanto em adesivos de CT como de AC, sendo significativamente pior no que aplicou os sistemas adesivos auto condicionadores Tyrian SPE[®] e One-Step Plus[®].

Também Ritter (*cit. in* Perdigão 2007) observou uma maior percentagem de alteração de cor marginal com o sistema de um só passo iBond[®] do que com o adesivo de CT Gluma Solid Bond[®].

Contrariamente aos estudos referidos até agora, Bekes e colegas (2007) referem que ambos os sistemas adesivos de AC e de CT (AdheSE[®] e Excite[®], respectivamente) apresentaram pigmentação marginal com valores idênticos.

Num outro estudo, realizado em 2006, por Tar e colegas, foram avaliados sistemas adesivos de CT mono-frasco (Single Bond[®] e One Coat Bond[®]) e de dois frascos (Scotchbond Multipurpose[®]), em lesões *in vivo*, em restaurações de classe V não cariosas. Os adesivos mono-frasco compararam-se aos adesivos de dois frascos em termos de pigmentação marginal, verificando-se uma nítida pigmentação superficial e alguma profunda, estabelecendo-se uma relação de reduzida integridade marginal com maior pigmentação (Tar *et alii* 2006).

Tal como na maioria dos autores referidos anteriormente, no estudo de Bittencourt e colegas (2005) o sistema adesivo de AC Adper Prompt[®] apresentou uma descoloração marginal mais elevada do que o sistema de CT Single Bond[®], indicando uma deterioração da adesão ao esmalte mais rápida. Este fenómeno pode ter ocorrido devido à absorção de água e à dissolução das resinas adesivas incompletamente polimerizadas, resultando na degradação da camada híbrida (Bittencourt *et alii* 2005).

4.4 FORMAÇÃO DA CAMADA HÍBRIDA

O mecanismo de adesão de todos os sistemas adesivos à dentina é estabelecido no efeito combinado de hibridação e formação de prolongamentos resinosos (Bekes *et alii* 2007).

A formação da camada híbrida baseia-se na remoção da *smear-layer* da superfície dentinária, de modo a abrir os túbulos dentinários e criar suficientes microporosidades intertubulares, permitindo a infiltração dos monómeros na rede de colagénio exposta, criando uma retenção micro mecânica (Cavalheiro *et alii* 2006); (Hitmi, Bouter e Degrange 2002). A sua formação pode ser afectada pela composição química e modo de aplicação do sistema adesivo, pelas diferentes localizações na dentina e alterações na microestrutura dentinária associada ao processo carioso (Hsu *et alii* 2008).

A camada híbrida formada com os sistemas adesivos de condicionamento total é

significativamente mais espessa do que a criada pelos sistemas de auto condicionamento, já que os primeiros são mais ácidos, resultando numa desmineralização mais profunda (Hsu *et alii* 2008).

Os sistemas adesivos de auto condicionamento possuem monómeros ácidos, com um pH mais elevado do que os sistemas de CT, que penetram e desmineralizam simultaneamente a dentina, sem passos intermédios como lavagem ou secagem. Esses monómeros permanecem no interior da estrutura dentária podendo causar uma desmineralização dentinária excessiva (Carrillo 2006). Se a profundidade de desmineralização exceder a da difusão dos monómeros na dentina, algumas zonas de colagénio instáveis são formadas, já que não hidrolisam completamente, criando zonas de infiltração (Vasconcellos *et alii* 2007), podendo aumentar a espessura da camada híbrida. Esta falta de penetração do adesivo traduz-se em baixas forças de adesão (Carrillo 2006).

A camada híbrida é um factor importante na adesão à estrutura dentária, mas a capacidade de selamento do material pode não depender da espessura dela. Uma camada híbrida uniforme, sem imperfeições parece ser muito mais importante. Assim, para a adesão ser eficiente, micro porosidades nesta área devem ser evitadas através do preenchimento dos espaços deixados pela desmineralização (Gregoire, Akon e Millas 2002).

Yuan e colaboradores avaliaram no seu recente estudo de 2008 a qualidade da hibridação em cimento cervical e dentina superficial. Os dados recolhidos indicam que a camada híbrida formada entre o adesivo e o cimento foi comparativamente fina em relação à da superfície dentinária, para todos os sistemas adesivos utilizados. O adesivo de CT Single Bond[®] foi o que formou a camada mais espessa, tanto no cimento como na dentina, ao passo que o sistema monofrasco auto condicionador G Bond[®] resultou na camada mais fina, em ambas as superfícies. Como conclusão, referem que a maioria dos adesivos actuais formam camadas híbridas mais espessas em cimento cervical do que em superfícies dentinárias proximais. Os sistemas auto condicionadores de dois passos Clearfil SE Bond[®] e Clearfil Protect Bond[®] apresentaram a melhor qualidade de hibridação, sendo a técnica de eleição quando exista a necessidade de realizar tratamentos dentários na região cervical (Yuan *et alii* 2008).

Cardoso e colaboradores em 2008 referem que o adesivo auto condicionador de elevada

acidez Adper Prompt L-Pop[®] teve uma boa capacidade de dissolução da *smear-layer*, apresentando uma camada híbrida com uma espessura similar à produzida pelo sistema de CT Optibond FL[®]. No entanto, apesar do sistema de AC formar uma camada híbrida apropriada as forças de adesão não foram equiparáveis ao adesivo de CT, ocorrendo frequentemente fracturas na camada adesiva (Cardoso *et alii* 2008).

Korasli e colegas, no presente ano de 2008, identificaram poucos prolongamentos resinosos no adesivo de CT Xenon III[®]. Clearfil SE Bond[®] e Adper Prompt L-Pop[®], adesivos de sexta geração, criaram uma fina e contínua camada híbrida, com prolongamentos resinosos uniformes, sendo o adesivo de CT Single Bond[®] o que obteve melhores resultados (Korasli *et alii* 2008).

Resultados similares obtiveram Öztas e Olmez no seu estudo de 2005 utilizando dentes decíduos. Não observaram uma camada híbrida visível com o auto condicionador Prompt L-Pop[®], aplicando uma ou duas camadas de adesivo. Apenas com o sistema de CT Single Bond[®] obtiveram uma boa espessura (Öztas e Olmez 2005).

Resultados semelhantes foram obtidos por Hsu e colegas (2005). Observaram que com o sistema de CT Single Bond Plus[®] se obteve uma camada híbrida mais espessa do que com o sistema de AC Clearfil SE Bond[®]. A orientação dos túbulos dentinários nas diferentes localizações dentárias não influenciou de qualquer forma a espessura da camada no sistema auto condicionador (Hsu *et alii* 2005).

Com resultados concordantes aos estudos anteriores, Koshiro e colegas em 2004, verificaram que o sistema de sexta geração Unifil Bond[®] tinha uma boa penetração nos espaços interfibrilares, assim como a formação de uma fina camada híbrida e longos prolongamentos resinosos. Porém, um ano mais tarde, apresentava espaços entre a estrutura dentária e o adesivo, indicando o desaparecimento da camada híbrida e o aumento da porosidade. O sistema de quinta geração Single-Bond[®] apresentou uma densa camada híbrida, que não se degradou ao longo do tempo, assim como a resina adesiva (Koshiro *et alii* 2004).

Segundo Gregoire, Akon e Millas (2002) os sistemas adesivos à base de acetona obtêm uma espessa e contínua camada híbrida, sem espaços vazios, estando intimamente ligada à dentina.

Já com os sistemas à base de água essa mesma camada é mais fina, com falta de contacto entre as paredes dos túbulos dentinários e os prolongamentos resinosos, estando alguns túbulos não completamente preenchidos e observando por vezes algumas imperfeições (Gregoire, Akon e Millas 2002).

4.5 MODO DE APLICAÇÃO NA ACTUAÇÃO DO SISTEMA ADESIVO

A espessura da camada do agente adesivo proporciona uma camada flexível entre a estrutura dentária e o material restaurador. Este procedimento reduz ou elimina a sensibilidade pós-operatória dentária (Christensen 2002).

A força de adesão dentinária depende do grau de penetração dos monómeros no colagénio (Perdigão *et alii* 2007). Quando várias camadas de adesivo são aplicadas, o solvente evapora entre cada nova camada, fazendo com que a concentração de monómeros aumente após cada aplicação, facilitando assim a infiltração com o mínimo aumento de espessura da camada adesiva (Loguercio e Reis 2008).

Hashimoto e colaboradores (*cit. in* Breschi *et alii* 2008) demonstraram que as forças de adesão se elevaram com todos os adesivos aplicados quando se incrementou o número de camadas até quatro, enquanto que ao mesmo tempo a micro infiltração reduziu com cada uma das novas camadas, estando praticamente ausente após quatro ou mais.

Também Loguercio e Reis (2008) sustentam a hipótese de que a aplicação de múltiplas camadas de adesivos de CT e de AC melhora a taxa de retenção dos compósitos das restaurações de classe V, em ambas as técnicas adesivas.

Estudos *in vitro* demonstraram que a eficácia das forças de adesão na dentina produzidas pelo adesivo de AC Adper Prompt L-Pop P[®] está dependente do método de aplicação. A segunda camada recomendada previne a formação de pontos secos na superfície dentinária, o que resulta numa infiltração mais profunda, produzindo forças superiores (Perdigão *et alii* 2007).

A quantidade do adesivo de AC iBond[®] utilizado segundo as instruções do fabricante pode não ser suficiente para formar uma camada uniforme de adesivo na superfície dentinária

(Perdigão *et alii* 2007). O número de camadas de adesivo aplicadas demonstrou ter uma elevada importância no sistema iBond[®] (Ito *et alii* 2005).

Novamente no estudo de Loguercio e colaboradores (2006) as quatro camadas de adesivo de AC One Step Plus[®] aplicadas aumentou o desempenho clínico, obtendo menos micro infiltração e melhor adaptação marginal. As camadas aplicadas aumentaram o tempo de desmineralização da dentina e a infiltração do adesivo, aumentando os prolongamentos resinosos e a espessura da camada híbrida (Loguercio *et alii* 2006).

No entanto, Nakaoki e colaboradores (2005) referem que não existem diferenças significativas na força de adesão quando se aplica uma e duas camadas de adesivo, para cada adesivo de auto condicionamento utilizado. Mas, a nível da morfologia da superfície dentinária verificaram-se alterações. A dupla aplicação do adesivo OBF-2[®] tem um efeito adverso, levando ao condicionamento ácido excessivo da dentina. O adesivo AC Adper Prompt L-Pop[®] apresentou uma dentina intertubular mais densa na dupla camada, com a maioria da dentina peritubular dissolvida. Os restantes adesivos utilizados neste estudo, Xeno III[®] e Reactmer Bond[®], não apresentaram diferenças significativas na morfologia da superfície (Nakaoki *et alii* 2005).

Contrariamente ao estudo anterior, Ito e colaboradores, em 2005, concluíram que a simples aplicação de um maior número de camadas de adesivo poderia melhorar a força e a qualidade da adesão dentinária.

Tal como o estudo de 2005 de Öztas e Olmez, que defende que a aplicação de uma camada extra de adesivo auto condicionador Adper Prompt L-Pop[®] revela uma maior capacidade de selamento, do que se se aplicasse uma só camada.

O pré tratamento com ácido fosfórico ao esmalte e à dentina utilizando o adesivo auto condicionador AdheSE[®], em substituição do convencional CT, é um método simples que previne o colapso da rede de colagénio, já que a *smear-layer* na dentina é simultaneamente desmineralizada e polimerizada *in situ*. Assim, os riscos de condicionamento em excesso da dentina ou a sua excessiva desidratação são largamente eliminados; para além da aplicação ser mais fácil e rápida (Bekes *et alii* 2007).

Contrariamente à informação fornecida por Bekes e colegas em 2007, Erickson, De Gee e Feilzer, em 2008, verificaram que o pré condicionamento com ácido fosfórico produziu um mínimo ou não produziu mesmo nenhum aumento das forças de adesão com o sistema de AC Adper Prompt-L-Pop[®].

Também no estudo de Proença e colaboradores de 2007 o adesivo de sexta geração Clearfil SE Bond[®] sofreu uma diminuição das forças de adesão quando se realizou um pré condicionamento ácido, independentemente da região dentinária. No entanto, outros adesivos auto condicionadores, tais como Resulcin Aqua Prime[®], Etch & Prime 3.0[®], Prompt-L-Pop[®], Solist[®] e Futurabond[®], sob as mesmas condições, apresentaram forças de adesão similares em qualquer região dentinária, não sendo afectados pelo condicionamento ácido prévio (Proença *et alii* 2007).

Já Soares e colegas, em 2007, referem que os dois adesivos auto condicionadores, One Up Bond F[®] e Clearfil Protect Bond[®], quando aplicados apenas em esmalte obtêm valores de adesão mais baixos. Mas quando sujeitos a um pré condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37%, obtêm prolongamentos resinosos maiores, assim como forças de adesão mais intensas (Soares *et alii* 2007).

Resultados contrários obtiveram Chapman e colegas em 2007, pois a técnica de condicionamento ácido não demonstrou ter qualquer significado nos valores de adesão em esmalte. No entanto, o pré condicionamento ácido dos adesivos auto condicionadores Xeno III[®], Adper Prompt-L-Pop[®] e Clearfil SE Bond[®] produziu maiores forças de adesão em dentina do que sem o pré condicionamento (Chapman *et alii* 2007).

Existe uma grande discrepância de resultados entre estudos pois Van Landuyt e colegas (2007 e 2006) referem que os sistemas adesivos de AC demonstraram ter maiores forças de adesão quando se realizou um condicionamento ácido prévio ao esmalte. Este tratamento prévio pode melhorar a adaptação marginal e reduzir a alteração de cor. No entanto, se este condicionamento se estender à dentina a adesão poderá ficar comprometida. Um parâmetro importante a ter em conta na adesão é a composição específica de cada adesivo, para que seja possível adaptar um procedimento de aplicação (Van Landuyt *et alii* 2007); (Van Landuyt *et alii* 2006).

Jacques e Hebling, no seu estudo de 2005, realizaram um condicionamento ácido à dentina com ácido fosfórico a 37% ou com EDTA a 0,5 M, antes da aplicação do adesivo de AC Clearfil SE Bond[®]. A remoção da *smear-layer* com EDTA ou com ácido fosfórico antes do adesivo AC revelou forças de adesão superiores, supondo que existe um contacto mais directo entre o adesivo e a dentina, criando camadas híbridas mais fortes e mais homogéneas. O mesmo não se verificou com o sistema de CT Single Bond[®] com EDTA (Jacques e Hebling 2005).

A combinação do efeito do pré condicionamento ácido e a infiltração de monómeros ácidos do adesivo de AC, proporciona uma elevada qualidade de hibridação e forças de adesão seguras em superfícies de esmalte. O estudo de Erhardt, Cavalcante e Pimenta (2004) obtém melhores resultados de adesão em esmalte intacto com sistemas de CT. No entanto, em esmalte não intacto, o pré condicionamento com ácido fosfórico a 37% antes da aplicação dos adesivos auto condicionadores de um e dois passos, One Up Bond F[®] e Clearfil Liner Bond 2V[®], respectivamente, traduziu-se em valores de adesão superiores. Em dentina, o sistema Clearfil Liner Bond 2V[®] apresentou valores de adesão mais baixos, quando associado ao ácido, ocorrendo também alterações morfológicas (Erhardt, Cavalcante e Pimenta 2004).

Num adesivo de CT, como o Prime & Bond NT[®], o pré condicionamento com ácido fosfórico aumenta a adaptação marginal entre o compósito e a dentina, embora não interfira com a integridade marginal em esmalte (Luo, Tay, Lo e Wei 2000).

Giachetti e colegas referem no seu estudo de 2007 que as qualificações do operador são um factor a ter em conta aquando da utilização e selecção do sistema adesivo. O sistema de CT Prime & Bond NT[®] testado foi especialmente sensível à experiência do operador, demonstrando apenas a sua eficácia quando este já tinha uma grande prática clínica. O adesivo de AC testado, AdheSE[®], por outro lado, apresentou resultados excelentes no grupo de operadores com pouca sensibilidade clínica. Existiu uma relação evidente entre as qualificações do operador e o sistema adesivo em esmalte e em dentina, mas apenas na dentina foi mais evidente e significativa (Giachetti *et alii* 2007).

Vários estudos referem que a agitação de adesivos auto condicionadores durante a sua aplicação, quer seja com o pincel aplicador quer com vibrações ultra sónicas, não tem um

efeito positivo no seu desempenho, sendo por isso desnecessária (Finger e Tani 2005).

O substrato dentinário é naturalmente um meio húmido pela presença do fluído tubular. A presença de água no substrato dentinário estabiliza a superfície desmineralizada e evita o colapso das fibras de colagénio (Carrilo 2006). Secar excessivamente a dentina ou deixá-la muito húmida leva a uma penetração insuficiente do adesivo na rede colagénia, formação de uma camada híbrida pobre e forças de adesão enfraquecidas, sendo comum quando os adesivos de CT falham (Finger e Tani 2005).

O estudo de Perdigão, Carmo e Geraldeli (2005) refere que a aplicação dos adesivos auto condicionadores Single Bond[®] e Prime & Bond[®] em dentina húmida melhoraram a sensibilidade, enquanto que a aplicação dos mesmos em dentina seca não surtiu qualquer alteração significativa na resposta aos testes. Em restaurações de classe V, a dentina hipercalcificada poderá necessitar de alguma quantidade de água, permitindo deste modo que os solventes orgânicos se difundam e penetrem nas microporosidades intertubulares deixadas pelo condicionamento ácido (Perdigão, Carmo e Geraldeli 2005).

Hitmi, Bouter e Degrange, no seu estudo de 2002, referem também que os adesivos auto condicionadores monofrasco devem apenas ser utilizados em dentina húmida. Concluíram que na dentina seca com ar, pré-condicionada por ácido fosfórico, diminui significativamente a infiltração e a dispersão de água em relação à dentina húmida. A re-hidratação apenas restituiu parcialmente a infiltração e a dispersão da água (Hitmi, Bouter e Degrange 2002).

Os procedimentos simplificados de adesão dentária são de grande interesse, mas a presença de partículas de preenchimento parece ser indispensável se os sistemas adesivos auto condicionadores forem aplicados numa única camada (Pradelle-Plasse *et alii* 2001).

4.6 SENSIBILIDADE PÓS-OPERATÓRIA

Se os sistemas adesivos não penetrarem nos túbulos dentinários e os selarem existe o risco de aumentar a sensibilidade pós-operatória. De acordo com a teoria hidrodinâmica, produzir-se-á um movimento de água e verificar-se-á hidrólise do colagénio e do adesivo, havendo a possibilidade dos componentes do adesivo passarem para a polpa dentária (Cavalheiro *et alii*

2006).

A sensibilidade pós-operatória tem sido atribuída a diversos factores, incluindo o condicionamento ácido da dentina, penetração bacteriana pulpar, excesso de secagem, infiltração, retenção de ar, discrepâncias pulpares e deformação das cúspides e do compósito por forças oclusais (Tar *et alii* 2006); (Perdigão, Geraldeli e Hodges 2003).

As restaurações de classe I, II e V são as que constituem maior problema em termos de sensibilidade pós-operatória (Perdigão, Geraldeli e Hodges 2003). Ainda não está esclarecido a causa das classes III e IV não serem tão sensíveis (Christensen 2002).

O estudo conduzido por Bekes e colegas (2007) comparou o sistema adesivo de CT Excite[®] com o de AC AdheSE[®]. Verificaram que existia sensibilidade pós-operatória em ambos os grupos, mas a maior eficácia na sua redução foi sentida com o sistema AdheSE[®] (Bekes *et alii* 2007).

Quando se avaliaram os desempenhos dos sistemas de CT mono-frasco Single Bond[®] e One Coat Bond[®] e de dois frascos Scotchbond Multipurpose[®], pelo período de três anos, os três adesivos demonstraram um bom desempenho no que respeita à sensibilidade pós-operatória, não se verificando diferenças significativas entre eles (Tar *et alii* 2006).

Ao contrário dos resultados obtidos por Bekes e colaboradores em 2007, no estudo de Bittencourt e colegas, de 2005, realizado em restaurações de classe V, não se registaram diferenças na sensibilidade pós-operatória entre os sistemas de CT Single Bond[®] e de AC Adper Prompt[®].

Uma diminuição generalizada de sensibilidade foi observada no estudo conduzido por Perdigão e colegas quando utilizaram adesivos auto condicionadores em lesões cervicais não cariosas. No entanto, esta foi apenas significativa quando o esmalte foi condicionado por ácido mas não biselado, sendo difícil encontrar uma explicação específica (Perdigão *et alii* 2005).

Ao contrário do estudo anterior, no de Perdigão, Geraldi e Hodges (2003) o adesivo de AC

Clearfil SE Bond[®] não obteve um melhor desempenho em relação ao de CT Prime & Bond NT[®], sendo os resultados similares em relação à sensibilidade.

A incidência de sensibilidade é significativamente maior em cavidades profundas. Os estudos de Unemori e colegas, de 2004 e de 2001, referem a superioridade dos sistemas adesivos auto condicionadores (Fluoro Bond[®], Clearfil Liner Bond II[®] e Mac-Bond II[®]) em comparação aos adesivos de CT (Clearfil New Bond[®], Super Bond C&B[®] e Bond Well LC[®]). A sensibilidade foi significativamente menor em cavidades profundas e médias com o sistema auto condicionador. A redução nestas cavidades parece estar relacionada com a melhoria do selamento marginal destes adesivos na superfície dentinária (Unemori *et alii* 2004); (Unemori *et alii* 2001).

4.7 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ADESIVO NA DENTIÇÃO DECÍDUA E NA DENTIÇÃO PERMANENTE

A dentina na dentição decídua e na dentição permanente é diferente em estrutura e em composição. A concentração de cálcio e fosfato na dentina peritubular e intertubular é menor em dentes decíduos. Para além disso, a densidade tubular e a espessura da dentina nos dentes decíduos também é inferior à dos dentes permanentes (Courson *et alii* 2005); (Nakornchai *et alii* 2005). De acordo com Nör (*cit. in* Burrow *et alii* 2002), a espessura da camada híbrida em dentição decídua é maior do que em dentição permanente.

Em odontopediatria o sistema de AC é atractivo, dado que exige menos etapas e menos tempo do que o sistema com CT. Pode ser particularmente interessante porque não envolve lavagem e é uma técnica menos sensível (Marquezan *et alii* 2007); (Nakornchai *et alii* 2005).

O estudo de 2008 de Swanson e colegas revela que o sistema de CT Adper Single Bond Plus[®] previne melhor a microinfiltração, tanto em dentição decídua como em permanente, do que o adesivo de AC Adper Prompt L-Pop[®]. A microinfiltração entre os adesivos de CT e de AC depende do tipo de dentição, sendo menor em dentição decídua (Swanson *et alii* 2008).

Tulunoglu e Tulunoglu em 2008 indicam que não existem diferenças significativas na força de adesão entre adesivos de CT (Syntac Single-Component[®] e Prime & Bond NT[®]) e de AC

(Adper Prompt L-Pop[®], Gluma One Bond[®] e iBond[®]) a longo prazo. Embora os agentes auto condicionadores tenham penetrado mais profundamente nos túbulos dentinários de dentes decíduos do que os agentes de CT (Tulunoglu e Tulunoglu 2008).

Contrariamente, no estudo de Marquezan e colegas (2007) em esmalte decíduo o adesivo de 6^a geração Clearfil SE Bond[®] apresentou os valores de adesão mais elevados, seguido dos adesivos Adper Single Bond 2[®] (5^a geração), Adhese[®] (6^a geração), Adper Scotch Bond Multi Purpose[®] (4^a geração) e Adper Prompt L-Pop[®] (7^a geração). Em dentina decídua os diferentes adesivos não apresentaram diferenças significativas, excepto com o Adper Prompt L-Pop[®] que atingiu novamente os valores mais baixos. Os adesivos auto condicionadores apresentaram valores de adesão similares em ambos os substratos (Marquezan *et alii* 2007).

De acordo com o estudo de Carmona e colaboradores (2006) existe uma relação linear entre o tempo de aplicação do ácido e a profundidade da camada de dentina desmineralizada. O tempo mínimo adequado estabelecido de condicionamento ácido para a dentina decídua é de 15 segundos, utilizando ácido fosfórico a 37% (Carmona *et alii* 2006).

Sardella e colegas referem no seu estudo *in vitro* de 2005 que a força de adesão do sistema de CT Single Bond[®] é maior em dentição decídua do que o adesivo de AC Clearfil SE Bond[®]. Quando se reduziu o tempo de condicionamento ácido para metade, os valores de adesão melhoraram no sistema Single Bond[®], enquanto que no sistema Clearfil SE Bond[®] a força de adesão parece não ter sido afectada (Sardella *et alii* 2005).

O estudo *in vitro* de Nakornchai e colaboradores de 2005 testou a força de adesão de um adesivo de CT, Single Bond Dental Adhesive System[®], e de um adesivo de AC, Clearfil SE Bond[®], em dentes decíduos, com dentina sã e cariada. Concluíram que as forças de adesão para os dois sistemas adesivos em dentina cariada não apresentavam diferenças. Contudo, quando aplicados em dentina sã, o adesivo de CT exibiu forças inferiores ao adesivo de AC. Verificaram também a formação de uma camada híbrida mais espessa no grupo que utilizou o adesivo de CT em oposição ao grupo de AC (Nakornchai *et alii* 2005).

Courson e colaboradores (2005) concluíram que o sistema adesivo de AC multi passos, Scotchbond Multipurpose Plus[®], apresentou os valores mais elevados de adesão em dentina,

tanto na dentição decídua como na permanente. Em dentina decídua não se verificaram quaisquer diferenças entre os restantes adesivos de CT e de AC, enquanto que em dentina permanente o sistema de um só passo AC Prompt L-Pop[®] obteve os valores mais baixos (Courson *et alii* 2005).

No estudo de Öztas e Olmez, de 2005, estes identificaram um melhor selamento marginal em dentição decídua quando aplicaram o adesivo de CT Single Bond[®] do que com o sistema de AC Prompt L-Pop[®].

O estudo *in vitro* de Casagrande e colaboradores (2005) avaliou a micro infiltração cervical de dois sistemas adesivos em dentição decídua. Não verificaram diferenças significativas na capacidade de selamento entre o adesivo de CT Scotchbond Multi-Purpose[®] e o de AC Clearfil Mega Bond[®]. Nenhum dos adesivos testados foi capaz de prevenir totalmente a micro infiltração nas margens cervicais (Casagrande *et alii* 2005).

Shashikiran, Gunda e Subba (2002) compararam a espessura e a micromorfologia da camada híbrida formada na dentição decídua e na permanente, com três durações diferentes de condicionamento ácido. Observaram um aumento de espessura com o aumento do tempo de condicionamento ácido da dentina, nos dois tipos de dentição. A acção do condicionamento com ácido fosfórico a 10% na dentina parece ter sido mais intensa na dentição decídua, causando uma descalcificação mais profunda na dentina e uma camada híbrida mais espessa aos 10 e aos 15 segundos. Concluíram que os condicionadores ácidos em dentina devem ser aplicados por períodos mais curtos em dentição decídua comparativamente à dentição permanente para se obterem melhores resultados clínicos (Shashikiran, Gunda e Subba 2002).

Em geral, no estudo de Burrow, Nopnakeepong e Phrukkanon de 2002 as forças de adesão em dentes decíduos foram mais baixas do que em dentes permanentes, embora as diferenças não tivessem sido significativas. Com o sistema adesivo de CT Single Bond[®] a camada híbrida formada foi mais fina do que a encontrada em dentição permanente, surgindo também uma maior infiltração. Resultado oposto foi o encontrado com o sistema de AC Prime & Bond NT[®], onde se obteve uma camada híbrida mais espessa em dentição decídua (Burrow, Nopnakeepong e Phrukkanon 2002).

4.8 ABSORÇÃO /SOLUBILIDADE EM ÁGUA

Existem algumas explicações para a falta de durabilidade das forças entre o adesivo e a dentina, tais como: a acção das colagenases na matriz, resultado da hidrólise dos adesivos, eluição e extracção de monometacrilatos não polimerizados e a sua substituição por água. Estes são designados por fenómenos hidrolíticos, já que apenas ocorrem na presença de água (Tagami *et alii* 2007).

A interface adesivo-dentina vai ficando cada vez mais fraca com o passar do tempo. A instabilidade das forças nesta interface tem sido atribuída à natureza porosa da camada híbrida que se comporta como uma estrutura permeável, parecendo ser susceptível à lenta hidrólise da água (Malacarne *et alii* 2006).

A maioria dos monómeros utilizados nos materiais adesivos dentários absorve água e compostos químicos do meio, para além de também terem a capacidade de libertarem componentes nesse mesmo meio (Malacarne *et alii* 2006).

A elevada acidez e a hidroflicidade dos monómeros ácidos dos adesivos auto condicionadores aumentam o risco de degeneração hidrolítica, pois a absorção de água e a dissolução dos monómeros não completamente polimerizados resultam na degeneração da camada híbrida (Bittencourt *et alii* 2005).

O estudo de Malacarne e colaboradores, de 2006, demonstrou baixos valores de absorção de água com o adesivo Clearfil SE Bond[®], seguido do Adpter Scotchbond Multipurpose[®], Excite[®] e Adper Single Bond[®]. Adpter Scotchbond Multipurpose[®] e Clearfil SE Bond[®] apresentaram as mais baixas solubilidades quando comparados com os restantes sistemas adesivos. Como conclusão referem que a absorção de água e solubilidade dos adesivos à base de metacrilato, formulado como um agente de adesão, são dependentes da composição do adesivo e da sua hidroflicidade (Malacarne *et alii* 2006).

Salz e colaboradores, no seu estudo de 2005, referem que a hidrólise se inicia durante a produção da base de metacrilato dos adesivos auto condicionadores, quando os monómeros ácidos e os co-monómeros são misturados com solventes à base de água. Isto pode estar

associado à perda de propriedades de adesão (Salz *et alii* 2005).

4.9 EFEITO BACTERICIDA

As bactérias residuais na cavidade oral podem permanecer nas restaurações dentárias, aumentando o risco de desenvolver cáries recidivantes. Isto deve-se à contaminação da *smear-layer*, que é parcialmente incorporada na camada híbrida (Feuerstein *et alii* 2008).

A próxima geração de adesivos deve incluir materiais biofuncionais ou bioactivos que providenciem benefícios à saúde oral, tal como ser antibacteriano (Türkün 2005).

Gondim e colaboradores (2008) avaliaram a actividade antibacteriana dos adesivos Clearfil Protect Bond[®], Clearfil SE Bond[®], Clearfil Tris-S Bond[®] e Xeno-III[®]. Concluíram que a foto activação reduz significativamente a actividade antibacteriana destes sistemas auto condicionadores, e que a incorporação do agente MDPB contribui para aumentar o efeito contra bactérias cariogénicas (Gondim *et alii* 2008).

Também Feuerstein e colegas (2008) testaram adesivos auto condicionadores com propriedades antibacterianas, tais como AdheSe[®], Adper Prompt L-Pop[®], Clearfil Protect Bond[®] e Xeno III[®]. No entanto, nenhum deles providenciou uma acção antibacteriana a longo prazo (Feuerstein *et alii* 2008).

Imazato e colaboradores, no seu estudo *in vivo* de 2008, adicionaram MDPB ao sistema adesivo de AC Clearfil Liner Bond[®] em diferentes concentrações. Os resultados demonstraram que todos os grupos possuíam uma espessura de camada híbrida semelhante, com bons prolongamentos resinosos, não se verificando diferenças significativas nas forças de adesão (Imazato *et alii* 2008).

O adesivo AC Clearfil Protect Bond[®] tem na sua constituição MDPB, apresentando elevadas forças de adesão em esmalte e em dentina. Possui uma grande actividade contra bactérias cariogénicas, tais como *S. mutans*, *L. casei* e *A. naeslundii*, para além de ter a capacidade de desinfectar cavidades dentárias contendo bactérias residuais (Imazato *et alii* 2006).

Alguns adesivos possuem quantidades de flúor na sua composição, sendo o caso do sistema de sexta geração Xeno III[®]. Este flúor tem alguma capacidade antibacteriana, apesar de limitada. Türkün e colegas concluíram no seu estudo de 2005 que o adesivo Clearfil Protect Bond[®] (sexta geração) tinha um efeito antibacteriano maior do que o sistema Xeno III[®], possuindo a capacidade de inactivar bactérias mais eficazmente (Türkün *et alii* 2005).

O condicionamento ácido dos adesivos de CT exhibe uma actividade antimicrobiana a curto prazo. Diferentes estudos comparam o efeito antibacteriano do ácido fosfórico do adesivo de CT ao baixo pH dos adesivos de AC (Moszner, Salz e Zimmermann 2005).

Outros estudos têm demonstrado que o efeito antibacteriano dos materiais adesivos auto condicionadores se deve ao seu baixo pH ou a componentes antibacterianos específicos, tais como glutaraldeído, flúor ou o MDPB (Feuerstein *et alii* 2008); (Moszner, Salz e Zimmermann 2005); (Türkün *et alii* 2005).

O estudo de Schmalz, Ergücü e Hiller de 2004 testou o efeito antibacteriano do flúor. Concluíram que o adesivo de quinta geração Prime & Bond[®] com flúor inibiu o desenvolvimento da bactéria cariogénica *S. sobrinus*, enquanto que o mesmo adesivo sem flúor na sua composição não obteve qualquer efeito antibacteriano (Schmalz, Ergücü e Hiller 2004).

A adição de monómeros antibacterianos, tal como o MDPB, parece não afectar a força de adesão e não produz efeitos de sensibilidade pós-operatória (Türkün *et alii* 2005); (Cardoso e Sadek 2003). Podem ser úteis para eliminar os efeitos nocivos causados pelas bactérias, e contribuir para a obtenção de um melhor prognóstico nos tratamentos de cáries minimamente invasivas (Hsu *et alii* 2008).

V. CONCLUSÃO

Este estudo de revisão bibliográfica aborda a comparação dos sistemas adesivos dentários actualmente comercializados.

A adesão à estrutura dentária tem diferentes comportamentos clínicos dependentes de diversos factores. A escolha do melhor sistema adesivo permanece ainda sob discussão e os estudos relativos ao assunto são em quantidade, evidenciando potenciais vantagens e desvantagens de cada um deles, sugerindo técnicas mais aperfeiçoadas para melhorar os resultados clínicos.

Como resumo dos diversos estudos clínicos pesquisados alguns parâmetros foram analisados e resumidos nos parágrafos a seguir descritos.

A nível de adaptação marginal os sistemas de quinta e de sexta geração apresentam, na maioria dos estudos, desempenhos semelhantes, sendo os de sétima os que revelam os piores resultados. No entanto, os adesivos de sexta geração com elevada acidez têm maus desempenhos na sua maioria. Em esmalte os sistemas de auto condicionamento têm desempenhos idênticos entre si, mas possuem uma menor adaptação marginal comparativamente aos adesivos de condicionamento total. Em dentina os sistemas auto condicionadores obtêm melhores resultados. Na adaptação marginal a composição de cada um dos sistemas é um factor essencial na sua actuação, não se podendo ver cada sistema no seu global.

Na maioria dos estudos, os sistemas adesivos de condicionamento total apresentam forças de adesão similares aos auto condicionadores. A interface de adesão é mais estável ao longo do tempo com os adesivos auto condicionadores, embora a força de adesão diminua gradualmente nos dois tipos de sistemas. Os sistemas de auto condicionamento de elevada acidez têm piores resultados do que os restantes sistemas. A maioria dos adesivos de sétima geração produzem baixas forças de adesão, tanto em esmalte como em dentina. Em dentina esclerótica os dois sistemas (CT e AC) revelam-se semelhantes, apresentando no entanto valores mais baixos do que em dentina normal. A adesão entre o compósito e a dentina pode depender maioritariamente da composição química global do sistema adesivo aplicado.

A alteração de cor e pigmentação marginal ocorre em ambos os sistemas adesivos. No entanto, uma coloração marginal superficial e alguma mais profunda surge com maior frequência na maioria dos estudos quando são aplicados os sistemas de auto condicionamento. A pigmentação pode estar relacionada com a redução da integridade marginal e a deterioração da adesão ao esmalte mais rápida.

A espessura da camada híbrida formada com os adesivos de condicionamento total é maior do que a dos auto condicionadores. No cemento ela é mais fina do que na dentina quando se aplicam ambos os sistemas, devendo-se optar pelos adesivos de AC para a região cervical. Estes formam camadas híbridas mais finas, com melhor qualidade de hibridação, isto é, camadas mais uniformes, com menos imperfeições e longos prolongamentos resinosos, mas que ao longo do tempo se degradam mais rapidamente do que os adesivos de CT. Com os adesivos à base de acetona obtêm-se camadas híbridas mais espessas e contínuas, sem espaços vazios e mais intimamente ligadas à dentina do que com os adesivos à base de água.

O modo como cada adesivo é aplicado altera por vezes substancialmente o seu modo de actuação. Por exemplo: - o aumento do número de camadas de adesivo pode incrementar a sua qualidade da adesão, traduzindo-se em forças maiores, menos micro infiltração e um maior selamento, em ambos os sistemas adesivos; - o pré condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% pode aumentar as forças de adesão em esmalte e em dentina num sistema auto condicionador; - o grau de humidade da dentina aquando da aplicação de alguns adesivos auto condicionadores é um factor fundamental; - a experiência clínica do operador é de extrema importância nos resultados.

A sensibilidade pós-operatória verifica-se em qualquer um dos sistemas adesivos aplicados. Não existe consenso em qual deles se sente uma maior redução da sensibilidade, já que na maioria dos estudos os resultados são equiparáveis, e noutros os adesivos de AC obtêm uma melhoria na sensibilidade. Esta redução com os sistemas auto condicionadores parece estar relacionada com a melhoria do selamento marginal na superfície dentinária.

Na dentição decídua as forças de adesão são mais baixas do que na dentição permanente. Em esmalte decíduo a adesão é similar quando se aplicam os dois tipos de sistemas adesivos, no entanto, em dentina a sétima geração revela valores de adesão significativamente mais baixos.

A nível de selamento marginal os valores mais elevados são obtidos com os adesivos de CT, mas cervicalmente não se verificam diferenças nos sistemas adesivos utilizados. Em dentição decídua os sistemas de CT produzem camadas híbridas mais finas do que na permanente.

A absorção de água e solubilidade dos adesivos à base do agente de adesão metacrilato é dependente da sua composição e hidrofiliidade. Os adesivos de auto condicionamento são mais susceptíveis à solubilidade e à absorção de água.

O condicionamento ácido dos adesivos de quarta e quinta geração exhibe uma actividade antibacteriana a curto prazo. Os sistemas auto condicionadores possuem um efeito antibacteriano mais eficaz, que se deve ao seu baixo pH e à incorporação de agentes específicos, tais como o glutaraldeído, flúor ou o MDPB, sendo o último componente o que possui um maior efeito contra bactérias cariogénicas.

A tabela II é um resumo dos parâmetros analisados nos estudos clínicos, comparando o desempenho clínico dos sistemas adesivos actuais.

Permanece então a questão se existe actualmente uma opção mais acertada. Qual o melhor sistema adesivo, o de condicionamento total ou o de auto condicionamento? As últimas gerações melhoraram tanto que os adesivos de condicionamento total deixaram de ser necessários? A resposta não é clara e é difícil de definir. Apesar dos adesivos auto condicionadores terem melhorado substancialmente em diversos parâmetros eles ainda não são superiores aos tradicionais adesivos de condicionamento total. Em alguns casos obtêm melhores desempenhos, noutros não. Cabe ao médico dentista ponderar sobre cada situação clínica e estabelecer qual o sistema mais adequado, tendo em conta a sua composição química global. Por exemplo, se a restauração for apenas em esmalte, como é o caso de uma cárie de classe I superficial, é preferível optar por um adesivo de condicionamento total, já que estes sistemas ainda permanecem mais fiáveis a nível de adesão e adaptação marginal em esmalte, com menos alteração de cor a longo prazo; ou, numa criança agitada e com diversas cáries, a melhor opção será um adesivo de auto condicionamento com agentes antibacterianos, pois são de aplicação mais rápida, controlando melhor a recidiva de cárie.

Algumas indicações clínicas dos sistemas adesivos:

❖ Condicionamento Total:

∂ Restauração em esmalte;

∂ Restauração estética;

∂ Dentes sujeitos a grandes cargas oclusais (como bruxómanos, desordens temporomandibulares, etc.);

∂ Cimentação de *Brackets* ortodônticos.

❖ Auto Condicionamento:

∂ Restauração em dentina;

∂ Cárie cervical;

∂ Odontopediatria;

∂ Pacientes especiais.

Esperemos que a próxima geração de adesivos dentários reúna as qualidades dos adesivos actuais, colmatando os seus erros.

	Condicionamento Total		Auto Condicionamento	
Adaptação Marginal		Melhor desempenho em esmalte		Piores resultados com a 7ª geração e 6ª de elevada acidez. Melhor desempenho em dentina
Força de Adesão				Pior com adesivos de elevada acidez. Mais estáveis a longo prazo.
Estabilidade da Cor		A melhor opção para zonas com maior requerimento estético.		Piores resultados com a 7ª geração.
Formação da Camada Híbrida		Menos perfeita mas mais estável a longo prazo.		Melhor opção para regiões cervicais.
Modo de Aplicação		Dependente da prática do operador. Não é de uso difícil mas despende-se mais tempo.		Mais fácil de usar, mas mais sensível à técnica. Melhor qualidade de adesão com o aumento do nº de camadas e pré condicionamento ácido.
Sensibilidade Pós operatória				Melhores resultados associados a um aumento do selamento marginal.
Avaliação na Dentição Decídua		Melhor selamento marginal.		A 7ª geração revela valores de adesão baixos.
Absorção/Solubilidade em Água				
Efeito Bactericida		Actividade a curto prazo.		Incorporação de agentes antibacterianos.

Tabela II Comparação do desempenho clínico dos adesivos de condicionamento total e de auto condicionamento.

 Bom;  Satisfatório;  Insuficiente.

BIBLIOGRAFIA

- Abo, T., Uno, S., 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, pp. 286-292.
- Aguilar-Mendoza, A. J. *et alii* (2008). Wettability and bonding of self-etching dental adhesives. Influence of the smear layer, *Dental Materials*, 24, pp. 994-1000.
- Anusavice, F. (1998). Estrutura da matéria e princípios de adesão. *In: Anusavice, F. Materiais dentários*. 10^a ed. Guanabara Koogan, pp. 8-17.
- Bekes, K. *et alii* (2007). Clinical Performance of a self-etching and a total-etch adhesive system – 2-year results, *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, pp. 855-861.
- Bertolotti, R. L. (1991). Total etch – the rational dentin bonding protocol, *Journal of Esthetic Dentistry*, 3 (1), pp. 1-6.
- Bittencourt, D. D. *et alii* (2005). An 18-months`evaluation of self-etch and etch & rinse adhesive in non-carious cervical lesions, *Acta Odontologica Scandinavica*, 63, pp. 173-178.
- Blunck, U. (2000). Adhesives: principles and state of the art. Roulet, J. F., Degrange, M. Chicago. *Quintessence*. pp. 29-44.
- Breschi, L. *et alii* (2008). Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface, *Dental Materials*, 24, pp. 90-101.
- Burrow, F. M., Nopnakeepong, U. e Phrukkanon, S. (2002). A comparison of microtensile bond strength of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin, *Dental materials*, 18, pp. 239-245.
- Cardoso, P. E., Sadek, F. T. (2003). Microtensile bond strenght on dentin using new adhesive systems with self-etching primers, *Brazilian Journal of Oral Science*, 2 (4), pp. 156-159.

- Cardoso, V. M. *et alii* (2008). Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives, *Dental Materials*, 24, pp. 492-501.
- Carmona, B. V. *et alii* (2006). Effects of etching time of primary dentin on interface morphology and microtensile bond strength, *Dental Materials*, 22, pp. 1121-1129.
- Carrillo, C. S. (2006). Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales, *Revista ADM, Medigraphic Artemisa*, 63 (2), pp. 45-51.
- Casagrande, L. *et alii* (2005). Cervical microleakage in composite restorations of primary teeth – *in vitro* study, *Journal of Dentistry*, 33, pp. 627-632.
- Cate, T. R. (1998). Complexo dentina-polpa. In: Cate, T. R. (Ed.). *Histologia Bucal – desenvolvimento, estrutura e função*. 5ª ed. Guanabara Koogan. pp. 143-185.
- Cavalheiro, A. *et alii* (2006). Effect of Incorrect primer Application on Dentin Permeability, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8 (6), pp. 393-400.
- Chain, C. M. e Baratieri, N. L. (2001). Adhesión a La Estructura Dental. In: Chain, C. M. e Baratieri, N. L. *Restauraciones Estéticas con Resinas Compuestas en Dientes Posteriores*, Ed. Artes Médicas, Ltda divisão Latino América, São Paulo, pp. 26-47.
- Chapman, L. J. *et alii* (2007). Precuring of self-etching bonding agents and its effect on bond strength of resin composite to dentin and enamel, *Quintessence International*, 38, pp. 637-641.
- Cheng, J. T. *et alii* (2005). Effect of dentin conditioners on the bonding efficacy of one-bottle adhesives, *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, pp. 28-33.
- Christense, J. G. (2002). Preventing postoperative tooth sensitivity in Class I, II and V restorations, *The Journal of the American Dental Association*, 133, pp. 229-231.
- Christensen, J. G. (2006). Has the 'total-etch` concept disappeared?, *Journal of American Dental Association*, 137, pp. 817-820.
- Courson, F. *et alii* (2005). Bond strengths of nine current dentine adhesive systems to primary and permanent teeth, *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, pp. 296-303.
- El Araby, A. M., Talic, Y. F. (2007). The effect of thermocycling on the adhesion of self-

-etching adhesives on dental enamel and dentin, *The Journal of Contemporary Practice*, 8 (2), pp. 1-11.

- Eliades, G. (1994). Clinical relevance of the formulations and testing of dentine bonding systems, *Journal of Dentistry*, 22 (2), pp. 73-81.
- Erhardt, G. M., Cavalcante, A. L. e Pimenta, F. L. (2004). Influence of Phosphoric Acid Pretreatment on Self-Etching Bond Strengths, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16 (1), pp. 33-41.
- Erickson, R. L., De Gee, J. A. e Feilzer, J. A. (2008). Effect of pre-etching enamel on fatigue of self-etch adhesive bonds, *Dental Materials*, 24, pp. 117-123.
- Ernst, C. (2004). Positioning self-etching adhesives: *versus* or in addition to phosphoric acid etching?, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16 (1), pp. 57-69.
- Ernst, C. *et alii* (2008). Marginal integrity of class V restorations: SEM versus dye penetration, *Dental Materials*, 24, pp. 319-327.
- Feuerstein, O., *et alii* (2008). Propriedades antibacterianas dos sistemas adesivos dentinários auto condicionadores, *The Journal of the American Dental Association*, 7 (1), pp. 43-47.
- Finger, J. W. e Tani, C. (2005). Effect of application mode on bonding performance of self-etching adhesives, *America Journal of Dentistry*, 18, pp. 41-44.
- Fritz, B. U., Diedrich, P. e Finger, J. W. (2001). Self-etching Primers – an alternative to the conventional acid etch technique?, *Journal of Orofacial Orthopedics*, 3, pp. 238-245.
- Gerard, K. *et alii* (2000) The science of bonding: from first to sixth generation, *The Journal of the American Dental Association*, 131, pp. 20S-25S.

- Giachetti, L. *et alii* (2007). Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems, *Journal of Dentistry*, 35, pp. 289-293.
- Gondim, O. J., *et alii* (2008). Influence of human dentine on the antibacterial activity of self-etching adhesive systems against cariogenic bacteria, *Journal of Dentistry*, 36, pp. 241-248.
- Gregoire, L. G., Akon, A. B. e Millas, A. (2002). Interfacial microphological differences in hybrid layer formation between water and solvent-based dentin bonding systems, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87, pp. 633-641.
- Grobler, R. S., Rossouw, J. R. e Oberholzer, G. T. (2007). Microleakage and confocal laser single-step self-etching bonding agents/systems, *Quintessence International*, 38, pp. 528-534.
- Hiraishi, N. *et alii* (2005). Water concentration in self-etching Primers affects their Aggressiveness and Bonding Efficacy to Dentin, *Journal of Dental Restoration*, 84 (7), pp. 653-658.
- Hitmi, L., Bouter, D. e Degrege, M. (2002). Influence of drying and HEMA treatment on dentin wettability, *Dental Materials*, 18, pp. 503-511.
- Hsu, K. *et alii* (2008). SEM evaluation of resin-carious dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems, *Dental Materials*, 24, pp. 880-887.
- Hürmüzli, F. *et alii* (2007). Bond strength of adhesives to dentin involving total and self-etch adhesives, *Quintessence International*, 38, pp. 358-364.
- Ikeda, T. *et alii* (2002). Relation of enamel prism orientation to microtensile bond strength, *American Journal of Dentistry*, 15 (2), pp. 109-113.
- Imazato, S. *et alii* (2006). In vitro antibacterial effects of the dentin primer of Clearfil Protect Bond, *Dental Materials*, 22, pp. 527-532.

- Imazato, S. *et alii* (2007). An in vivo evaluation of bonding ability of comprehensive antibacterial adhesive system incorporating MDPB, *Dental Materials*, 23, pp. 170-176.
- Ito, S. *et alii* (2005). Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding, *Journal of Adhesive Dentistry*, 7, pp. 133-141.
- Jacques, P. e Hebling, J. (2005). Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system, *Dental Materials*, 21, pp.103-109.
- James, K. A. (2000). Dentina. In: James, K. A. *Fundamentos de Histologia e Embriologia Bucal – uma abordagem clínica*. 2ª ed. Guanabara Koogan. pp. 77-97
- Kanca, J. (2005). Dentin bonding system nomenclature: the next generation, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17 (5), pp. 271-272.
- Kaneshiro, V. A. *et alii* (2008). Effects of a self-etching resin coating system to prevent demineralization of root surfaces, *Dental Materials*, pp. 1-8.
- Kelsey, W. P. *et alii* (2005). Microtensile bond strength of total-etch and self-etch adhesives to the enamel walls of class V cavities, *American Journal of Dentistry*, 18 (1), pp. 37-40.
- Knobloch, L. A. *et alii* (2007). Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), pp. 216-222.
- Korasli, D. *et alii* (2008). Microinfiltração e adesivos/primers auto condicionantes em dentes tratados endodonticamente, *The Journal of the American Dental Association*, 8 (2), pp. 19-25.
- Koshiro, K. *et alii* (2004). In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system, *European Journal of Oral Sciences*,
- Kugel, G., Ferrari, M. (2000). The science of bonding: from first to six generation. The

Journal of the American Dental Association, 131, pp. 20S-25S.

- Kwong, S. M. *et alii* (2002). Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique, *Dental Materials*, 18, pp. 359-369.
- Lambrechts, P. *et alii* (2000). Adhesives: dos and don'ts. *Quintessence*, 4, pp. 45-60.
- Latta, M. A., Barkmeir, W. W. (1998). Dental Adhesives in Contemporary Restorative Dentistry, *Esthetic Dentistry*, 42 (4), pp. 567-577.
- Leinfelder, K. F. (2001). Dentin adhesives for the twenty-first century, *Dental Clinics of North America*, 45 (1), pp. 1-7.
- Loguercio, D. A. e Reis, A. (2008). Application of a dental adhesive using the self-etch and etch-and-rinse approaches – An 18-month clinical evaluation, *The Journal of the American Dental Association*, 139 (1), pp. 53-61.
- Loguercio, D. A. *et alii* (2006). A Six-month Clinical Study of a Self-etching and an Etch-and-Rinse Adhesive Applied as Recommended and After Doubling the Number of Adhesive Coats, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8 (4), pp. 255-261.
- Lopes, G. C. *et alii* (2002). Dental adhesion: present state of the art and future perspectives, *Quintessence International*, 33 (3), pp. 213-224.
- Luo, Y., Tay, F.R., Lo, E.C.M. e Wei, S.H.Y. (2000). Marginal adaptation of a new compomer under different conditioning methods, *Journal of Dentistry*, 28, pp. 495-500.
- Malacarne, J. *et alii* (2006). Water sorption/solubility of dental adhesive resins, *Dental Materials*, 22, pp. 973-980.
- Marquezan, M. *et alii* (2007). Microtensile Bond Strength of Contemporary Adhesives to Primary Enamel and Dentin, *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 32 (2), pp. 127-132.
- Marshall, G. W. Jr (1993). Dentin: microstructure and characterization, *Quintessence International*, 24 (9), pp. 606-617.

- Maurin, J. *et alii* (2006). Tensile and Shear Bond Strength Evaluation of a Total-etch Three-step and Two Self-etching One-step Dentin Bonding Systems, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8 (1), pp. 27-30.
- Moszner, N. e Salz, U. (2007). Recent Developments of New Components for Dental Adhesives and Composites, Macromolecular, *Materials and Engineering*, 292, pp. 245-271.
- Moszner, N., Salz, U. e Zimmermann, J. (2005). Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review, *Dental Materials*, 21, pp. 895-910.
- Nakabayashi, N., Pashley, D. H. (1998). Hybridization of dental hard tissues. *Quintessence*, 3, pp. 37-56.
- Nakaoki *et alii* (2005). Effect of double-application of all-in-one adhesives on the dentin bonding, *Journal of Dentistry*, 33, pp. 765-772.
- Nakornchai, S. *et alii* (2005). Microtensile bond strength of a total-etching versus self-etching adhesive to caries-affected and intact dentin in primary teeth, *The Journal of the American Dental Association*, 136, pp. 477-483.
- Nunes, F. M. *et alii* (2001). Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin, *American Journal of Dentistry*, 14 (6), pp. 340-343.
- Oliveira, S. S. A. *et alii* (2004) The effect of a self-etching primer on the continuous demineralization of dentin, *European Journal of Oral Sciences*, 112, pp. 376-383.
- Öztas, N. e Olmez, A. (2005). Effects of One versus Two-layer Applications of a Self-etching Adhesive to Dentin of Primary Teeth: a SEM Study, *The journal of Contemporary Dental Practice*, 6 (1), pp. 1-6.
- Pashley, D. H., Carvalho, R. M. (1997). Dentine permeability and dentine adhesion. *Journal of Dentistry*, 25 (5), pp. 355-372.

- Perdigão J. e Ritter A. V. (2001) Adesão aos tecidos dentários. *In: Baratiéri L. N. et alii (Ed.). Odontologia Restauradora: fundamentos e possibilidades*, Livraria Edição Santos, pp. 83-128.
- Perdigão, J, Geraldeli, S. e Hodges, S. J. (2003). Total-etch versus self-etch adhesive. Effect on postoperative sensitivity, *The Journal of the American Dental Association*, 134, pp. 1621-1629.
- Perdigão, J. (2007). New developments in dental adhesion, *Dental Clinics of North America*, 51, pp. 333-357.
- Perdigão, J. et alii (2002). Dentin Bonding as a Function of Dentin Structure, *The Dental Clinics of North America*, 46, pp. 277-301.
- Perdigão, J. et alii (2005). Clinical performance of a self-etching adhesive at 18 months, *American Journal of Dentistry*, 18 (2), pp. 135-140.
- Perdigão, J. et alii (2006). Influence of conditioning time on enamel adhesion, *Quintessence International*, 37 (1), pp. 35-40.
- Perdigão, J. et alii (2007). One-Year clinical performance of self-etch adhesives in posterior restorations, *American Journal of Dentistry*, 20 (2), pp. 125-133.
- Perdigão, J., Carmo, A. R., Geraldeli, S. (2005). Eighteen-month clinical evaluation of two dentin adhesives applied on dry vs moist dentin, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7 (3), pp. 253-258.
- Peumans, M. et alii (2005). Three-year clinical effectiveness of a two-step self-etch adhesive in cervical lesions, *European Journal of Oral Sciences*, 113, pp. 512-518.
- Pilecki, P. et alii (2005). Microtensile bond strengths to enamel of self-etching and one bottle adhesive systems. *Journal of Oral Reahabilitation*, 32, pp. 531-540.
- Planas A. J. et alii (1996). Sistemas adesivos. *In: Barrio, J. M. (Ed.). Materiales en odontologia – fundamentos biológicos clínicos, biofísicos e físico-químicos*. Madrid, Ed. Avances. pp. 315-331.
- Pradelle-Plasse, N., et alii (2001). Effect of dentin adhesives on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage, *American Journal of Dentistry*, 14(6), pp. 344-348.
- Proença, J. P. et alii (2007). Dentin regional bond strength of self-etch and total-etch adhesive systems, *Dental Materials*, 23, pp. 1542-1548.
- Purk, H. J., et alii (2006). In vitro microtensile bond strength of four adhesives tested at the

gingival and pulpal walls of Class II restorations, *The Journal of the American Dental Association*, 137, pp. 1414-1418.

- Sadek, F. T., Pashley, D. H., Ferrari, M. e Tay, F. R. (2007). Tubular Occlusion Optimizes Bonding of Hydrophobic Resins to Dentin, *Journal of Dental Restoration*, 86 (6), pp. 524-528.
- Salz, U. *et alii* (2005). Hydrolytic Stability of Self-etching Adhesive Systems, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7 (2), pp. 107-116.
- Salz, U. *et alii* (2006). pKa Value and Buffering Capacity of Acidic monomers Commonly Used in Self-etching Primers, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 8 (3), pp. 143-149.
- Sardella, N. T. *et alii* (2005). Shortening of primary dentin etching time and its implication on bond strength, *Journal of Dentistry*, 33, pp. 355-362.
- Schmalz, G., Ergücü, Z. e Hiller, A. K. (2004). Effect of Dentin on the Antibacterial Activity of Dentin Bonding Agents, *Journal of Endodontics*, 30 (5), pp. 352-358.
- Shashikiran, N. D., Gunda, S. e Subba Reddy, V. V. (2002). Comparison of Resin-Dentine interface in primary and permanent teeth for three different durations of dentine etching, *Journal of Indian Society Preventive Dentistry*, 20 (4), pp. 124-131.
- Sherer, W. *et alii* (1990). Third generation dentin bonding agents: a microleakage study, *Journal of Esthetic Dentistry*, 2 (2), pp. 33-35.
- Shirai, K. *et alii* (2005). Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin, *Dental Materials*, 21, pp. 110-124.
- Soares, J. C. *et alii* (2007). Effect of Previous Treatments on Bond Strength of Two Self-etching Adhesive Systems to Dental Substrate, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 9 (3), pp. 291-296.
- Stangel, I., Ellis, T. H., Sacher, E. (2007). Adhesion to tooth structure mediated by contemporary bonding systems, *Dental Clinics of North America*, 51, pp. 677-694.
- Suh, B. I. (1991). All-Bond – Fourth generation dentin bonding system, *Journal of Esthetic Dentistry*, 3 (4), pp. 139-147.
- Swanson, T. K. *et alii* (2008). Effect of Adhesive Systems and Bevel on Enamel Margin Integrity in Primary and Permanent Teeth, *Pediatric Dentistry*, 30 (82), pp. 134-140.
- Swift, E. J., Perdigão J., Heymann H. O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995, *Quintessence International*, 26 (2), pp. 95-110.
- Tagami, K. H. *et alii* (2007). Effect of wet vs. dry testing on the mechanical properties of

hydrophilic self-etching primer polymers, *European Journal of Oral Sciences*, 115, pp. 239-245.

- Tar, C. *et alii* (2006). Três anos de avaliação clínica de adesivos dentinários mono-frasco versus dois frascos, *The Journal of the American Dental Association*, 6 (2), pp. 7-22.
- Townsend, T. D e Dunn, J. W. (2004). The effect of saliva contamination on enamel and dentin using self-etching adhesive, *The Journal of the American Dental Association*, 135, pp. 895-901.
- Türkün, S. L. (2005). The clinical performance of one- and two-step self-etching adhesive systems at one year, *The Journal of the American Dental Association*, 136, pp. 656-664.
- Türkün, S. L. *et alii* (2005). Antibacterial Activity of Two Adhesive Systems Using Various Microbiological Methods, *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7 (4), pp. 315-320.
- Tulunoglu, O. e Tulunoglu, I. (2008). Resin-dentin interfacial morphology and shear bond strengths to primary dentin after long-term water storage: An in vitro study, *Quintessence International*, 39, pp. 427-437.
- Unemori M. *et alii* (2001). Composite resin restoration and postoperative sensitivity clinical follow-up in an undergraduate program, *Journal of Dentistry*, 29, pp. 7-13.
- Unemori, M. *et alii* (2004). Self-etching adhesives and postoperative sensitivity, *American Journal of Dentistry*, 17 (3), pp. 191-195.
- Van Dijken, J. W. V. (2000). Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions, *Dental Materials*, 16, pp. 285-291.
- Van Landuyt, L. K. *et alii* (2006). Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching, *Journal of Dentistry*, 34, pp. 77-85.
- Van Landuyt, L. K. *et alii* (2006)¹. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive, *Dental Materials*, 22, pp. 533-544.
- Van Landuyt, L. K. *et alii*. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives, *Biomaterials*, 28, pp. 3757-3785.
- Vasconcellos, W. A. *et alii* (2007). Tensile bond strength: evaluation of four current adhesive systems in abraded enamel and deep dentin, *The Journal of Indian Prostodontic Society*, 7 (2), pp. 77-80.
- Walter, R. *et alii* (2008). Effect of resin adhesive systems on root caries formation in vitro, *Quintessence International*, 39, pp. 33-37.
- Yazici, R. A., Baseren, M. e Dayangaç, B. (2002). The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations, *Quintessence International*, 33 (10), pp. 763-769.

- Yoshida, Y. *et alii* (2004). Comparative study on Adhesive Performance of Functional Monomers, *Journal of Dental Restorative*, 83 (6) pp. 454-458.
- Yuan, Y. *et alii* (2008). Hybridization quality in cervical cementum and superficial dentin using current adhesives, *Dental Materials*, 24, pp. 584-593.