

SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS: COMPOSIÇÃO, INDICAÇÕES, VANTAGENS E DESVANTAGENS

Universal adhesive systems: composition, indications, advantages and disadvantages

Wellinton Venâncio Avelar¹

Ayala Formiga Medeiros¹

Fernanda Campos²

Rodrigo Gadelha Vasconcelos²

Marcelo Gadelha Vasconcelos²

¹ Acadêmicos do curso de graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Araruna-PB, Brasil.

² Professor Doutor efetivo da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Araruna-PB, Brasil.

AVELAR, Wellinton Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

RESUMO

Introdução: os sistemas adesivos são materiais dentários que permitem 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. Desta foram introduzidos na prática clínica os sistemas adesivos universais (SAU). **Objetivo:** o estudo teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os sistemas adesivos universais, enfatizando sua composição, indicações, vantagens e desvantagens na tentativa de melhor compreender o uso desse material. **Métodos:** este estudo caracterizou-se por uma busca bibliográfica nas bases de

Recebido em: 20/12/2018

Aceito em: 02/02/2019

dados eletrônicos: PubMed / Medline, Lilacs, Scielo e Google acadêmico, limitando a busca ao período de 2010 a 2018. **Resultados:** dentre os monômeros funcionais contidos nos sistemas adesivos universais, a literatura aponta que o 10-MDP possui uma estabilidade em termos de longevidade e durabilidade maior do que o 4-META e Fenil-P. **Conclusão:** pôde-se concluir que os adesivos universais proporcionam uma versatilidade quanto ao seu uso, uma boa resistência de união aos substratos dentários, como também, uma diminuição das chances de erros durante a aplicação do material, pois facilita a utilização, já que pode ser usado associado ou não ao ácido fosfórico. Porém, é necessário atentar-se às suas contraindicações, como a incompatibilidade com outros materiais, para que não ocorra o insucesso clínico do procedimento.

Palavras-chave: Adesivos. Adesivos dentinários. Materiais dentários. Composição.

ABSTRACT

Introduction: adhesive systems are dental materials that allow adhesion to dental substrates with satisfactory mechanical properties. With the evolution of adhesive systems, they sought to provide more simplified materials with low sensitivity to the technique. Thus, universal adhesive systems were introduced in clinical practice. **Objective:** to review the literature about universal adhesive systems, emphasizing its clinical protocols and evaluation of union strength in enamel and dentin in an attempt to better understand the use of this material. **Methods:** 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. **Results:** among the functional monomers contained in the universal adhesive systems, the literature indicates that 10-MDP has a stability in terms of longevity and durability greater than 4-META and Phenyl-P. **Conclusion:** universal adhesives provide versatility of use, good bonding strength to the dental substrates, 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, it's necessary to pay attention to contraindications, such as incompatibility with other materials, should be emphasized so that clinical failure of the procedure does not occur.

Key-words: Adhesives. Dentin adhesives. Dental Materials. Composition.

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington
Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos
universais: composição,
indicações, vantagens
e desvantagens.
SALUSVITA, Bauru, v. 38,
n. 1, p. 155-175, 2019

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 (HANABUSA *et al.*, 2012). O anseio por um sorriso estético e harmônico elevou o nível de exigência dos pacientes, afinal este é um fator relevante para sua aceitação na sociedade, e que melhora a autoestima (GOYATÁ *et al.*, 2017).

O conceito da adesividade na odontologia surgiu em 1955 quando o Dr. Michael Buonocore descobriu o condicionamento ácido do esmalte e, possibilitou uma união micromecânica entre os materiais restauradores e o esmalte dentário (CHAGAS, 2016). O surgimento dos sistemas adesivos fez com que o sucesso clínico de uma restauração dependesse do selamento entre as margens do material restaurador e a cavidade. Assim, um sistema adesivo que proporcione boa resistência de união é essencial para o sucesso e a longevidade das restaurações estéticas diretas em resina composta (SAVICZKI *et al.*, 2017).

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*) (VAN MEERBEEK *et al.*, 2011; CHOI *et al.*, 2017; JAYASHEEL *et al.*, 2017). Os primeiros 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 em único frasco, tornando a técnica mais simplificada (VAN MEERBEEK *et al.*, 2011).

Por conta do interesse por adesivos mais simplificados, mais versáteis e menos sensíveis à técnica, novos materiais foram desenvolvidos. A literatura reporta-se a eles como os sistemas adesivos “*multi-mode*” ou “universais” (SAU), que podem ser utilizados pelas técnicas do condicionamento ácido prévio, do condicionamento seletivo ou do autocondicionamento, possibilitando uma maior variedade de opções ao profissional, que pode, então, escolher o protocolo adesivo mais adequado a cada situação (HANABUSA *et al.*, 2012; PERDIGÃO, LOGUERCIO, 2014).

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre os SAU, enfatizando a composição química e sistemas adesivos universais, indicações, vantagens e desvantagens, na tentativa de melhor compreender o uso desse material, promovendo, assim, um maior embasamento científico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracterizou-se por uma busca bibliográfica nas bases de dados eletrônicos: PUBMED/ MEDLINE, LILACS, SCIELO e GOOGLE ACADÊMICO, limitando a busca ao período de 2010 a 2018.

Os seguintes descritores e sua combinação foram utilizados para busca e seleção dos artigos: Adesivos (*Adhesives*), Materiais dentários (*Dental Materials*), Adesivos dentinários (*Dentin adhesives*), Composição (*Composition*). O sistema de formulário avançado “AND” para filtragem dos artigos relacionados ao tema foi utilizada. Outra estratégia utilizada foi a busca manual em listas de referências dos artigos identificados/selecionados.

Como critérios de inclusão, foram adotados os artigos escritos em inglês, português ou espanhol, 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.

REVISÃO DE LITERATURA

SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Uma das mais recentes novidades na odontologia adesiva foi a introdução de adesivos universais, que são utilizados desde 2011 na prática clínica. Estes novos produtos são conhecidos como adesivos “multi-mode” ou “multiuso” (SOFAN *et al.*, 2017). São adesivos den-

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington
Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos
universais: composição,
indicações, vantagens
e desvantagens.
SALUSVITA, Bauru, v. 38,
n. 1, p. 155-175, 2019

tinários 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).

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 adesivos dentinários versáteis, por conta do fato de serem adaptáveis às condições clínicas, o que permite que o operador decida qual protocolo adesivo é o 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; PEREIRA *et al.*, 2015).

Estes novos sistemas adesivos permitem que o Cirurgião-Dentista decida a técnica de adesão a ser utilizada, recorrendo a diversas versões dos sistemas existentes, que são: condicionamento ácido prévio, condicionamento ácido seletivo do esmalte ou autocondicionante (HANABUSA *et al.*, 2012; MENA-SERRANO *et al.*, 2013; MUÑOZ *et al.*, 2013; MUÑOZ *et al.*, 2014; PERDIGÃO *et al.*, 2012; PERDIGÃO *et al.*, 2014).

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). Quando utilizado 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-metacrilóiloxietil anidrotrimelítico (4-META), ou grupos ácidos fosfato, sendo compostos por 10-metacrilóiloxidecil diidrogenofosfato (10-MDP) e o 2-metacrilóiloxietil fenil fosfato (Fenil-P) (COSTA *et al.*, 2017).

Desse modo, o 10-MDP adere ionicamente à hidroxiapatita através do processo de *nano-layering* (nano-camadas), ou seja, de forma nanométrica (YOSHIHARA *et al.*, 2010), assim como, o fenil-P e 4-META (BARATIERI *et al.*, 2015).

Estudos avaliaram os SAU contendo o monômero funcional 10-MDP e não contendo o 10-MDP na composição. Um estudo realizado com adesivos universais (All-Bond Universal™, Clearfil™ Universal Bond e Scotchbond Universal Adhesive™) demonstrou que, mesmo contendo o 10-MDP, eles 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).

Uma gama de adesivos universais de diversas marcas comerciais está disponível no mercado atualmente, Estes produtos estão representados na figura 1 e descritos na tabela 1. 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).



Figura 1 - Apresentações comerciais dos SAU disponíveis no mercado.

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. SALUSVITA, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington
Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos
universais: composição,
indicações, vantagens
e desvantagens.
SALUSVITA, Bauru, v. 38,
n. 1, p. 155-175, 2019

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 Viva-dent (Schaan)	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 Universal	Ivoclar Viva-dent (Schaan)	Polimerizada por luz	1 passo	2,5 - 3,0 Ultra-Suave	Não
	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 Corpora-tion (Tóquio)	Polimerizada por luz	1 passo	1,5 Intermediário Forte	Não	

Fonte: Adaptação de Sofan *et al.* (2017).

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). Entre estes, existem os componentes ativos compostos por monômeros, o 10-MDP, que se encontra na composição da maioria dos adesivos universais (ARINELLI *et al.*, 2016; GRÉGOIRE, SHARROCK, PRIGENT, 2016), Fenil-P, 4-META e, além desses, são compostos por iniciadores, copolímero Vitrebond, copolímero do ácido polialcenóico, HEMA, BisGMA, e componentes inativos, silano, água, etanol e acetona, porém é possível adicionar ou modificar algum componente na formulação do adesivo, de acordo com o fabricantes (CHAGAS, 2016).

A molécula 10-MDP é um monômero bifuncional com uma estrutura anfifílica, ou seja, com uma extremidade hidrofílica – 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 secopolimeriza 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 2).

Adesivos que contêm monômeros funcionais, entre eles o 10-MDP, é 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 (MANFROI *et al.*, 2016). Nesse contexto, os íons residuais de cálcio, 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, melhorando a ligação (ARINELLI *et al.*, 2016; MARCHESI *et al.*, 2014).

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).

A literatura tem descrito que, formações de ligações iônicas também devem ser estáveis em um ambiente aquoso (VAN MEER-

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens.
SALUSVITA, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

BEEK *et al.*, 2011). A ligação química promovida pelo 10-MDP é não só mais eficaz, mas também mais estável na água, se comparada àquelas 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.

A figura 3 mostra de forma esquemática a adesão da molécula 10-MDP à estrutura dentária.

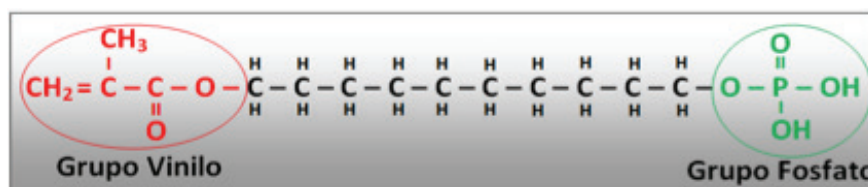


Figura 2 - Fórmula da molécula de 10-MDP.

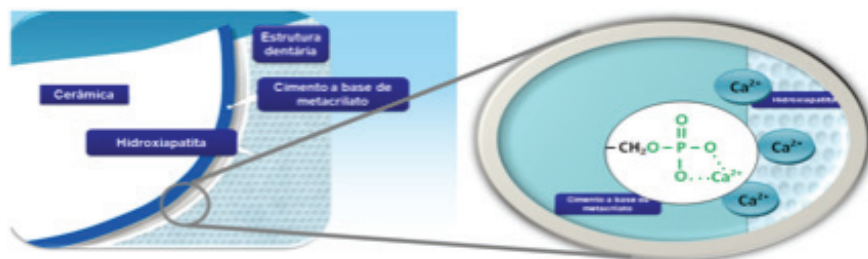


Figura 3 - Esquema de ligação da molécula 10-MDP a hidroxiapatita. Grupo fosfato da molécula de 10-MDP ligando-se ao cálcio da hidroxiapatita da estrutura dentária. Fonte: Kuraray (2012).

O Fenil-P (Figura 4), é um monômero ácido fosfato e o 4-META (Figura 5), é um monômero do grupamento carboxílico. Ambos 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).

Em relação à ação descalcificante dos monômeros funcionais na hidroxiapatita dentária, 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, diferentemente do 10-MDP, que propõe uma estabilidade maior (FONSECA, 2014).

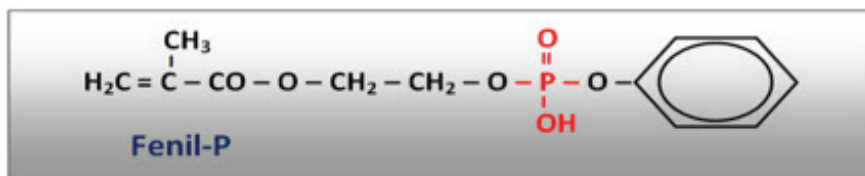


Figura 4 - Fórmula do monômero funcional Fenil-P

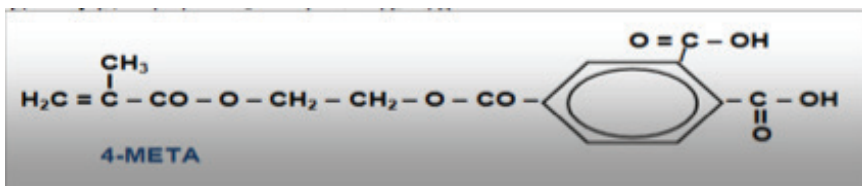


Figura 5 - Fórmula do monômero funcional 4-META.

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, como amino ou hidroxila, a reação em particular da dentina, como exemplo, grupos aldeído ou anidrido podem 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 (FONSECA, 2014).

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 de 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 polialquenoico que fornece uma performance adesiva mais consistente à dentina sob vários níveis de umidade, o que gera 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 es-

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

tabilidade 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, é 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), pois pode plastificar a rede de colágeno colapsada quando usado o modo autocondicionante, o que permite a re-expansão do colágeno seco e a 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 a acetona são componentes que atuam como solventes dos SAU. O etanol é um solvente melhor que a água para monômeros de resina, visto que promovem a sua infiltração 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 podendo 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), simplificando o protocolo de cimentação das cerâmicas vítreas (ARINELLI *et al.*, 2016; PERDIGÃO, SWIFT, 2015). Contudo, teoricamente, não seria necessário aplicar a solução de silano após o condicionamento da cerâmica vítrea com ácido fluorídrico (ARINELLI *et al.*, 2016).

A figura 6 mostra os principais componentes constituídos na formulação dos sistemas adesivos universais, de acordo com cada 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 às fibras de colágeno, aos cimentos e a materiais restauradores à base de metacrilato.
BisGMA	Aumenta a taxa de polimerização e asseguram a formação de uma rede polimérica, é menos solúvel e contém 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, aumento da capacidade de impregnação do adesivo na superfície, e estabilização das fibras colágenas e prevenindo o seu colapso.
Água	Ionização dos monômeros funcionais, reidratação dos colágenos colapsados e diminuição a viscosidade do adesivo.
Etanol e/ou Acetona	Solvente que atua evaporando a umidade da dentina.
Silano	Permite com que o adesivo una-se quimicamente à superfície das cerâmicas vítreas.

Figura 6 - Principais componentes presentes nos adesivos universais de acordo com o fabricante fabricante.

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

VANTAGENS, DESVANTAGENS E INDICAÇÕES DOS SISTEMAS ADESIVOS UNIVERSAIS

Como qualquer outro material dentinário, os SAU são materiais que apresentam suas limitações, vantagens e indicações diante da prática clínica diária (SOFAN *et al.*, 2017) (Figura 7).

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 aplicação de silano após o condicionamento da cerâmica vítrea.	Incompatibilidade com cimentos resinosos sual 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 cíteas 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 quando não evapora, podendo resultar em nanoinfiltração.	-----

* Dependerá do fabricante, pois existe cimento resinoso dual que é compatível 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 Re-lyX™ 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).

Figura 7 - Principais vantagens, desvantagens e indicações dos sistemas adesivos universais.

Algumas desvantagens podem ser listadas para esses materiais, principalmente quando usados de modo autocondicionante para dentina e esmalte, apresentando 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 à sua menor acidez (SOFAN *et al.*, 2017). Baratieri *et al.* (2015) cita que adesivos autocondicionantes de uma etapa resultam na formação de vesículas de água na superfície, o que pode comprometer a durabilidade e adesão no esmalte.

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).

Essa incompatibilidade química é observada 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, for-

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

mando o sistema peróxido-amina (LOPES *et al.*, 2016; MAZIOLI *et al.*, 2017) (Figura 8).

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 de cimentos/resinas, tem maior afinidade por reagir com os monômeros da camada mais superficial do adesivo, formando, então, 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 iniciador químico que contém benzeno sulfonato de sódio, tendo como principal função impedir que as aminas terciárias, pelo monômero resinoso acídico, 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 utilizar cimentos resinosos livres de amina terciária (ALEX, 2015), como também, a utilização de sistemas adesivos convencionais de três passos e os autocondicionantes de dois passos pode ser uma alternativa (GARBOZA, 2015). Isso pode ser explicado pelo fato de que nesses sistemas adesivos utiliza-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.



Figura 8 - Figura esquemática da incompatibilidade química dos sistemas adesivos simplificados com os cimentos resinosos dual/auto polimerizáveis. (Fonte: figura provida pelos autores)

Entretanto, por conta da 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 essa uma grande vantagem do produto, pois permite 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 de o operador escolher qual é 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 da etapa de lavagem da cavidade (SILVA, LUND, 2016).

Essas classes de materiais são adesivos dentinários que contêm monômeros funcionais ou outros monômeros organofosfatos, sendo, assim, capazes de se ligar quimicamente a substratos diretos e indiretos, como zircônia, cerâmica vítrea, adesão de restaurações à base de metacrilato, materiais selantes à dentina, ionômero de vidro, compósitos e metal, e tecido dentinário (dentina e esmalte), tal propriedades existentes nos novos adesivos universais (SOFAN *et al.*, 2017; CHOI *et al.*, 2017; Pereira *et al.*, 2015).

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. SALUSVITA, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington
Verâncio *et al.*
Sistemas adesivos
universais: composição,
indicações, vantagens
e desvantagens.
SALUSVITA, Bauru, v. 38,
n. 1, p. 155-175, 2019

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; SOFAN *et al.*, 2017), o que também configura uma grande vantagem desse material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas adesivos universais são uma nova classe de adesivos dentinários, de único frasco, proporcionando 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 erros durante a aplicação do material, facilitando seu uso, já que pode ser usado associado ou não ao ácido fosfórico.

Como reportado pela literatura, os adesivos universais proporcionam um poder de adesão de dois modos: de forma micromecânica e de interação química, visto que esses materiais possuem monômeros funcionais, como o 10-MDP, 4-META e Fenil-P, que se relacionam com a hidroxiapatita do remanescente dentário, sendo fator importante para longevidade de restaurações dentárias.

Dentre os monômeros funcionais contidos nos sistemas adesivos universais, a literatura aponta que o 10-MDP possui uma estabilidade em termos de longevidade e durabilidade maior do que o 4-META e Fenil-P.

É necessário enfatizar as suas contra-indicações, como a incompatibilidade com alguns materiais cimentantes resinosos de presa dual ou polimerização química, que utiliza aminas terciárias como agentes de iniciação da polimerização, o que determina que o clínico deve atentar-se a esse fator, para que não haja problemas futuros em trabalhos reabilitadores. Estudos mostram que esses materiais são confiáveis para o uso clínico odontológico, pois apresenta resultados promissores em longo prazo.

REFERÊNCIAS

- AHN, J. *et al.* Effect of additional etching and ethanol-wet bonding on the dentin bond strength of one-step self-etch adhesives. **Restorative Dentistry & Endodontics**, Seoul, v. 40, n. 1, p. 68-74, 2015.
- ALEX, G. Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry? **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, New York, 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. **The Saudi Journal for Dental Research**, Amsterdam, v. 6, n. 2, p.110–116, 2015.
- ARINELLI, A, M. D. *et al.* Sistemas adesivos atuais. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 73, n. 3, p. 242-46, 2016.
- BARATIERI, L. N. *et al.* **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**. 2^a edição, São Paulo: Santos, 2015.
- BELTRAMI, R. *et al.* Comparison of shear bond strength of universal adhesives on etched and nonetched enamel. **Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials**, Thousand Oaks, v. 14, n. 1, p.78-83, 2016.
- CARDOSO, S. A. *et al.* Effect of shelf-life simulation on the bond strength of self-etch adhesive systems to dentin. **Applied Adhesion Science**, [s.i], 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. *et al.* Bonding of universal adhesives to dentine – Old wine in new bottles? **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 43, n. 5, p. 525–536, 2015.
- CHOI, A. N. *et al.* Effect of Dentin Wetness on the Bond Strength of Universal Adhesives. **Materials**, Basel, v. 10, n. 1224, p. 1-13, 2017.
- COELHO, A. *et al.* Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial**, Lisbon, v.53, n. 1, p. 39–46, 2012.
- COSTA, D. M. *et al.* Bond Capability of Universal Adhesive Systems to Dentin in Self-etch Mode after Short-term Storage and Cyclic Loading. **The Open Dentistry Journal**, Sharjah, v.11, p. 276-283, 2017.
- AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. **SALUSVITA**, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

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*, Thousand Oaks, v. 91, n. 4, p. 351–357, 2012.

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

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

FURUSE, A. Y. *et al.* Influence of light activation of simplified adhesives on the shear bond strength of resin cements to a leucite-reinforced ceramic. *European Journal of Dentistry*, Stuttgart, 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. *et al.* Self - Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Brazilian Dental Journal*, Ribeirão Preto, v. 26, n. 1, p. 3–10, 2015.

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.

GOYATÁ, F. R. *et al.* Remodelação estética do sorriso com resina composta e clareamento dental em paciente jovem: relato de caso. *Arch Health Investigation*, São Paulo v. 6, n. 9, p. 408-413, 2017.

GRÉGOIRE, G.; SHARROCK, P.; PRIGENT, Y. Performance of a universal adhesive on etched and non-etched surfaces: Do the results match the expectations? *Materials Science & Engineering C - Materials for Biological Applications*, Amsterdam, v. 66, p. 199-205, 2016.

HANABUSA, M. *et al.* Bonding effectiveness of a new ‘multi-mode’ adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, Bristol, v. 40, p. 475-84, 2012.

JAYASHEEL, A. *et al.* Comparative Evaluation of shear Bond Strength of universal Dental Adhesives - An in vitro study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, Spain, v. 9, n. 7, p. e892-e896, 2017.

KIM, J. H. *et al.* Effects of multipurpose, universal adhesives on resin bonding to zirconia ceramic. **Operative Dentistry**, Idianópolis, v. 40, n.1, p. 55-62, 2015.

KIM, R. J. *et al.* Performance of universal adhesives on bonding to leucite-reinforced ceramic. **Biomaterials Research**, Seoul, v. 19, n. 1, p. 1-6, 2015.

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

LOPES, L. S. *et al.*. Protocolo das possibilidades técnicas de aplicação dos sistemas adesivos universais: revisão de literatura com relato de caso. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 73, n. 2, p. 173-7, 2016.

MANFROI, F. B. *et al.* Bond strength of a novel one bottle multi-mode adhesive to human dentin after six months of storage. **The Open Dentistry Journal**, Hiversum, v. 10, p.268-77, 2016.

MARCHESI, G. *et al.* Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. **Journal of Dentistry**, Bristol, 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. **Revista de Odontologia UNESP**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 174-178, 2017.

MENA-SERRANO, A. *et al.* A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. **Journal Esthetic and Restorative Dentistry**, London, v. 25, p. 55-69, 2013.

MUÑOZ, M. A. *et al.* Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 41, n. 5, p. 404-11, 2013.

MUÑOZ, M. A. *et al.* Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 42, n. 5, p. 595-602, 2014.

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

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

PERDIGÃO, J.; SWIFT JR, E. J. Universal Adhesives. **Journal Esthetic and Restorative Dentistry**, London, v. 27, n. 6, p. 331-4, 2015.

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. **SALUSVITA**, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

AVELAR, Wellington Verâncio *et al.* Sistemas adesivos universais: composição, indicações, vantagens e desvantagens. *SALUSVITA*, Bauru, v. 38, n. 1, p. 155-175, 2019

PEREIRA, L. L. *et al.* Can Application of Universal Primers Alone Be a Substitute for Airborne-Particle Abrasion to Improve Adhesion of Resin Cement to Zirconia? **The Journal of Adhesive Dentistry**, Berlin, v. 17, p. 169–174, 2015.

SAVICZKI, P. L. *et al.* Aplicação dos sistemas adesivos nos últimos cinco anos. **Arch Health Investigation**, São Paulo, v. 6, n. 12, p. 554-560, 2017.

SEZINANDO, A. Looking for the ideal adhesive - A review. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, Lisbon, v. 55, n. 4, p. 194–206, 2014.

SHAH, D. D. *et al.* Comparing shear bond strength of two step vs one step bonding agents on ground enamel and dentin: an in vitro study. **International Journal of Experimental Dental Science**, Mumbai, v. 3, n. 1, p. 1-3, 2014.

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

SILVA E SOUZA JUNIOR, M. H. *et al.* Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. **Journal of applied oral science**, Bauru, v. 18, n. 3, p. 207-14, 2010.

SOFAN, E. *et al.* Classification review of dental adhesive systems from the IV generation to the universal type. **Annali di stomatologia**. Roma, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2017.

TEKÇE, N. *et al.* Do Matrix Metalloproteinase Inhibitors Improve the Bond Durability of Universal Dental Adhesives? **Scanning**, London, v. 38, n. 6, p. 535-544, 2016.

VAN MEERBEEK, B. *et al.* State of the art of self-etch adhesives. **Dental Materials**, Copenhagen, V. 27, n. 1, p. 17-28, 2011.

WAGNER, A. *et al.* performance of universal adhesives in different etching modes. **Journal of Dentistry**, Bristol, v.42, p.800–807, 2014.

YOSHIHARA, K. *et al.* Etching Efficacy of Self-Etching Functional Monomers. **Journal of Dental Research**, Thousand Oaks, v. 0, n. 00, p. 1-7, 2018.

YOSHIHARA, K. *et al.* Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction. **Acta biomaterialia**, Oxford, v. 6, n. 9, p. 3573-82, 2010.

ZHANG, Z. Y. *et al.* Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives? **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 45, n. 1, p. 43-52, 2016.

