

O uso e a inter-relação da resina composta e do cimento ionômero de vidro (CIV) nas restaurações sanduíches

The use and inter-relationship of compound resin and glass ionomer cement (GIC) in sandwich restorations

El uso y la interrelación de resina compuesta y cemento de ionómero de vidrio (CIV) en restauraciones tipo sándwich

Recebido: 29/04/2021 | Revisado: 06/05/2021 | Aceito: 08/05/2021 | Publicado: 22/05/2021

Francielly de Lemos Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8672-7731>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: franciellylemos12@gmail.com

Brenno Anderson Santiago Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1047-3210>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: brennosantiagod@gmail.com

Geovanna Caroline Brito da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8943-5638>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: geovannacarolineb@gmail.com

Jefferson Lucas Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0379-4101>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: jefflucasmendes@gmail.com

Layla Narrely Santos Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7497-3361>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: narrelylayla@gmail.com

Marcelo Gadelha Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0396-553X>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: marcelo.vasconcelos@yahoo.com.br

Rodrigo Gadelha Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7890-8866>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: rodrigogadelhavasconcelos@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: A técnica sanduíche é um procedimento que combina o cimento de ionômero de vidro (CIV) com a resina composta (RC) com a finalidade de obter as melhores propriedades físico-mecânicas e estéticas de cada um. **Objetivo:** realizar uma revisão literária sobre a utilização desse método nas restaurações diretas e analisar como ocorre a interação entre os dois materiais. **Metodologia:** Foi realizada uma busca da literatura publicada entre 2010 a 2021 nas bases de dados PubMed/Medline, SciELO, Lilacs e Google Acadêmico, através da utilização de descritores pré-selecionados. Foram incluídos 40 estudos que respeitaram os critérios de inclusão e exclusão. **Resultados:** a associação do CIV a RC traz à restauração direta os benefícios de proteção pulpar, efeito anticariogênico, menor contração de polimerização, maior retenção e melhores propriedades estéticas. Esse método pode ser classificado em aberto, fechado, mediato e imediato, essas variações vão depender, respectivamente, da indicação e da forma de confecção do procedimento. **Conclusão:** ao realizar o condicionamento ácido da superfície do CIV convencional é preciso ser cauteloso, pois as diferenças nas reações de presa desse material e da RC pode interferir nas propriedades finais da restauração. Já o cimento de ionômero de vidro modificado por resina dispensa esse procedimento. Apesar de alguns estudiosos não sugerirem esse tipo de pré-tratamento, pela possibilidade de promover rachaduras e diminuição da sua força, pesquisas afirmam que a técnica mista pode ser realizada com eficácia ao utilizar tanto sistemas adesivos convencionais como autocondicionantes, pois não foram observadas diferenças significativas na resistência de união ao compará-los.

Palavras-chave: Cimentos de ionômeros de vidro; Resinas compostas; Restauração dentária permanente.

Abstract

Introduction: The sandwich technique is a procedure that combines the glass ionomer cement (GIC) with the composite resin (CR) in order to obtain the best physical-mechanical and aesthetic properties of each one. **Objective:** perform a literary review on the use of this method in direct restorations and analyze how the interaction between the two materials occurs. **Methods:** A search of the literature published between 2010 and 2021 was carried out in the databases PubMed/ Medline, SciELO, Lilacs and Google Scholar, using pre-selected descriptors. 40 studies were included that met the inclusion and exclusion criteria. **Results:** The association of GIC with CR brings to the direct restoration the benefits of pulp protection, anti-cariogenic effect, less polymerization contraction, greater retention and better aesthetic properties. This method can be classified as open, closed, mediate and immediate, these variations will depend, respectively, on the indication and the form of preparation of the procedure. **Conclusion:** When carrying out the acid conditioning of the surface of the conventional GIC, it is necessary to be cautious, since the differences in the setting reactions of this material and the CR can interfere with the final properties of the restoration. However, resin-modified glass ionomer cement does not require this procedure. Although some scholars do not suggest this type of pre-treatment, due to the possibility of promoting cracks and decreasing its strength, research claims that the mixed technique can be performed effectively when using both conventional and self-etching adhesive systems, as no were observed significant differences bond strength when comparing them.

Keywords: Glass ionomer cements; Composite resins; Permanent dental restoration.

Resumen

Introducción: La técnica sandwich es un procedimiento que combina el cemento de ionómero de vidrio (CIV) con la resina compuesta (RC) con el fin de obtener las mejores propiedades físico-mecánicas y estéticas de cada uno. **Objetivo:** realizar una revisión literaria sobre el uso de este método en restauraciones directas y analizar cómo se produce la interacción entre los dos materiales. **Metodología:** Se realizó una búsqueda de la literatura publicada entre 2010 y 2021 en las bases de datos PubMed / Medline, SciELO, Lilacs y Google Scholar, utilizando descriptores preseleccionados. Se incluyeron 40 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. **Resultados:** la asociación de CIV con RC aporta a la restauración directa los beneficios de protección pulpar, efecto anticariógeno, menor contracción de polimerización, mayor retención y mejores propiedades estéticas. Este método se puede clasificar en abierto, cerrado, mediato e inmediato, estas variaciones dependerán, respectivamente, de la indicación y la forma de preparación del procedimiento. **Conclusión:** a la hora de realizar el acondicionamiento ácido de la superficie de la CIV convencional, es necesario tener precaución, ya que las diferencias en las reacciones de fraguado de este material y la CR pueden interferir con las propiedades finales de la restauración. Sin embargo, el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina no requiere este procedimiento. Aunque algunos estudiosos no sugieren este tipo de pretratamiento, debido a la posibilidad de promover grietas y disminuir su resistencia, la investigación afirma que la técnica mixta se puede realizar de manera efectiva cuando se utilizan sistemas tanto convencionales como autograbantes, ya que no se encontraron diferencias significativas fuerza de unión observada al compararlos.

Palabras clave: Cementos de ionómero de vidrio; Resinas compuestas; Restauración dental permanente.

1. Introdução

A técnica sanduíche é um dos procedimentos restauradores de compósitos dentais mais recomendados, em que dois diferentes materiais dentários são usados para produzir uma restauração com os benefícios de ambos os materiais, ou seja, com boas propriedades físico-mecânicas e estéticas (Navimipour et al., 2012). Este método desenvolvido por McLean et al. em 1985, também nomeado como técnica mista ou laminada, tem o objetivo de combinar as vantagens do cimento de ionômero de vidro (CIV), utilizado como base a fim de substituir a dentina, com as da resina composta (RC), responsável por fazer o papel do esmalte e/ou dentina (Paula, 2018; Ramos, 2016; Silva, 2011).

Isoladamente, a aplicação do CIV está associada a certas desvantagens, como propriedades mecânicas inferiores, baixa resistência ao desgaste, sensibilidade precoce à umidade, superfície porosa e baixa resistência. Da mesma maneira, o uso das resinas compostas pode estar associado a irritação pulpar e microinfiltração marginal, especialmente nas margens cervicais em alguns casos (Jaberi et al., 2014). Neste contexto, a técnica mista é capaz de aproveitar as propriedades do CIV de adesividade à estrutura dentária, liberação de íons flúor, biocompatibilidade e coeficiente de expansão térmica linear próximo ao do dente. Assim como, usufruir das propriedades da resina composta: resistência mecânica, lisura superficial, estética e maior estabilidade de cor, além de reduzir a sua contração de polimerização (Tumenas et al., 2014).

Essa técnica pode ser aplicada em todas as cavidades profundas em que a resina composta é a escolha principal. Em casos particulares, em que uma ou mais margens de restauração existem na dentina, a laminação sobre um CIV é fortemente

recomendada para aumentar a adesão à essa estrutura dentária e limitar a microinfiltração (Pamir et al., 2012). Também é indicado o forramento do assoalho gengival com CIV das cavidades classes II e V, principalmente quando a margem gengival se estende até a superfície radicular (Navimipour et al., 2012). Esta indicação possui o objetivo de fornecer selamento à margem dentinária gengival desprovida de esmalte e reduzir a profundidade da caixa proximal de restaurações posteriores extensas para que a fotopolimerização da resina possa ser alcançada de forma mais efetiva, além de reduzir o número de incrementos (Ngo & Opsahl-Vital, 2014).

Segundo Ramos (2016), existem duas variações desse tipo de restauração: sanduíche aberto, o CIV fica exposto na cavidade, e fechado, o material fica retido no interior da cavidade, rodeado por paredes dentárias. Cada uma é indicada em situações específicas que estão relacionadas com as propriedades que o material ionomérico exhibe. Além disso, esse tipo de restauração também pode ser classificada quanto a forma que é confeccionada. Se for realizada em dois tempos clínicos é chamada de técnica mediata, na qual há um preenchimento total da cavidade com o CIV que será rebaixado em uma sessão subsequente. Já na técnica imediata, os materiais dentários são inseridos na cavidade em um único tempo clínico, na qual há aplicação de uma porção menor de CIV e na mesma sessão a restauração de resina é confeccionada sobre essa base cavitária.

Na técnica laminada a ligação entre CIV e resina composta é um dos principais fatores na retenção, durabilidade e selamento marginal da restauração. Estudos têm mostrado que um dos principais motivos envolvidos no fracasso dessas restaurações é a cárie e a falha devido a uma ligação inadequada (Kasraie et al., 2013). Portanto, com o objetivo de aumentar a resistência adesiva entre os materiais, diferentes formas de tratamento da superfície do CIV previamente à inserção do material resinoso, na mesma consulta, foram sugeridas na literatura. Entre elas, destacam-se o condicionamento ácido da superfície e a discussão a respeito de qual sistema adesivo é o mais indicado (Ramos, 2016).

Logo, a finalidade desse artigo é realizar uma revisão literária sobre a utilização da técnica sanduíche (mista ou laminada) nas restaurações diretas e analisar como ocorre a interação entre o CIV e a estrutura dentária e o CIV e a RC.

2. Metodologia

Esse estudo consiste em uma revisão literária do tipo narrativa realizada através de um levantamento bibliográfico da literatura publicada 2010 a 2021 presentes nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed/Medline, SciELO (Scientific Electronic Library), Lilacs e Google Acadêmico. Para a filtragem dos artigos foram utilizados os seguintes descritores em inglês/ português: “Técnica sanduíche” (“sandwich technique”), “técnica mista” (“mixed technique”), técnica laminada (“laminated technique”), “cimento ionômero de vidro” (“glass ionomer cement”), “resina composta” (“composite resin”) e restauração dentária permanente (“Dental Restoration, Permanent”). A associação desses descritores foi feita através da utilização dos operadores booleanos “AND” e “OR”. Além disso, realizamos uma busca manual na lista de referências dos artigos selecionados.

Como critérios de inclusão, foram considerados os estudos escritos em inglês e português, os que possuíam relação com a temática proposta, metodologia detalhada e disponibilidade do texto completo. Os estudos que não se enquadraram nesses critérios foram excluídos da amostra. Logo, após esta filtragem, 38 artigos e 2 livros de autores renomeados nas áreas de materiais dentários e dentística foram incluídos na revisão.

3. Revisão de literatura

3.1 Cimento de ionômero de vidro

O cimento de ionômero de vidro (CIV) foi introduzido na década de 1970 por Wilson e Kent (Pandey et al., 2019); representando um marco dentro da Odontologia, pois agregou propriedades físicas e biológicas que não eram obtidas com outros materiais. Para formulação desse cimento combinou-se o pó à base de vidro do cimento de silicato, que apresentava

liberação de flúor e baixa alteração dimensional, com o líquido do cimento do poliacrilato, o ácido poliacrílico, este último material possuía a qualidade de adesão à estrutura dentária (Boaventura et al., 2012; Carvalho, 2012).

O CIV possui uma ampla variedade de uso, pode ser utilizado como cimentos, selantes de cicatrículas e fissuras, restauração de lesões cervicais não cariosas, pequenas restaurações, também como forramento e materiais de base (Nguyen et al., 2015). Isto porque o CIV possui propriedades vantajosas que não são alcançadas por outros materiais, dentre estas, estão inclusas a aderência aos tecidos dentários, alta biocompatibilidade, liberação de flúor, coeficientes de expansão e contração térmica semelhantes à dentina, baixa contração, bem como as vantagens de possuir um custo aceitável e inserção única na cavidade dentária (Ramos et al., 2018).

No que diz respeito a constante liberação de fluoretos, Vincenti (2018) afirma que essa é umas das principais características deste material dentário, pois propicia redução na solubilidade da estrutura mineral dos dentes, inibição do metabolismo microbiano, e restabelecimento do equilíbrio do meio oral. Essa liberação é caracterizada por um pico inicial elevado, que diminui rapidamente para manter um nível constante ao longo de vários meses. No entanto, existe um efeito de compensação em que o CIV pode ser recarregado com íons de flúor de fontes externas, tais como cremes dentais, géis e vernizes.

No entanto, assim como todo material, apresenta algumas desvantagens, tais como propriedades mecânicas inferiores, baixa resistência ao desgaste, sensibilidade precoce à umidade, superfície porosa com baixo polimento, característica opaca que causa comprometimento da sua aparência estética e baixa resistência à tração e ao cisalhamento, contraindicando este material em áreas de grande esforço mastigatório (Jaberi Ansari et al., 2014; Ramos, 2012).

Os CIVs podem ser classificados de acordo com a sua aplicação e natureza. Quanto à aplicação, são divididos em quatro tipos. No tipo I, incluem-se os cimentos para coroas e dispositivos ortodônticos. O tipo II (de elevada viscosidade) são usados em restaurações, ao passo que o tipo III (de baixa viscosidade) é o usado como base e inicialmente como selante. Por fim, o tipo IV contempla os CIVs modificados com resina. Quanto à sua natureza, podem ser classificados como convencionais, reforçado por metais ou modificados com resina (Silva et al., 2021).

Os convencionais foram os primeiros a serem introduzidos no mercado (Ngo & Opsahl-Vital, 2014); e se apresentam sob a forma de pó e líquido (Silva et al., 2011). Boaventura et al. (2012) descrevem que o pó do CIV é um vidro de fluorossilicato de cálcio e apresenta como componentes básicos o óxido de silício, óxido de alumínio e fluoreto de cálcio. Também são adicionados ao pó magnésio e sódio, porém em quantidades menores. Em relação ao líquido, é uma solução aquosa de ácido poliacrílico. Além disso, são adicionados ácidos tartáricos, para aumentar o tempo de trabalho do material, e o ácido itacônico, para impedir ou retardar a reação química dos ácidos quando armazenado. Em alguns produtos, o ácido poliacrílico é substituído pelo ácido polimaléico.

Então, quando o pó e o líquido são misturados, inicia-se uma reação de presa do tipo ácido-base para formar um sal hidratado, que atua como matriz de ligação entre as partículas de vidro (Silva et al., 2011). Essa reação de presa foi descrita por Anusavice (2013) da seguinte forma, quando o pó e o líquido são misturados, o ácido começa a dissolver o vidro, liberando íons de cálcio, alumínio, sódio e flúor. A água serve como meio de reação. Então, os íons de cálcio formam ligações cruzadas entre as cadeias do ácido poliacrílico; no decorrer de 24 horas, os íons de cálcio são substituídos por íons de alumínio. Os íons de sódio e flúor não participam de ligações cruzadas no cimento. Alguns dos íons de sódio podem substituir os íons de hidrogênio nos grupos carboxílicos, e íons flúor permanecem dispersos na matriz tridimensional do cimento. A fase com ligações cruzadas se torna hidratada com o tempo, conforme a maturação progride. As porções não dissolvidas das partículas de vidro são recobertas por um gel rico em sílica que se forma na superfície das partículas. Assim, o cimento endurecido consiste de partículas de vidro não dissolvidas recobertas com uma camada de gel de sílica, por sua vez embebidas em uma matriz de polissais de cálcio e alumínio hidratados, contendo flúor.

Em relação ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR), este apresenta composição semelhante à do CIV convencional, mas com adição de pequena quantidade de resina hidroxietilmetacrilato (HEMA), bisfenol A glicidil dimetacrilato (BisGMA) e fotoiniciadores. A partícula de vidro é a mesma do CIV convencional, porém menor, como nos compósitos. Dessa forma, combina as propriedades bioativas dos CIV com as propriedades mecânicas e estéticas dos polímeros resinosos (Vincenti, 2018). O CIVMR apresenta uma reação de geleificação e uma reação de polimerização. A reação ácido/base inicia-se com a mistura do pó ao líquido, ocorrendo de forma lenta até que o mecanismo de fotopolimerização seja iniciado, fazendo com que a reação ocorra de forma mais rápida (Boaventura et al., 2012). Essa segunda reação propicia menor tempo de presa, maior tempo de trabalho e, principalmente, melhores propriedades físicas (Silva et al., 2011).

3.2 Resina composta

As resinas compostas são materiais restauradores formados de três componentes principais: uma matriz orgânica com alta densidade de ligações cruzada, possui monômeros, iniciadores e modificadores de cor; uma matriz inorgânica com partículas de carga mineral, de vidro ou resinosas e/ou fibras curtas dispersas; e agentes de união silânicos, que são responsáveis por unir as partículas de carga à matriz orgânica (Anusavice, 2013; Rodrigues et al., 2021). Esses materiais resinosos são usados para uma variedade de aplicações em odontologia, para restaurações diretas e indiretas, forramento de cavidade, selantes de fissuras, coroas, restaurações provisórias, cimento para próteses e aparelhos ortodônticos, cimentos endodônticos, além de outras aplicações (Fernandes et al., 2014).

A RC possui boa resistência mecânica, o que a possibilita de ser utilizada em áreas onde há maior concentração de carga, além de possuir ótimas propriedades estéticas (Ramos, 2016). No entanto, a contração de polimerização, diferenças no coeficiente de expansão térmica e a sorção higroscópica incompleta podem resultar em fracasso da adesão, com a formação de fendas marginais e consequente microinfiltração (Fernandes et al., 2014). Na qual, a microinfiltração foi identificada como um grande problema devido a formação de lacuna (fendas) interfacial, o que pode resultar em descoloração dentária, cárie recorrente, possível envolvimento pulpar e substituição de restauração (Soubhagya et al., 2015).

Os compósitos odontológicos fotopolimerizáveis são apresentados em uma seringa única, na qual a protege da exposição a luz. Nesta pasta está contido o sistema iniciador de radicais livres, consistindo em uma molécula fotossensível e uma amina iniciadora. Quando exposta à luz na região azul do espectro produz um estado excitado da molécula fotossensível, canforoquinona, que então interage com a amina para formar radicais que iniciam a polimerização por adição da RC (Anusavice, 2013). Qualquer falha de polimerização promove uma restauração deficiente, podendo levar ao insucesso clínico, por esse motivo é desejável um alto grau de conversão dos monômeros em polímeros para obter melhores propriedades mecânicas (Bragança, 2013).

3.3 Técnica sanduíche (mista ou laminada)

A técnica de sanduíche é um termo que tem sido usado para descrever o uso de CIV como um material de substituição da dentina ou como base em grandes restaurações de RC nos dentes posteriores (Ngo & Opsahl-Vital, 2014); para reduzir a microinfiltração marginal e selar cavidades. Essa técnica foi desenvolvida por McLean, em 1985, com o objetivo de aproveitar ao máximo as propriedades físicas e estéticas de cada material, pois combina a adesão à dentina e a liberação de flúor do CIV, bem como a estética e durabilidade da RC (Pandey et al., 2019).

O uso combinado desses dois materiais dentário é amplamente indicado em procedimentos clínicos odontológicos (Ramos et al., 2018). Dentre esses procedimentos, essa associação pode trazer benefícios para técnicas restauradoras em lesões cervicais não cariosas (LCNCs), em função das características do substrato dentinário deste tipo de cavidade (Paula, 2018).

Além disso, está sendo fortemente defendida para restaurar cavidades proximais (tipo Classe II) profundas que se estendem além da junção cimento-esmalte, onde o isolamento é questionável, e assim, evitar a cirurgia de aumento de coroa clínica (Francois et al., 2018; Pandey et al., 2019).

De acordo com Catelan et al. (2010), essas cavidades impõem um desafio pela sua própria configuração cavitária, pois possuem um elevado Fator C. Nestes casos, a seleção da técnica restauradora a ser empregada é fundamental para que a tensão da contração da RC não exceda a união obtida entre o material restaurador e a estrutura dental. Por esse motivo, o uso de uma camada intermediária de materiais ionoméricos tem sido proposto, visando diminuir os efeitos da contração de polimerização do compósito e aumentar a longevidade da restauração.

A técnica de laminação, conforme mencionado anteriormente, tem como expectativa combinar as vantagens dos CIV com as das RC (Pamir et al., 2012); para que assim a restauração final obtenha os benefícios de proteção pulpar, efeito anticariogênico da liberação de flúor, redução da quantidade de RC que, conseqüentemente, promove a diminuição da contração de polimerização (Jaberi Ansari et al., 2014). Além disso, essa combinação pode garantir maior retenção, devido à melhor adesão proporcionada pela base de CIV, e a melhor estética das restaurações de RC.

A confecção da restauração mista pode ser realizada de duas maneiras: em dois tempos clínicos (mediata) ou em apenas um único tempo clínico (imediata) (Ramos, 2016). Na mediata, o CIV é inserido em toda a cavidade na primeira sessão, e, numa sessão posterior, é feito o desgaste superficial para acomodar a RC, quando o material apresenta maior resistência, pois a maturação do cimento estaria avançada (Silva et al., 2015). Já na imediata, ocorre a aplicação de uma porção menor de CIV na cavidade e na mesma sessão a restauração de RC é confeccionada sobre essa base cavitária (Ramos, 2016).

Essa técnica ainda pode ser dividida em sanduíche fechado ou aberto (Ngo & Opsahl-Vital, 2014). Na versão fechada, o CIV fica totalmente confinado dentro do preparo cavitário como uma base ou material forrador e não se estende para as margens da cavidade (Nguyen et al., 2015; Silva, 2011). Nessa situação, o CIV é normalmente indicado como base em cavidades médias e profundas restauradas com RC, agindo como um agente protetor do complexo dentina-pulpar, uma vez que possui um comportamento semelhante à dentina sob estímulos térmicos (Ramos, 2016).

Já no sanduíche aberto, a técnica é recomendada para situações clínicas cuja as margens cervicais da cavidade estão na dentina ou no cimento devido à capacidade de vedação marginal do CIV (Kirsten et al., 2013); na qual, é fortemente indicado para pacientes com risco médio ou alto de cárie. Logo, o CIV é aplicado no assoalho gengival da caixa proximal em contato direto com o tecido dentinário ou cementário, estendendo-se até as margens cavossuperficiais e exposto ao meio oral (Shafiei & Akbarian, 2013). Isso só é possível devido à ligação química que o material possui à estrutura dentária, proporcionando melhor retenção e selamento e, assim, reduzindo as chances de microinfiltração e de formação de *gaps* nas margens sem esmalte (Ramos, 2016).

3.3.1 Interação entre o CIV e a estrutura dentária: o papel do ácido poliacrílico

Restaurações laminadas envolvem duas interfaces: a primeira é entre a estrutura do dente e o material de base, e a segunda é entre o material de base e a restauração direta acima (Francois et al., 2018). Na primeira interface citada, o CIV realiza uma ligação mecânica e química ao esmalte e à dentina. Isto ocorre, pois, os grupos carboxila livres hidrofílicos dentro do cimento ligam-se à dentina e aumentam a sua umidade para fazer ligações hidrogênicas, havendo uma troca iônica de íons de cálcio e fosfato entre as duas superfícies. Por esse motivo, um contato próximo entre a estrutura dentária e o CIV é necessário para uma adesão eficaz (Mazaheri, 2015).

No entanto, uma camada de *smear layer* pode ser criada durante o preparo do dente, interrompendo este íntimo contato e prejudicando a qualidade da adesão (Lugassy et al., 2018). A princípio, os pesquisadores acreditavam que essa camada deveria ser preservada para proteger a polpa dos estímulos tóxicos. Porém, hoje é enfatizado que ela não fornece um

substrato estável para a adesão e colagem do material restaurador à superfície do dente e se dissolve sob o material resultando em microinfiltração (Unnikrishnan et al., 2019).

A microinfiltração pode ser definida como a passagem de bactérias, fluidos, moléculas ou íons entre a parede da cavidade e o material restaurador aplicado a ela. Esta pode causar dor pós-operatória, descoloração das bordas da cavidade, cárie secundária e inflamação pulpar, resultando em falha pós-operatória (Unnikrishnan et al., 2019). Por esse motivo, vários estudos têm sugerido o uso de um pré-tratamento da superfície do dente antes de colocar o CIV (Lugassy et al., 2018); com o objetivo de eliminar a *smear layer* e a contaminação da superfície. Tal procedimento, aumenta a força de adesão do CIV e melhora a adesão ao tecido dentário rígido (Mazaheri, 2015).

Esses estudos recomendam o uso de vários condicionadores que têm ácidos minerais fracos ou ácidos orgânicos mais suaves, como ácido nítrico (2,5%), ácido cítrico (10%), ácido pirúvico (10%), ácido poliacrílico (20%), cloreto férrico, cloreto de alumínio e ácido oxálico (1,5 a 3,5%). No entanto, na literatura, existem diferenças de opinião sobre o tipo de condicionador mais eficiente, bem como a concentração e a duração da aplicação superficial do condicionador. Também há uma significativa controvérsia questionando se o uso de um agente condicionador é, realmente, necessário (Lugassy et al., 2018).

O ácido poliacrílico é o agente condicionador mais comumente utilizado para CIVs convencionais, devido ao fato de ser capaz de limpar a superfície dentária sem desobliterar completamente os túbulos dentinários. O aumento do poder de adesão resultante do condicionamento pode ser atribuído a: um efeito de limpeza que remove os resíduos de corte soltos após a preparação da cavidade (*smear layer*), um efeito de desmineralização parcial que aumenta a área de superfície e cria microporosidades e uma interação química do ácido polialquenoico com a hidroxiapatita residual (Poggio et al., 2014).

O condicionamento cavitário é realizado com o ácido poliacrílico a 10-40% por 10 a 20 segundos, realizando movimentos de fricção com aplicadores do tipo *microbrush*. Em seguida, a cavidade deve ser enxaguada com jato de água por 15 segundos e depois jato de água e ar por mais 15 segundos. Posteriormente, uma pelota de algodão deve ser colocada na cavidade e secada suavemente por 5 segundos com o jato de ar. Após isso, faz a manipulação do CIV e o insere na cavidade enquanto apresentar aspecto brilhante. Preferencialmente, deve ser inserido com seringas, pois evita o aprisionamento de bolhas de ar (Mazaheri, 2015; Silva et al., 2011).

Mazaheri et al. (2015) realizaram um estudo com 50 caninos decíduos intactos, na qual foram preparadas cavidades classe V padrão em todas as superfícies vestibulares dos dentes, incluindo esmalte e dentina. As amostras foram divididas em cinco grupos com diferentes condicionadores (sem condicionador, ácido poliacrílico 20%, ácido fosfórico 35%, ácido cítrico 12% e ácido etilenodiaminotetraacético 17% [EDTA]). O estudo mostrou que o uso de condicionadores resultou em menor microinfiltração em comparação ao grupo controle (sem condicionador) ($P < 0,05$). Isso pode ser devido à eliminação de detritos, remoção da camada de esfregaço, exposição dos prismas de esmalte, desmineralização parcial e formação de microporosidades nas superfícies do esmalte e dentina, o que resulta em um aumento da superfície para ligação química e microquímica.

Na pesquisa de Unnikrishnan et al. (2019) cavidades classe V foram preparadas em 60 dentes decíduos anteriores e foram divididos aleatoriamente em três grupos. Com exceção do grupo I, as cavidades dos grupos II e III foram condicionadas com ácido poliacrílico 10% e EDTA 17%, respectivamente. Os resultados evidenciaram uma diferença estatisticamente significativa entre os três grupos ($P < 0,05$). O escore médio de microinfiltração marginal foi máximo para o grupo I (controle), enquanto foi mínimo para o grupo II, onde o ácido poliacrílico a 10% foi usado para condicionar a superfície da cavidade. Assim, os autores concluíram que os CIVs convencionais podem ser usados mesmo sem a remoção da camada de esfregaço; no entanto, o uso de condicionadores de cavidade que removem ou alteram essa camada pode ser usado para reduzir a microinfiltração marginal da restauração, melhorando assim a sua longevidade.

Em relação ao CIVMR, a aplicação de um pré-tratamento da superfície dentária é controversa. Alguns autores consideram desnecessário o condicionamento da superfície, devido ao fato desse material dentário possuir HEMA em sua composição. No entanto, é importante notar que o HEMA, embora fortemente hidrofílico, constitui apenas 5% do teor do cimento. Bayrak et al. (2012) em seu estudo observaram que no grupo em que não houve o condicionamento da cavidade antes da aplicação do CIVMR a microinfiltração foi maior do que os grupos que receberam. Seus resultados estavam de acordo com outras pesquisas que recomendaram pré-tratamento de superfície antes de restaurações de CIVMR (Bayrak et al., 2012).

Apesar desses fatos expostos, na literatura ainda não há consenso sobre a necessidade de pré-tratamento do substrato ao usar o CIV (Avila et al., 2019). Lugassy et al. (2018) explicam que o CIV é o único material restaurador conhecido por sua capacidade de formar uma ligação química e micromecânica com a substância dental. A ligação química é obtida pela interação dos grupos carboxila do ácido polialquenoico com os íons de cálcio da hidroxiapatita que permanecem ligados as fibrilas de colágeno. A ligação micromecânica é obtida por meio de adsorção, difusão e troca iônica entre os componentes minerais da estrutura do dente e os componentes orgânicos do CIV. No estágio inicial há uma ligação de hidrogênio fraca devido à atração polar entre o dente e CIV recém colocado. Nesta fase, a acidez do material permite que ele atue como um agente autodesmineralizante sobre a camada de esfregaço dentário. Conforme envelhece, as ligações de hidrogênio são substituídas por uma ligação química mais forte. Portanto, tem sido sugerido que o condicionamento da superfície do dente antes da colocação do CIV não é uma etapa necessária para alcançar uma ligação adequada.

Ademais, alguns estudos não descobriram benefícios em relação a resistência de união dos dentes que receberam pré-tratamento da superfície. É um procedimento que aumenta o número de etapas clínicas necessárias, logo é mais sensível ao operador e suscetível a erros. Assim como, essa etapa extra pode aumentar custos e o tempo de cadeira. Dessa forma, mais esclarecimentos sobre os benefícios do condicionamento da estrutura dentária antes de usar o CIV são cruciais para melhorar a pesquisa, bem como para fornecer as informações necessárias para a correta decisão do dentista (Avila et al., 2019).

3.3.2 Interação entre CIV e RC

Em relação a interface formada entre o material base e a restauração direta acima, uma boa adaptação é fundamental para garantir a adequada transmissão do estresse e obtenção do sucesso a longo prazo (Francois et al., 2018). Os valores de resistência dessa união têm sido relatados em diferentes estudos como altamente dependentes dos materiais usados e dos métodos de tratamento. Em geral, a ligação é aceitável quando a fratura ocorre dentro de cada material, em vez de na interface de ligação (ou seja, coesiva ao invés de adesiva) (Navimipour et al., 2012).

A adesão do CIV convencional à RC é completamente micromecânica, exigindo poros microscópicos na superfície do CIV para a penetração e ligação subsequente da resina. Isso pode ser alcançado pelo ataque ácido da superfície do CIV com ácido fosfórico a 37%, junto com a aplicação do agente de ligação, para que, por fim, a RC seja adicionada (Jaberi et al., 2014).

No entanto, a alta sensibilidade técnica, a baixa resistência coesiva do CIV e a falta de ligação química entre o CIV e a RC, devido às diferenças em suas reações de presa, podem interferir nas propriedades finais da restauração, e conseqüentemente, na sua longevidade. Por esse motivo, o uso do CIVMR pode ser indicado (Becci et al., 2017; Navimipour et al., 2012; Ramos et al., 2018).

Pandey et al. (2019) relatam que alguns estudos sugeriram que a aplicação de CIVMR, em vez do CIV convencional, fornece melhores propriedades mecânicas, maior resistência à umidade, redução na microinfiltração e maior resistência de união à RC. Isto ocorre porque a inclusão da resina no CIVMR resulta na formação de *tags* resinosos nos túbulos dentinários e permite que o material se polimerize após a ativação da luz, além disso, existe também, a ligação química suplementada que o

CIV consegue realizar com a estrutura do dente por ligação micromecânica. Desta forma, esse mecanismo de dupla adesão é o principal determinante de retenção e fornece melhor vedação marginal e reduz a microinfiltração.

3.3.2.1 Técnicas de adesão do CIV à resina composta

Apesar da relevância da técnica sanduíche, ainda existem dúvidas sobre a melhor estratégia adesiva a ser usada para aderir a RC ao CIV. Diferentes formas de tratamento da sua superfície, antes da inserção do material resinoso na mesma sessão (sanduíche imediato), foram sugeridas na literatura para aumentar a resistência de união entre os materiais. Porém, apesar do uso frequente da técnica laminada, Kasraie et al. (2013) afirmam que nas últimas décadas, poucos estudos avaliaram a adesão entre o CIV e os compósitos, utilizando diferentes sistemas adesivos (Ramos et al., 2018).

Os adesivos dentários fornecem retenção à RC, resistem a forças mecânicas e previnem infiltração nas margens das restaurações (Pandey *et al.*, 2019). Um sistema adesivo pode ser conceituado como um conjunto de substâncias que serão aplicadas durante todo o procedimento adesivo (Silva & Lund, 2016). Na Tabela 1 a seguir contém seus componentes, com suas respectivas funções e seus substratos de atuação.

Esses sistemas são classificados em convencionais ou autocondicionantes, de acordo com a sua forma de tratamento da *smear layer*, e mais recentemente surgiram os universais, que podem ser aplicados pelas duas técnicas. Se categorizam também segundo o número de passos clínicos em 1, 2 ou 3 passos e ainda conforme a geração a que pertencem, de 1° a 7° geração (Froehlich et al., 2021).

Em relação a classificação quanto à maneira de interação com a *smear layer*, Silva e Lund (2016) relatam que pode acontecer de duas formas, dependendo da sua remoção (completa ou parcial) ou da sua modificação. A completa remoção acontece quando se utiliza alguma substância ácida como etapa separada, com posterior lavagem da superfície. Essa técnica é conhecida como convencional ou “condicione e lave” (*etch-and-rinse*). As técnicas que removem parcialmente ou modificam a *smear layer* são denominadas autocondicionantes (*self-etch*), visto que a etapa de condicionamento ocorre simultaneamente à de infiltração do adesivo.

Tabela 1. Componentes dos sistemas adesivos, com suas respectivas funções e seus substratos de atuação

Integrantes dos sistemas adesivos	Substrato de atuação	Função principal
Condicionador ácido	Esmalte/ dentina	Tornar o substrato dentário apto a receber o adesivo
<i>Primer</i>	Dentina	Preparar a dentina com monômeros hidrófilos a fim de melhorar a penetração adesiva
Adesivo	Esmalte/dentina	Unir o material restaurador ao dente

Fonte: Silva e Lund (2016).

Os sistemas adesivos de ataque total são responsáveis por melhorar a ligação entre o CIV e o compósito, pois produzem uma superfície rugosa na qual as partículas de vidro se destacam acima da matriz de polissais, fazendo com que a resina seja capaz de penetrar nos microporos entre as partículas e fornecer um intertravamento mecânico (Pandey et al., 2019). Dessa forma, ao usar o ácido fosfórico a 35% como tratamento de superfície do CIV convencional pode aumentar a resistência de união ao cisalhamento desse cimento à RC devido à porosidade formada (Sharafeddin & Choobineh, 2016).

Já em relação aos CIVMR, a preparação da sua superfície para ser ligada a compósitos a base de resina ainda permanece controversa na literatura (Bin-Shuwaish, 2020). Alguns autores afirmam que por apresentarem componentes resinosos em sua composição dispensam a necessidade de condicionamento ácido superficial, a fim de promover retenção mecânica, pois ocorre uma adesão química entre o HEMA e a RC (Silva et al., 2011). Estudos afirmam que quando o condicionamento ácido da superfície do CIVMR com ácido fosfórico a 37% é realizado ocorre um comprometimento da sua camada superficial, promovendo diminuição da resistência coesiva do ionômero, que resulta em menor resistência à tração e ao cisalhamento entre RC e CIVMR (Kasraie et al., 2013). Em relação a diminuição da resistência ao cisalhamento, isto ocorre, pois, o ataque ácido pode remover parcialmente o HEMA e diminuir a disponibilidade de grupos metacrilato funcionais inibidos por oxigênio que contribuem para a adesão à resina composta (Navimipour et al., 2012). No entanto, outros autores afirmam que o ácido fosfórico ao atacar a matriz endurecida do CIVMR resulta em uma superfície retentiva, porosa e rugosa, promovendo adesão do compósito ao CIVMR. Logo, o ataque da superfície desse ionômero com ácido fosfórico a 37% antes de inserir a resina composta ainda é o padrão ouro (Ghubaryi et al., 2020).

Para a realização do condicionamento ácido do CIV com ácido fosfórico a 37% é importante observar três pontos: a espessura do cimento ionômero de vidro, o tempo de espera para tratar a superfície e o tempo de condicionamento. Segundo os idealizadores da técnica sanduíche (McLean & Wilson, 1977), o sucesso clínico da restauração está diretamente relacionado com a espessura do cimento e o uso de pequenas espessuras é desaprovado, uma vez que o cimento pode ser destruído pelos procedimentos de condicionamento ácido ou pela contração de polimerização da RC (Queiroz, 2012).

O sistema *total-etch* precisa de duas fases separadas, enxágue e secagem, e possui uma alta sensibilidade técnica (Sharafeddin & Choobineh, 2016). Durante o processo de condicionamento e enxágue pode haver a remoção de cálcio e alumínio do CIV, promovendo a redução da sua resistência coesiva (Pandey et al., 2019). Além disso, a superfície do CIV pode se tornar fraca durante a fase de secagem (Sharafeddin & Choobineh, 2016). Isso ocorre, pois, a contaminação por umidade durante a configuração do cimento pode causar a dissolução das cadeias de poliácido de cálcio, alterando suas propriedades físicas. Portanto, é aconselhável aguardar a presa inicial do CIV, entre 2 a 7 minutos, dependendo das recomendações dos fabricantes, antes de realizar o condicionamento ácido e lavagem (Becci et al., 2017; Ramos, 2016).

Além disso, é importante o dentista atentar-se quanto ao tempo de condicionamento ácido no CIV quando forem utilizados como base para restaurações de RC, é sugerido entre 15 a 30 segundos, pois a medida que o tempo de condicionamento aumenta são observadas microporosidades mais profundas na superfície do CIV, causando o seu enfraquecimento (Pelozo, 2013). No entanto, os pesquisadores ainda não chegaram num consenso sobre a padronização do tempo de corrosão (Pamir et al., 2012). Smith e Soderholm (1988) avaliaram o efeito do condicionamento com ácido fosfórico em diferentes tempos de aplicação sobre o CIV e observaram que abaixo de 10-15 segundos houve apenas dano superficial do cimento. A partir de 15 segundos torna-se visível uma linha demarcatória que indica a penetração do ácido em profundidade no cimento (Silva et al., 2011). Por volta dos 20 segundos começa a formação de fissuras e os espaços vazios ampliam rapidamente conforme o tempo de condicionamento é aumentado para 30 segundos. Aos 60 segundos, partículas individuais de ionômero de vidro se separam e soltam umas das outras e a matriz é destruída (Ramos, 2016). Por esse motivo, esses autores sugerem que, quando o condicionamento ácido for utilizado sobre o CIV, o tempo de aplicação não deve exceder a 15 segundos (Silva et al., 2011).

Alguns pesquisadores não preconizam o procedimento de condicionamento ácido, uma vez que leva a diminuição da resistência coesiva do CIV (Pamir et al., 2012); e não tem efeito sobre a força de ligação deste material com a RC ou, até mesmo, diminui. Estudos mostram que a dissolução da matriz do CIV por ácido forma uma zona fraca com rachaduras na superfície, que pode ser parcialmente reforçada com o agente de ligação, mas, durante o teste de cisalhamento, a falha ocorre nesta região enfraquecida (Navimipour et al., 2012).

Durante as últimas duas décadas, os cirurgiões-dentistas tornaram-se menos interessados na aplicação de ácidos em uma etapa separada de condicionamento ácido devido à introdução de novos sistemas adesivos de dentina e agentes de adesão autocondicionantes, que contêm monômeros ácidos em sua estrutura (Kasraie et al., 2013). A principal vantagem desses adesivos é a eliminação de procedimentos separados, fase de condicionamento, enxague e secagem; consequentemente, promove a diminuição dos erros de combinação e da hipersensibilidade dentária pós-operatória (Jaberi Ansari et al., 2014; Sharafeddin & Choobineh, 2016). Além disso, estudos anteriores revelaram que o sistema adesivo autocondicionante forneceu maior resistência ao cisalhamento entre CIVMR e RC do que outros adesivos, melhorou a força de ligação e também diminuiu o tempo clínico (Kasraie et al., 2013; Sharafeddin & Choobineh, 2016).

No entanto, Pamir et al. (2012) observaram que o efeito do adesivo autocondicionante para o CIV não é diferente do obtido no sistema convencional, uma vez que as resistências de ligação obtidas com ambos os sistemas adesivos não mostraram diferenças estatisticamente significantes. Portanto, ambos os adesivos podem ser usados com eficácia na técnica laminada do CIV.

4. Conclusão

Para o sucesso da técnica laminada ou mista é necessária uma adequada união entre os materiais combinados, por isso a superfície do CIV pode ser tratada com sistemas adesivos convencionais ou autocondicionantes. Ao utilizar a técnica convencional, é realizado o condicionamento ácido sobre o CIV autopolimerizável, criando porosidades para obter uma retenção micromecânica. No entanto, existe uma falta de ligação química entre esse material e a RC, devido às suas diferentes reações de presa. Além disso, alguns autores não recomendam o condicionamento da superfície do CIV, pois pode levar à diminuição da sua força e à formação de rachaduras na sua superfície. Por esse motivo, pode-se lançar mão do CIVMR que dispensa o uso do condicionamento ácido, pois ocorre uma adesão química entre o HEMA presente no CIVMR e a RC.

Com a introdução dos sistemas adesivos autocondicionantes foi possível eliminar as etapas separadas de condicionamento, enxágue e secagem, dessa forma, diminuiu os erros de combinação e a hipersensibilidade dentária pós-operatória. Porém, os resultados dos estudos não observaram diferenças estatisticamente significantes na resistência de união ao comparar os sistemas adesivos. Logo, a técnica mista pode ser realizada com eficácia ao utilizar tanto sistemas adesivos convencionais como autocondicionantes.

A despeito sobre a discussão na literatura se o ácido fosfórico a 37% prejudicaria ou não a superfície do CIV segue algumas orientações. Estas estão baseadas na literatura disponível, para deixar o cirurgião dentista mais seguro e confiante no momento da realização do procedimento. Primeiro, deve-se atentar para a espessura do CIV utilizado como base/forramento: o CIV deve ser utilizado em camadas mais espessas, superior a 0,5 mm, pois somente a porção superficial é atacada pelo ácido. Alguns autores inferem que a resistência de união é diretamente proporcional à espessura do CIV utilizado, assim camadas inferiores a 0,5 mm não oferecem uma boa proteção térmica e podem ser destruídas pelo condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Espessuras igual ou maior que 2 mm suportam o condicionamento e as tensões de contração da RC.

Outro ponto importante refere-se ao tempo de espera para poder realizar o condicionamento com o ácido fosfórico a 37%. Recomenda-se aguardar no mínimo 6-8 minutos do início da aglutinação do CIV para que ocorra a maturação da matriz de polissais. Somente após esse período, é que se realiza o condicionamento ácido do CIV e das paredes circundantes do remanescente dentário. Caso não se sinta seguro com o tempo de espera, sugere-se 10 minutos, tempo este mais do que suficiente para que ocorra presa inicial do CIV convencional e garanta que o material alcance maior resistência coesiva e de união com a dentina. Outra opção seria utilizar um CIV fotopolimerizável desta forma não causaria prejuízos às suas propriedades após a sua fotoativação. Ademais um tempo de condicionamento com o ácido fosfórico a 37% por 15 segundos não chega a ocasionar danos severos ao CIV convencional como também no fotopolimerizável.

Alguns autores ainda sugerem utilizar um ácido fosfórico de alta viscosidade livrando a superfície do CIV, condicionando apenas as paredes circundantes do remanescente dentário. Outra alternativa, seria utilizar um sistema adesivo autocondicionante ou, ainda, o universal, estes dispensariam o uso do ácido fosfórico, para este último ainda teria a opção do condicionamento ácido seletivo.

O uso do CIVMR também é uma ótima opção, neste caso, a adesão inicial aos substratos dentais é maior que o CIV convencional, ademais a contração de polimerização da RC aderida firmemente aos CIVMRs não causaria o descolamento desses materiais das paredes cavitárias, preservando o selamento da interface dente-restauração. Após a fotopolimerização o CIVMR está mais maturado, com maiores propriedades mecânicas, o material é mais resistente a ação do ácido em sua superfície e as tensões de contração de polimerização da RC. Portanto, preocupações com a umidade e o tempo de condicionamento não são críticas nos CIVMRs, que podem ser condicionados com ácido fosfórico, sem prejuízo de suas propriedades após sua fotoativação. Apesar do condicionamento ácido produzir erosão superficial da matriz do CIVMR, isso não causaria danos à estrutura do material, como já comentado nos CIVs convencionais.

Existe, ainda, a opção de se utilizar o CIV em conjunto com a RC em 2 sessões, isso seria outra alternativa para evitar o condicionamento com ácido fosfórico dos CIVs usados como base de restaurações de RC. Neste caso o CIV funcionaria como material restaurador provisório. Uma semana depois, por exemplo, o material pode ser desgastado em profundidade desejada (rebaixamento do CIV), e ser exposto aos procedimentos de condicionamento ácido para a realização da restauração definitiva.

No que concerne a interação entre o CIV e o substrato dentário os autores deste artigo, com base na literatura revisada, defendem o condicionamento do substrato com o ácido poliacrílico a 10-11,5% por 10 segundos, sob fricção por acreditarem numa melhor adesividade.

Por fim, sugere-se que trabalhos futuros do tipo ensaio clínico randomizado analisem o efeito do condicionamento ácido sobre a superfície do CIVMR, na intenção de determinar se essa etapa clínica é benéfica ou maléfica para a adesão desse cimento a resina composta. Logo, através dos resultados obtidos será possível afirmar qual é o melhor tipo de sistema adesivo para ser utilizado na técnica mista com CIVMR.

Referências

- Anusavice, K. J. (2013). *Phillips materiais dentários*. (12a ed.), Elsevier Brasil.
- Avila, W. M., Hesse, D., & Bonifacio, C. C. (2019). Surface Conditioning Prior to the Application of Glass-Ionomer Cement: A Systematic Review and Meta-analysis. *The journal of adhesive dentistry*, 21(5), 391–399. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43183>
- Bayrak, S., Sen, T. E., & Tuloglu, N. (2012). The effects of surface pretreatment on the microleakage of resin-modified glass-ionomer cement restorations. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 36(3), 279–284.
- Becci, A. C. D. O., Benetti, M. D. S., Domingues, N. B., & Giro, E. M. A. (2017). Bond strength of a composite resin to glass ionomer cements using different adhesive systems. *Revista de Odontologia da UNESP*, 46(4), 214-219.
- Bin-Shuwaish M. S. (2020). Shear Bond Strength of Bulk-Fill Composites to Resin-Modified Glass Ionomer Evaluated by Different Adhesion Protocols. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 12, 367–375.
- Boaventura, J. M. C., Roberto, A. R., de Oliveira Becci, A. C., Ribeiro, B. C. I., de Oliveira, M. R. B., & de Andrade, M. F. (2017). Importância da biocompatibilidade de novos materiais: revisão para o cimento de ionômero de vidro. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, 24(1), 42-50.
- Bragança, S. G. (2013). *Avaliação do grau de conversão de resinas compostas de alto e médio escoamento em restaurações classe II*.
- Carvalho, L. M. N. P. D. (2013). *Estudo da influência da radiação ionizante na tração diametral de cimentos de ionômero de vidro* (Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul).
- Catelan, A., Soares, G. P., Martins, L. R. M., & Aguiar, F. H. B. (2010). Longevidade clínica de restaurações classe II em resina composta: Influência de materiais e técnicas. *Rev Odontol Araçatuba*, 31(1), 60-5.

- Fernandes, H. K., Silva, R., Marinho, M. A. S., de Souza Oliveira, P. O., Ribeiro, J. C. R., & Moyses, M. R. (2014). Evolução da resina composta: revisão da literatura. *Revista da universidade vale do rio verde*, 12(2), 401-411.
- Francois, P., Vennat, E., Le Goff, S., Ruscassier, N., Attal, J. P., & Dursun, E. (2019). Shear bond strength and interface analysis between a resin composite and a recent high-viscous glass ionomer cement bonded with various adhesive systems. *Clinical oral investigations*, 23(6), 2599-2608.
- Froehlich, L., Rosin, M., Mazur, N., Boffo, B. S., Oliveira, H. P., Zanchin, C., Terres Neto, T. P., Pezzini, R. P., Naufel, F. S., & Santos, E. B dos. (2021). Sistemas adesivos: uma revisão da literatura. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (2), e36510212612.
- Ghubaryi, A., Ingle, N., & Basser, M. A. (2020). Surface treatment of RMGIC to composite resin using different photosensitizers and lasers: A bond assessment of closed Sandwich restoration. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 32, 101965.
- Jaberi Ansari, Z., Panahandeh, N., Tabatabaei Shafiei, Z. S., & Akbarzadeh Baghban, A. (2014). Effect of Self-etching Adhesives on the Bond Strength of Glass-Ionomer Cements. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 11(6), 680-686.
- Kasraie, S., Shokripour, M., & Safari, M. (2013). Evaluation of micro-shear bond strength of resin modified glass-ionomer to composite resins using various bonding systems. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 16(6), 550-554.
- Kirsten, G. A., Rached, R. N., Mazur, R. F., Vieira, S., & Souza, E. M. (2013). Effect of open-sandwich vs. adhesive restorative techniques on enamel and dentine demineralization: an in situ study. *Journal of dentistry*, 41(10), 872-880.
- Lugassy, D., Segal, P., Blumer, S., Eger, M., Shely, A., & Matalon, S. (2018). Effect of Two Traditional Polyacrylic Acid Conditioners and 2% Chlorhexidine Digluconate on Cavosurface Microleakage of Glass Ionomer Restorations. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 42(4), 287-291.
- Mazaheri, R., Pischevar, L., Shichani, A. V., & Geravandi, S. (2015). Effect of different cavity conditioners on microleakage of glass ionomer cement with a high viscosity in primary teeth. *Dental research journal*, 12(4), 337-341.
- Navimipour, E. J., Oskoe, S. S., Oskoe, P. A., Bahari, M., Rikhtegaran, S., & Ghojzadeh, M. (2012). Effect of acid and laser etching on shear bond strength of conventional and resin-modified glass-ionomer cements to composite resin. *Lasers in medical science*, 27(2), 305-311.
- Ngo, H., & Opsahl-Vital, S. (2014). Minimal intervention dentistry II: part 7. Minimal intervention in cariology: the role of glass-ionomer cements in the preservation of tooth structures against caries. *British dental journal*, 216(10), 561-565.
- Nguyen, K. V., Sathorn, C., Wong, R. H., & Burrow, M. F. (2015). Clinical performance of laminate and non-laminate resin composite restorations: a systematic review. *Australian dental journal*, 60(4), 520-527.
- Pamir, T., Sen, B. H., & Evcin, O. (2012). Effects of etching and adhesive applications on the bond strength between composite resin and glass-ionomer cements. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 20(6), 636-642.
- Pandey, S. A., Lokhande, M. T., Gulve, M. N., Kolhe, S. J., & Aher, G. B. (2019). Shear bond strength of composite resin to resin-modified glass ionomer cement using 2-hydroxyethyl methacrylate-based and 2-hydroxyethyl methacrylate-free adhesive system. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 22(3), 292-295.
- Paula, A. M. (2018). *As restaurações em lesões cervicais não cariosas pela "técnica sanduíche" apresentam taxas de retenção superiores à técnica restauradora com resina composta? Uma revisão sistemática e meta-análise.*
- Pelozo, G. B. (2013). *Influência do tempo de condicionamento ácido na resistência de união, resistência à compressão e rugosidade superficial do ionômero de vidro.*
- Poggio, C., Beltrami, R., Scribante, A., Colombo, M., & Lombardini, M. (2014). Effects of dentin surface treatments on shear bond strength of glass-ionomer cements. *Annali di stomatologia*, 5(1), 15-22.
- Queiroz, V. A. O. (2012). *Análise de sequência alternativa para restauração laminada: cimento de ionômero de vidro e resina composta.*
- Ramos, A. B. (2016). *Adesão de resina composta a cimento de ionômero de vidro submetido a diferentes tratamentos de superfície.*
- Ramos, A. B., Moro, A., Rocha, G. M., & Reis Perez, C. D. (2018). Micro-shear bond strength of composite resin to glass ionomer cement using an alternative method to build up test specimens. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, 29(5), 651-656.
- Rodrigues, L. D., Costa, I. A., Rabelo, Z. H., Oliveira, L. L., Monteiro, R. M. F., Sá, H. C., Estellita, M. C. A., Lima, K. E. R., Lemos, M. V. S., Fontes, N. M., Silva, R. A. D. A., Isaias, P. H. C., Mendes, T. A. D., & Sales, E. M. A. (2021). Inovações em resinas compostas: uma revisão da literatura. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (3), e10110313099.
- Shafiei, F., & Akbarian, S. (2014). Microleakage of nanofilled resin-modified glass-ionomer/silorane- or methacrylate-based composite sandwich Class II restoration: effect of simultaneous bonding. *Operative dentistry*, 39(1), E22-E30.
- Sharafeddin, F., & Choobineh, M. M. (2016). Assessment of the Shear Bond Strength between Nanofilled Composite Bonded to Glass-ionomer Cement Using Self-etch Adhesive with Different pHs and Total-Etch Adhesive. *Journal of dentistry (Shiraz, Iran)*, 17(1), 1-6.
- Silva, A. F. (2016). *Dentística restauradora: Do planejamento à execução.* Rio de Janeiro: Santos.
- Silva, D. O. C., Silva, I. de M., Rocha, A. de O., Anjos, L. M., Lima, T. O., Santos, R. de M. dos A., & Cruz, B. P. (2021). Cimento de ionômero de vidro e sua aplicabilidade em Odontologia: uma revisão narrativa com ênfase em suas propriedades. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (5), e20110514884.
- Silva, F. W. G. D. P., Queiroz, A. M. D., Freitas, A. C. D., & Assed, S. (2011). Glass Ionomer cement in pediatric dentistry. *Odontologia Clínica-Científica (Online)*, 10(1), 13-17.

Silva, S. B. (2011). *Resistência à fadiga e propensão a trincas em restaurações amplas de resina composta em dentes posteriores*.

Soubhagya, M., Goud, K. M., Deepak, B. S., Thakur, S., Nandini, T. N., & Arun, J. (2015). Comparative in vitro evaluation of internal adaptation of resin-modified glass ionomer, flowable composite and bonding agent applied as a liner under composite restoration: A scanning electron microscope study. *Journal of international oral health: JIOH*, 7(4), 27–31.

Tumenas, I., Pascottos, R., Saade, J. L., & Bassani, M. (2014). Odontologia minimamente invasiva. *Revista da Associação Paulista de Cirurgios Dentistas*, 68(4), 283-295.

Unnikrishnan, S., Krishnamurthy, N. H., & Nagarathna, C. (2019). Marginal microleakage of glass ionomer cement with two different cavity conditioners on primary anterior teeth - An *in vitro* study. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, 30(2), 267–272.

Vincenti, S. A. D. F. (2018). *Caracterização e resistência adesiva de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina incorporados com vitrocerâmica bioativa* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).