



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – PROFESSORA MARIA DA PENHA – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
CURSO DE ODONTOLOGIA**

WELLINTON VENÂNCIO AVELAR

**SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: UMA ALTERNATIVA PARA
RESTAURAÇÕES ADESIVAS DIRETAS**

ARARUNA / PB

2018

WELLINTON VENÂNCIO AVELAR

**SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: UMA ALTERNATIVA PARA
RESTAURAÇÕES ADESIVAS DIRETAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca avaliadora do curso de Odontologia da UEPB – Campus VIII como requisito para a obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Área de concentração: Materiais dentários / Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gadelha Vasconcelos.

ARARUNA / PB

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A948s Avelar, Wellinton Venancio.
Sistemas adesivos universais [manuscrito] : uma alternativa para restaurações adesivas diretas / Wellinton Venancio Avelar. - 2018.
78 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Marcelo Gadelha Vasconcelos, Coordenação do Curso de Odontologia - CCTS."
1. Materiais dentários. 2. Odontologia estética. 3. Restauração dentária. I. Título

21. ed. CDD 617.675

WELLINTON VENÂNCIO AVELAR

SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: UMA ALTERNATIVA PARA
RESTAURAÇÕES ADESIVAS DIRETAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca avaliadora do curso de Odontologia da UEPB – Campus VIII, como requisito parcial para a obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Área de concentração: Materiais dentários / Dentística.

Aprovada em: 11/09/2018.

BANCA EXAMINADORA

Marcelo Gadelha Vasconcelos

Prof. Dr. Marcelo Gadelha Vasconcelos (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Rodrigo Gadelha Vasconcelos

Prof. Dr. Rodrigo Gadelha Vasconcelos

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Fernanda Campos

Profª. Dra. Fernanda Campos

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, em primeiro lugar, **agradeço a DEUS** por cada dia da minha vida, momentos vividos, por todas as oportunidades proporcionadas, por minha família, por todos os meus amigos que pude conhecê-los e conviver, pois sozinho não teria forças para alcançar esse objetivo. **MUITO OBRIGADO!**

Agradeço a minha família, principalmente aos meus pais, **Edilza e Ricardo**, que são meu alicerce, aqueles que jamais fraquejaram durante minha trajetória, sempre me incentivando, me encorajando, proporcionando todas as energias positivas. Primeiramente tenho algumas palavras inspiradoras para vocês:

“Durante toda minha vida, aprendi com vocês várias lições de vida, tornei-me adulto tentando corresponder a todos os seus anseios, tentei seguir ao máximo seus exemplos de vida, caráter e determinação. Hoje, quero que vocês comemorem comigo essa conquista, pois tudo o que fiz foi para vocês e por vocês. Muitos momentos de exaustão, preocupação e agonias foram compartilhados com vocês, e sempre me deram total força e apoio emocional para poder superar todos os degraus por onde passei... O hoje que vivo é maravilhoso, mas só existe porque vocês se doaram junto comigo nesse sonho. A minha gratidão, meu amor a vocês são de totais sentimentos sinceros. **MEUS SINGELOS OBRIGADOS. AMO VOCÊS!**”

Agradeço aos meus irmãos, **Wiliane e Rafael**, por estarem sempre comigo, em todos os momentos, por fazerem parte da minha vida, vocês além de irmãos são meus melhores amigos.

Agradeço a todos meus parentes, tios (as), primos, avôs, padrinhos, todos aqueles que propiciaram boas energias e sempre torceram por mim. **MUITO OBRIGADO!**

Agradeço ao meu orientador, **Prof. Dr. Marcelo Gadelha Vasconcelos**, por ter aceitado me orientar no meu trabalho de conclusão de curso. Tive o privilégio de contar com você, sempre sendo bastante solícito, eficiente, um exemplo de humildade, sempre partilhando seus conhecimentos para nosso crescimento. **MEU SINCERO OBRIGADO!**

Agradeço professor **Dr. Rodrigo Gadelha Vasconcelos**, uma pessoa simples, solícita, eficiente, dedicada, um grande professor, sempre me encorajou

aos trabalhos acadêmicos para sempre crescer cada vez mais. Agradeço a ti por tudo, **MUITO OBRIGADO!**

Agradeço a professora **Dra. Fernanda Campos** por ter disponibilizado seu tempo e aceito estar presente na minha banca de TCC, e assim poder contribuir com suas considerações para meu crescimento acadêmico/profissional. **MUITO OBRIGADO!**

Agradeço a **todos os docentes da UEPB/Araruna** por poder proporcionar seus conhecimentos clínicos e teóricos, por ser à base de todos os excelentes profissionais que estão saindo desse campus, vocês são exemplos de pessoas. **MUITO OBRIGADO!**

Agradeço aos meus amigos de caminhada, amigos esses que conquistei nos cinco anos vividos, aqueles que sonharam, choraram, brincaram, aqueles que sempre estavam nas rodas de conversas durante as aulas e clínicas, pessoas especiais que poderei contar para o que der e vier para a vida toda. Então, **Ayala Formiga (amiga de lutas acadêmicas), Ana Cecília, Andressa Landegraf, Maxsuel Bezerra, Taísa Cabral, Sabrinna Sanily, Nyhédia Xavier, João Henrique, Thays Ramos, Elyda Lima** e, em especial a minha dupla de clínica, **Ingridy Vanessa (mais que uma amiga ou dupla, uma irmã que a odontologia me proporcionou)**. Vocês ficarão marcados para sempre em minha vida. **MUITO OBRIGADO!**

A todos que fizeram parte deste percurso:

OBRIGADO, POR TUDO!!

SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: UMA ALTERNATIVA PARA RESTAURAÇÕES ADESIVAS DIRETAS.

RESUMO

Os sistemas adesivos são materiais dentários que permitiram uma revolução na odontologia estética, promovendo uma adesão aos substratos dentais com propriedades mecânicas satisfatórias. Com a evolução dos sistemas adesivos, procuraram disponibilizar materiais mais simplificados e com baixa sensibilidade à técnica, com isso em 2011 foi introduzido na prática clínica os sistemas adesivos universais (SAU), que são adesivos autocondicionantes, de frasco único, nos quais possibilitam ao operador utilizá-los através de três modos de usos, sendo eles no modo autocondicionante, condicionamento ácido total e condicionamento ácido seletivo em esmalte. Nesse contexto, o trabalho objetivou realizar uma revisão de literatura sobre os sistemas adesivos universais, enfatizando as suas propriedades, indicações, vantagens, desvantagens, protocolos clínicos e avaliação da resistência de união em esmalte e dentina na tentativa de melhor compreender o uso desse material. Este estudo caracterizou-se por uma busca bibliográfica nas bases de dados eletrônicas: PubMed / Medline, Lilacs, Scielo e Google acadêmico, limitando-se a busca ao período de 2010 a 2018. Foram consultados 5.981 artigos e 89 foram selecionados após uma criteriosa filtragem. Assim, pode-se concluir que os adesivos universais proporcionam uma versatilidade quanto ao seu uso, uma boa resistência de união aos substratos dentários, como também, diminuindo as chances de cometerem erros durante a aplicação do material, facilitando a utilização, já que pode ser usado associado ou não ao ácido fosfórico. Porém, deve salientar quanto as suas contraindicações, como a incompatibilidade com outros materiais para que não ocorra o insucesso clínico do procedimento.

Palavras-chave: Materiais dentários. Odontologia estética. Restauração dentária.

UNIVERSAL ADHESIVE SYSTEMS: AN ALTERNATIVE FOR DIRECT ADHESIVE RESTORATIONS

ABSTRACT

Adhesive systems are dental materials that have allowed a revolution in aesthetic dentistry, promoting adhesion to dental substrates with satisfactory mechanical properties. The evolution of adhesive systems sought to provide more simplified materials and with low sensitivity to the technique. So, in 2011 the universal adhesive systems were introduced in clinical practice. These systems are self-etching, single-vial adhesives that enable the operator usage through three ways: self-etching, total acid etching, or selective acid etching in enamel. In this context, the objective of this work was to review the literature about universal adhesive systems, emphasizing their properties, indications, advantages, disadvantages, clinical protocols and evaluation of bond strength in enamel and dentin in an attempt to better understand the use of this material. This study was characterized by a bibliographic search in electronic data bases: PubMed / Medline, Lilacs, Scielo and academic Google, limiting the search to the period from 2010 to 2018. A total of 5.981 articles were consulted and 89 were selected after careful filtering. Thus, it can be concluded that universal adhesives provide versatility of use, good bonding strength to the dental substrates, as well as a reduction in the chances of making mistakes during the application of the material, facilitating their use, since they can be used associated or not to phosphoric acid. However, contraindications, such as incompatibility with other materials, should be emphasized so that clinical failure of the procedure does not occur.

Key-words: Dental Materials. Aesthetic dentistry. Dental restoration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Esquema ilustrativo das estratégias adesivas “ <i>multi-mode</i> ”.	23
Figura 2. Apresentações comerciais dos SAU disponíveis no mercado.	26
Figura 3. Fórmula da molécula de 10-MDP.	27
Figura 4. Esquema de ligação da molécula 10-MDP a hidroxiapatita. Grupo fosfato, da molécula de 10-MDP, ligando-se ao cálcio da hidroxiapatita da estrutura dentária. Fonte: Kuraray (2012).	28
Figura 5. Fórmula do monômero funcional Fenil-P.	28
Figura 6. Fórmula do monômero funcional 4-META.	28
Figura 7. Fotografia em microscopia eletrônica de varredura mostrando a formação de micro <i>tags</i> resinosos (Setas) em esmalte intacto. AD: Adesivo. E: Esmalte. Fonte: Fonseca (2014).	32
Figura 8. Fotomicrografia visualizando a camada híbrida e os <i>tags</i> de resina associados formando a base da interface adesiva. Fonte: Alex (2015).	36
Figura 9. Passos da estratégia adesiva da técnica <i>self-etch</i> (dispensa a aplicação e a lavagem do ácido fosfórico). A) Aplicação do adesivo. B) Secagem para a evaporação do solvente. C) Fotoativação. Fonte: Pérez (2014).	38
Figura 10. Aplicação do adesivo universal no modo autocondicionante. Fonte: Von, Haller, Ulm (2017).	38
Figura 11. Apresentação comercial dos sistemas adesivos universais. Adesivo em frasco único (com todos os componentes misturados), sendo <i>Primer</i> ácido + adesivo. Fonte: Silva, Lund (2016).	40
Figura 12. Condicionamento seletivo em esmalte na face oclusal de dente posterior com ácido fosfórico a 37% Fonte: Silva, Lund (2016).	43
Figura 13. Condicionamento seletivo em esmalte na face incisal de dente	43

anterior com ácido fosfórico a 37% Fonte: 3M Espe (2018).

- Figura 14.** Fotografia de microscopia de varredura mostrando o esmalte condicionado com ácido fosfórico. Microporosidades são produzidas em toda a superfície, com dissolução preferencial da periferia dos prismas de esmalte (setas). Fonte: Fonseca (2014). 44
- Figura 15.** Condicionamento ácido seletivo. A) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 segundos. B) Lavagem com água por 60 segundos. C) Secagem até a total evaporação da água. Fonte: Kulzer (2018). 45
- Figura 16.** Condicionamento ácido total. A) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 segundos em esmalte. B) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos em dentina. C) Lavagem com água por 60 segundos. D) Secagem até a total evaporação da água. Fonte: Kulzer (2018). 46
- Figura 17.** Condicionamento ácido total na face oclusal em dente posterior. Fonte: FGM Produtos Odontológicos (2018). 47
- Figura 18.** Condicionamento ácido total na face incisal em dente anterior. Fonte: 3M Espe (2018). 47
- Quadro 1.** Distribuição dos artigos encontrados de acordo com os critérios de busca (palavras-chave) utilizados em cada uma das bases de dados. 17
- Quadro 2.** Distribuição dos livros utilizados com a temática da revisão. 19
- Quadro 3.** Classificação dos sistemas adesivos por gerações. 20
- Quadro 4.** Principais componentes presentes nos adesivos universais dependendo do fabricante. 31
- Quadro 5.** Diferença entre os adesivos universais e adesivos autocondicionantes de 7ª geração. 41
- Quadro 6.** Principais vantagens, desvantagens e indicações dos sistemas adesivos universais. 50

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1.	Lista de Adesivos universais disponíveis no mercado.	25
Tabela 2.	Classificação dos sistemas adesivos autocondicionantes quanto à profundidade de desmineralização.	39
Tabela 3.	Protocolo clínico do condicionamento ácido total, condicionamento ácido seletivo e autocondicionante.	48
Tabela 4.	Revisão literária mostrando a baixa adesão de SAU no modo autocondicionante em esmalte dentário.	54
Tabela 5.	Revisão literária salientando aumento da resistência de união dos SAU em esmalte dentário previamente feito o condicionamento ácido seletivo.	56
Tabela 6.	Estudos que objetivam a relação de desempenhos de adesão entre adesivos universais Vs autocondicionantes de 6 ^a e/ou 7 ^a geração.	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4-META	4-metacrilóiloxietil anidro trimelítico
10-MDP	10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato
AU	Autocondicionantes
BisGMA	Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato
BPDM	Bifenil dimetacrilato
Ca⁺⁺	Íons cálcio
CD	Cirurgião-Dentista
CP-OCT	Tomografia de coerência óptica de polarização cruzada
et al.	E colaboradores
Fenil-P	2-metacrilóiloxietil fenil fosfato
GPDM	Ácido glicerofosfórico dimetacrilato
HEMA	Hidroxietil metacrilato
JAD	Junção amelo-dentinária
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
µm	Micrômetro
mm	Milímetros
MMPs	Metaloproteinases da Matriz Extracelular
µTBS	Microtração
MPa	Mega pascal
NPG-GMA	N-fenilglicina e glicidil metacrilato
pH	Potencial Hidrogeniônico
RU	Resistência de união
SAU	Sistema adesivo universal
SBS	Cisalhamento
SCIELO	Scientific Eletronic Library
Vs	Versus

LISTA DE SÍMBOLOS

Nº	Número
%	Porcentagem
®	Marca registrada
™	<i>Trade mark</i> (marca registrada)
°C	Grau Celsius
<	Menor

DEFINIÇÕES DE TERMOS

- Smear layer:** Camada composta por resíduos de substrato cortado, bactérias e sujidades (RAGGIO, BONIFÁCIO, IMPARATO, 2011).
- Primer:** Grupo de substâncias que procuram tornar a superfície do substrato mais adequada para aceitar a união (NOORT, 2009).
- Silano:** Agente de união mais comumente utilizado em conjunto com as restaurações cerâmicas (NOORT, 2009).
- Ácido fluorídrico:** Composto químico formado por um átomo de flúor e um de hidrogênio, ligados por uma ligação covalente (NOORT, 2009).
- Esmalte Aprismático:** Uma camada de esmalte em que os cristalitos permanecem justapostos e não se organizam em prismas (BARATIERI et al., 2015).
- Camada híbrida:** Camada formada pela infiltração de monômeros resinosos do sistema adesivo na camada superficial de dentina previamente desmineralizada e posteriormente polimerizada (REIS, LOGUERCIO, 2009).

SUMÁRIO

	Páginas
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 METODOLOGIA	17
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
4.1 SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS.....	20
4.1.1 Considerações Gerais	20
4.1.2 Composição dos sistemas adesivos universais	27
4.1.3 Adesão em esmalte	31
4.1.4 Adesão em dentina	34
4.2 PROTOCOLOS ADESIVOS DOS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS.....	36
4.2.1 Profilaxia	36
4.2.2 Protocolo autocondicionante (<i>Self-etch</i>)	37
4.2.3 Protocolo condicionamento ácido seletivo em esmalte (<i>Selective enamel etching</i>)	42
4.2.4 Protocolo condicionamento ácido total (<i>Total-etch</i>)	46
4.3 VANTAGENS, DESVANTAGENS E INDICAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS.....	48
5 DISCUSSÃO	52
6 CONCLUSÃO	67
7 REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Odontologia adesiva avançou de forma efetiva a partir da introdução de algumas abordagens que favoreceram a adesão aos tecidos dentais (FARIAS, 2014; HANABUSA et al., 2012). Atualmente, o uso de tecnologias adesivas tem sido bastante viável além de tornar possível uma maior preservação do tecido dentário, como também satisfazer as necessidades restauradoras do paciente e os seus desejos estéticos (PINI et al., 2012).

O conceito da adesividade na odontologia iniciou-se em 1955 quando Dr. Michael Buonocore descobriu o condicionamento ácido do esmalte e, possibilitou uma união micromecânica entre os materiais restauradores e o esmalte dentário (CHAGAS, 2016).

Portanto, os sistemas adesivos revolucionaram a odontologia estética, proporcionando ao cirurgião-dentista (CD) a possibilidade de oferecer restaurações com melhor qualidade estética, sendo feita de maneira direta, e com propriedades mecânicas satisfatórias (LOPES et al., 2016). Assim, a evolução dos sistemas adesivos procura oferecer materiais simplificados e com menor sensibilidade à técnica (FOLLAK, 2016; VAN MEERBEEK et al., 2011).

Diante disso, os sistemas adesivos atualmente disponíveis dividem-se em sistemas de condicionamento ácido prévio (*etch-and-rinse*), também chamado de adesivos convencionais, e autocondicionantes (*self-etch*) (FOLLAK, 2016; VAN MEERBEEK et al., 2011).

Os primeiros citados são caracterizados pelo condicionamento inicial, com ácido fosfórico, removendo a *smear layer* e hidroxiapatita da camada superficial da dentina, como passos subsequentes compostos por aplicações separadas ou combinadas de *primer* e adesivo, classificando-os em sistemas de três ou dois passos (FAVARÃO, 2015).

Por outro lado, os autocondicionantes são compostos por um *primer* com monômeros ácidos que desmineralizam a superfície dos tecidos de forma menos agressiva (LOPES et al., 2016), podendo ser em dois frascos ou um único frasco, tornando a técnica mais simplificada (FOLLAK, 2016; VAN MEERBEEK et al., 2011).

Através do interesse por adesivos mais simplificados e menos sensíveis, a sua técnica levou ao desenvolvimento de novos materiais, mais versáteis, que estão disponíveis no mercado. A literatura reporta-se a eles como os sistemas adesivos

“*multi-mode*” ou “universais” (SAU), os quais podem ser utilizados tanto pela técnica do condicionamento ácido prévio, condicionamento seletivo, como também na técnica autocondicionante, possibilitando ao profissional uma versatilidade de opções a cada caso, podendo escolher o protocolo adesivo mais adequado a cada situação (HANABUSA et al., 2012; PERDIGÃO, LOGUECIO, 2014).

A adesão à dentina e esmalte vem sendo vastamente estudada, principalmente com os adesivos universais, por ter suas características peculiares (GOMES, 2013). Estudos como o de Costa (2016) mostrou uma resistência de união favorável na dentina na técnica autocondicionante dos adesivos Scotchbond Universal AdhesiveTM e All-Bond UniversalTM. Como também, o estudo de Shah et al. (2014), em que se fez um estudo comparativo de Tetric N Bond[®] e Scotchbond Universal AdhesiveTM, que mostrou uma efetividade na resistência ao cisalhamento no modo autocondicionante em esmalte desgastado.

Nesse contexto, o trabalho objetivou realizar uma revisão de literatura sobre os sistemas adesivos universais, enfatizando as suas propriedades, indicações, vantagens, desvantagens, protocolos clínicos e avaliação da resistência de união em esmalte e dentina na tentativa de melhor compreender o uso desse material.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse estudo foi revisar através da literatura os sistemas adesivos universais (SAU), enfatizando as suas propriedades, indicações, vantagens, desvantagens, protocolos clínicos, e avaliação da resistência de união em esmalte e dentina.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar e discutir as principais vantagens e desvantagens dos SAU na prática clínica.
- Discutir a resistência de união dos SAU em esmalte e dentina através de testes laboratoriais.
- Comparar a resistência de união dos SAU com os adesivos convencionais.
- Explicar e discutir os protocolos clínicos dos SAU.
- Analisar, através da literatura, as principais consequências da simplificação da técnica adesiva.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracterizou-se por uma busca bibliográfica nas bases de dados eletrônicas: PUBMED/ MEDLINE, LILACS, SCIELO e GOOGLE ACADÊMICO limitando-se a busca ao período de 2010 a 2018. Foram consultados 5.981 artigos e 89 foram selecionados após uma criteriosa filtragem, os descritores foram detalhados no quadro 1.

Como critérios de inclusão, foram adotados os artigos escritos em inglês, português, espanhol e alemão, aqueles que se enquadravam no enfoque do trabalho e os mais relevantes em termos de delineamento das informações desejadas. Dentre os critérios observados para a escolha dos artigos foram considerados os seguintes aspectos: disponibilidade do texto integral do estudo e clareza no detalhamento metodológico utilizado.

Foram excluídos da amostra os artigos que não apresentaram relevância clínica sobre o tema abordado; os artigos não condizentes com o assunto; artigos não disponíveis de forma gratuita; artigos duplicados; falta de clareza no detalhamento metodológico utilizado e aqueles que não se enquadraram nos critérios de inclusão.

Os descritores utilizados para busca foram: *Universal adhesive*, *Multi-mode adhesive*, *Self-etch adhesives*, como descritos no Quadro 1. Foram também adicionados alguns livros considerados relevantes para este estudo, onde estes estão explanados no quadro 2, assim como, dissertações e teses da área abordada.

Quadro 1. Distribuição dos artigos encontrados de acordo com os critérios de busca (palavras-chave) utilizados em cada uma das bases de dados.

Base de dados	Palavras-chaves	Resultado da busca	Artigos selecionados
PubMed/Medline	Universal adhesive/ Adesivos universais	794	38
	Multi-mode adhesive/ Adesivo multi-modo	19	5
	Self- etch adhesives/ Adesivos autocondicionantes	337	17

Scielo	Universal adhesive/ Adesivos universais	149	2
	Multi-mode adhesive/ Adesivo multi-modo	7	1
	Self- etch adhesives/ Adesivos autocondicionantes	42	5
Lilacs	Universal adhesive/ Adesivos universais	271	2
	Multi-mode adhesive / Adesivo multi-modo	12	1
	Self- etch adhesives/ Adesivos autocondicionantes	112	3
Google acadêmico	Universal adhesive/ Adesivos universais	2.840	5
	Multi-mode adhesive/ Adesivo multi-modo	28	1
	Self- etch adhesives/ Adesivos autocondicionantes	1.370	9

Quadro 2. Distribuição dos livros utilizados com a temática da revisão.

AUTORES	TÍTULO	ANO
SILVA, A. F.; LUND, R.G.	Dentística restauradora: Do planejamento à execução	2016
BARATIERI, L.N., et al.	Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades.	2015
FONSECA, A. S.	Odontologia estética: Respostas às dúvidas mais freqüentes.	2014
ANUSAVICE, J. K; SHEN, C; RAWLS, H, R.	Phillips Materiais Dentários	2013
NOORT, V. R.	Introdução aos materiais dentários	2009
REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.	Materiais dentários diretos dos fundamentos à aplicação clínica.	2009

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS

4.1.1 Considerações Gerais

Uma das novidades mais recentes, na odontologia adesiva, foi à introdução de adesivos universais, que são utilizados desde 2011 na prática clínica. Estes novos produtos são conhecidos como adesivos "multi-mode" ou "multiuso" (CUNHA, 2016; SOFAN et al., 2017).

São adesivos dentinários autocondicionantes de um passo clínico que podem ser aplicados em esmalte e dentina mediante condicionamento ácido (valor de pH baixo) ou não (GIANNINI et al., 2015). Foram idealizados a partir do conceito de sistemas adesivos autocondicionantes "*all-in-one*" (7ª geração), de um único passo, que combinam na mesma solução o *primer* acidificado e o adesivo (COELHO et al., 2012). Em qualquer caso, os SAU não deve ser confundido com os autocondicionantes de 7ª geração, como iBond® (Heraeus Kulzer), Xeno® IV (Dentsply Caulk), Clearfil™ S3 Bond (Kuraray) e OptiBond® All-In-One (Kerr Corporation). Por um lado, os SAU têm aplicações muito mais amplas do que os sistemas de 7ª geração (ALEX, 2015).

Adicionalmente, devido à enorme multiplicidade dos sistemas adesivos amelodentinários, levou-se à necessidade de classificá-los de acordo com a geração a que pertencem (COELHO et al., 2012) (Quadro 3).

Quadro 3. Classificação dos sistemas adesivos por gerações.

Geração	Características
1ª Geração	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiram na década de 50 e 60; ✓ Adesivos que eram baseados em cianocrilatos, poliuretanos, ácido glicerofosfórico dimetacrilato (GPDM) e N-fenilglicina e glicidil metacrilato (NPG-GMA); ✓ Não se recomendava o condicionamento ácido em dentina; ✓ Unia-se à dentina e ao esmalte por quelação com o cálcio; ✓ Baseada na adesão à <i>smear Layer</i>; ✓ Baixas forças adesivas; ✓ Decompunham-se facilmente por hidrólise intraoral.
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiu no final da década de 70;

<p>2ª Geração</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Introdução de ésteres de fosfato, como o Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA) e o hidroxietil metacrilato (HEMA); ✓ Baseada na adesão iônica com o cálcio presente na <i>smear Layer</i>; ✓ Valores muito baixos de resistência adesiva.
<p>3ª Geração</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiu nos anos 80; ✓ Realizado o condicionamento ácido da dentina, com o objetivo de modificar ou remover parcialmente a <i>smear layer</i>, a fim de promover uma melhor união à dentina subjacente; ✓ Componentes eram o seguinte: (1) um ácido fraco, (2) um <i>primer</i> separado, que é um agente promotor de adesão à dentina, molécula bifuncional que tem um lado monômero hidrofílicos (ex., Bifenil dimetacrilato – BPDM), e no outro, grupamentos hidrofóbicos que se ligavam quimicamente à resina, (3) um adesivo; ✓ Trouxe consigo uma melhoria da resistência adesiva; ✓ Reduziram as falhas nas margens dentinárias; ✓ Manchamento marginal causava o fracasso clínico com o tempo.
<p>4ª Geração</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiu no início dos anos 90; ✓ Aplicação de ácido fosfórico no esmalte e dentina com o objetivo de remover por completo a <i>smear layer</i> e expor a malha de colágeno; ✓ Sistemas de três passos separados (Ácido, <i>Primer</i>, Adesivo) / <i>Total etch</i> (Condicionamento ácido total); ✓ Para promover uma adesão efetiva, um <i>primer</i> bifuncional é aplicado, o qual trabalha muito bem em dentina úmida. Por fim, um adesivo hidrofóbico é aplicado, o qual se une com o grupamento metacrilato das resinas compostas; ✓ Estes adesivos são considerados os melhores no que tange à adesão a longo prazo; ✓ Altas forças de adesão; ✓ Seu sucesso é devido à formação da camada híbrida.
<p>5ª Geração</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiu em meados da década de 90; ✓ <i>Primer</i> e adesivo no mesmo frasco; ✓ Sistemas de dois passos / <i>Total etch</i> (Condicionamento ácido total); ✓ Introduziu o conceito de embalagem em dose única.
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Final da década de 90 e início dos anos 2000; ✓ Sistemas autocondicionantes (<i>Self-etching</i>); ✓ <i>Self-etching primers</i> (sistemas de dois passos), que reúnem na mesma solução o condicionamento ácido e o <i>primer</i>, necessitando

6ª Geração	<p>de uma aplicação separada da resina adesiva;</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Surgiu pela necessidade de reduziu a sensibilidade pós-operatória; ✓ Surgiu para tentar contornar à nanoinfiltração causada por uma zona porosa sob a camada híbrida, suscetível a sofrer infiltração; ✓ Adesivos que penetram, dissolvem e incorporam a <i>smear layer</i> na interface adesiva; ✓ Força de união à dentina e esmalte é menor que os adesivos de 4ª e 5ª geração.
7ª Geração	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adesivos “<i>All-in-one</i>” (<i>Tudo-em-um</i>) – <i>Primer</i> acidificado + Adesivo; ✓ Frasco único; ✓ Autocondicionantes de passo único; ✓ Adesivos que penetram, dissolvem e incorporam a <i>smear layer</i> na interface adesiva; ✓ Força de união igual aos sistemas adesivos de 6ª geração.

Fonte: Próprios autores (2018).

Entretanto, a classificação dos sistemas adesivos por gerações está em desuso porque não descreve o que os adesivos realmente representam. Devido à rápida evolução dos materiais e técnicas, fica difícil atualizar esse sistema de classificação (SORRISOS DO SUCESSO, 2017). Atualmente, existe uma classificação preferencial, que se baseia na estratégia de ação (condicionamento ácido prévio / convencionais – *etch and rinse*; ou autocondicionamento – *self-etching*) e no número de passos utilizados durante o procedimento adesivo (BRESCHI et al. 2018).

A nova classe de adesivos (SAU) tem algumas semelhanças com adesivos autocondicionantes de uma etapa (CHOI et al., 2017). Porém, foram descritos por alguns fabricantes e formadores de opinião como um adesivo dentinário que permitem uma versatilidade de serem adaptáveis às condições clínicas, permitindo que o operador decida sobre qual o protocolo adesivo mais indicado, tendo em conta a especificidade de cada situação clínica (ALEX, 2015; GIANNINI et al., 2015; HANABUSA et al., 2012; WAGNER et al., 2014).

Os SAU podem ser usados na união à dentina e ao esmalte, e igualmente como *primer* e adesivo em diferentes substratos e materiais como zircônia, metais nobres não preciosos, compósitos e várias cerâmicas à base de sílica (utilização universal) (ALEX, 2015).

Estes novos sistemas adesivos permitem que o CD decida a técnica de adesão a ser utilizada, recorrendo a diversas versões dos sistemas existentes que são o condicionamento ácido prévio, condicionamento ácido seletivo do esmalte ou autocondicionante (CUNHA, 2016; HANABUSA et al., 2012; MENA-SERRANO et al., 2013; MUNOZ et al., 2013; MUNOZ et al., 2014; PERDIGÃO et al., 2012; PERDIGÃO et al., 2014) (Figura 1).

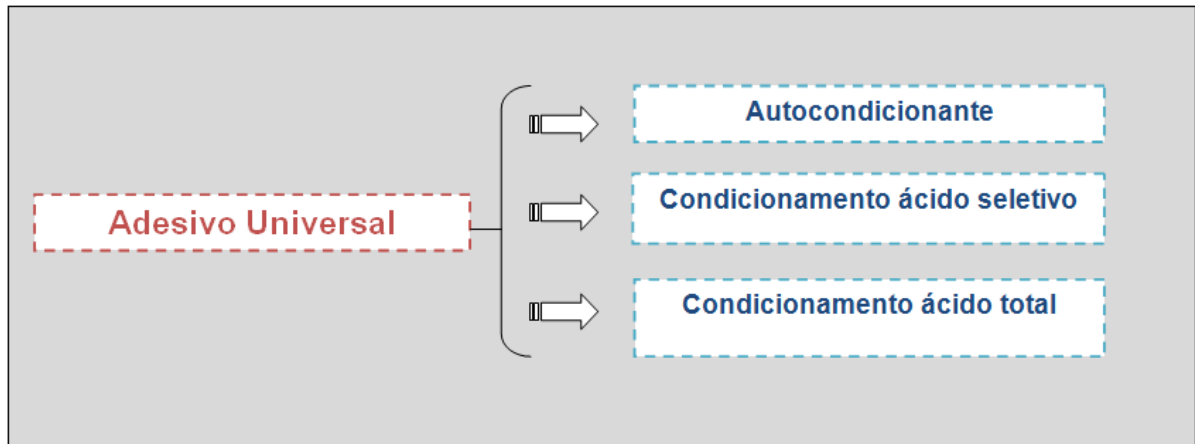


Figura 1. Esquema ilustrativo das estratégias adesivas “*multi-mode*”.

Quando estes sistemas adesivos universais são aplicados no modo condicionamento ácido prévio, a força adesiva advém das retenções micromecânicas (YOSHIHARA et al., 2010), contribuindo para fornecer resistência ao estresse mecânico (GIANNINI et al., 2015). Já utilizando no modo autocondicionante, vários *primers* ácidos são usados para modificar, romper e / ou solubilizar a camada de *smear layer* e, embora os remanescentes não sejam lavados como nos sistemas de condicionamento ácido total, ainda permitem interação micromecânica adesiva com o substrato dentinário (ALEX, 2015).

Não obstante, ainda pela abordagem autocondicionante, a adesão química demonstra uma elevada importância, uma vez que estes sistemas adesivos universais contêm monômeros funcionais, que são derivados de grupos ácidos carboxílico, como o 4-metacrilóxi-etil anidrotrimelítico (4-META), ou grupos ácidos fosfato, sendo compostos por 10-metacrilóxi-decil dihidrogenofosfato (10-MDP) e o 2-metacrilóxi-etil fenil fosfato (Fenil-P) (CUNHA, 2016; COSTA et al., 2017).

Desse modo, o 10-MDP adere ionicamente com a hidroxiapatita, através do processo de *nano-layering* (nano-camadas), ou seja, de forma nanométrica (CUNHA,

2016; YOSHIHARA et al., 2010), assim como também, o fenil-P e 4-META (BARATIERI et al., 2015).

Ademais, o monômero metacrilato, o HEMA, a sua incorporação, diminui a viscosidade e aumenta a capacidade de impregnação do adesivo na superfície, ao mesmo tempo em que estabiliza as fibrilas de colágeno e previne o seu colapso, aumentando a permeabilidade dentinária e a difusão dos monômeros adesivos, favorecendo ainda mais a adesão do adesivo (BACELAR-SÁ et al., 2017; COELHO et al., 2012).

Então, as interações químicas dos adesivos autocondicionantes simplificados proporcionam uma redução a degradação hidrolítica, mantendo a impermeabilização marginal das restaurações por um período maior (GIANNINI et al., 2015).

Uma gama de adesivos universais estão disponíveis no mercado atualmente, de diferentes marcas comerciais, como descritos na tabela 1 e representados na figura 2. Estudos vêm sendo feitos a partir desses produtos, para avaliar sua efetividade de resistência de união em esmalte dentário e dentina (SOFAN et al., 2017).

Mena-Serrano et al. (2013) em seu estudo, avaliaram o desempenho clínico de 6 meses do Scotchbond Universal Adhesive™ (3M ESPE) em lesões não cáries classe V. Foram utilizados o adesivo em modos condicionamento ácido total em dentina úmida e seca, condicionamento seletivo em esmalte e modo autocondicionante. Somente 4 de 200 restaurações foram perdidas, sendo 3 restaurações no modo autocondicionante e 1 no modo de condicionamento ácido total. Após 6 meses de uso clínico, o Scotchbond Universal Adhesive™ se mostrou confiável para ser utilizado, independente do modo pelo qual foi aplicado: condicionamento ácido total em dentina úmida e seca; condicionamento seletivo em esmalte e autocondicionante, demonstrando um bom material em questão de resistência de união.

Tabela 1. Lista de Adesivos universais disponíveis no mercado.

Geração	Marca	Fabricante	Polimerização	Nº de passos	pH	Presença de Silano
Multi- modo ou Universal	All-Bond Universal™	Bisco (Inc., Schaumburg, IL, EUA)	Polimerizada por luz, Dual	1 passo	3,2 Ultra-Suave	Não
	Prime & Bond Elect®	Dentsply Cauk (Milford, DE, EUA)	Polimerizada por luz	1 passo	2,5 Ultra-Suave	Não
	Xeno® Select	Dentsply Cauk (Milford, DE, EUA)	Polimerizada por luz	1 passo	< 2 Intermediário Forte	Não
	AdheSE® Universal	Ivoclar Vivadent (Schaan, Principado do Liechtenstein)	Polimerizada por luz	1 passo	2,5 Ultra-Suave	Não
	G-aenial™ Bond	GC América (Alsip, IL, EUA)	Polimerizada por luz	1 passo	1,5 Intermediário Forte	Não
	Clearfil™ Universal Bond	Kuraray (Tóquio, Japão)	Polimerizada por luz, Dual	1 passo	2,3 Suave	Sim
	Clearfil™ Universal Bond quick	Kuraray (Tóquio, Japão)	Polimerizada por luz, Dual	1 passo	2,3 Suave	Sim
	Scotchbond Universal Adhesive™	3M ESPE (St. Paul, MN, EUA).	Polimerizada por luz	1 passo	2,7 Ultra-Suave	Sim
	Futurabond® U	Voco (Cuxhaven, Alemanha)	Polimerizada por luz, Dual	1 passo	2,3 Suave	Não
Tetric® N-Bond	Ivoclar Vivadent (Schaan,	Polimerizada por luz	1 passo	2,5 - 3,0 Ultra-Suave	Não	

Universal	Principado do Liechtenstein)					
Ambar Universal®	FGM (Joinville, Brasil)	Polimerizada por luz	1 passo	2,6 - 3,0 Ultra-Suave	Não	
Gluma® Bond Universal	Kulzer (Hanau, Alemanha)	Polimerizada por luz	1 passo	1,6 – 1,8 Intermediário Forte	Não	
ibond® Universal	Kulzer (Hanau, Alemanha)	Polimerizada por luz	1 passo	1,6 – 1,8 Intermediário Forte	Não	
Ybond Universal®	Yller (Pelotas – RS, Brasil)	Polimerizada por luz	1 passo	Não disponível	Sim	
OptiBond™ Universal	Kerr (Orange, CA, USA)	Polimerizada por luz	1 passo	Não disponível	Não	
G-Premio Bond®	GC Corporation (Tóquio, Japão)	Polimerizada por luz	1 passo	1,5 Intermediário Forte	Não	

Fonte: Adaptação: (Sofan et al., 2017).



Figura 2. Apresentações comerciais dos SAU disponíveis no mercado.

4.1.2 Composição dos sistemas adesivos universais

Os adesivos universais apresentam composição similar àqueles, autocondicionantes, nos quais estão presentes monômeros funcionais que aderem quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita (BELTRAMI et al., 2016).

Dentre estes, existem os componentes ativos compostos por monômeros, o 10-MDP, no qual se encontra na composição da maioria dos adesivos universais (ARINELLI et al., 2016; GRÉGOIRE, SHARROCK, PRIGENT, 2016), Fenil-P, 4-META, além desses, compõem-se de iniciadores, copolímero Vitrebond, copolímero do ácido polialcenóico, HEMA, BisGMA, e componentes inativos, silano, água, etanol e acetona (CHAGAS, 2016), porém pode-se ter adição ou modificação de algum componente na formulação do adesivo a partir dos diferentes fabricantes.

A molécula 10-MDP é um monômero bifuncional com uma estrutura anfifílica, ou seja, com uma extremidade hidrofílica – sendo um grupo fosfato, que se liga quimicamente aos óxidos, tendo um potencial de adesão química ao cálcio da hidroxiapatita (CHAGAS, 2016; MARCHESI et al., 2014) zircônia e metais – (ALEX, 2015) e uma extremidade hidrofóbica – grupo vinilo, que se copolimeriza com monômeros de resina (CHAGAS, 2016; KIM J. et al., 2015; KIM R. et al., 2015), possibilitando o estabelecimento de uma ligação química com cimentos e materiais restauradores à base de metacrilato (ALEX, 2015; SEZINANDO, 2014) (figura 3).

A figura 4 mostra de forma esquemática a adesão da molécula 10-MDP à estrutura dentária, para a melhor compreensão.

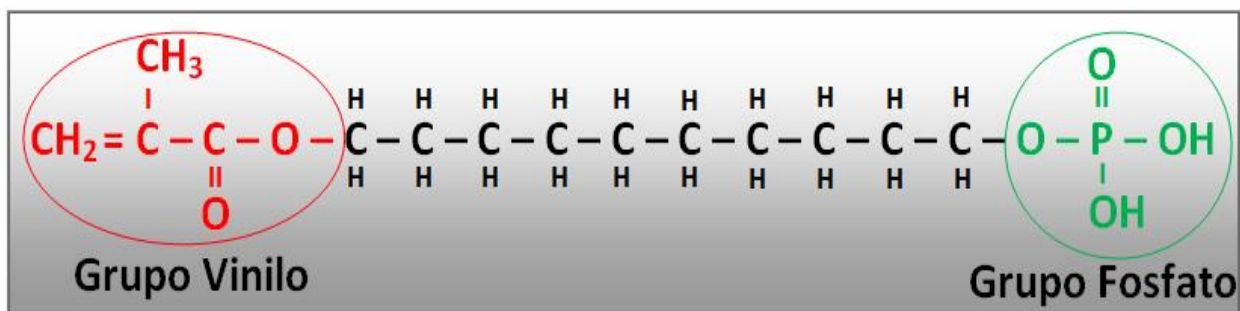


Figura 3. Fórmula da molécula de 10-MDP.

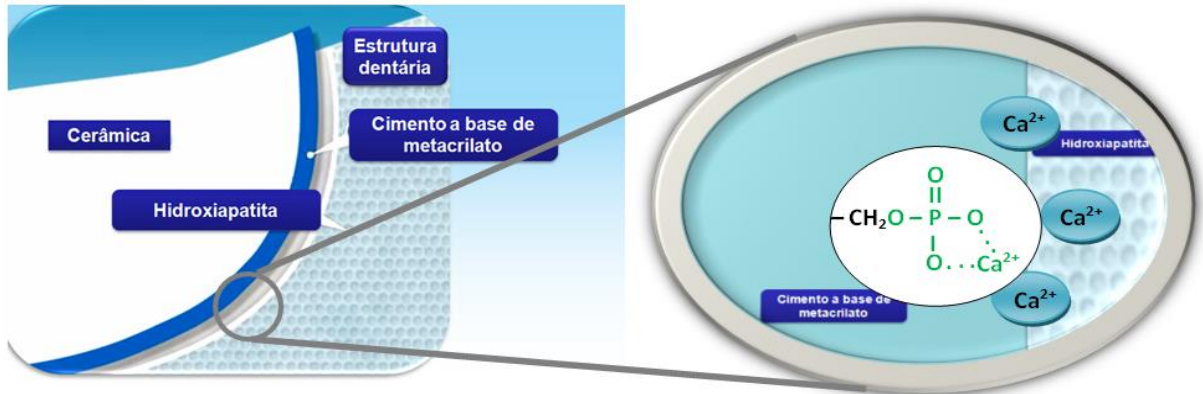


Figura 4. Esquema de ligação da molécula 10-MDP a hidroxiapatita. Grupo fosfato da molécula de 10-MDP ligando-se ao cálcio da hidroxiapatita da estrutura dentária. Fonte: Kuraray (2012).

O Fenil-P (Figura 5), é um monômero ácido fosfato e o 4-META (Figura 6), sendo um monômero do grupamento carboxílico, são grupos de monômeros funcionais, contidos na composição de adesivos autocondicionantes, que são capazes de se ligar ao cálcio e na hidroxiapatita (GIANNINI et al., 2015) da estrutura dental (principalmente da dentina), de forma bastante estável, formando uma ligação iônica (BARATIERI et al., 2015).

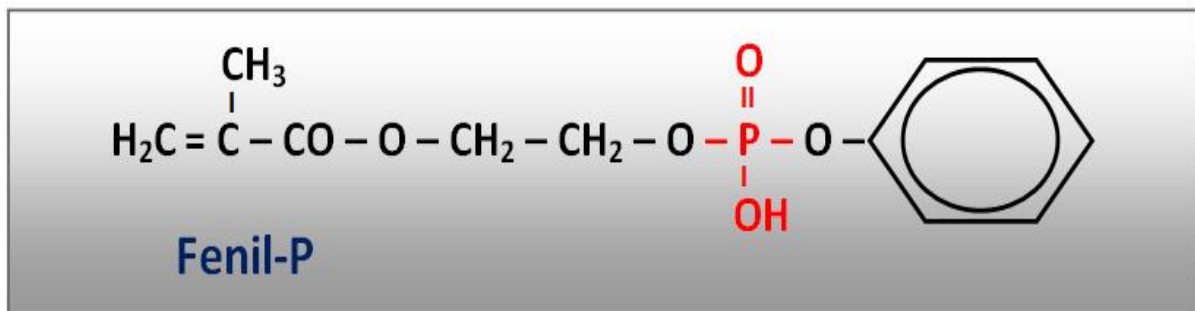


Figura 5. Fórmula do monômero funcional Fenil-P

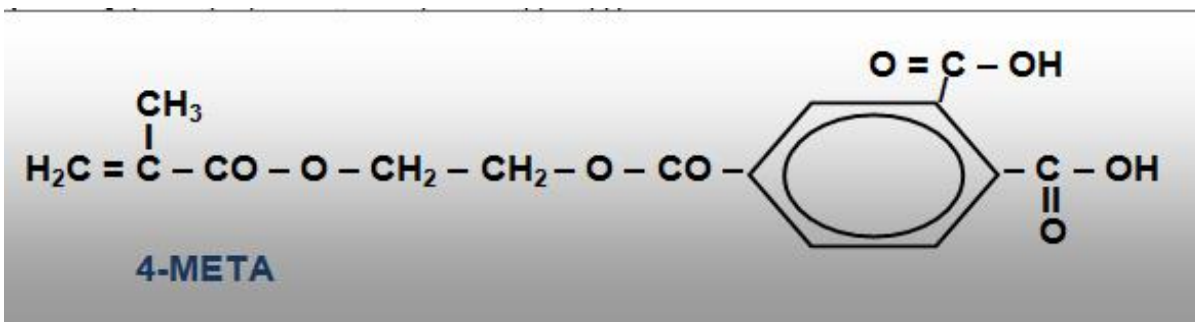


Figura 6. Fórmula do monômero funcional 4-META.

Graças aos monômeros funcionais, são possíveis ligações químicas entre o adesivo e o substrato dentário. Os grupos reativos adicionais nos ácidos monoméricos podem resultar no estabelecimento de ligações covalentes entre as

fibrilas de colágenos da dentina e os adesivos autocondicionantes (FONSECA, 2014).

Como o colágeno da dentina contém grupos reativos, tais como amino ou hidroxila, a reação em particular da dentina como exemplo, grupos aldeído ou anidrido pode estabelecer ligações covalentes com as fibrilas de colágeno. Em menor grau, as forças de ligações secundárias, tais como as forças de Van der Waals e dipolos induzidos, ou ainda forças de atração provocadas pela formação de pontes de hidrogênio ou transferência de carga, podem contribuir para a adesão. A associação entre retenções micromecânica e química, que agem sinergicamente, melhorando a performance da união, representa uma tendência dos sistemas adesivos mais modernos (FONSECA, 2014).

O BisGMA é uma molécula de dimetacrilato, originada a partir de uma resina epóxi (etilenoglicol de bisfenol A) e um metacrilato aromático, sendo um monômero hidrófobo (CHAGAS, 2016; COELHO et al., 2012) de alta viscosidade (CHAGAS, 2016).

O Copolímero Vitrebond (3M ESPE), é um copolímero de ácido polialquenóico onde fornece uma performance adesiva mais consistente à dentina sob vários níveis de umidade, contribuindo para valores de resistência de união mais elevados, pois o copolímero vitrebond liga-se quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita (CARDOSO et al., 2014) na região superficial da camada híbrida para proporcionar estabilidade hidrolítica para o sistema adesivo (GOMES, 2013). Este copolímero se liga ao cálcio da hidroxiapatita, além da ligação ao 10-MDP. Mais de 50% dos grupos carboxílicos no copolímero são capazes de se ligar à hidroxiapatita (TEKÇE et al., 2016). O copolímero vitrebond mantém a rede de colágeno hidratada mantendo o espaço interfibrilar e, com isso, a permeabilidade dos monômeros na superfície dentinária é aumentada (GOMES, 2013). Além disso, o copolímero vitrebond é capaz de dissipar as tensões na interface adesiva devido à sua interação química com os minerais de hidroxiapatita, garantindo um efeito de relaxamento de tensões (ALQAHTANI, 2015; CARDOSO et al. 2014; CHAGAS, 2016).

O HEMA é um monômero hidrofílico versátil de baixo peso molecular que é particularmente capaz de infiltrar e “molhar” os substratos de dentina. É extremamente solúvel em água, etanol e acetona e, portanto, fácil de incorporar em formulações adesivas. A hidrofília do HEMA o torna um excelente monômero promotor de adesão que demonstrou melhorar a força de adesão imediata dos

sistemas adesivos, aumentando a difusão do monômero na dentina e facilitando a formação da camada híbrida. O HEMA é frequentemente adicionado aos adesivos, não só para garantir uma boa umidificação, mas também devido à sua natureza semelhante ao solvente. Isso melhora a estabilidade e ajuda a manter monômeros hidrofóbicos e hidrofílicos em solução, minimizando a separação de fases na presença de água (adesivos sem HEMA podem ter problemas com a separação de fases) (ALEX, 2015).

A água incorporada na formulação dos sistemas adesivos universais (SAU) é necessária para a ionização dos monômeros funcionais, permitindo que eles desmineralizem a camada de *smear layer* (COSTA et al., 2017), podendo plastificar a rede de colágeno colapsada quando usado o modo autocondicionante, permitindo à re-expansão do colágeno seco e reabertura dos espaços interfibrilares para a infiltração de monômeros de resina (ARINELLI et al., 2016; PERDIGÃO; SEZINANDO; MONTEIRO, 2012) além de diminuir a viscosidade do adesivo (ARINELLI et al., 2016).

A adição de etanol ou acetona em formulações adesivas universais melhora o molhamento e a infiltração dos monômeros resinosos nos tecidos dentais e também ajuda na remoção de água e evaporação durante o passo de secagem ao ar (ALEX, 2015). O etanol e acetona são componentes que atuam como solventes dos SAU. O etanol é um solvente melhor que água para monômeros de resina, visto que promovem a infiltração destes nas fibras de colágeno, levando ao melhor desempenho de adesão (AHN et al. 2015). Esse fenômeno ocorre porque a umidade dos túbulos dentinários atrai o etanol, que leva a resina e em seguida evapora (SHAH et al., 2014). Os solventes são importantes para assegurar a difusão de monômeros na dentina desmineralizada. Após a difusão, os solventes devem ser eliminados do adesivo, caso contrário; o solvente restante no adesivo pode comprometer a polimerização devido à diluição de monômeros e pode resultar em vazios e aumentar a permeabilidade da camada adesiva (SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010).

O Silano é um componente que visa permitir que o adesivo una-se quimicamente à superfície das cerâmicas vítreas, sem a utilização de um *primer* de cerâmica separado (ALQAHTANI, 2015), com isso simplificando o protocolo de cimentação das cerâmicas vítreas (ARINELLI et al., 2016; PERDIGÃO, SWIFT, 2015), contudo teoricamente não necessitaria da aplicação da solução de silano

após o condicionamento da cerâmica vítrea com ácido fluorídrico (ARINELLI et al., 2016).

O quadro 4 mostra os principais componentes constituídos na formulação dos sistemas adesivos universais dependendo de cada fabricante.

Quadro 4. Principais componentes presentes nos adesivos universais dependendo do fabricante.

Principais componentes presentes nos adesivos universais	
Componente	Função
10-MDP, Fenil-P e 4-META	Potencializa a adesão química ao cálcio da hidroxiapatita e as fibras de colágeno, cimentos e materiais restauradores à base de metacrilato.
BisGMA	Aumenta a taxa de polimerização e asseguram a formação de uma rede polimérica, menos solúveis e com propriedades mecânicas superiores aos polímeros lineares.
Copolímero Vitrebond (3M ESPE)	Reidratação das fibras colágenas, permitindo então a formação da camada híbrida e liga-se quimicamente a hidroxiapatita do dente.
HEMA	Diminuição na viscosidade, aumenta a capacidade de impregnação do adesivo na superfície, e estabiliza as fibras colágenas e prevenindo o seu colapso.
Água	Ionização dos monômeros funcionais, reidratação dos colágenos colapsados e diminui a viscosidade do adesivo.
Etanol e/ou Acetona	Solvente que atua evaporando a umidade da dentina.
Silano	Proporciona com que o adesivo una-se quimicamente a superfície das cerâmicas vítreas.

Fonte: Próprios autores (2018).

4.1.3 Adesão em esmalte

A capacidade dos clínicos fazerem aderir materiais restauradores à estrutura do esmalte mudou drasticamente os conceitos de preparo cavitário, de prevenção a cárie e da odontologia estética (BARATIERI et al., 2015).

Uma vez que o esmalte é um substrato homogêneo, a adesão fundamenta-se no preparo mecânico e químico da superfície, o que a torna duradoura e confiável (OLIVEIRA et al., 2010).

A adesão ao esmalte é conseguida através do condicionamento com ácido fosfórico em concentrações que variam entre 30 a 37%, durante um tempo de aplicação de 30 segundos. Este procedimento aumenta as porosidades da superfície exposta mediante a desmineralização seletiva dos prismas de esmalte (OLIVEIRA et al., 2010), criando microporosidades com 5 a 50 μm de profundidade, aumentando a área de superfície (PENEQUE, 2014), na qual o sistema adesivo se infiltrará, sendo, em seguida, fotopolimerizado (OLIVEIRA et al., 2010).

A área microporosa faz com que infiltre monômeros resinosos e polimerize *in situ*, envolvendo os cristais de apatita e, assim, formando uma união micromecânica com o esmalte. Assim, dois tipos de prolongamentos resinosos são formados no esmalte condicionado: os *macros tags*, que circundam a periferia dos prismas de esmalte, e os *micros tags*, que resultam da infiltração e polimerização da resina no interior dos núcleos dos prismas de esmalte condicionado, sendo que os *micros tags* parecem ser as principais responsáveis pela retenção ao esmalte (PENEQUE, 2014) (figura 7).

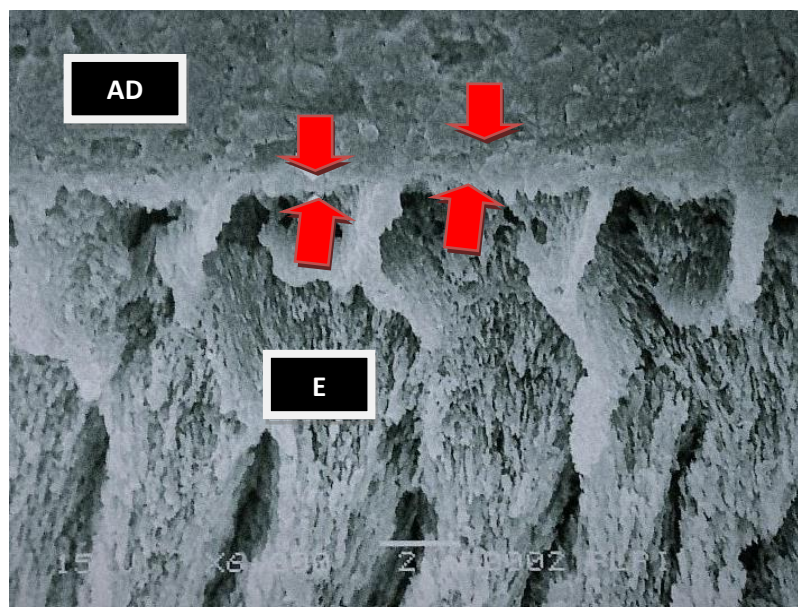


Figura 7. Fotografia em microscopia eletrônica de varredura mostrando a formação de micro *tags* resinosos (Setas) em esmalte intacto. AD: Adesivo; E: Esmalte. Fonte: Fonseca (2014).

A adesão ao esmalte condicionado com ácido fosfórico a 36,5 % é uma técnica comprovadamente eficaz, com sucesso clínico em longo prazo na prevenção de microinfiltração e na retenção dos materiais restauradores. Assim, a investigação e desenvolvimento de novos sistemas adesivos têm centrado esforços na superação das dificuldades de adesão à dentina (PENEQUE, 2014).

Contudo, o lançamento dos adesivos *self-etch* fez ressurgir a necessidade de analisar a adesão ao esmalte (COELHO et al., 2012), uma vez que a capacidade de condicionamento e criação de microporosidades na superfície do esmalte é menos previsível com estes sistemas adesivos autocondicionantes em comparação com a tradicional aplicação de ácido fosfórico (VAN MEERBEEK et al., 2011).

De fato, a utilização de adesivos autocondicionantes de acidez suave parece ser a abordagem mais promissora em termos de adesão à dentina. Não obstante, estes sistemas não se afiguram como a estratégia mais adequada para a obtenção da desejável retenção micromecânica em nível do esmalte (VAN MEERBEEK et al., 2011).

Respalhando esse fato, a literatura mostra que os adesivos autocondicionantes suaves e muitos suaves apresentam uma adesão ao esmalte insatisfatória. Tal fato parece contraditório, uma vez que o potencial de adesão química apresentado pelos monômeros funcionais à hidroxiapatita deveria também ser benéfico para uma efetiva adesão ao esmalte. Entretanto, a desmineralização do esmalte apresentada por estes sistemas adesivos é menor se comparada àquela obtida pelo condicionamento com ácido fosfórico (ARINELLI et al., 2016).

No tocante dos adesivos universais, eles parecem não condicionar apropriadamente o esmalte, uma vez que apresentam pH maior ou igual a 2 (suaves ou muito suaves), sendo menos agressivos do que o ácido fosfórico (GOES, SHINOHARA, FREITAS, 2014). Diante disso, a baixa força de adesão pode ser atribuída, principalmente, ao menor potencial destes materiais em formarem *tags* resinosos e embriarem micromecanicamente no substrato (ARINELLI et al., 2016). Esses adesivos apenas conseguem dissolver a dentina parcialmente, fazendo com que uma parte da hidroxiapatita fique intocável (ANJOS, 2014).

Nesse contexto, vários autores recomendam a associação do ácido fosfórico aos adesivos universais para facilitar a dissolução do esmalte e, conseqüentemente, aumentar a força de adesão a este substrato (PERDIGÃO et al., 2014; ROSA, PIVA,

SILVA, 2015), através da técnica do condicionamento ácido seletivo do esmalte para esses adesivos autocondicionantes (MC LEAN et al., 2015).

4.1.4 Adesão em dentina

O mecanismo de adesão dos sistemas adesivos em dentina, basicamente envolve a substituição de minerais removidos do tecido dentinário por monômeros resinosos, de tal forma que se torna um polímero interligado micromecanicamente ao substrato dentário (PASHLEY et al., 2011).

Este processo envolve duas fases, a primeira fase consiste na remoção do cálcio e criação de porosidades tanto em esmalte quanto em dentina; a segunda, denominada de formação de *tags* resinosos, que envolve a penetração e polimerização dos monômeros no interior das porosidades criadas (ARINELLI et al., 2016). É esta fina camada de monômeros resinosos infiltrados na dentina, que é chamada de camada híbrida (PENEQUE, 2014) (figura 8).

Contudo, a composição heterogênea da dentina torna-a um substrato particularmente difícil para união com um adesivo. Um segundo problema refere-se à pressão diferencial entre a polpa e o assoalho dentinário que promove um bombeamento do fluido para fora dos túbulos dentinários, ou seja, em direção a junção amelodentinária (JAD) de forma que não é possível criar uma superfície dentinária completamente seca (SOUZA, 2014).

Porém, a secagem vigorosa da dentina pode, provavelmente, resultar em dano irreversível da polpa vital e, por consequência, não é uma opção de se fazer (SOUZA, 2014).

De acordo com Noort (2010) os problemas com a adesão dentinária podem ser resumidos da seguinte maneira:

- A dentina é hidrofílica, enquanto que a maioria dos adesivos são hidrofóbicos.
- A dentina é um tecido vital.
- A dentina consiste tanto em material inorgânico como em orgânico.
- A dentina é coberta por uma camada de lama dentinária, chamada de *smear layer*.

Antigamente, considerava-se que o grande sucesso de uma boa adesão estava na profundidade da desmineralização da dentina, causado pelo condicionamento ácido, e na extensão de impregnação dos monômeros através

dessa zona de descalcificação (PASHLEY et al., 2011). Tal fato se dá na técnica de condicionamento total, onde a fase mineral da superfície dentinária e algumas proteínas não-colagenosas são solubilizadas, e partes das proteínas são removidas, expondo a rede colágena da matriz da dentina desmineralizada, ficando mais macia e elástica (GOMES, 2013).

Porém, a adesão à dentina permaneceu-se um desafio por muitos anos, pela natureza do substrato, muita controvérsia se seguiu sobre o uso de pré-tratamento na superfície dentinária com ácido fósfórico para aumentar a capacidade de ligação ao substrato dentinário (TSUJIMOTO et al., 2018).

Atualmente, sabe-se que apesar da fraca performance clínica dos adesivos autocondicionantes fortes em dentina, alguns autocondicionantes suaves e muito suaves apresentaram resultados satisfatórios, tais como os adesivos universais (ARINELLI et al., 2016; PERDIGÃO, SWIFT, 2015).

Como o pH da maioria dos adesivos universais é maior ou igual a 2, o bom desempenho dos adesivos autocondicionantes suaves e muito suaves pode pré dizer o sucesso clínico dos novos adesivos universais se utilizados no modo autocondicionante em dentina (ARINELLI et al., 2016; PERDIGÃO, SWIFT, 2015).

Diante do exposto, além do pH semelhante aos adesivos autocondicionantes suaves e muito suaves, os adesivos universais apresentam composição similar àqueles, nos quais estão presentes monômeros funcionais que aderem quimicamente ao cálcio da hidroxiapatita, sendo um dos principais fatores da adesão desses adesivos à dentina (ARINELLI et al., 2016).

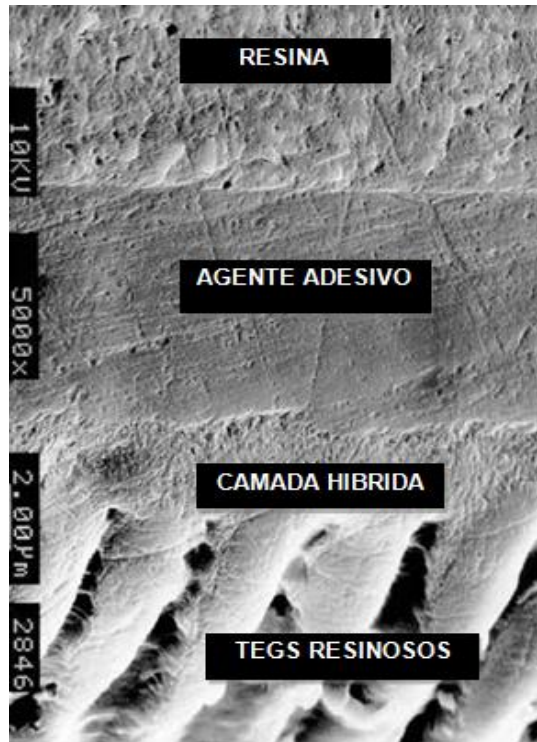


Figura 8. Fotomicrografia visualizando a camada híbrida e os *tags* de resina associados formando a base da interface adesiva. Fonte: Alex (2015).

4.2 PROTOCOLOS DOS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS

Na maioria dos casos, as situações restauradoras demandam de várias etapas clínicas, na primeira é realizada uma profilaxia, na próxima etapa, faz-se a seleção da técnica adesiva dos SAU, como sendo atualmente classificada, essa ficando a critério do profissional e qual situação se faz necessária, sendo essas por meio do protocolo autocondicionante (*self-etch*) ou passo único, protocolo condicionamento ácido seletivo (*selective enamel etching*) e protocolo condicionamento ácido total (*total-etch*) (MELO et al., 2018). Estes passos clínicos serão detalhados a seguir:

4.2.1 Profilaxia

Para o uso de qualquer tipo de sistema adesivo requisita-se que as superfícies a serem aderidas estejam limpas e secas. Isso é importante por várias razões. Uma superfície limpa e seca assegura que o adesivo tenha uma melhor

chance de criar uma adesão apropriada com o material sólido. A presença de impurezas (contaminantes) (SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010), como placa e detritos presentes da cavidade (SUTIL, SUSIN, 2017) dificultará a formação de uma adesão forte, já que o contaminante, por si só, estará unido fracamente ao sólido e impedirá a efetiva adesão do adesivo ao substrato (SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010).

De acordo com Baratieri et al. (2015) a primeira regra para se obter uma boa união é que as superfícies a serem aderidas devem estar livres de contaminantes. Se a superfície estiver contaminada por água ou saliva, uma boa adesão entre o compósito/adesivo e o esmalte não será obtida. Dessa forma, é preconizado o uso do isolamento absoluto, porém, nem sempre isso é possível. Em particular, a técnica adesiva não é aconselhável ser utilizada em pacientes mentalmente comprometidos, em crianças de difícil controle e em pacientes muito idosos devido à dificuldade de se realizar a técnica com isolamento absoluto.

Segundo Noort (2010), a limpeza do esmalte superficial é mais eficiente com uma pasta de pedra pomes e água, aplicada com escova rotatória em baixa rotação por 30 segundos, evitando-se uso de pastas profiláticas comerciais, pois elas podem conter alguns componentes, tais como óleos, que podem permanecer na superfície do esmalte. Uma vez que a superfície esteja limpa, ela deve ser completamente lavada e seca para remover todos os resíduos.

4.2.2 Protocolo Autocondicionante (*self-etch*)

Diferentemente dos sistemas convencionais, os sistemas adesivos autocondicionantes dispensam o condicionamento prévio da superfície dentária com ácido fosfórico, pois apresentam um *primer* contendo monômeros ácidos que removem ou modificam a *smear layer*, desmineralizando parcialmente a superfície dentária (YOSHIHARA et al., 2018) (figura 9 e figura 10).

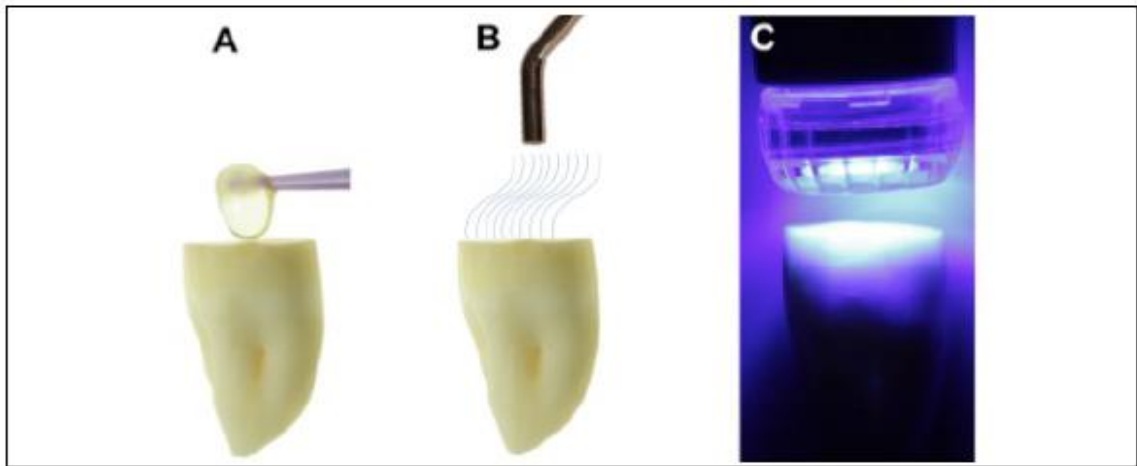


Figura 9. Passos da estratégia adesiva da técnica *self-etch* (dispensa a aplicação e a lavagem do ácido fosfórico). A) Aplicação do adesivo. B) Secagem para a evaporação do solvente. C) Fotoativação. Fonte: Pérez (2014).



Figura 10. Aplicação do adesivo universal no modo autocondicionante. Fonte: Von, Haller, Ulm (2017).

A eficácia de condicionamento dos adesivos autocondicionantes pode ser definida como a capacidade de produzir microretenção na superfície por desmineralização (YOSHIHARA et al., 2018).

De modo simultâneo, os monômeros resinosos penetram na rede de fibras de colágeno (quando em dentina) e nas microporosidades criadas no esmalte, hibridizando superficialmente os tecidos dentários (SILVA, LUND, 2016); atuam também infiltrando na *smear layer* e dissolvendo levemente a hidroxiapatita para

originar uma camada híbrida com resíduos de *smear layer* e minerais incorporados (BARATIERI et al., 2015).

De acordo com a sua acidez, estes adesivos podem ser classificados como fortes (pH <1), intermediários fortes (pH = 1 a 2), suaves (pH \cong 2) e ultra-leves (pH > 2,5) (Tabela 2) (CHOI et al., 2017; YOSHIHARA et al., 2018).

A acidez e a composição química dos adesivos estão fortemente relacionadas à sua profundidade de interação na dentina e, conseqüentemente, às características morfológicas das interfaces adesivas (CHOI et al., 2017; YOSHIHARA et al., 2018), (Tabela 2). São, por isso, os sistemas adesivos de eleição no tecido dentinário (BELTRAMI et al., 2016; COELHO et al., 2012).

Tabela 2. Classificação dos sistemas adesivos autocondicionantes quanto à profundidade de desmineralização.

pH do adesivo	Agressividade	Profundidade de desmineralização
<1	Forte (Agressivo)	Aproximadamente 4 μ m
1 a 2	Intermediários fortes (Agressividade moderada)	Entre 1 e 2 μ m
\cong 2	Suaves	Entre 0.5 e 1 μ m
> 2,5	Ultra-Suaves	Aproximadamente 300 nanômetros (0.3 μ m).

Fonte: Adaptação: (Revista FGM News, 2015).

➤ *Autocondicionantes de um passo/frasco único (Universal):*

Os SAU são adesivos de formato simplificado, em um único passo (COELHO et al., 2012), em que todos os componentes, tanto do *primer* ácido como do adesivo (monômeros ácidos, hidrófilos e hidrófobos, solventes e diluentes) são misturados em solução (SILVA, LUND, 2016) (figura 11). Dessa forma, requerem uma única etapa operatória em relação à hibridização dos tecidos duros do dente (VAN MEERBEEK et al., 2011).



Figura 11. Apresentação comercial dos sistemas adesivos universais. Adesivo em frasco único (com todos os componentes misturados), sendo *Primer ácido* + adesivo. Fonte: Silva, Lund (2016).

O formato de passo único representa uma solução atrativa para o clínico devido à redução do número e da complexidade dos passos operatórios requeridos quando comparados aos sistemas de múltiplos passos (ANUSAVICE, SHEN, RAWLS, 2013).

A grande vantagem dos adesivos autocondicionantes em relação aos convencionais é a eliminação da etapa de condicionamento prévio da superfície dentária, principalmente quanto aos cuidados de remover o excesso de umidade da dentina (SOFAN et al., 2017).

Por isso, esses adesivos são menos sensíveis tecnicamente, o que os torna vantajosos em determinadas situações, como no caso de uma restauração envolvendo esmalte e dentina, em que a ausência e a presença de umidade, respectivamente, não são mais necessárias a esses substratos (SILVA, LUND, 2016).

Por outro lado, a não lavagem do ácido, junto com a menor agressividade do *primer* autocondicionante, impede a total remoção da *smear layer*, tornando-a constituinte da camada híbrida. Além disso, a infiltração dos monômeros resinosos ocorre ao mesmo tempo em que a desmineralização provocada pelo *primer ácido*, e isso é responsável por criar uma camada híbrida mais homogênea se comparada com a hibridização da técnica convencional (SILVA, LUND, 2016).

Ademais, a espessura dessa camada é menor, pois os *primers* autocondicionantes são menos agressivos que o ácido fosfórico. Sabe-se que diferentes tipos e concentrações de monômeros ácidos alteram o pH do *primer*, que pode ser leve, moderado ou de forte acidez. Assim, a capacidade de remoção/modificação da *smear layer* e desmineralização do substrato dentário pode ocorrer em diferentes graus e padrões (SILVA, LUND, 2016).

Como diferenciação entre os sistemas adesivos universais, que são adesivos autocondicionantes de um único passo, com os autocondicionantes de 7ª geração, assim descritos no quadro 5, os autores relatam que os SAU são adesivos que possuem uma versatilidade mais ampla em relação aos adesivos autocondicionantes de 7ª geração, podendo o operador escolher a estratégia de uso (autocondicionante, condicionamento ácido seletivo em esmalte e condicionamento ácido total em esmalte e dentina) (GIANNINI et al., 2015), além do mais, os SAU contêm componentes como o silano na composição para permitir que o adesivo una-se quimicamente a superfície das cerâmicas vítreas, sem a utilização de um *primer* de cerâmica separado, simplificando ainda mais os procedimentos (ALQAHTANI, 2015). Ademais, os SAU possuem interação micromecânica e química (graças aos monômeros funcionais presentes no adesivo) (COSTA et al., 2017; YOSHIHARA et al., 2010).

Para se ter um melhor entendimento, o protocolo clínico dos adesivos autocondicionantes está escrito na tabela 3.

Quadro 5. Diferença entre os adesivos universais e adesivos autocondicionantes de 7ª geração.

Adesivos Universais	Adesivos Autocondicionantes (7ª geração)
✓ Passo único.	✓ Passo único.
✓ Proporciona ao operador escolher qual o modo de uso a ser utilizado.	✓ Não proporciona ao operador escolher qual o modo de uso a ser utilizado. Não indica o condicionamento ácido na estrutura dentária*.
✓ Possui uma composição química mais elaborada.	✓ Possui uma composição química menos elaborada em relação ao SAU.
✓ Possui silano na composição (teoricamente não precisando fazer seu uso isolado).	✓ Não possui silano na composição.

✓ Proporciona uma adesão micromecânica e química.	✓ Proporciona uma adesão química.
* Obs: As grandes maiorias dos adesivos autocondicionantes não indicam, de acordo com seu fabricante, o condicionamento ácido na estrutura dentária, entretanto, alguns adesivos autocondicionantes de 7ª geração (frasco único/ passo único) indicam o condicionamento ácido seletivo em esmalte, tais como: G-Bond™ (GC América), Clearfil™ S ³ Bond Plus (Kuraray).	

Fonte: Próprios autores (2018).

4.2.3 Protocolo Condicionamento ácido seletivo em esmalte (*selective enamel etching*)

Os adesivos autocondicionantes apresentam um baixo padrão de condicionamento do esmalte, ocasionando menores valores de adesão ao esmalte e, conseqüentemente, um maior percentual de descoloração marginal nas margens de esmalte em estudos clínicos. Para superar essa limitação, é indicada a realização do procedimento de condicionamento ácido seletivo do esmalte previamente à utilização dos sistemas autocondicionantes (KOSE et al., 2013).

A técnica de condicionamento seletivo em esmalte, que consiste na aplicação de ácido fosfórico apenas sobre o esmalte dental (figura 12 e figura 13), promovendo a desmineralização seletiva dos prismas de esmalte (LOGUERCIO et al, 2015; PERDIGÃO et al., 2014; SOARES, 2014), criando microporosidades, aumentando a área de superfície disponível para a adesão e, conseqüentemente, viabilizando melhor difusão e penetração dos agentes adesivos neste substrato (figura 14) (MENA-SERRANO et al., 2013; FARIAS, 2014).

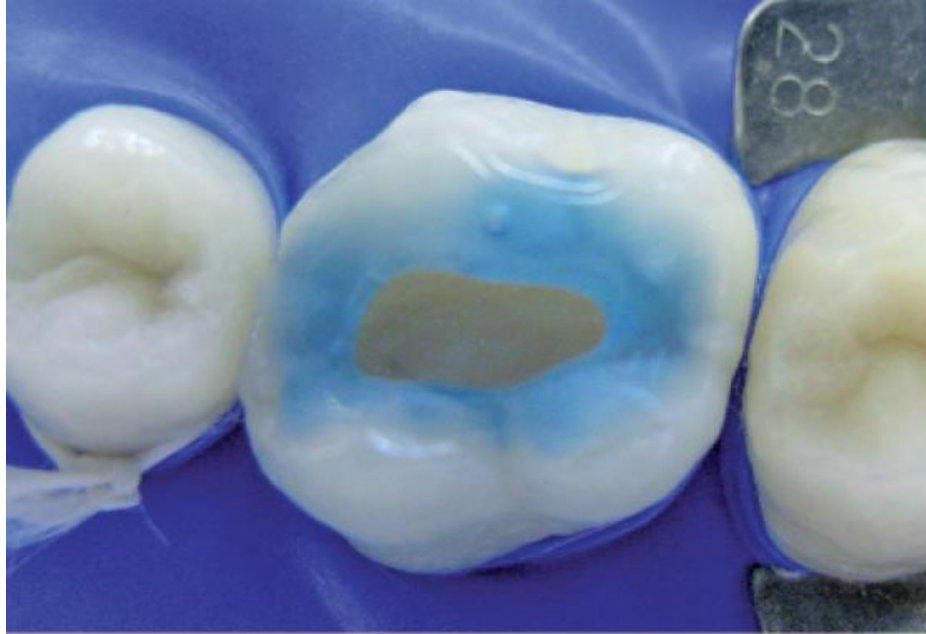


Figura 12. Condicionamento seletivo em esmalte na face oclusal de dente posterior com ácido fosfórico a 37% Fonte: Silva, Lund (2016).

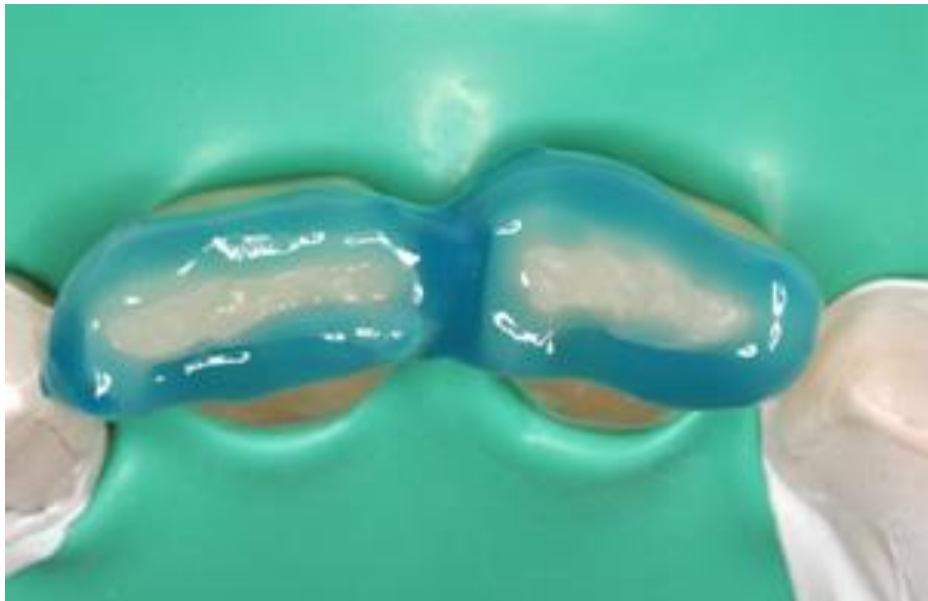


Figura 13. Condicionamento seletivo em esmalte na face incisal de dente anterior com ácido fosfórico a 37% Fonte: 3M Espe (2018).

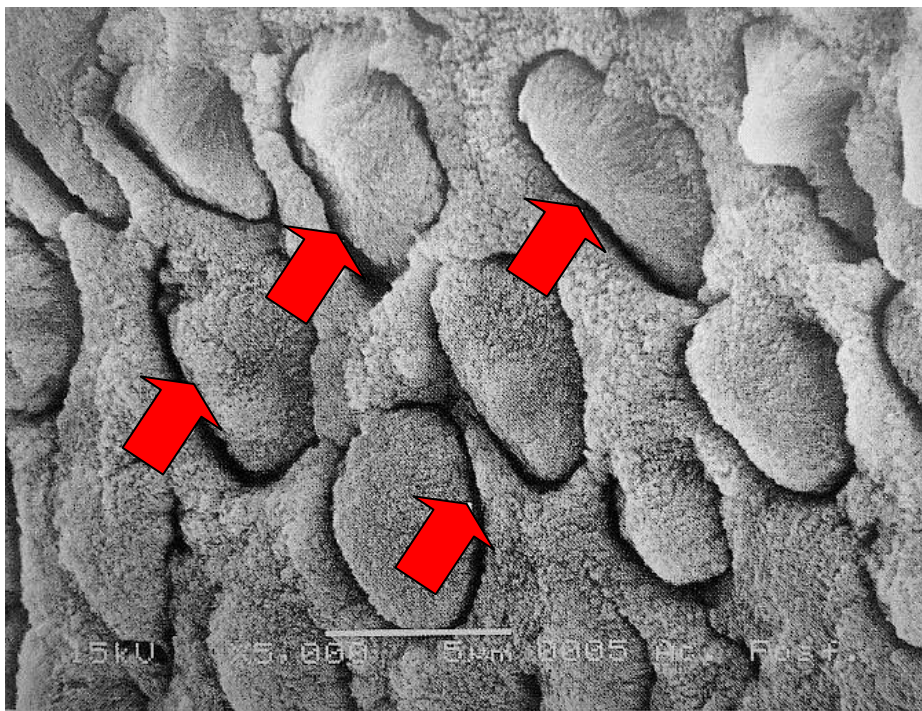


Figura 14. Fotografia de microscopia de varredura mostrando o esmalte condicionado com ácido fosfórico. Microporosidades são produzidas em toda a superfície, com dissolução preferencial da periferia dos prismas de esmalte (setas). Fonte: Fonseca (2014).

Com esse pensamento verifica-se que a efetividade dos monômeros acídicos no esmalte, presentes nos autocondicionantes, quando comparada com a do condicionamento com ácido fosfórico, é inferior, resultando numa fraca resistência adesiva ao esmalte (TAKAMIZAWA et al., 2015). Para ultrapassar este problema, se deve pré-condicionar o esmalte seguido de lavagem antes da aplicação do adesivo autocondicionante no esmalte e na dentina (BELTRAMI et al., 2016). Essa técnica tendo sido recomendada por alguns autores e até mesmo pelos próprios fabricantes (LOGUERCIO et al., 2015; PERDIGÃO et al., 2014; SOARES, 2014).

A técnica explanada acarreta vantagens uma vez que combina a utilização de um sistema adesivo simplificado (*self-etch* de um passo) tanto na dentina como no esmalte, após condicionamento seletivo ao esmalte com ácido fosfórico (técnica *etch-and-rinse* ao esmalte) (SEZINANDO et al., 2015).

A única desvantagem desta técnica seletiva ao esmalte é o condicionamento involuntário da dentina (PERDIGÃO & TAY, 2014), ou seja, há o risco de haver contaminação da dentina com o ácido fosfórico e, neste caso, o adesivo autocondicionante seria utilizado em dentina já condicionada, o que diminuiria a

qualidade da hibridização (LOPES, et al., 2016) situação esta que poderá causar uma diminuição das forças adesivas (PERDIGÃO & TAY, 2014).

Quando se trata de aderir a ambos os substratos, a técnica do condicionamento seletivo ao esmalte seguida da aplicação de um adesivo *self-etch*, tanto ao esmalte (condicionado) como à dentina (não condicionada), é considerada a melhor opção no que respeita à eficácia e à durabilidade adesivas ao substrato dentário, uma vez que a profundidade de desmineralização do esmalte através da aplicação de sistemas adesivos *self-etch* é, geralmente, inferior à conseguida através do condicionamento prévio com ácido fosfórico (CARDOSO et al., 2011; PERDIGÃO et al., 2014; ROSA et al., 2015; TAKAMIZAWA et al., 2015; VAN MEERBEEK et al., 2011).

O protocolo clínico do condicionamento ácido seletivo está descrito na tabela 3 e representado esquematicamente na figura 15, para se ter um melhor entendimento.

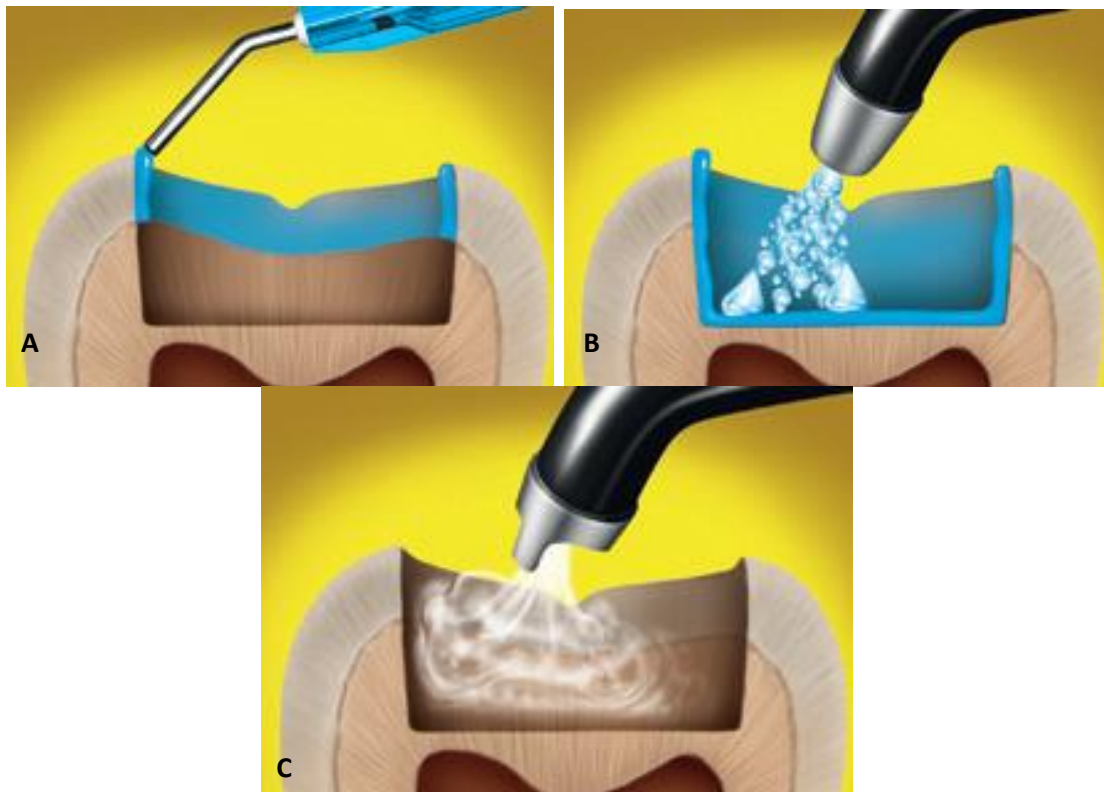


Figura 15. Condicionamento ácido seletivo. A) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 segundos. B) Lavagem com água por 60 segundos. C) Secagem até a total evaporação da água. Fonte: Kulzer (2018).

4.2.4 Protocolo condicionamento ácido total (*total-etch*)

Uma técnica bastante difundida na literatura é o condicionamento ácido total, ou seja, o uso do agente condicionador em esmalte e dentina com um agente condicionante de ácido fosfórico com concentrações entre 30 a 37% (OLIVEIRA et al., 2010).

Nesta técnica condicionadora dos substratos dentais, o tempo de aplicação do ácido fosfórico ficou estabelecido em 30 segundos para o condicionamento do esmalte (ANDRADE et al., 2016; SOARES, 2015; SOFAN et al., 2017) e 15 segundos na dentina (ANUSAVICE et al., 2013), não podendo exceder-se superior a este tempo, porque o tempo prolongado de aplicação do ácido pode levar à modificação estrutural do colágeno exposto, abertura excessiva dos túbulos dentinários, aumentando significativamente a permeabilidade dentinária, e o fluxo de fluido pulpar, dificultando assim a adesão (Figura 16, Figura 17 e Figura 18) (MIYAZAKI et al., 2014; STROBEL, HELLWIG, 2015).

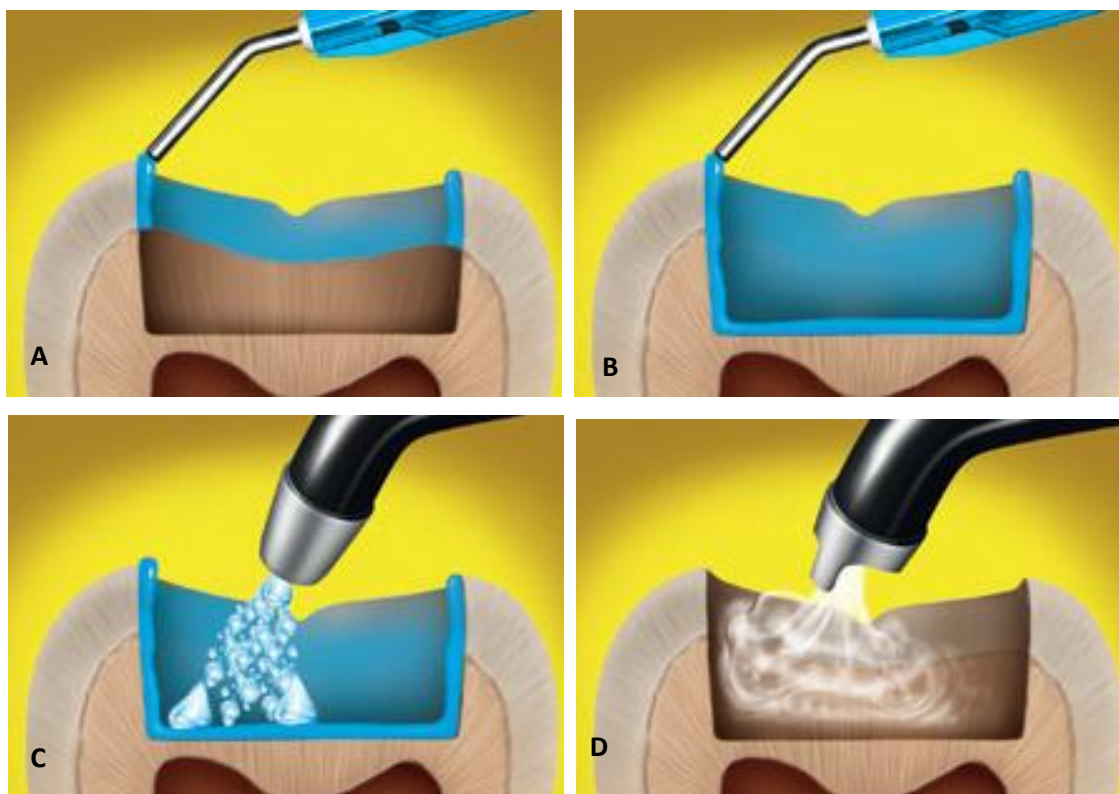


Figura 16. Condicionamento ácido total. A) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 30 segundos em esmalte. B) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos em dentina. C) Lavagem com água por 60 segundos. D) Secagem até a total evaporação da água. Fonte: Kulzer (2018).

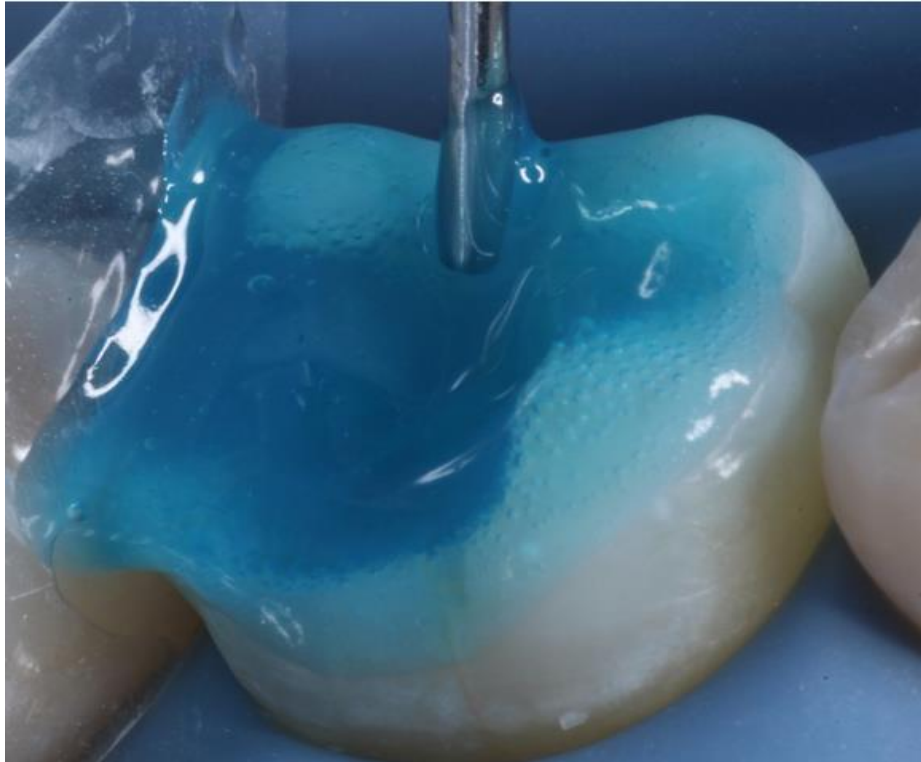


Figura 17. Condicionamento ácido total na face oclusal em dente posterior.
Fonte: FGM Produtos Odontológicos (2018).

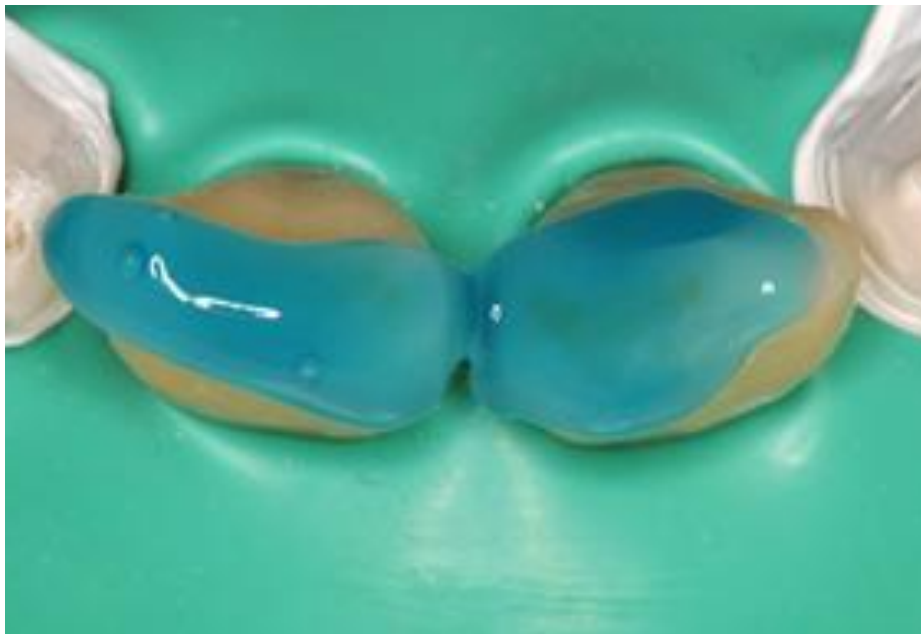


Figura 18. Condicionamento ácido total na face incisal em dente anterior.
Fonte: 3M Espe (2018).

Tabela 3: Protocolo clínico do condicionamento ácido total, condicionamento ácido seletivo e autocondicionante.

Protocolo clínico	
Condicionamento ácido total	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação do ácido fosfórico a 37% primeiramente em esmalte por 15 segundos, estendendo para a dentina por mais 15 segundos; 2. Após a aplicação por 30 segundos em esmalte e 15 em dentina; 3. Lavagem por 60 segundos; 4. Secagem com jato de ar indireto por 5 segundos, mantendo a cavidade em dentina com aspecto brilhoso.
Condicionamento ácido seletivo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicação de ácido fosfórico a 37% através da seringa do produto, apenas em esmalte por 30 segundos; 2. Lavagem abundante com água por 60 segundos; 3. Secagem até a total evaporação da água da superfície da cavidade.
Autocondicionante (Universal)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionamento, <i>primer</i> e adesivo (aplicar 1 a 5 camadas sem enxágue); 2. Secar com leve jato de ar; 3. Fotoativar.

Fonte: Adaptação: (Lopes et al., 2016 e Anusavice et al., 2013).

4.3 VANTAGENS, DESVANTAGENS E INDICAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS

Como qualquer outro material dentinário, os SAU são tipos de materiais que apresenta suas limitações, vantagens e indicações diante da prática clínica diária (SOFAN et al., 2017) (Quadro 6).

Algumas desvantagens podem ser listadas para esses materiais, principalmente quando usados de modo autocondicionante para dentina e esmalte, tendo uma incapacidade de condicionar o esmalte na mesma profundidade que o ácido fosfórico, o que provavelmente é responsável pelas maiores taxas de

insucesso nas margens do esmalte devido a sua menor acidez (SOFAN et al., 2017).

Assim, o desempenho em longo prazo de adesivos, principalmente de uma única etapa, é inferior em termos de durabilidade de ligação (DE MUNCK et al., 2012), principalmente em esmalte, em particular quando comparado com a abordagem dos sistemas adesivos convencionais de três etapas, o padrão ouro (SOFAN et al., 2017).

Outra possível desvantagem seria a incompatibilidade química com de sistemas adesivos autocondicionantes de uma etapa com de cimentos resinosos dual (dupla polimerização) ou quimicamente ativados (MAZIOLI et al., 2017).

Porém, pela grande versatilidade dos adesivos universais, medidas foram feitas para superar a fraqueza de união, principalmente os adesivos de uma única etapa. Foram desenvolvidos vários modos de usos dos adesivos universais, sendo uma grande vantagem do produto, permitindo que o clínico escolha o melhor modo de uso, seja ele por modo condicionamento ácido total ou condicionamento ácido seletivo, para se conseguir uma ligação durável para o esmalte dentário (SOFAN et al., 2017).

Além da possível vantagem do operador escolher qual o protocolo mais propício para o determinado procedimento, o adesivo universal também tem como forma vantajosa em proporcionar uma desmineralização e infiltração monomérica simultânea, terem bons resultados de resistência de união à dentina e dispensa a etapa de lavagem da cavidade (SILVA, LUND, 2016).

Essa classe de materiais podem ser indicados para o uso em diversos procedimentos restauradores, sejam eles diretos ou indiretos (ALEX, 2015; SOFAN et al., 2017). Diretamente, podem ser usados na adesão de restaurações à base de metacrilato, materiais selantes à dentina, esmalte, ionômero de vidro (SOARES, 2015) e compósitos (SOFAN et al., 2017).

Além disto, outros componentes incorporados nestes adesivos permitem que a aplicação de *primers* acessórios seja desnecessária para a adesão a substratos indiretos, incluindo metais, cerâmicas vítreas à base de sílica, zircônia, alumina ou dissilicato de lítio (ALEX, 2015; CHEN et al., 2015; SOARES, 2015; SOFAN et al., 2017), sendo também uma grande vantagem desse material.

Quadro 6. Principais vantagens, desvantagens e indicações dos sistemas adesivos universais.

Vantagens	Desvantagens	Indicações
Proporciona a escolha do protocolo de condicionamento.	Não condiciona o esmalte na mesma profundidade que o ácido fosfórico 37%.	Procedimentos restauradores diretos e indiretos.
Alguns apresentam silano, dispensando-se aplicação de silano após o condicionamento da cerâmica vítrea.	Incompatibilidade com cimentos resinosos dual ou quimicamente ativados*.	Adesão de restaurações à base de metacrilato, selantes, ionômero de vidro e compósitos.
Otimiza o tempo clínico.	Baixa resistência de união em esmalte.	Adesão de cerâmicas como: zircônia, alumina, dissilicato de lítio e cerâmicas vítrias à base de sílica.
Baixa sensibilidade técnica.	Podem resultar na degradação da interface dentina-resina por hidrólise.	Adesão de metais nobres não preciosos.
Menor sensibilidade pós-operatória.	Comportam-se como membranas permeáveis após a polimerização, possibilitando passagem de fluidos na camada adesiva.	-----
-----	Resultam na formação de vesículas de água na superfície, comprometendo a durabilidade da adesão no esmalte.	-----
-----	Água presente nos adesivos de uma etapa pode ficar encapsulada nos mesmos quando não é evaporada, podendo resultar em nanoinfiltração.	-----

* Irá depender do fabricante, pois existe cimento resinoso dual que há compatibilidade com o adesivo universal da própria marca.

- O adesivo universal OptiBond™ Universal (Kerr) é compatível com o cimento resinoso dual NX3 ou Maxcem Elite™ (Kerr); o Scotchbond Universal Adhesive™ (3M ESPE) é compatível com o cimento resinoso dual RelyX™ Ultimate (3M ESPE); o Clearfil™ Universal Bonde o Clearfil™ Universal Bond Quick (Kuraray) é compatível com o cimento resinoso dual PANA VIA™ SA Cement Plus ou CLEARFIL™ DC Core Plus (Kuraray).

Fonte: Próprios autores (2018).

5 DISCUSSÃO

O anseio por um sorriso estético e harmônico eleva o nível de exigência dos pacientes, uma vez que se torna fator de relevância para sua aceitação na sociedade e autoestima. Isso atualmente é capaz graças à odontologia adesiva (GAYATÁ et al., 2017).

Segundo Saviczki et al. (2017), o surgimento dos sistemas adesivos fez com que o sucesso clínico de uma restauração dependesse do selamento marginal entre as margens do material restaurador e da cavidade. Assim, um sistema adesivo que proporcione boa resistência adesiva e longevidade clínica é essencial para o sucesso e longevidade das restaurações estéticas diretas em resina composta.

Diante da demanda induzida por procedimentos adesivos, levou-se rapidamente ao desenvolvimento de adesivos autocondicionantes que seguem uma tendência de simplificação (JAYASHEEL et al., 2017).

Recentemente, uma nova versão de sistemas adesivos de único frasco, chamados de adesivos universais ou multimodo, foi introduzida no mercado. Esses adesivos são considerados a última geração de sistemas adesivos e podem ser usados como uma estratégia de condicionamento ácido total, autocondicionante ou condicionamento ácido seletivo em esmalte (CHOI et al., 2017).

De acordo com Choi et al. (2017), são adesivos dentinários que contêm monômeros funcionais ou outros monômeros organofosfatos, tendo a capacidade de se ligar quimicamente a substratos diretos e indiretos, como zircônia, cerâmica vítrea, metal e resina composta, sem o uso de um adicional *primer*, e tecido dentinário, tal propriedades existentes nos novos adesivos universais.

No tocante a classificação, os sistemas adesivos dentários podem ser classificados em duas categorias principais de acordo com sua estratégia de adesão: sistemas convencionais e autocondicionantes (CHOI et al., 2017; JAYASHEEL et al., 2017). Dúvidas quanto ao protocolo de utilização para cada sistema são comuns frente à enorme quantidade de marcas e de produtos de sistemas adesivos disponíveis no mercado (SAVICZKI et al., 2017).

Inferimos que, para uma melhor compreensão, deve-se ter em mente que todos os SAU são autocondicionantes, entretanto, nem todos os adesivos autocondicionantes são universais.

No que se refere ao modo de uso autocondicionante, dos SAU, e sua efetividade de união ao substrato dentinário, Lopes (b) et al. (2016) em seu estudo, através um ensaio clínico randomizado duplo-cego, avaliou o desempenho clínico de seis meses do adesivo universal (Xeno Select[®], Dentsply) em lesões cervicais não cariosas, na qual foram realizadas 124 restaurações. Após 6 meses de avaliação, 15 restaurações foram perdidas, sendo 6 para o grupo autocondicionante, 5 para o grupo do condicionamento ácido seletivo e 4 para o grupo do condicionamento ácido prévio em dentina seca e úmida. Os autores afirmaram que, apesar de ser indicado como universal (Xeno Select[®], Dentsply) não deveria ser aplicado apenas no modo de uso autocondicionante, pela maioria do fracasso das restaurações serem através desse modo de uso. Porém, os referidos autores ressaltam que outros estudos, principalmente clínicos, devem ser realizados para confirmar os resultados encontrados neste estudo clínico mencionado.

Não obstante, no estudo de Manfroi et al. (2016), onde avaliaram a resistência de união do Scotchbond Universal Adhesive[™] em dentina, através de testes de microtração (μ TBS), constatou-se que houve uma grande estabilidade de união no modo autocondicionante em dentina. Resultados comparáveis foram encontrados no estudo de Sai et al. (2016), em que avaliaram a resistência de união por testes de cisalhamento (SBS) de três SAU: G-Premio Bond[®], o Scotchbond Universal Adhesive[™] e o All Bond Universal[™], onde indicaram que a durabilidade da ligação dentinária dos adesivos analisados, no modo autocondicionante em dentina, é suficiente para o uso clínico.

Justifica-se, pois estes adesivos contêm monômeros funcionais, entre eles o 10-MDP, que tem a capacidade de se ligar quimicamente à hidroxiapatita presente na dentina. No modo autocondicionante, a hidroxiapatita residual que permanece ao redor das fibrilas de colágeno interage com o monômero de 10-MDP, melhorando a ligação (MANFROI et al., 2016).

Além disso, a ligação do 10-MDP ao cálcio cria um sal (10-MDP-Ca) que protege a interface adesiva contra a hidrólise, porque é um sal hidroliticamente estável. Portanto, a presença de 10-MDP e a formação de uma camada híbrida contendo menos fibrilas de colágeno que foram expostas à degradação podem ter contribuído para uma interface mais estável (MANFROI et al., 2016).

Em contrapartida, vários estudos ressaltam no que concerne à ineficiência de adesão dos SAU, no modo de uso autocondicionante, em esmalte dentário, assim como mostrado na tabela 4.

Tabela 4: Revisão literária mostrando a baixa adesão de SAU no modo autocondicionante em esmalte dentário.

Autores/Ano	SUZUKI et al. (2016)	IMAI et al. (2017)	SUZUKI et al. (2018)	OZ & KUTUK (2018)
País do estudo	Japão	Japão	Japão	Turquia
Metodologia	SBS*	SBS*	SBS*	SBS*
Modo de uso (substrato)	AU**(esmalte)	AU** (esmalte)	AU** (esmalte)	AU** (esmalte)
Adesivos universais usados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Scotchbond Universal™ (3M ESPE); 2. Prime & Bond Elect® (Dentsply); 3. All-Bond Universal™ (BISCO). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Scotchbond Universal™ (3M ESPE); 2. G-Premio Bond® (GC Corporation); 3. All-Bond Universal™ (BISCO). 4. AdheSE® Universal (Ivoclar Vivadent) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Scotchbond Universal™ (3M ESPE); 2. G-Premio Bond® (GC Corporation); 3. All-Bond Universal™ (BISCO). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Scotchbond Universal™ (3M ESPE); 2. Gluma® Bond Universal (Kulzer)
Resultados	Resultados encontrados mostraram que os SAU estudados mostraram baixas resistências de união em esmalte dentário quando usado no modo autocondicionante.	Os valores de resistência de união em esmalte dos SAU utilizados foram menores quando usados no modo autocondicionante.	A resistência de união dos SAU em esmalte foi significativamente menor, quando usados no modo autocondicionante.	A resistência de união dos SAU em esmalte, usados no modo autocondicionante, mostrou-se valores significativamente mais baixos aos testes de SBS.

SBS*: Cisalhamento

AU**: Autocondicionante

Portanto, inferimos que o modo de uso autocondicionante quando usado em esmalte dentário obtém baixas resistências de união, assim como mostrados nos estudos. Isso ocorre porque o adesivo autocondicionante tem um elevado pH ácido, e conseqüentemente um menor poder de dissolução em esmalte dentário, para a promoção de *tags* resinosos. Usualmente, sistemas adesivos autocondicionantes não fornecem uma desmineralização seletiva do esmalte similar àquela com ácido fosfórico a 35% (COSTA et al., 2017).

Ainda mais, de acordo com Baratieri et al. (2015), adesivos autocondicionantes de uma etapa resultam na formação de vesículas de água na superfície, o que pode comprometer a durabilidade e adesão no esmalte.

Em relação ao protocolo de condicionamento seletivo em esmalte, em um estudo realizado por Perdigão et al. (2014), o condicionamento seletivo do esmalte quando comparado com o modo autocondicionante resultou numa melhoria na integridade marginal do esmalte em 18 meses com o uso do adesivo universal (Scotchbond Universal Adhesive™, 3M ESPE).

No estudo de Goracci et al. (2013), também afirmaram a eficácia do esmalte condicionado seletivamente na resistência de união usando o adesivo universal G-aenial™ Bond, uma vez que aumentou significativamente a força de união ao esmalte, sem afetar negativamente a adesão à dentina. Não obstante, Perdigão, Sezinando, Monteiro (2012) ressaltaram que, clinicamente, é difícil aplicar o ácido fosfórico no esmalte sem transportar para a dentina, o que diminuiria a qualidade da hibridização.

Alguns estudos afirmam o aumento da resistência de união dos SAU em esmalte dentário previamente feito o condicionamento ácido seletivo, assim esquematizado na tabela 5.

Tabela 5. Revisão literária salientando aumento da resistência de união dos SAU em esmalte dentário previamente feito o condicionamento ácido seletivo.

Autores/Ano	HANABUSA et al. (2012)	GOES, SHINOHARA, FREITAS (2014)	NAGURA et al. (2018)
País do estudo	Bélgica	Brasil	Japão
Metodologia	μ TBS*	μ TBS*	SBS**
Modo de uso	Condicionamento ácido seletivo em esmalte	Condicionamento ácido seletivo em esmalte	Condicionamento ácido seletivo em esmalte
Adesivos universais usados	1. G-aenial™ Bond	1. Scotchbond Universal Adhesive™	1. Scotchbond Universal Adhesive™ 2. Adhese® Universal 3. All-Bond Universal™ 4. Clearfil™ Universal Bond quick 5. G-Premio Bond®
Nº de dentes	25	30	450
Resultados	O condicionamento ácido seletivo com ácido fosfórico aumentou significativamente a eficácia da ligação do SAU ao esmalte.	Observou-se que a força de adesão ao esmalte do sistema adesivo universal aumentou de 27,4 MPa para 33,6 MPa quando o esmalte foi previamente condicionado com ácido fosfórico. Esses valores de adesão garantem retenção duradoura da restauração.	A força de adesão ao esmalte dos SAU utilizados previamente feito o condicionamento ácido seletivo foi maior, assim como também sua durabilidade de retenção.

μ TBS*: Microtração

SBS**: Cisalhamento

As vantagens do condicionamento seletivo, com ácido fosfórico, que irá promover uma desmineralização seletiva dos prismas de esmalte, fornecendo o aumento da área e energia de superfície, se sobressaem frente à técnica apenas autocondicionante, melhorando sua adesão (LOGUERCIO et al., 2015).

Teoricamente, o ácido fosfórico cria mais porosidades na superfície do esmalte, aumentando tanto a área de adesão quanto a molhabilidade do substrato, permitindo assim que o adesivo penetre melhor no esmalte (GOES, SHINOHARA, FREITAS, 2014).

Uma das principais desvantagens da aplicação de adesivos autocondicionantes ao esmalte é sua incapacidade de desmineralizar o esmalte na mesma profundidade que o ácido fosfórico. Essa técnica é frequentemente recomendada por autores e até mesmo pelos próprios fabricantes quando se usa SAU (SOFAN et al., 2017).

Baratieri et al. (2015) também afirma que, se biselarmos o esmalte ou criarmos rugosidades em sua superfície, automaticamente estamos removendo a camada de esmalte aprismático, o que melhora significativamente a adesão de adesivos autocondicionantes.

Em relação ao modo de condicionamento ácido total (dentina e esmalte) usado previamente ao uso dos adesivos universais, Lopes et al. (2016), em seu estudo constataram que condicionamento ácido total aplicado, usando o adesivo universal (Xeno Select[®], Dentsply) deve-se dar preferência, pelas maiores taxas de sucesso clínico. Esse fato é congruente ao estudo de Alqahtani (2015), no qual também suporta a aplicação de ácido fosfórico na dentina previamente à aplicação do adesivo autocondicionante de uma etapa, Scotchbond Universal Adhesive[™] (3M ESPE), devido a melhorias significativas na resistência de união.

No quesito entre a comparação do modo de uso autocondicionante e condicionamento ácido total, Jayasheel et al. (2017), através de avaliação da resistência ao cisalhamento, analisando a união dos adesivos universais Tetric N[®]-Bond Universal e Scotchbond Universal Adhesive[™], em seus resultados mostraram que a união dos adesivos em ambos os modos de uso foram eficazes. Resultados congruentes com o estudo de Wagner et al. (2014), onde estudaram a performance dos adesivos universais (Futurabond U[®], Scotchbond Universal Adhesive[™] e All-Bond Universal[™]) aplicados em dois diferentes modos de condicionamento (autocondicionante ou condicionamento ácido total), por meios de teste de

microtração, no qual resultou que os valores similares de força de adesão foram observados para ambos os adesivos, independentemente do modo de aplicação, tornando-os confiáveis para trabalhar sob diferentes condições clínicas.

Em avaliação comparativa entre os SAU contendo o monômero funcional 10-MDP e não contendo o 10-MDP na composição, um estudo realizado com adesivos universais (All-Bond UniversalTM, ClearfilTM Universal Bond e Scotchbond Universal AdhesiveTM) demonstrou que mesmo contendo o 10-MDP não apresentaram melhores desempenhos do que os adesivos universais livres de 10-MDP (Futurabond U[®] e Prime & Bond Elect[®]) (ZHANG et al., 2016). A inclusão do 10-MDP em um adesivo utilizado na dentina tem sido associada a uma melhor durabilidade de ligação e não a maiores valores de resistência de união (YOSHIHARA et al., 2010).

Anchieta et al. (2015) relataram em seu estudo que, a interface formada pelo adesivo autocondicionante contendo o monômero funcional 10-MDP mostrou uma maior estabilidade entre os sistemas adesivos do estudo, após 12 meses de armazenamento em solução salina. Ademais, a união entre a hidroxiapatita e o monômero 10-MDP tem sido relacionada à criação de uma nano-camada estável que tem sido considerada hidroliticamente mais consistente ao ser comparado com os outros monômeros funcionais (YOSHIHARA et al., 2010).

A grande variação na performance clínica dos sistemas adesivos autocondicionantes parece estar não somente relacionada ao grau de acidez apresentado pelo material, mas também a sua composição química, mais especificamente, ao tipo de monômero funcional incluído na formulação do adesivo (ARINELLI et al., 2016).

Alguns monômeros funcionais têm potencial de adesão química ao cálcio da hidroxiapatita, dentre estes, especial importância tem sido dada ao 10-MDP. Quando um adesivo autocondicionante suave ou muito suave contendo 10-MDP é aplicado na dentina, a superfície deste substrato é parcialmente desmineralizada e uma quantidade substancial de cristais de hidroxiapatita é deixada ao redor das fibras colágenas. Nesse contexto, os íons cálcio residuais, provenientes da dissolução parcial dos cristais de hidroxiapatita, podem servir como sítios de ligação para o estabelecimento de uma adesão química adicional às moléculas de 10-MDP (ARINELLI et al., 2016; MARCHESI et al., 2014).

A literatura tem descrito que, formações de ligações iônicas também devem ser estáveis em um ambiente aquoso (VAN MEERBEEK et al., 2011). A ligação química promovida pelo 10-MDP é não só mais eficaz, mas também mais estável na água, se comparada com aquelas fornecidas pelos monômeros funcionais 4-META e Fenil-P, nesta ordem (ARINELLI et al., 2016; VAN MEERBEEK et al., 2011). Como a absorção de água pela dentina é uma das vias primárias de degradação de ligações, a produção de sais de monômero-Ca resistentes à hidrólise, como sais de 10-MDP-Ca, pode contribuir amplamente para a estabilidade da interface adesiva (YOSHIHARA et al., 2018).

Além do mais, Fonseca (2014) cita que, em virtude da ação descalcificante reduzida do 10-MDP, os cristais de hidroxiapatita unidos a ele permanecem na interface de união e dificilmente são dissolvidos. Em contrapartida, moléculas como o Fenil-P e 4-META unem-se ao cálcio dissolvendo-o em seguida; isso leva ao condicionamento do substrato e à remoção de mineral da sua superfície, gerando uma união menos estável.

No que refere a resistência de união entre SAU e adesivos autocondicionantes 6ª e/ou 7ª geração ou adesivos convencionais, em termos de melhores desempenhos de adesão aos substratos dentários. No estudo de Gré, Andrada e Monteiro Júnior (2016), onde avaliou a resistência de união à microtração de um sistema adesivo universal (Scotchbond Universal Adhesive™ /3M ESPE) e um adesivo convencional de dois passos (Adper™ Single Bond 2/ 3M ESPE) aplicado em dentina profunda sob diferentes estratégias adesivas. O adesivo universal foi utilizado no modo autocondicionante e condicionamento ácido total, já o adesivo convencional de dois passos foi usado no modo condicionamento ácido total. Seus resultados mostraram que os SAU apresentaram performance similar ao sistema adesivo convencional e seu desempenho não foi afetado pela estratégia adesiva utilizada, indicando confiabilidade quando se trabalha sob diferentes situações.

A tabela 6 mostra alguns estudos relacionando o desempenho de adesão entre SAU e autocondicionantes de 6ª e/ou 7ª geração.

Tabela 6. Estudos que objetivam a relação de desempenhos de adesão entre adesivos universais Vs autocondicionantes de 6ª e/ou 7ª geração.

Autores/Ano	TURKISTANI et al. (2018)	SUDA et al. (2018)
País do estudo	Arábia Saudita	Japão
Metodologia	<i>In vitro</i> (CP-OCT)*	SBS**
Adesivos universais usados	1. Tetric® N-Bond Universal (Ivoclar Vivadent)	1. Scotchbond Universal Adhesive™ (3M ESPE); 2. G-Premio Bond® (GC); 3. Clearfil™ Universal Bond (Kuraray) 4. AdheSE® Universal (Ivoclar Vivadent)
Adesivos autocondicionantes 6ª e/ou 7ª geração	ADESIVO DE 7ª GERAÇÃO: 1. Palfique Bond (Tokuyama Dental Corporation)	ADESIVOS DE 6ª GERAÇÃO: 1. Clearfil™ SE Bond (Kuraray); 2. Clearfil™ SE Bond 2 (Kuraray); 3. OptiBond™ XTR (Kerr).
Modo de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Adesivo universal: - Autocondicionante. • AU 7ª geração: - Autocondicionante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adesivo universal: - Condicionamento ácido seletivo em esmalte - Autocondicionante • AU 6ª geração: - Condicionamento ácido seletivo em esmalte - Autocondicionante
Substrato	Esmalte	Esmalte
Resultados	Após análise em CP-OCT para avaliar a microinfiltração de dois tipos de adesivos autocondicionantes de um passo (um SAU e um adesivo autocondicionante de 7ª geração) em esmalte dentário, constatou que o adesivo Palfique Bond (7ª geração) apresentou adaptação interna inferior, ou seja,	Os resultados deste estudo sugerem que o pré-condicionamento do esmalte com ácido fosfórico aumenta a resistência de união, o efeito de ligação e durabilidade dos SAUs ao esmalte. Porém, os valores de resistência de união, através dos testes de SBS, de alguns adesivos autocondicionantes de 6ª geração testados foram bem

	comprometendo o selamento da cavidade, pois obteve maiores valores de microinfiltração em comparação ao grupo adesivo Tetric® N-Bond Universal, que nos mostrou um superior em selamento.	próximos aos valores de alguns SAUs. O estudo mostra também que, ambos os tipos de adesivos testados no modo autocondicionante possuem baixa resistência de união, comparados ao condicionamento seletivo do esmalte, pois o uso do ácido fosfórico aumenta a energia de superfície no esmalte dentário, levando a maiores retenções entre o adesivo e o esmalte.
--	---	--

* **CP-OCT:** Tomografia de coerência óptica de polarização cruzada

****SBS:** Cisalhamento

Por conseguinte, inferimos que os SAU possuem uma ampla versatilidade em relação aos adesivos autocondicionantes de 6ª e 7ª geração, consequentemente uma maior praticidade é encontrada nos SAU. Como mostrado no estudo da tabela 6, o SAU promoveu um maior selamento marginal prevenindo a microinfiltração, consequentemente, promovendo uma maior longevidade de selamento marginal. Como também, quando se foi analisado a resistência de união em esmalte, entre os SAUs e adesivos autocondicionantes de 6ª geração, o modo de uso de condicionamento ácido seletivo em esmalte é uma indicação para promover o aumento da resistência de união e durabilidade dos SAUs. Assim como também, o condicionamento ácido seletivo aumentou a resistência de união dos adesivos de 6ª geração do estudo, chegando a valores próximos aos SAU, reforçando a ideia que o esmalte condicionado aumenta a resistência de união dos adesivos autocondicionantes, independentemente do tipo, quando indicado pelo fabricante.

Para um melhor entendimento, de acordo com Silva, Lund (2016), os adesivos autocondicionantes de 6ª geração são sistemas adesivos de dois frascos, sendo de passo único, onde são compostos por um frasco contendo um *primer* ácido (autocondicionante) fluído, que apresenta na sua composição monômeros ácidos, outros monômeros hidrofílicos e água, associados ou não outros solventes orgânicos; e um outro frasco contendo o adesivo, que é uma resina de baixa viscosidade constituída por concentrações balanceadas de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos (SANTOS, 2017).

Esta categoria se denomina “*primer* autocondicionante”, pois o *primer* de caráter ácido é responsável pela formação da camada híbrida. A resina presente no adesivo se copolimeriza com o *primer* ácido e faz a ligação com o material restaurador, diferente dos autocondicionantes de 7ª geração e SAU que são de frasco único e passo único (SILVA, LUND, 2016).

Com relação aos efeitos da umidade da dentina sobre a resistência de união da interface adesiva, Choi et al. (2017), avaliaram em seu estudo três adesivos universais (G-Premio Bond[®], Scotchbond Universal Adhesive[™] e All-Bond Universal[™]) em dentina úmida e seca, através de testes de microtração. O presente estudo, mostrou que a umidade superficial essencial para a adesão adequada da dentina varia de acordo com o tipo de solvente e a quantidade de água presente em cada adesivo. O conteúdo de água dos adesivos universais testados foi de aproximadamente 25% para G-Premio Bond[®] (pH = 1,5), 10% para Scotchbond Universal Adhesive[™] (pH = 2,7) e menos de 3% para All-Bond Universal[™] (pH = 3,2), ou seja, quanto maior a acidez do adesivo mais água tem na formulação. A este respeito, O G-Premio Bond[®] e Scotchbond Universal Adhesive[™] foram capazes de re-expandir a malha de colágeno seca ao ar e colapsada para facilitar a infiltração do adesivo, mas All-Bond Universal[™] foi incapaz de re-expandir a malha de colágeno excessivamente seca e colapsada devido ao seu baixo teor de água.

Então, o teor de água dos adesivos está fortemente relacionado ao seu pH, sendo assim essencial para ionizar os monômeros funcionais ácidos e possibilitar o autocondicionamento (ALEX, 2015).

Além disso, quando as superfícies da dentina são secas, a quantidade de água presente nos adesivos deve ser usada tanto para a ionização inicial do componente ácido, como visto anteriormente, quanto também para o molhamento das superfícies dentinárias secas. A este respeito, esses tipos de adesivos são capazes de reexpandir o colágeno colapsado, dependendo da quantidade de água presente no adesivo. No entanto, esses achados devem ser interpretados com cautela, pois a água presente durante os procedimentos de união ao substrato dentinário pode ter origem não apenas nos procedimentos de soluções dos adesivos dentinários, mas também no fluido dentário intrínseco e da própria umidade relativa do ar. Então, a secagem total ou não da dentina deve ser levada em consideração com relação a qual adesivo universal irá ser utilizado (CHOI et al., 2017).

Choi et al. (2017) citam que os sistemas adesivos à base de acetona e etanol são mais dependentes de uma técnica de adesão em dentina úmida. Isso se deve ao fato de que a dentina exige umidade, em maior ou menor grau, conforme o tipo de solvente, para obtenção de melhor qualidade adesiva. Para qualquer substância, a taxa de evaporação será maior quanto maior for a pressão de vapor, assim, líquidos que evaporam mais rapidamente, ou seja, são mais voláteis, têm uma pressão de vapor maior. Esta propriedade está diretamente relacionada com maior ou menor capacidade do solvente deslocar a água presente entre as fibrilas de colágeno e de sua permanência na superfície dentária. Quanto maior a pressão de vapor do solvente, maior a umidade necessária na dentina para se promover uma adesão eficaz. Pode-se observar esta diferença analisando o ponto de ebulição de cada solvente, enquanto a temperatura da acetona para ebulição é de 56,5°C; a do álcool (etanol) é de 78,3°C e a da água é de 100°C, ou seja, tanto a acetona como o etanol tem uma volatilidade mais rápida, em relação a água, com isso, conseqüentemente, precisa-se de uma umidade dentinária maior (SOUSA, MORO, 2014). Dessa forma, infere-se que o SAU apresenta a vantagem, devido à maioria, possibilitar o seu uso em dentina úmida ou seca, porque na sua composição apresenta água, sendo essencial para a ionização dos monômeros e permitindo a re-expansão do colágeno seco, e etanol ou acetona permitindo uma volatilização da umidade dentinária mais rápida.

No que concerne a compatibilidade dos cimentos resinosos dual ou autopolimerizável com os adesivos autocondicionantes de passo único universal, Raimondi et al. (2016), em seu estudo avaliou a resistência de união do cimento resinoso Calibra[®] (Dentsply) à dentina utilizando cinco adesivos monocomponentes universais (All-Bond Universal[™]; FuturaBond U[®]; Prime & Bond Elect[®]; Scotchbond Universal Adhesive[™]; Clearfil[™] Universal), em comparação com dois adesivos autocondicionantes de dois passos, submetidos a testes de cisalhamento, onde mostrou que os SAU simplificados resultaram em resistência ao cisalhamento significativamente mais baixa do cimento resinoso à dentina em comparação aos agentes autocondicionantes de dois passos.

Entretanto, Vogl et al. (2016), em uma avaliação clínica, prospectiva, randomizada, por meio de boca dividida após 18 meses, a combinação de um adesivo universal / cimento resinoso (Scotchbond Universal Adhesive[™] / RelyX[™] Ultimate, 3M ESPE) apresentou resultados clinicamente confiáveis quando usado

para cimentação de coroas cerâmicas. Resultados favoráveis também foram vistos no estudo de Rodrigues et al (2017), no qual foi utilizado o cimento resinoso RelyX™ Ultimate com o adesivo Scotchbond Universal Adhesive™ na cimentação de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina radicular de bovinos. É de grande importância saber que, o cimento RelyX™ Ultimate, 3M ESPE, de acordo com os fabricantes, é um cimento livre de aminas terciárias.

A literatura aponta uma incompatibilidade química observadas em sistemas adesivos simplificados associados aos cimentos resinosos dual (dupla ativação) ou polimerização química, que utilizam como iniciadores da polimerização o peróxido de benzoíla com aminas terciárias, formando o sistema peróxido-amina (LOPES et al., 2015; MAZIOLI et al., 2017).

Quando esses adesivos são fotoativados, o oxigênio atua como um captador de radicais livres por conta de sua elevada reatividade, levando à formação de uma camada de adesivo não fotopolimerizada com a presença de monômeros resinosos acídicos. Quando os adesivos simplificados são associados a compósitos/ cimentos resinosos quimicamente ativados ou cimentos resinosos duais, utilizados apenas no modo de ativação química, ocorre à interação entre os monômeros residuais acídicos da camada não polimerizada do adesivo e o componente binário peróxido-amina (FONSECA, 2014).

A amina terciária, em vez de reagir com o peróxido de benzoíla para a polimerização química dos cimentos/resinas, tem maior afinidade por reagir com os monômeros da camada mais superficial do adesivo, havendo então a formação de um sal, que resulta em polimerização deficiente dos cimentos/resinas (FONSECA, 2014; FURUSE et al., 2018).

Assim, para superar essa questão, sistemas adesivos simplificados quando usados em conjunto com cimentos resinosos duais ou de ativação química, requerem a adição de um “ativador” separado (ALEX, 2015; FONSECA, 2014), ou seja, um coiniciador químico que contém benzeno sulfonato de sódio, tendo como principal função impedir que as aminas terciárias, pelo monômero resinoso ácido, do agente cimentante, resina quimicamente ativada ou de dupla polimerização sejam consumidas pelos monômeros ácidos dos adesivos simplificados (FONSECA, 2014).

Outro modo para contornar a incompatibilidade é que sejam utilizados cimentos resinosos livres de amina terciárias (ALEX, 2015), como também, a

utilização de sistemas adesivos convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos (GARBOZA, 2015). Isso pode ser explicado pelo fato que nesses sistemas adesivos utilizam-se uma camada de monômeros hidrófobos, sendo uma camada final (último passo) de adesivo de cobertura que não é caracteristicamente ácida, compatível com tais materiais. Isso funciona como uma espécie de isolante impedindo o contato direto entre o *primer*, que contém os monômeros acídicos e a camada de resinas / cimentos resinosos quimicamente ativados ou duais (FONSECA, 2014).

De acordo com Fonseca (2014), a partir desse conhecimento, tem sido proposta a aplicação de uma camada de monômeros hidrófobos (adesivo) para cobrir o componente hidrófilo dos adesivos simplificados, evitando assim, a possibilidade de haver incompatibilidade química. Uma resina de alto escoamento (*flow*), também pode ser utilizada com esse propósito, viabilizando, assim, a adequada polimerização dos monômeros resinosos.

No que diz respeito a ação das MMPs (Metaloproteinases da Matriz Extracelular) frente aos adesivos autocondicionantes. Li et al. (2016) cita que, as MMPs ativadas se ligam ao colágeno e / ou as MMPs próximas ao colágeno podem degradar progressivamente as fibrilas de colágeno que não foram cobertas por adesivo durante a formação da camada híbrida. A degradação do colágeno pode aumentar o teor de água, causando uma maior degradação do colágeno e deteriorar a ligação dentina-restauração.

Pashley et al. (2011) acrescenta que, nos sistemas autocondicionantes o colágeno é menos exposto por baixo da camada híbrida, porque não há diferença na profundidade de penetração entre o ácido e os monômeros do adesivo já que o condicionamento ácido e a infiltração do agente de ligação acontecem simultaneamente. Assim, a primeira vista, parecem existir menos problemas relacionados aos espaços interfibrilares vazios para sistemas autocondicionantes do que para sistemas adesivos convencionais, esses espaços vazios favorecem a exposição de fibras de colágeno, que estão sujeitas à degradação pelas MMPs (FONSECA, 2014). Entretanto, Strobel, Hellwig (2015) ressaltam que os espaços vazios também podem ocorrer nos sistemas autocondicionantes que utilizam ácidos fortes pelo fato da ação de dissolução do monômero ácido atingir uma camada mais profunda do que os monômeros adesivos consegue penetrar.

Strobel, Hellwig (2015) acrescentam também que, nos valores de pH ácidos inferiores a 4,5, as MMPs são ativadas e tornam-se enzimas totalmente funcionais, sendo assim ativadas com o uso do condicionamento com ácido fosfórico, dos adesivos autocondicionantes e também pelo ácido láctico das bactérias patogênicas orais.

Liu et al. (2011) inferem que os sistemas autocondicionantes em contraste com os sistemas adesivos convencionais, geralmente contém mais monômeros hidrofílicos, produzindo um aumento da permeabilidade de água na camada híbrida e aumento da dissociação dos monômeros. Portanto, também durante o uso dos sistemas adesivos autocondicionantes há colágeno exposto que pode ser degradado hidroliticamente por ativação das MMPs. Corroborando com esta última afirmação, Apolonio, et. al. (2017), identificaram atividades de MMPs presentes na camada híbrida criada pelo sistema adesivo autocondicionante de uma etapa. Os dados indicaram claramente que as MMPs estão presentes na camada híbrida e permanecem ativas após o procedimento de hibridização.

Portanto, diante do exposto, os SAUs são uma classe de materiais de excelentes propriedades, de fácil manuseio quanto ao seu uso, e com uma versatilidade de indicações. Devendo-se ter extrema atenção de acordo com as recomendações dos fabricantes e o que as bases científicas evidenciam, sendo um ponto crucial para o sucesso clínico restaurador adesivo.

6 CONCLUSÃO:

Os sistemas adesivos universais são uma nova classe de adesivos dentinários, de único frasco, possibilitando ao clínico o poder de decisão quanto ao modo de uso, que poderá efetuar de acordo com cada caso. Proporciona uma versatilidade de uso, como também, diminui a possibilidade de se cometerem erros durante a aplicação do material, facilitando seu uso, já que pode ser usado associado ou não ao ácido fosfórico.

Como visto em estudos, os adesivos universais proporcionam um poder de adesão por dois modos: de forma micromecânica e de interação química, visto que esses materiais possuem monômeros funcionais que se relacionam com a hidroxiapatita do remanescente dentário, sendo fator importante para longevidade de restaurações dentárias.

Como visto na literatura, restaurações em que envolvem esmalte dentário, autores recomendam realizar o condicionamento ácido seletivo em esmalte, pois irá melhorar sua adesão.

Deve-se dar ênfase as suas contra-indicações, tais como a incompatibilidade com alguns materiais cimentantes resinosos de presa dual ou polimerização química que utilizam aminas terciárias como agentes de iniciação da polimerização, onde o clínico deve atentar-se quanto a esse fator para que não haja problemas futuros em trabalhos reabilitadores.

Estudos mostram que esses materiais são confiáveis para o uso clínico odontológico, tendo resultados promissores em longo prazo.

7 REFERÊNCIAS

- AHN, J.; JUNG, K. H.; SON, S. A.; HUR, B.; KWON, Y. H.; PARK, J. K. Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. **Restor. Dent. Endod.**, v. 40, n. 1, p. 68-74, 2015.
- ALEX, G. Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry?. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v. 36, n. 1, p. 15–26. 2015.
- ALQAHTANI, M. Q. Influence of acid-etching or double-curing time on dentin bond strength of one-step self-etch adhesive. **Saudi J. Dent. Res.**, v. 6, n. 2, p. 110–116, 2015.
- ANCHIETA, R. B.; MACHADO, L. S.; MARTINI, A. P.; SANTOS, P. H.; GIANNINI, M.; JANAL, M.; TOVAR, N.; SUNDFELD, R. H.; ROCHA, E. P.; COELHO, P. G. Effect of long-term storage on nanomechanical and morphological properties of dentin–adhesive interfaces. **Dental Materials**, v. 31, n. 2, p. 141-153, 2015.
- ANDRADE, A. O.; LIMA, F. C.; VASCONCELOS, M. G.; VASCONCELOS, R. G. Mecanismo de adesão aos tecidos dentários: Teoria e fundamentos clínicos. **Odontol. Clín.-Cient.**, v. 15, n. 3, p. 155 - 162, 2016.
- ANJOS, D. V. L. **Perspetiva Histórica e Conceitos Atuais do Sistema Adesivo de Autocondicionantes**. 2014. Dissertação (mestrado) – Universidade Fernando Pessoa – Faculdade Ciências da Saúde, Porto, 2014.
- ANUSAVICE, K. J.; SHEN, C.; RAWLS, H. R. **Phillips materiais dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- APOLONIO, F.M.; MAZZONI, A.; ANGELONI, V.; SCAFFA, P. M.; SANTI, S.; SABOIA, V. P.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; BRESCHI, L. Effect of a one-step self-etch adhesive on endogenous dentin matrix metalloproteinases. **Eur J Oral Sci.**, v. 125, n. 2, p. 168-172, 2017.
- ARINELLI, A, M. D.; PEREIRA, K. F.; PRADO, N. A. S.; RABELLO, T. B. Sistemas adesivos atuais. **Rev. bras. odontol.**, v. 73, n. 3, p. 242-46, 2016.
- BACELAR-SÁ, R.; GIANNINI, M.; AMBROSANO, G. M. B.; BEDRAN-RUSSO, A. K. Dentin Sealing and Bond Strength Evaluation of Hema-Free and Multi-Mode Adhesives to Biomodified Dentin. **Braz. Dent. J.**, v.28, n.6, 2017.
- BARATIERI, L.N.; JUIOR, S. M. E COLABORADORES. **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**. 2 ed. p. 89-145. São Paulo: Santos, 2015.

- BELTRAMI, R.; CHIESA, M.; SCRIBANTE, A.; ALLEGRETTI, J.; POGGIO, C. Comparison of shear bond strength of universal adhesives on etched and nonetched enamel. **Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials**, v. 14, n. 1, p.78-83, 2016.
- BRESCHI, L.; MARAVIC, T.; CUNHA, S. R.; COMBA, A.; CADENARO, M.; TJÄDERHANE, L.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; MAZZONI, A. Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. **Dental Materials**, v. 34, n. 1, p. 78-96, 2018.
- CARDOSO, M. V.; DE ALMEIDA NEVES, A.; MINE, A.; COUTINHO, E.; VAN LANDUYT, K.; DE MUNCK, J.; VAN MEERBEEK, B. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. **Australian Dental Journal**, v.56, n. 1, p. 31–44, 2011.
- CARDOSO, S. A.; OLIVEIRA, H. L.; MÜNCHOW, E. A.; CARREÑO, N. L.V.; JUNIOR, A. G.; PIVA, E. Effect of shelf-life simulation on the bond strength of self-etch adhesive systems to dentin. **Appl. Adhes. Sci.**, v. 2, n. 26, 2014.
- CHAGAS, K. **Sistema adesivo dentinário universal: uma revisão de literatura**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CHEN, C.; NIU, L. N.; XIE, H.; ZHANG, Z. Y.; ZHOU, L. Q.; JIAO, K.; CHEN, J. H.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles?. **Journal of Dentistry**, v. 43, n. 5, p. 525–536, 2015.
- CHOI, A.N.; LEE, J.H.; SON, S. A.; JUNG, K. H.; KWON, Y. H.; PARK, J. K. Effect of Dentin Wetness on the Bond Strength of Universal Adhesives. **Materials**, v. 10, n. 1224, p. 1-13, 2017.
- COELHO, A.; CANTA, J. P.; MARTINS, J. N. R.; OLIVEIRA, S. A.; MARQUES, P. Perspectiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial**, v.53, n. 1, p. 39–46; 2012.
- COSTA, D. M. **Avaliação de resistência de união de adesivos universais à dentina**. 2016. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- COSTA, D. M.; SOMACAL, D. C.; BORGES, G. A.; SPOHR, A. M. Bond Capability of Universal Adhesive Systems to Dentin in Self-etch Mode after Short-term Storage and Cyclic Loading. **The Open Dentistry Journal**, v.11, p. 276-283, 2017.

CUNHA, B. S. **Caraterização microscópica das interfaces adesivas em dentição decídua – Estudo piloto.** 2016. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

DE MUNCK, J.; MINE, A.; POITEVIN, A.; VAN ENDE, A.; CARDOSO, M. V.; VAN LANDUYT, K.L.; PEUMANS, M.; VAN MEERBEEK, B. Meta-analytical Review of Parameters Involved in Dentin Bonding. **Journal of Dental Research**, v. 91, n. 4, p. 351–357, 2012.

FARIAS, D. C. S. **Avaliação de sistemas adesivos universais na dentina sob testes de microtração e espectroscopia micro-raman.** 2014. Tese (doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FAVARÃO, J. **Estudo clínico randomizado de diferentes adesivos autocondicionantes. Análise da resistência de união.** 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.

FGM PRODUTOS ODONTOLÓGICOS. Restauração direta em dente posterior, 2018. Disponível em <<http://www.fgm.ind.br/site/casos-clinicos-odontologicos/revista-restauracao-direta-em-dente-posterior/>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

FOLLAK, A. C. **Longevidade da união de sistemas adesivos universais em dentina hígida e afetada.** 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

FONSECA, A. S. **Odontologia estética: Respostas às dúvidas mais freqüentes.** São Paulo: Artes médicas, 2014.

FURUSE, A. Y.; SCOTTI, C. K.; LLERENA-ICOCHEA, A.; BOMBONATTI, J. F. S.; HARAGUSHIKU, G. A.; GONZAGA, C. C. Influence of light activation of simplified adhesives on the shear bond strength of resin cements to a leucite-reinforced ceramic. **Eur J Dent**, v. 12, n. 1, p.3-6, 2018.

GARBOZA, C. B. **Avaliação da resistência de união da cimentação resinosa de cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio com diferentes tratamentos de superfície.** 2015. Dissertação (mestrado) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

GIANNINI, M.; MAKISHI, P.; ALMEIDA AYRES, A. P.; MOREIRA VERMELHO, P.; MARIN FRONZA, B.; NIKAIDO, T.; TAGAMI, J. Self - Etch Adhesive Systems: A Literature Review. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 1, p. 3–10, 2015.

GOES, M. F.; SHINOHARA, M. S.; FREITAS, M. S. Performance of a new one-step multi-mode adhesive on etched vs non-etched enamel on bond strength and interfacial morphology. **J Adhes Dent.**, v. 16, n. 3, p. 243-50, 2014.

GOMES, S. R. F. **Resistência de união ao teste de cisalhamento de um sistema adesivo universal multi-modo.** 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GORACCI, C.; RENGO, C.; EUSEPI, L.; JULOSKI, J.; VICHI, A.; FERRARI, M. Influence of selective enamel etching on the bonding effectiveness of a new "all-in-one" adhesive. **Am J Dent**, v. 26, n. 2, p. 99-104, 2013.

GOYATÁ, F. R.; COSTA, H. V.; MARQUES L. H. G.; BARREIROS, I. D.; LANZA, C. R. M.; NOVAES JÚNIOR, J. B.; MORENO, A. Remodelação estética do sorriso com resina composta e clareamento dental em paciente jovem: relato de caso. **Arch Health Invest**, v. 6, n. 9, p. 408-413, 2017.

GRÉ, C. P.; ANDRADA, M. A. C.; MONTEIRO JÚNIOR, S. Microtensile bond strength of a universal adhesive to deep dentin. **Braz Dent Sci.**, v. 19, n. 2, 2016.

GRÉGOIRE, G.; SHARROCK, P.; PRIGENT, Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations?. **Mater SciEng C Mater Biol Appl.**, v. 66, p. 199-205, 2016.

HANABUSA, M.; MINE, A.; KUBOKI, T.; MOMOI, Y.; VAN ENDE, A.; VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. **J Dent.** v. 40, p. 475-84, 2012.

IMAI, A.; TAKAMIZAWA, T.; SAI, K.; TSUJIMOTO, A.; NOJIRI, K.; ENDO, H.; BARKMEIER, W. W.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Influence of application method on surface free energy and bond strength of universal adhesive systems to enamel. **Eur J Oral Sci.**, v. 125, n. 5, p. 385-395, 2017.

JAYASHEEL, A.; NIRANJAN, N.; PAMIDI, H.; SURYAKANTH, M. B. Comparative Evaluation of shear Bond Strength of universal Dental Adhesives - An in vitro study. **J Clin Exp Dent.**, v. 9, n. 7, p. e892-e896, 2017.

KIM, J. H.; CHAE, S. Y.; LEE, Y.; HAN, G. J.; CHO, B. H. Effects of multipurpose, universal adhesives on resin bonding to zirconia ceramic. **Oper. Dent.**, v. 40, n.1, p. 55-62, 2015.

KIM, R. J.; WOO, J. S.; LEE, I. B.; YI, Y. A.; HWANG, J. Y.; SEO, D. G. Performance of universal adhesives on bonding to leucite-reinforced ceramic. **Biomat. Res.**, v. 19, n. 1, p. 1–6, 2015.

KOSE, C.; PAULA, E. A.; SERRANO, A. P. M.; TAY, L. Y.; REIS, A.; LOGUERCIO, A.D.; PERDIGÃO, J. Aplicação de um novo sistema adesivo universal: relato de caso. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, v. 67, n. 3, p. 202-206, 2013.

KULZER. GLUMA® Bond Universal, 2018. Disponível em <https://www.kulzer.com/int2/int/dentist/products_from_a_to_z/gluma_2/gluma_bond_universal.aspx>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

KURARAY NORITAKE. Kuraray MDP Adhesive Monomer, 2012. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=tDeA85PoY9Q>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

LI, F.; MAJD, H.; WEIR, M. D.; AROLA, D. D.; XU, H. H. Inhibition of matrix metalloproteinase activity in human dentin via novel antibacterial monomer. **Dent Mater**, v. 31, n. 3, p. 284–292, 2015

LIU, Y.; TJÄDERHANE, L.; BRESCHI, L.; MAZZONI, A.; LI, N.; MAO, J.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. **J Dent Res**, v. 90, n. 8, p. 953–968, 2011.

LOGUERCIO, A. D.; MUÑOZ, M. A. ; LUQUE-MARTINEZ, I.; HASS, V.; REIS, A.; PERDIGÃO, J. Does active application of universal adhesives to enamel in self-etch mode improve their performance? **J. Dent.**, v. 43, n. 9, p. 60-70, 2015.

LOPES, C. C. A.; RODRIGUES, R. B.; SILVA, A. L. F.; JÚNIOR, P. C. S.; SOARES, C. J.; NOVAIS, V. R. Degree of Conversion and Mechanical Properties of Resin Cements Cured Through Different All-Ceramic Systems. **Braz. Dente. J.**, v.26, n.5, p. 484-489, 2015.

LOPES, L. S.; CALAZANS, F. S.; HIDALGO, R.; BUITRAGO, L. L.; GUTIERREZ, F.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; BARCELEIRO, M. O. Six-month Follow-up of Cervical Composite Restorations Placed With a New Universal Adhesive System: A Randomized Clinical Trial. **Operative Dentistry**, v. 41, n. 3, 2016.

LOPES, L. S.; MALAQUIAS, P.; CALAZANS, F. S.; REIS, A.; LOGUÉRCIO, A. D.; BARCELEIRO, M. O. Protocolo das possibilidades técnicas de aplicação dos sistemas adesivos universais: revisão de literatura com relato de caso. **Rev. bras. odontol.**, v. 73, n. 2, p. 173-7, 2016.

MANFROI, F. B.; MARCONDES, M. L.; SOMACAL, D. C.; BORGES, G. A.; JÚNIOR, L. H.; SPOHR, A. M. Bond strength of a novel one bottle multi-mode adhesive to human dentin after six months of storage. **Open Dent J.**, v. 10, p.268-77, 2016.

MARCHESI, G.; FRASSETTO, A.; MAZZONI, A.; APOLONIO, F.; DIOLOSÀ, M.; CADERANO, M.; DI LENARDA, R.; PASHLEY, D. H.; TAY, F.; BRESCHI, L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. **J Dent.**, v. 42, n. 5, p. 603-12,2014.

MAZIOLI, C. G.; PEÇANHA, M. M.; DAROZ, L. G. D.; SIQUEIRA, C. A.; FRAGA, M. A. A. Resistência de união de diferentes cimentos resinosos a cerâmica à base de dissilicato de lítio. **Rev Odontol UNESP**, v. 46, n. 3, p. 174-178, 2017.

MC LEAN, D. E.; MEYERS, E. J.; GUILLORY, V. L.; VANDEWALLE, K. S. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. **Oper Dent.**, v.40, n. 4, p. 410-7, 2015.

MELO, E. L.; DANTAS, F. S. B.; OLIVEIRA, L. J. R.; BRAZ, R.; CARNEIRO, F. G.; SILVEIRA, O. C. Influência do tratamento dentinário com antimicrobianos na resistência de união dos sistemas adesivos. **Arch Health Invest.**, v. 7, n. 3, p. 87-90, 2018.

MENA-SERRANO, A.; KOSE, C.; DE PAULA, E. A.; TAY, L. Y.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; PERDIGÃO, J. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. **J Esthet Restor Dent.**, v. 25, p. 55-69, 2013.

MIYAZAKI, M.; TSUJIMOTO, A.; TSUBOTA, K.; TAKAMIZAWA, T.; KUROKAWA H.; PLATT J. A. Important composition a characteristics in the clinical use of adhesive systems. **Journal of Oral Science**, v. 56, n. 1, p. 1-9, 2014.

MUÑOZ, M. A.; LUQUE, I.; HASS, V.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; BOMBARDA, N. H. C. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. **J Dent.**, v. 41, n. 5, p. 404-11, 2013.

MUNOZ, M. A.; SEZINANDO, A.; LUQUE-MARTINEZ, I.; SZESZ, A. L.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; BOMBARDA, N. H.; PERDIGÃO, J. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. **J Dent.**, v. 42, n. 5, p. 595-602, 2014.

NAGURA, Y.; TSUJIMOTO, A.; BARKMEIER, W. W.; WATANABE, H.; JOHNSON, W. W.; TAKAMIZAWA, T.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Relationship between enamel bond fatigue durability and surface free-energy characteristics with universal adhesives. **Eur J Oral Sci.**, v. 126, n. 2, p. 1–11, 2018.

NOORT, R. V. **Introdução aos materiais dentários**. Rio de Janeiro. Editora Elsevier, 2009.

OLIVEIRA, N. A.; DINIZ, L. S. M.; SVIZERO, N. R.; D'ALPINO, P. H. P.; PEGORARO, C. A. C. C.. Sistemas adesivos: conceitos atuais e aplicações clínicas. **Revista Dentística online**, v. 9, n. 19, 2010.

OZ, F. D.; KUTUK, Z. B. Effect of various bleaching treatments on shear bond strength of different universal adhesives and application modes. **Restor Dent Endod**. v.43, n. 2, p. 20, 2018.

PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; BRESCHI, L.; TJÄDERHANE, L.; CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M.; TEZVERGIL-MUTLUAY, A. State of the art etch-and-rinse adhesives. **Dental Materials**. v. 27, n. 1, p. 1–16, 2011.

PENEQUE, C. M. S. **Teste de microtração em esmalte de um sistema adesivo universal pela técnica etch-and-rinse e etch-and-dry**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

PERDIGÃO, J.; KOSE, C.; MENA-SERRANO, A. P.; DE PAULA, E. A.; TAY, L. Y.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. **Oper Dent.**, v. 39, n. 2, p. 113-27, 2014.

PERDIGÃO, J.; LOGUECIO, D. Universal or Multi-mode Adhesives: Why and How?. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v.16, n.2, p. 193-195, 2014.

PERDIGÃO, J.; MUÑOZ, M. A.; SEZINANDO, A.; LUQUE-MARTINEZ, I. V.; STAICHAK, R.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. Immediate adhesive properties to dentin and enamel of a universal adhesive associated with a hydrophobic resin coat. **Oper Dent.**,v. 39, n. 5, p. 489-99, 2014.

PERDIGÃO, J.; SEZINANDO, A.; MONTEIRO, P. C. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. **Am J Dent.**, v. 25, p. 153-8, 2012.

PERDIGÃO, J.; SWIFT JR, E. J. Universal Adhesives. **J Esthet Restor Dent**. v. 27, n. 6, p. 331-4, 2015.

PINI, N. P; AGUIAR, F. H. B; LIMA, D. A. N. L.; LOVADINO, J. R; TERADA, R. S. S.; PASCOTTO, R. C. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry**, v. 4, p. 9–16, 2012.

RAIMONDI, C. J.; JESSUP, J. P.; ASHCRAFT-OLMSCHIED, D.; VANDEWALLE, K. S. Bond strength of resin cements to dentin using universal bonding agents. **Am J Dent.**, v. 29, n. 3, p. 175-9, 2016.

RAGGIO, D. P.; BONIFÁCIO, C. C.; IMPARATO, J. C. P. **Tratamento restaurador atraumático (ART): realidades e perspectivas**. São Paulo: Santos, 2011.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. **Materiais dentários diretos dos fundamentos à aplicação clínica**. São Paulo: Santos, 2009.

REVISTA FGM NEWS. FGM News, 2015. Disponível em <https://issuu.com/fgmprodutosodontologicos/docs/fgm_news_15_/97>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

RODRIGUES, R. V.; SAMPAIO, C. S.; PACHECO, R. R.; PASCON, F. M.; PUPPIN-RONTANI, R. M.; GIANNINI, M. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. **J Prosthet Dent.**, v. 118, n. 4, p. 493-499, 2017.

ROSA, W. L. O.; PIVA, E.; SILVA, A. F. Bond strength of universal adhesives: a systematic review and meta-analysis. **J Dent.**, v. 43, n. 7, p. 765-76, 2015.

SAI, K.; SHIMAMURA, Y.; TAKAMIZAWA, T.; TSUJIMOTO, A.; IMAI, A.; ENDO, H.; BARKMEIER, W. W.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Influence of degradation conditions on dentin bonding durability of three universal adhesives. **J Dent.**, v. 54, p. 56-61, 2016.

SANTOS, T. S. **Avaliação da resistência de união à dentina de três adesivos universais**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SAVICZKI, P. L.; REBOUÇAS, M. M. S.; GENARO, C. T.; MASOCATTO, D. C.; COELHO, T. M. K.; FIGUEIREDO, J. L. G.; RIBEIRO, B. C. I. Aplicação dos sistemas adesivos nos últimos cinco anos. **Arch Health Invest.**, v. 6, n. 12, p. 554-560, 2017.

SEZINANDO, A. Looking for the ideal adhesive - A review. **Rev. Port. de Estomato., Med. Dent. e Cir. Maxilof.**, v. 55, n. 4, p. 194-206, 2014.

SEZINANDO, A.; LUQUE-MARTINEZ, I.; MUÑOZ, M. A.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; PERDIGÃO, J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. **Dental Materials**, v. 31, n. 10, p. e236-e246, 2015.

SHAH, D. D.; CHANDAK, M.; MANWAR, N.; MANI, S.; MANI, A.; SAINI, R.; MALDE, R. Comparing shear bond strength of two step vs one step bonding agents on ground enamel and dentin: an in vitro study. **Int. J. Experim. Dent. Sci.**, v. 3, n. 1, p. 1-3, 2014.

SILVA E SOUZA JUNIOR, M. H.; CARNEIRO, K. G. K.; LOBATO, M. F.; SILVA E SOUZA, P. A. R.; GÓES, M. F. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. **J Appl Oral Sci.** v. 18, n. 3, p. 207-14, 2010.

SILVA, A. F.; LUND, R.G. **Dentística restauradora: Do planejamento à execução.** 1. ed. Rio de Janeiro: Santos, 2016.

SOARES, I. B. L. **Avaliação da resistência de união de um sistema adesivo universal à dentina superficial sob teste de microtração.** 2014. 65 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Bloco de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SOARES, S. L. F. **Estudo in vitro da resistência adesiva por microtração de dois sistemas adesivos universais.** 2015. Dissertação (Mestrado). Instituto superior de ciências da saúde Egas Moniz, 2015.

SOFAN, E.; SOFAN, A.; PALAIA, G.; TENORE, G.; ROMEO, U.; MIGLIAU, G. Classification review of dental adhesive systems from the IV generation to the universal type. **Annali di stomatologia.** v. 8, n. 1, p. 1-17, 2017.

SOUSA J. H. P.; MORO A. F. V. Solventes do Primer: revisão de literatura. **Rev. Bras. Odontol.**, vol.71, n.1, p. 80-4, 2014.

SOUZA, R. R. D. **Análise do efeito de substâncias liberadas por adesivos dentinários sobre a atividade e expressão gênica de proteases da matriz extracelular (MMPs e CTs) em células tronco da polpa dentária humana.** 2014. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2014.

SORRISOS DE SUCESSO. **Sistemas Adesivos: Evolução e Classificação,** 2017. Disponível em < <http://sorrisosdesucesso.com/sistemas-adesivos-evolucao/>>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

STROBEL, S; HELLWIG, E. The effects of matrix metalloproteinases and chlorhexidine on the adhesive bond. **Swiss dental journal sso.**,v. 125, p. 2, 2015.

SUDA, S.; TSUJIMOTO, A.; BARKMEIER, W. W.; NOJIRI, K.; NAGURA, Y.; TAKAMIZAWA, T.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Comparison of enamel bond fatigue durability between universal adhesives and two-step self-etch adhesives: Effect of phosphoric acid pre-etching. **Dent Mater J.**, v. 37, n. 2, p. 244-255, 2018.

SUTIL, B. G. S.; SUSIN, A. H. Dentin pretreatment and adhesive temperature as affecting factors on bond strength of a universal adhesive system. **J. Appl. Oral Sci.**, v.25, n.5, 2017.

SUZUKI, S.; TAKAMIZAWA, T.; IMAI, A.; TSUJIMOTO, A.; SAI, K.; TAKIMOTO, M.; BARKMEIER, W. W.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Bond durability of universal adhesive to bovine enamel using self-etch mode. **Clin Oral Investig.**, v. 22, n. 3, p. 1113-1122, 2018.

SUZUKI, T.; TAKAMIZAWA, T.; BARKMEIER, W. W.; TSUJIMOTO, A.; ENDO, H.; ERICKSON, R. L.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Influence of Etching Mode on Enamel Bond Durability of Universal Adhesive Systems. **Oper Dent.**, v. 41, n. 5, p. 520-530, 2016.

TAKAMIZAWA, T.; BARKMEIER, W.; TSUJIMOTO, A.; SCHEIDEL, D.; ERICKSON, R.; LATTA, M.; MIYAZAKI, M. Effect of Phosphoric Acid Pre-etching on Fatigue Limits of Self-etching Adhesives. **Operative Dentistry**, v. 40, n. 4, p. 379-395, 2015.

TEKÇE, N.; TUNCER, S.; DEMIRCI, M.; BALCI, S. Do Matrix Metalloproteinase Inhibitors Improve the Bond Durability of Universal Dental Adhesives?. **Digitalização**, v. 38, n. 6, p. 535-544, 2016.

TSUJIMOTO, A.; BARKMEIER, W. W.; ERICKSON, R. L.; TAKAMIZAWA, T.; LATTA, M. A.; MIYAZAKI, M. Influence of the number of cycles on shear fatigue strength of resin composite bonded to enamel and dentin using dental adhesives in self-etching mode. **Dent Mater J.**, v. 37, n. 1, p. 113-121, 2018.

TURQUISTANI, A.; ALMUTAIRI, M.; BANAKHAR, N.; RUBEHAN, R.; MUGHARBIL, S.; JAMLEH, A.; NASIR, A.; BAKHSH, T. Optical Evaluation of Enamel Microleakage with One-Step Self-Etch Adhesives. **Photomed Laser Surg.**, v. X, n. X, p. 1-6, 2018.

VAN MEERBEEK, B.; YOSHIHARA, K.; YOSHIDA, Y.; MINE, A.; DE MUNCK, J.; VAN LANDUYT, K. L. State of the art of self-etch adhesives. **Dent Mater.** V. 27, n. 1, p. 17-28, 2011.

VOGL, V.; HILLER, K. A.; BUCHALLA, W.; FEDERLIN, M.; SCHMALZ, G. Controlled, prospective, randomized, clinical split-mouth evaluation of partial ceramic crowns luted with a new, universal adhesive system/resin cement: results after 18 months. **Clin Oral Investig.** v. 20, n. 9, p. 2481-2492, 2016.

VON, E. B.; HALLER, B.; ULM, A. M. Neue Adhäsive - neue Möglichkeiten? **Endoplus akademie**, p. 48-57. 2017.

WAGNER, A.; WENDLER, M.; PETSCHERT, A.; BELLI, R.; LOHBAUER, U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. **Journal of Dentistry**, v.42, p.800–807, 2014.

YOSHIHARA, K.; HAYAKAWA, S.; NAGAOKA, N.; OKIHARA, T.; YOSHIDA, Y.; VAN MEERBEEK, B. Etching Efficacy of Self-Etching Functional Monomers. **J Dent Res.**, v. 0, n. 00, p. 1-7, 2018.

YOSHIHARA, K.; YOSHIDA, Y.; NAGAOKA, N.; FUKEGAWA, D.; HAYAKAWA, S.; MINE, A.; NAKAMURA, M.; MINAGI, S.; OSAKA, A.; SUZUKI, K.; MEERBEEK, B. V. Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction. **Acta biomaterialia**, v. 6, n. 9, p. 3573-82, 2010.

ZHANG, Z. Y.; TIAN, F. C.; NIU, L. N.; OCHALA, K.; CHEN, C.; FU, B. P.; WANG, X. Y.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives?. **Journal of Dentistry**, v. 45, n. 1, p. 43-52, 2016.

3M ESPE. Adesivo Single Bond Universal, 2018. Disponível em <https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~Adesivo-Single-Bond-Universal/?N=5002385+3294069453&rt=rud>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.