

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA  
REGIONAL BAIXADA SANTISTA**

**MARIA LUÍSA MIOTTO MARTINS GOMES**

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO PRÉVIO DO ESMALTE E DENTINA NA  
ADESIVIDADE DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO**

**REVISÃO DE LITERATURA**

**SANTOS**

**2017**

**MARIA LUÍSA MIOTTO MARTINS GOMES**

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO PRÉVIO DO ESMALTE E DENTINA NA  
ADESIVIDADE DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO  
REVISÃO DE LITERATURA**

**Monografia apresentada ao curso de  
Especialização Latu Sensu da Associação  
brasileira de odontologia regional baixada  
santista para conclusão do curso de  
especialização em odontopediatria.**

**Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Bassi**

**SANTOS**

**2017**

Gomes, Maria Luísa Miotto Martins

Influência do condicionamento prévio do esmalte e dentina na adesividade do cimento de ionômero de vidro – revisão de literatura – 2017.

Orientador: Prof. Ms. Dr. Julio Cesar Bassi

Monografia (especialização) – Associação Brasileira de Odontologia – Regional Baixada Santista, 2017.

1. Condicionamento prévio.
2. Cimento de ionômero de vidro.
3. Resistencia de união

I. Título

II. Julio Cesar Bassi

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA  
REGIONAL BAIXADA SANTISTA**

Monografia intitulada **“INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO PRÉVIO DO ESMALTE E DENTINA NA ADESIVIDADE DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO - REVISÃO DE LITERATURA”** de autoria da aluna Maria Luísa Miotto Martins Gomes, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. M.s. Dr. Julio Cesar Bassi

---

Prof (a) M.s. Ana Maria Antunes Santos

---

Prof.(a) M.s. Patrícia Costa Lima Sandoval

Santos, 05 de dezembro de 2017

## DEDICATÓRIA

Ao professor Julio Cesar Bassi, que considero um pai na profissão.

Algumas pessoas marcam a nossa vida com aprendizados que levamos para sempre conosco. E, nem sempre, é por meio das palavras que aprendemos. Ética, generosidade, amizade e humildade são qualidades que ficam de exemplo e inspiração. Por essas qualidades você é uma das pessoas mais marcantes em minha formação e eu o admiro por tudo que é e representa.

Obrigada por se dedicar ao seu trabalho com tanto entusiasmo e verdade e por me proporcionar trabalhar ao seu lado. Obrigada por acreditar no meu empenho e por me fazer repensar quantas vezes fosse necessário. Obrigada por tantas oportunidades de crescimento profissional e por confiar alguns dos seus trabalhos a mim. Obrigada pelo apoio em tantos momentos, pelo carinho e compreensão. E, obrigada principalmente por ser mais amigo do que professor.

As lições que aprendi com você estarão sempre comigo. Minha eterna gratidão.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Sussinéia e Wesley, que nunca pouparam esforços para que eu estudasse e seguisse o caminho que escolhi. Agradeço por todo amor, carinho, admiração e compreensão, além dos ensinamentos pessoal e profissional diariamente. Amo vocês infinitamente e serei eternamente grata.

Aos meus irmãos, Sofia e Miguel, que são as pessoas que mais amo e me fazem ter toda essa dedicação por ser exemplo para vocês.

Ao Igor, pelo apoio, pelo amor, pela companhia em cada módulo do curso e por toda a dedicação para que eu estivesse sempre tranquila e continuasse.

Aos queridos, Débora e Fernando por todo apoio, ajuda e principalmente pela confiança em meu trabalho. Obrigada.

“ Não importa o que aconteça, continue a nadar ”

(Walters, Grahan; Finding Nemo, 2003)

## RESUMO

O objetivo da presente revisão bibliográfica foi avaliar a influência de diferentes tratamentos prévios na adesão do cimento de ionômero de vidro ao esmalte e dentina. Os trabalhos encontrados apresentam tratamentos prévios da superfície do esmalte e dentina com diferentes produtos, como ácido poliacrílico em diferentes concentrações até ácido cítrico 50%, que teriam um efeito de condicionamento e/ou limpeza. Por outro lado, trabalhos mostram que alguns produtos não interferem na qualidade de adesão ou que apenas os processos mecânicos de limpeza seriam suficientes para melhorá-la. Estudos prévios têm mostrado algumas vantagens em relação a propriedades do cimento de ionômero de vidro quando da utilização de tratamento prévio com ácido poliacrílico. Entretanto, ainda existe uma lacuna de evidência a respeito da influência deste tratamento prévio na adesão aos substratos dentários, especialmente que sofreram desafio cariogênico. No que se refere à adesão do ionômero de vidro à estrutura dentária, observa-se que esta é maior na dentina que em esmalte. Assim, a utilização de ácidos fortes como agentes de tratamento prévio, além de remover a camada de "smear layer", atuam ainda como agentes descalcificantes do esmalte e da dentina, diminuindo consideravelmente a quantidade de cálcio disponível para a adesão adequada, o que levaria a diminuição na força adesiva. Para o ácido poliacrílico, os resultados mostraram certo aumento na força de adesão cimento- dentina. No entanto ainda não há um consenso quanto ao melhor protocolo para tratamento prévio dos substratos para restaurações de cimento de ionômero de vidro, daí ter-se a hipótese que o ácido fosfórico pode ou não interferir na adesão do CIV nos substratos, esmalte e dentina.

**Palavras chave:** condicionamento prévio, cimento de ionômero de vidro, resistência de união



## ABSTRACT

The scope of this bibliography revision was to evaluate the influence of different prior treatments in the adherence of glass ionomer cement to the enamel and dentin.

The found work presents treatments prior to the enamel surface and dentin with different products, as polyacrylic acid in different concentration up to citri acid 50%, which would have an effect of conditioning and/or cleaning. On the other hand, the works evince that some products did not interfere in the quality or adhesion or that only the mechanical processes of cleaning would be suffice to improve it. Previous studies have show some advantages in relation to the glass ionomer cement when application of prior treatments with polyacrylic acid. However, there still a gap of evidence in respect to the influence of this pretreatment in the adhesion of dental substrates, specially wich sufferd cariogenic challenge.

In respect of the adherence of the glass ionomer to the dental structure, it is observed that this is higher in dentin instead enamel. Therefore, the use of strong acid as pretreatment agent, besides remove the smear layer, it acts still as disqualifying agents to the enamel and dentin, substantially decreasing the calcium amount available to the adequate adhesion, that would take to reduction of adhesive potency. To the polyacrylic acid, the results showed certain increase in the adhesive strength cement-dentin. However, there is not any consensus of the better protocol for the pretreatment of substrates for restorations of glass ionomer cement, hence the hypothesis that the phosphoric acid could or not interfere in the adhesion to CIV in the substrates, enamel and dentin.

**Key Word:** preconditioning, glass ionomer cement, union resistance.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. PROPOSIÇÃO.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3.1 Cimentos de Ionômero de Vidro (CIV).....	14
3.2 União entre Cimentos de Ionômero de Vidro e os substratos dentais...	16
3.3 Resistência adesiva dos cimentos de ionômero de vidro.....	18
3.4 Teste de microcisolamento.....	19
4. DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

## 1. INTRODUÇÃO

O Cimento de Ionômero de Vidro (CIV) foi desenvolvido em 1972 por Wilson e Kent a partir da união do cimento de silicato com o policarboxilato de zinco. O cimento de silicato, além de apresentar flúor na sua composição, também confere baixa alteração dimensional e, o policarboxilato de zinco tem como propriedade importante boa adesividade à estrutura dental (Wilson e Kent, 1972).

Os CIVs apresentam muitas vantagens como: boa adesão à estrutura dentária, liberação de flúor (Mclean e Wilson, 1977; Mclean, 1988; Mclean *et al.*, 1994), coeficiente de expansão térmica linear muito próxima ao do dente (Mclean, 1988), entre outras. Porém, como todo material restaurador, possui algumas propriedades limitadas como: baixa resistência à abrasão e à fratura, além de ser suscetível à incorporação de bolhas em seu interior (Mclean, 1988; Mount, 1999).

Estes cimentos, ao longo do tempo, passaram por diversas modificações em seus componentes com a finalidade de melhorar suas propriedades e ampliar suas indicações. Dessa forma, de acordo com a sua composição química, os Cimentos de Ionômero de Vidro podem ser classificados como: cimentos convencionais, cimentos reforçados por metais, cimentos de alta viscosidade e cimentos modificados por resina (Fook *et al.*, 2008; Jardim *et al.*, 2007)

O cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade foi desenvolvido com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas em relação aos convencionais. Dessa forma, houve redução do tamanho e heterogeneidade das partículas de vidro, permitindo maior incorporação de carga (Frankenberger *et al.*, 1997), aumento da proporção pó/líquido (Mclean *et al.*, 1994), aceleração da reação de presa (Guggenberger *et al.*, 1998) e aumento da dureza superficial (Fook *et al.*, 2008).

Os CIVs podem ser apresentados na forma de pó-líquido (manipulação manual) ou na forma encapsulada (cápsulas pré-dosadas e manipulação mecânica). Na manipulação manual, o pó deve ser incorporado rapidamente ao líquido, utilizando uma espátula plástica sobre um bloco de manipulação ou placa de vidro e a inserção na cavidade só pode ser feita quando a mistura ainda estiver com um aspecto brilhante, indicando que há ácidos livres para a adesão. Na forma de cápsulas, o pó e o líquido já vêm adequadamente proporcionados e a mistura é feita por um

misturador. As principais vantagens do uso de cápsulas são: absoluto controle da proporção pó-líquido e a eliminação de variações a manipulação manual (Mount, 1991; Anusavice, 1998).

O mecanismo de adesão do cimento de ionômero de vidro pode ser explicado como sendo uma interação iônica com forças eletrostáticas bipolares entre o cimento e a estrutura dental, sendo importante o molhamento inicial promovido pelos radicais livres carboxílicos para uma adesão efetiva. Sabendo que essa adesão é muito maior para a dentina do que para o esmalte, vários autores pesquisaram métodos para melhorar essa união, principalmente com relação a dentina (Carvalho *et al.*, 1988; Simões *et al.*, 1993; Hoshika *et al.*, 2015). Os trabalhos encontrados apresentam tratamentos prévios da superfície do esmalte e dentina com diferentes produtos, como ácido poliacrílico em diferentes concentrações até ácido cítrico 50%, que teriam um efeito de condicionamento e/ou limpeza. Por outro lado, alguns trabalhos mostram que alguns produtos não interferem na qualidade de adesão ou que apenas os processos mecânicos de limpeza seriam suficientes para melhorá-la (Carvalho *et al.*, 1988; Simões *et al.*, 1993; Hoshika *et al.*, 2015).

Estudos prévios têm mostrado algumas vantagens em relação a propriedades do CIV quando da utilização de tratamento prévio com ácido poliacrílico (Aboush e Jenkins, 1987; Hewlett *et al.*, 1991). Entretanto, ainda existe uma lacuna de evidência a respeito da influência deste tratamento prévio na adesão aos substratos dentários, especialmente os que sofreram desafio cariogênico, uma vez que estes são os clinicamente mais relevantes por serem encontrados durante os procedimentos restauradores no atual cenário de Mínima Intervenção.

Sabe-se que, o sucesso de uma restauração está muito relacionado com a retenção do material à cavidade, podendo ser tanto química quanto mecânica. A adesão do cimento de ionômero de vidro se dá através da troca iônica por difusão entre o cimento e a dentina ou esmalte (Mount, 1991). A adesividade do material pode ser avaliada de diversas formas, e, ao comparar os testes de microtração e de microcisalhamento em cimentos de ionômero de vidro, pode-se observar que nos ensaios de microcisalhamento melhores resultados foram obtidos devido a sua friabilidade (Bonifácio *et al.*, 2012).

A avaliação da resistência de união é um parâmetro importante para a avaliação do desempenho de materiais restauradores. O teste de microcisalhamento é um teste que mede a força de união de materiais dentários às estruturas dentais e foi

desenvolvido em 2002 (McDonough *et al.*, 2002). Neste teste, a distribuição da força é mais concentrada na interface dente/material, quando comparado com o teste de cisalhamento (McDonough *et al.*, 2002), o que diminui as chances de fraturas coesivas do material ou substrato dental, falhas que não representam a real força de união do material restaurador.

Ao analisarmos os dados existentes na literatura a respeito do tratamento prévio dentinário, podemos observar que este é ainda um assunto gerador de polêmica. Contudo, é unânime o conhecimento de que os procedimentos de preparo e acabamento das cavidades deixam sobre as paredes cavitárias uma camada de resíduos denominada “*smear layer*”. Já o fato de que esta deva ou não ser removida, e qual o agente de limpeza ou tratamento prévio indicado, parece ser ainda o ponto principal da discussão (Simões *et al.*, 1993; Hoshika *et al.*, 2015).

No que se refere à adesão do ionômero de vidro à estrutura dentária, observa-se que esta é maior em dentina que em esmalte (Carvalho *et al.*, 2009; El Wakeel *et al.*, 2015; Beech, 1973; Causton e Johnson, 1982; Powis *et al.*, 1982; Shalabi *et al.*, 1981). Assim, a utilização de ácidos fortes como agentes de tratamento prévio além de remover a camada de “*smear layer*”, atuariam ainda como agentes descalcificantes do esmalte e da dentina, diminuindo consideravelmente a quantidade de cálcio disponível para a adesão adequada, o que levaria a diminuição na força adesiva (Beech, 1973; Carvalho *et al.*, 1988; Causton e Johnson, 1982; Oilo, 1978; Powis *et al.*, 1982; Shalabi *et al.*, 1981; Carvalho *et al.*, 2009; El Wakeel *et al.*, 2015).

Para o ácido poliacrílico, os resultados mostraram certo aumento na força de adesão cimento-dentina (Hewlett *et al.*, 1991; Pereira *et al.*, 1992) com mudanças topográficas suaves e abertura dos túbulos dentinários até uma certa extensão (Aboush e Jenkins, 1987; Powis *et al.*, 1982).

O cimento de ionômero de vidro é o material de escolha para o tratamento restaurador atraumático (ART), que muito embora apresente longevidade similar quando comparado aos outros materiais restauradores em dentes decíduos (Raggio *et al.*, 2013; de Amorim *et al.*, 2012), ainda apresenta como desafio a sobrevida em restaurações ocluso-proximais. Nesse sentido a utilização de protocolos que possam melhorar a adesão entre os substratos e o material restaurador, parecem ser uma alternativa para melhorar a longevidade das restaurações, especialmente em substratos cariados que mostram menores valores de resistência de união. No entanto ainda não há um consenso quanto ao melhor protocolo para tratamento

prévio dos substratos para restaurações de cimento de ionômero de vidro, daí ter-se a hipótese que o ácido fosfórico pode ou não interferir na adesão do CIV nos substratos, esmalte e dentina.

## **2. PROPOSIÇÃO**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo desta revisão de literatura foi avaliar a influência de diferentes tratamentos prévios na adesão do cimento de ionômero de vidro ao esmalte e dentina.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Cimentos de Ionômero de Vidro (CIV)

Wilson e Kent (1972) trouxeram ao mercado odontológico os cimentos de ionômero de vidro, material desenvolvido a partir da união dos cimentos de carboxilato de zinco e do cimento de silicato, com reação de presa química (ácido-base). Os CIVs apresentavam propriedades indicativas de um bom selamento, auxiliando nos procedimentos restauradores.

As principais vantagens desse material são: a adesão química ao esmalte e à dentina, liberação e reincorporação de íons flúor para o meio e estruturas adjacentes à restauração (Attar; Onen, 2002), biocompatibilidade às estruturas dentais, atividade antibacteriana, ausência de estresse de contração durante a presa, coeficiente de expansão térmico-linear similar ao dente e baixa condutibilidade térmica. Outras propriedades, no entanto, como baixa resistência ao desgaste, longo tempo de presa e suscetibilidade à fratura fizeram com que esse material não fosse indicado para cavidades submetidas às forças oclusais (Marshall, 1990; Mount, 1999; Nicholson; Braybrook; Wasson, 1991; Pereira; Inokishi; Tagami, 1998; Silva *et al.*, 2007; Wilson; Kent, 1972). Desde então essa classe de material vem sendo modificada para atender às necessidades mercadológicas, funcionais e estéticas (Imparato *et al.*, 2007).

Os CIVs são geralmente apresentados pelos fabricantes como sendo sistemas encapsulados ou na forma de pó e líquido (Walls; McCabe; Murray, 1988). A composição do pó geralmente consiste em vidro de flúor-alumino-silicato, sódio e sílica. O líquido é composto por ácidos fracos de alto peso molecular, geralmente uma solução aquosa de ácido poliacrílico, maleico e itacônico (Mjör, 1999).

A reação de presa inicial ocorre durante as primeiras 24 horas após a manipulação. Nesse período o material é suscetível à incorporação e perda de água, o que pode alterar suas propriedades (Cefaly *et al.*, 2001; Mount, 1991). Dessa forma é indicado o uso de protetores de superfície. Os materiais mais utilizados para esse fim são o verniz contido no próprio kit do material, verniz copal, esmalte de unha, glazeadores ou adesivos dentais (Serra *et al.*, 1994).



Ao longo do desenvolvimento dos CIVs, os fabricantes concentraram-se, inicialmente, nas características mecânicas do material, buscando aumentar as indicações clínicas. Uma significativa modificação nesse sentido foi a adição de grupos metacrilato aos CIVs, dando origem aos chamados CIVs modificados por resina (White, 1994). Essa modificação aumentou a versatilidade desses materiais, auxiliando no controle dos tempos de trabalho e presa (Croll; Helpin, 1995). A adesão desses materiais ao dente também foi modificada em relação aos CIVs convencionais (Mount, 1995). Nos CIVs modificados por resina, a adesão é baseada em ligações cruzadas dos grupos metacrilatos assim como na reação ácido-base entre as partículas de flúor-alumino-silicato de vidro e os grupos dos ácidos poliacrílico e itacônico caracterizando uma real presa dual (Holtan *et al.*, 1990; Mathis; Ferracane, 1989; Mitra, 1991; Nakanuma *et al.*, 1998).

Os chamados cimentos de ionômero de vidro de alta viscosidade foram originalmente desenvolvidos para a aplicação do Tratamento Restaurador Atraumático (ART) em dentes posteriores (Rutar; Mcallan; Tyas, 2002). Por possuírem maior proporção pó/líquido, os CIVs de alta viscosidade apresentam melhores propriedades mecânicas, sendo indicados como materiais restauradores definitivos (Frankenberger; Sindel; Kramer, 1997; Frencken *et al.*, 1996; Van Duinen *et al.*, 2005). A grande vantagem dessa modificação no material é permitir a sua utilização em locais com carga mastigatória, reduzindo o desgaste superficial e o tempo de presa (Berg, 2002) o que, por sua vez, proporcionaria sua utilização em locais onde não existe a infra-estrutura odontológica tradicional (Burrow; Nopnakepong; Phrukkanon, 2002; Raggio, 2004).

Os CIVs de alta viscosidade apresentam uma reação de presa rápida, ideais para condições nas quais o isolamento absoluto não pode ser utilizado (Berg, 2002; Peez; Frank, 2006). Por liberarem íons flúor e alumínio, os CIVs reduzem a viabilidade de bactérias e permitem que a remoção do tecido cariado mantenha a dentina afetada, com capacidade de se remineralizar (Kuboki; Ohgushi; Fusayama, 1977; Ngo *et al.*, 2006; Pereira; Inokoshi; Tagami, 1998; Silva *et al.*, 2007; Smales; Fang, 1999).

O sucesso das restaurações ART de uma face já é considerado como evidência científica, com altas taxas de sobrevivência para as restaurações realizadas com CIVs de alta viscosidade em comparação com o amálgama, comprovado por metanálises (Frencken *et al.*, 2004; Van't Hof *et al.*, 2006). Esse material, no entanto, não é indicado apenas para situações onde não há a possibilidade do uso de energia

elétrica ou não é indicado o isolamento absoluto, como na técnica do ART. Grupos específicos de pacientes, como os pacientes com alta atividade de cárie, pacientes com necessidades especiais e idosos são beneficiados com o uso deste material. Outras aplicações dos CIVs são lesões cervicais não cariosas, restaurações provisórias ou base de restaurações tipo sanduíche (Matis; Cochran; Carlson, 1996; Mount, 1997; Scholtanus; Huysmans, 2007; Swift Jr; Perdigão; Heymann, 1995).

Com o intuito de minimizar falhas na dosagem e manipulação são indicados os cimentos de ionômero de vidro na forma encapsulada, uma vez que o material vem pré-dosado e a manipulação é realizada mecanicamente. A dificuldade de se utilizar esses materiais em campo existe, pois se faz necessário, o uso de energia elétrica e o custo é mais alto quando comparado ao apresentado na forma de pó e líquido, inviabilizando o uso em larga escala (Raggio, 2004).

### **3.2 União entre Cimentos de Ionômero de Vidro e os substratos dentais**

A adesão química ao esmalte e à dentina talvez seja a propriedade mais importante dos CIVs. Alguns autores citam essa adesão como mérito do material (Powis *et al.*, 1982; Tyas, 2003; Van Meerbeek *et al.*, 2006), mas a efetiva validade dessas ligações ainda é pouco compreendida, com algumas teorias explicativas.

Estudos têm demonstrado que os CIVs aderem naturalmente às superfícies dentárias (Mount; Patel; Makinson, 2002; Wilson; Kent, 1972) formando uma camada enriquecida de íons do cimento na superfície de esmalte ou dentina, o que é de importância primordial na retenção dos CIVs (Mount, 1991; Ngo *et al.*, 2006). Uma zona de interação entre o CIV e as superfícies de esmalte foi encontrada por Ngo; Mount e Peters (1997), que segundo os autores contribui para a adesão e a resistência à microinfiltração do material, também citada por Ferrari e Davidson (1997) que a nomearam zona de interdifusão. A adesão química é formada por atrações iônicas e polares (Akinmade; Nicholson, 1993) entre a hidroxiapatita e os íons poliacrílicos, de maneira que esses deslocam íons fosfato e cálcio da superfície dentária (Wilson; Prosser; Powis, 1983), formando assim a camada de interdifusão

que também é considerada benéfica em termos de resistência à degradação hidrolítica, favorecendo a longevidade das restaurações (De Munck *et al.*, 2005).

A força de união é influenciada, basicamente, por dois fatores: morfologia do aderente e tratamento da superfície (condicionamento). A presença de agentes contaminantes pode alterar a energia de superfície e, portanto, a molhabilidade do material à superfície dentária (Barakat; Powers; Yamaguchi, 1988; Lin; McIntyre; Davidson, 1992; Tao; Pashley, 1988; Tyas, 2003). A *smear layer* ou lama dentinária interfere na adesão do CIV às estruturas dentárias (Nakanuma *et al.*, 1998), motivo pelo qual o tratamento prévio dessas superfícies é preconizado (Pereira *et al.*, 1997; Powis *et al.*, 1982; Tyas, 1994; Van Meerbeek *et al.*, 2006).

Diferentes agentes e concentrações são indicadas para o condicionamento da superfície previamente à aplicação do CIV. O ácido poliacrílico, por ser uma substância de alto peso molecular, não permitindo que ele atue em profundidade mas pela sua característica ácida consegue remover parcialmente a *smear layer*, aumentando a área de contato sem provocar desmineralização ou significativa abertura dos túbulos dentinários que possa levar à sensibilidade dentinária (Inoue *et al.*, 2001; Mount, 1991; Pereira *et al.*, 2002; Powis *et al.*, 1982).

Os CIVs são, atualmente citados na literatura como sendo um material que apresenta auto adesão à estrutura dentária, o que ocorre em princípio, sem qualquer tratamento prévio superficial. No entanto, sabe-se que o tratamento prévio com um ácido poliacrílico fraco melhora significativamente a eficiência da adesão (Pereira *et al.*, 2000). Essa melhora pode ser atribuída à limpeza e à uma desmineralização parcial, aumentando a energia de superfície e criando microporosidades que facilitarão o processo de adesão (Inoue *et al.*, 2001; Mount, 1991; Van Meerbeek *et al.*, 2006). Outro fator importante é a interação química do ácido poliacrílico com a hidroxiapatita, formando uma camada de troca de íons (Tyas, 2003).

Um estudo recente, (Bassi, 2016) concluiu que o tratamento prévio com ácido poliacrílico não teve diferença em resistência de união com relação ao grupo de não condicionamento em todos os substratos; o ácido fosfórico mostrou resultados similares ao não tratamento prévio em esmalte hígido, porém menores no grupo de dentina hígida e cariada; A dentina afetada resultou em menores valores de resistência de união do que a dentina hígida, independente do tratamento prévio.

### 3.3 Resistência adesiva dos Cimentos de Ionômero de Vidro

A mensuração da resistência adesiva de CIVs ao esmalte e à dentina é dificultada pela natureza friável desse tipo de material (Tyas; Burrow, 2004). A grande maioria dos estudos de resistência adesiva de CIVs convencionais ao esmalte e à dentina pode não representar a real resistência da interface. Isso porque em muitos desses estudos observa-se a permanência do CIV na superfície dentária, indicando que as fraturas entre cimento e substrato são predominantemente coesivas em material, o que sugere que os resultados apresentados se limitam à resistência coesiva do material e não à resistência adesiva (Choi *et al.*, 2006; Hosoya; Garcia-Godoy, 1998; Pereira *et al.*, 2002; Van Meerbeek *et al.*, 2006). Alguns autores sugerem que a força de adesão dos CIVs, portanto, deve ser maior do que os valores de resistência coesiva apresentados (Cho; Cheng, 1999; Lin; McIntyre; Davidson, 1992; Mount, 1991; Ngo; Mount; Peters, 1997; Powis *et al.*, 1982).

Na tentativa de reduzir a ocorrência de falhas internas durante o preparo de corpos de prova para testes mecânicos foram propostos os micro-testes, seguindo a teoria de que espécimes menores, com menores áreas de adesão aparentemente contêm menos defeitos e apresentam uma distribuição mais uniforme das tensões durante o teste (El Zohairy *et al.*, 2004; Pashley *et al.*, 1999; Placido *et al.*, 2007; Sano *et al.*, 1994; Shimada; Kikushima; Tagami, 2002; Shimaoka; Andrade; Carvalho, 2007).

Estudos que utilizaram testes de microtração para avaliar a resistência de cimentos de ionômero de vidro de alta viscosidade e modificados por resina encontraram maior número de falhas mistas e interfaciais quando comparado aos testes convencionais, chamados de macro testes (Burrow; Nopnakeepong; Phrukkanon, 2002; Pereira *et al.*, 2000; Yip *et al.*, 2001).

No que se refere à distribuição de estresse durante o teste, nos testes de cisalhamento, os materiais restauradores sofrem forças predominantemente compressivas no corpo do material e forças de arrancamento apenas em torno da concentração da carga (Versluis; Tantbirojn; Douglas, 1997). Há muitas críticas sobre os testes de cisalhamento em geral, principalmente em relação à suscetibilidade de que a fratura se inicie em substrato. Numa análise por elementos finitos Plácido *et al.* (2007) verificaram que essa suscetibilidade é menor para o microcisalhamento em comparação ao cisalhamento. Por apresentar tais características, esse teste pode ser

especialmente válido para materiais vítreos ou que apresentam menores valores de resistência adesiva como os CIVs, na tentativa de se evitar as fraturas coesivas em material.

Com os micro-testes a aferição da resistência de união é mais fiel, sendo menor a probabilidade da presença de defeitos e concentrações desiguais de tensões na interface dente/material restaurador (Macdonough *et al.*, 2002).

A análise dos padrões de fratura é geralmente realizada por meio de microscópio óptico ou lupas com aumento por volta de 40 vezes, devido à facilidade e baixo custo desta técnica. Apenas as amostras mais significativas de cada grupo de fratura são preparadas para análise em microscopia eletrônica de varredura (Banomyong *et al.*, 2007; Choi *et al.*, 2006; Yip *et al.*, 2001).

### **3.4 Teste de Microcisalhamento**

O teste de microcisalhamento para avaliação da resistência adesiva de materiais dentários às estruturas dentais foi introduzido em 2002 por Shimada, Kikushima e Tagami. A metodologia proposta consiste na adesão de cilindros do material restaurador com dimensões de 0,8 mm por 0,5 mm de altura sobre a superfície dentária a ser testada. Um fio metálico com 0,2 mm de diâmetro é acoplado a célula de carga da máquina e justaposto ao corpo de prova, aplicando uma força de afastamento a velocidade de 1 mm/min até o momento da fratura. A carga aplicada tem contato íntimo com a interface a ser estudada, sugerindo a ocorrência de menor número de falhas coesivas.

Este teste tem sido amplamente usado para avaliar a resistência adesiva de diferentes sistemas adesivos aplicados às estruturas dentárias (Adebayo; Burrow; Tyas, 2007; Mcdonough *et al.*, 2002; Santos; Bonifácio; Carvalho, 2006; Senawongse *et al.*, 2004; Yoo; Oh; Pereira, 2006). Comparado ao teste de cisalhamento convencional, a distribuição do estresse é mais concentrada na interface no caso do microcisalhamento (Mcdonough *et al.*, 2002), reduzindo a chance de falhas coesivas em material ou substrato, o que não representa valores reais de resistência adesiva do material, pois nesses casos não se atinge a interface (Banomyong *et al.*, 2007).

Ao estudar a delimitação da área adesiva para o teste de microcisalhamento, Shimaoka, Andrade e Carvalho (2007) encontraram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre os grupos com e sem delimitação da área, concluindo que a delimitação da área interfere nos resultados de resistência adesiva. Isso se verifica uma vez que no grupo em que a área foi delimitada os valores de resistência adesiva apresentados são inferiores aos do grupo controle. No grupo controle a área de adesão é maior do que aquela usada para os cálculos de resistência adesiva devido ao escoamento do adesivo, sugerindo, portanto que a delimitação da área aumenta a fidelidade dos resultados.

Diversos são os fatores que podem afetar os resultados dos testes, entre eles estão a variabilidade do substrato, a variabilidade dos testes e aparatos auxiliares e variabilidade dos operadores. Adebayo, Burrow e Tyas (2008), observaram um aumento gradual nas médias e um decréscimo no desvio padrão e coeficiente de variação conforme o operador se tornava mais experiente, mostrando a importância da familiaridade do operador com os materiais e métodos a serem utilizados.

#### 4. DISCUSSÃO

Na ciência de Materiais Dentários, ainda existe uma lacuna de evidência a respeito da influência do tratamento prévio na adesão do cimento de ionômero de vidro aos substratos dentários, especialmente os que sofreram desafio cariogênico, uma vez que estes são os clinicamente mais relevantes por serem encontrados durante os procedimentos restauradores no atual cenário de Mínima Intervenção.

A adesão química ao esmalte e à dentina talvez seja a propriedade mais importante dos CIVs. Alguns autores citam essa união como mérito do material (Powis *et al.*, 1982; Tyas, 2003; Van Meerbeek, *et al.*, 2006), mas a efetiva validade dessas ligações ainda é pouco compreendida com algumas teorias explicativas.

A força de união é influenciada, basicamente, por dois fatores: morfologia do aderente e tratamento da prévio da superfície (condicionamento). A presença de agentes contaminantes pode alterar a energia de superfície e, portanto, a molhabilidade do material à superfície dentária (Barakat; Powers; Yamaguchi, 1988; Lin; Mcintyre; Davidson, 1992; Tao; Pashley, 1988; Tyas, 2003). A *smear layer* ou lama dentinária interfere na adesão do CIV às estruturas (Nakamura *et al.*, 1988), motivo pelo qual tratamento prévio dessas é preconizado (Pereira *et al.*, 1997; Powis *et al.*, 1982; Tyas, 1994; Van Meerbeek *et al.*, 2006). Diferentes agentes e concentrações são indicadas para o tratamento da superfície previamente à aplicação do CIV.

É relevante destacar que segundo Marquesan *et al.* (2009), o principal problema de investigar a adesão à dentina afetada por cárie em dentes decíduos é devido a questão principalmente metodológica, uma vez que a padronização da lesão de cárie é difícil, principalmente em dentes decíduos que apresentam dimensões tão reduzidas. Ressaltam que uma alternativa interessante é o uso de lesões artificiais. Por isso avaliaram por meio de teste de microdureza knoop e análise morfológica em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a capacidade de dois métodos químicos (Gel acidificado e Ciclagem de pH) e um microbiológico em produzir *in vitro* lesões de cárie dentinária, assemelhando-se a lesão de cárie que se forma naturalmente. Em relação a microdureza encontraram resultados em que a lesão de cárie artificialmente

criada por meio de método químico não diferiu da lesão natural de cárie, tanto na superfície como no fundo da cavidade. Também relataram que os métodos de indução química de cárie promoveram desmineralização superficial, sendo o método de ciclagem de pH mais eficaz que o gel acidificado, porque além de produzir uma dureza similar da lesão natural também produziu camada mais espessa de desmineralização. Concluíram que o método de ciclagem de pH é mais adequado para simular o substrato dentinário afetado por cárie, em relação aos testes de resistência adesiva. Isso pode justificar que no presente trabalho a forma de se criar lesão de cárie na dentina não possa ter afetado o resultado.

Estudos prévios têm mostrado algumas vantagens em relação a propriedades do CIV quando da utilização de tratamento prévio com ácido poliacrílico (Aboush; Jenkins, 1987; Hewlett *et al.*, 1991).

Por outro lado, ao utilizar o ácido poliacrílico 10-25% tanto Glasspoole *et al.* (2002), Banomyong *et al.* (2007) e Ekworapoj *et al.* (2007), mostraram que a RU do CIV à dentina condicionada com esse ácido não se beneficia de tal tratamento de superfície.

Quando o ácido fosfórico a 35-37% foi utilizado em esmalte por Glasspoole *et al.* em 2002, houve aumento da RU para o CIV, diferentemente do observado neste estudo.

Já quando testado por Korkmaz *et al.* (2010), não gerou maior adesão do CIV tanto ao esmalte quanto à dentina, em concordância com os resultados apresentados.

Hosoya (1988) avaliou em MEV o efeito do condicionamento ácido fosfórico em dentina hígida e afetada por cárie dentes decíduos. Observou que, em todos os casos onde o condicionamento ácido não foi realizado, a superfície dentinária estava completamente coberta por uma espessa camada de *smear layer* e detalhes anatômicos não puderam ser visualizados. Entretanto, após o condicionamento da dentina hígida, os túbulos dentinários apresentaram-se abertos, com dissolução de aproximadamente 10 µm em profundidade, mas a *smear layer* permaneceu em algumas partes e, em alguns casos, pequenas fibras colágenas foram observadas na abertura dos túbulos. Na dentina afetada, os túbulos apresentavam-se abertos, mas a efetividade do ácido foi menor, sendo observada, em algumas regiões, dentina peritubular e intertubular cobertas pela *smear layer*. Ao lado das considerações relativas à estrutura e composição da dentina hígida e afetada, não se pode esquecer que toda vez que a dentina é cortada, há formação de uma camada de esfregaço



(*smear layer*) que obstrui a luz dos túbulos dentinários e constitui o primeiro substrato de união a ser tratado para a confecção de uma restauração, o que foi realizado neste estudo.

De acordo com alguns autores, como o mecanismo de adesão dos cimentos de ionômero de vidro se dá, principalmente por ligações iônicas com radicais cálcio, a utilização de ácidos fortes como o ácido cítrico ou fosfórico, além de remover *smear layer*, que é rica em radicais cálcio, capazes de formar uma ponte de união entre o cimento e as paredes dentinárias, atuam como agentes descalcificantes do esmalte e dentina, diminuindo sobremaneira a quantidade de cálcio disponível para uma adesão adequada. (Causton; Johnson, 1982; Evans; Kasloff, 1976; Hinoura *et al.*, 1986; Powis *et al.*, 1982.

Diversos são os fatores que podem afetar os resultados dos testes mecânicos, entre eles estão a variabilidade do substrato, a variabilidade dos testes e aparatos auxiliares e a variabilidade dos operadores. Adebayo, Burrow e Tyas (2008) observaram um aumento gradual nas médias e um decréscimo no desvio padrão e coeficiente de variação conforme o operador se tornava mais experiente, mostrando a importância da familiaridade do operador com os materiais e métodos a serem utilizados.

Bassi (2016) testou a adesão do cimento de ionômero de vidro ao esmalte hígido, à dentina hígida e à dentina cariada e concordou com a maioria dos estudos existentes, o tratamento prévio com ácido poliacrílico não teve diferença em RU com relação ao não condicionamento em todos os substratos. O ácido fosfórico mostrou resultados similares ao não tratamento prévio em esmalte hígido, porém menores em dentina hígida e cariada e a dentina afetada teve menores valores de resistência de união do que dentina hígida, independente do tratamento prévio realizado.

Podemos sugerir novos estudos para verificar a influência do ácido poliacrílico na estabilidade de união.

Parece relevante a realização de estudos que avaliem o efeito da condição do substrato (sadio ou cariado) e de materiais restauradores com características adesivas na resistência de união, principalmente em substratos que sofreram desafio cariogênico, em particular dentina cariada, uma vez que estes são clinicamente mais relevantes por serem encontrados durante os procedimentos restauradores no atual cenário de Mínima Intervenção.

A dentística restauradora contemporânea vem passando por significantes progressos nas últimas décadas, baseados no maior conhecimento do desenvolvimento da doença cárie e na introdução de técnicas adesivas mais conservadoras e efetivas. Porém, se por um lado o sucesso da adesão ao esmalte foi alcançado, um problema-chave ainda permanece em relação à dentina (Perdigão, 2010), um substrato complexo e menos previsível do que a adesão ao esmalte (Reis *et al.*, 2008). Assim adquirir maior conhecimento se torna necessário em relação ao substrato e material restaurador para a compreensão dos mecanismos de união.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta revisão bibliográfica podemos concluir que:

- O ácido poliacrílico interfere negativamente na resistência de união do CIV.
- O não condicionamento e o condicionamento com ácido poliacrílico tem resultados muito semelhantes, não interferindo na adesividade do ionômero de vidro.

## REFERÊNCIAS

**Aboush YEY, Jenkins CBG.** The effect of poly acrylic acid cleanser on adhesion of a glass polyalkenoate cement to enamel and dentine. J.Dent., 15(41): 147-52, Aug. 1987.

**Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ.** Effects of conditioners on microshear bond strenght to enamel after carbamide peroxide bleaching and/or casein phosphopeptide-amorphous calcuim phosphate (CPP-ACP) treatment. J Dent 2007;35(11):862-70.

**Adebayo OA, Burrow MF, tyas MJ.** Bond strength test: role of operator skill. Aust Dent J 2008;53(2):145-50.

**Akinmade AO, Nicholson JW. Glass-ionomer cements as adhesives.** Part I. Fundamental aspects and their clinical relevance. J Mater Sci Mater Med 1993;4(2):95-101.

**Anusavice KJ.** Phillips materiais dentários. 10ª edição. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998.

**Attar N, Onen A.** Fluoride release and uptake characteristics of aesthetic restorative materials. J Oral Rehabil 2002;29(8):791-8.

**Banamyong D, Palamara JEA, Burrow MF, Messer HH.** Effect of dentin conditioning on dentin permeability and micro-shear strength. Eur J Oral Sci 2007;115(6);502-9.

**Barakat MM, Powers JM, Yamaguchi R.** Parameters that affect in vitro bonding of glass-ionomer liners to dentin. J Dent Res 1988;67(9):1161-3

**Beech DR.** Improvement In adhesion of polyacrylate cements to human dentine. Br. Dent. J.,135(1): 442-5, nov.,1973.

**Berg JH.** Glass ionomer cements. Pediatr Dent 2002;24(5):430-8.

**Bonifácio CC, Shimaoka AM, de Andrade AP, Raggio DP, van Amerongen WE, de Carvalho RC.** Micro-mechanical bond strength tests for the assessment of the adhesion of GIC to dentin. *Acta Odontol.Scand.* 2012 Dec,70(6):555-63.

**Carvalho RM, Ishikiriyama A, Navarro MFL.** Pré-Tratamento do esmalte e dentina para uso do cimento de ionômero de vidro – considerações. *Rev.Bras.Odont.*45(4): 8-12, Jul/Ago.,1988.

**Burrow MF, NopnaKeepong U, Phrukkanon S.** A comparison of microtensile bond strength of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater* 2002;18(3):239-45.

**Carvalho TS, Ribeiro TR, Bönecker M, Pinheiro EC, Colares V.** The atraumatic restorative treatment approach: an "atraumatic" alternative. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2009 Dec 1; 14(12):e668-73.

**Causton BE, Johnson NW.** Improvement of polycarboxylate adhesion to dentin by the use of a new calcifying solution. *Br. Dent. J.*,1521(1): 9-11, Jan.,1982.

**Ceballos L, Camejo DG, Fuentes MV, Osório R, Toledano M, Carvalho RM et al.** Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries affected dentine. *J Dent* 2003;31:469-77.

**Cefaly DFG, Valarelli FP, Seabra BGM, Mondelli RFL, Navarro MFL.** Effect of time on the diametral tensile strength of resin-modified restorative glass ionomer cements and compomer. *Braz Dent J* 2001;12(3):201-4.

**Cho SY, Cheng AC.** A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. *J Can Dent Assoc* 1999;65(9):491-5.

**Choi K, Oshida Y, Platt JA, Cochran MA, Matis BA, Yi K.** Microtensile bond strength of glass ionomer cements to artificially created carious dentin. *Oper Dent* 2006;31(5):590-7.

**Croll TP, Helpin ML.** Class II Vitremer restoration of primary molars. *ASDC J Dent Child* 1995;62(1):17-21.

**de Amorin RG, Leal SC, Frencken JE.** Survival of Atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis. *Clin. Oral Investig* 2012; (16): 429-41.

**De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al.** A Critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-32.

**Ekworapoj P, Sidhu SK, McCabe JF.** Effect of surface conditioning on adhesion of glass ionomer cement to Er,Cr:YSGG laser-irradiated human dentin. *Photomed Laser Surg* 2007b Apr;25(2):118-23.

**El Zohairy AA, de Gee AJ, de Jager N, van Ruijven LJ, Feilzer AJ.** The influence of specimen attachment and dimension on microtensile strength. *J Dent Res* 2004;83(5):420-4.

**El Wakeel AM, Elkassas DW, Yousry MM.** Bonding of contemporary glass ionomer cements to different tooth substrates; microshear bond strength and scanning electron microscope study. *Eur J Dent.* 2015 Apr-Jun; 9(2):176-82.

**Evans J, Kasloff Z.** Cleansing cavities and sealing walls. *Op Dent* 1976;1:49.

**Ferrari M, Davidson CL.** Interdiffusion of a traditional glass ionomer cement into conditioned dentin. *Am J Dent* 1997;10(6):295-7.

**Fook ACBM, Azevedo VVC, Barbosa TB, Fidéles MVL.** Materiais odontológicos: cimentos de ionômero de vidro. *Revista eletrônica de Materiais e Processos.* 2008; pp. 40-45.

**Frankenberger R, Sindel J, Krämer N.** Viscous glass-ionomer cements: a new alternative to amalgam in the primary dentition? *Quintessence Int.* 1997;28(10):667-75.

**Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P.** Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique and development. *J Public Health Dent* 1996;56(3 Spec No):135-40.

**Frencken JE, Van't Hof MA, Van Amerongen WE, Holmgren CJ.** Effectiveness of single-surface ART restorations in the permanent dentition: a meta-analysis. *J Dent Res* 2004;83(2):120-3.

**Glasspoole EA, Erickson RI, Davidson CL.** Effect of surface treatment on the bond strength of glass ionomer to enamel. *Dent Mater* 2002;18:454-62.

**Guggenberger R, May R, Stefan, KP.** New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998.

**Hewlett ER, Caputo AA, Wrobel DC.** Glass ionomer bond strength and treatment of dentin with polyacrylic acid. *J. Prosthet. Dent.*, 66(6): 767-72, Dec., 1991.

**Hinoura K, Moore BK, Phillips RW.** Influence of dentine surface treatments on the bond strength of dentin-lining cements. *Oper Dent* 1986;11(4):147-54.

**Holtan JR, Nystron GP, Olin PS, Rudney J, Douglas WH.** Bond strength of a light-cured and two auto-cured glass ionomer liners. *J Dent* 1990;18(5):271-5.

**Hosoya Y.** Effect of acid etching on normal and carious primary dentin: scanning electron microscopic observations. *J Pedod* 1988;12(4):362-9.

**Hosoya Y, Garcia-Godoy F.** Bonding mechanism of Ketac-Molar Aplicap and Fuji IX GP to enamel and dentin. *Am J Dent* 1998;19(6):479-83.

**Hosoya Y, Kamada E, Ushigome T, Oda Y, Garcia-Godoy F.** Micro-tensile bond strength of sound and caries-affected primary tooth dentin measured with original designed jig. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2006;77:241-8.

**Hoshika S, De Munck J, Sano H, Sidhu SK, Van Meerbeek B.** Effect of Conditioning and Aging on the Bond Strength and Interfacial Morphology of Glass-ionomer Cement Bonded to Dentin. *J Adhes Dent.* 2015 Apr;17(2):141-6.

**Imparato JCP, Garcia A, Bonifácio CC, Scheidt L, Raggio DP, Mendes FM, et al.** Color stability of esthetic ion-releasing restorative materials subjected to pH variations. *J Dent Child (Chic)* 2007;74(3):189-93.

**Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al.** Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro-tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater* 2001;17(5):445-55.

**Jardim P dos S, D'Agostini F, Masotti AS.** Cimento de ionômero de vidro: uso atual e perspectivas em Odontologia Restauradora. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre.* 2007.

**Kokmaz Y, Ozel E, Attar N, Bicer CO.** Influence of different conditioning methods on the shear bond strength of novel light-curing nano-ionomer restorative to enamel and dentin. *Lasers Med Sci* 2010;25:861-6.

**Kuboki Y, Ohgushi K, Fusayama T.** Collagen biochemistry of the two layers of carious dentin. *J Dent Res* 1977;56:1233-7.

**Lin A, McIntyre NS, Davidson RD.** Studies on the adhesion of glass-ionomer cements to dentin. *J Dent Res* 1992;71(11):1836-41.

**Marquezan M, Corrêa FN, Sanabe ME, Rodrigues Filho LE, Hebling J, Guedes-Pinto AC, Mendes FM.** Artificial methods of dentine caries induction: A hardness and morphological comparative study. *Arch Oral Biol* 2009a;54(12):1111-7.



**Marshall TD.** Glass ionomers in the restoration of root surface caries, Class 5 caries and Class 5 erosion/abrasion lesions. *Tex Dent J* 1990;107(3):23-8.

**Matis BA, Cochran M, Carlson T.** Longevity of glass ionomer restorative materials: results of a 10 year evaluation. *Quintessence Int* 1996;27(6):373-82.

**Mathis RS, Ferracane JL.** Properties of a glass-ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent Mater* 1989;5(5):355-8.

**McLean J, Wilson AD .** The clinical development of the glass ionomer cements. *Australian Dental Journal*. 1977.

**McLean JW.** Glass ionomer cement. *British Dental Journal*. 1988.

**McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD.** Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence International*. 1994.

**McDonough WG, Antonucci JM, He J, Shimada Y, Chiang MY, Schumacher GE, Schultheisz CR.** A microshear test to measure bond strengths of dentin-polymer interfaces. *Biomaterials*. 2002 sep; 23(17):3603–8.

**Mitra SB.** Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res* 1991;70(1):72-4.

**Mjör IA.** Biological side effects to materials used in dentistry. *J R Coll Surg Edinb* 1999;44(3):146-9.

**Mount GJ.** Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment . *Oper Dent* 1991;16(4):141-8.

**Mount GJ.** Some physical and biological properties of glass ionomer cement. *Int Dent J* 1995;45(2):135-40.

**Mount GJ.** Longevity in glass ionomer cements: Review of a successful technique. *Quintessence Int* 1997;28:643-50.

**Mount GJ.** Glass Ionomers: a review of their current status. *Oper Dent* 1999;24(2):115-24.

**Mount GJ, Patel C, Makinson OF.** Resin modified glass-ionomer: strength, cure depth and translucency. *Aust Dent J* 2002;47(4):339-43.

**Nakanuma K, Hayakama T, Tomita T, Yamazaki M.** Effect of the application of dentin primers and a dentin bonding agent on the adhesion between the resin-modified glass-ionomer cement and dentin. *Dent Mater* 1998;14(4):281-6.

**Ngo H, Mount GJ, Peters MC.** A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. *Quintessence Int* 1997;28(1):63-9.

**Ngo HC, Mount GJ, McIntyre J, Tuisuva J, Von Doussa RJ.** Chemical exchange between glass-ionomer restorations and residual carious dentin in permanent molars: an in vitro study. *J Dent* 2006;34(8):608-13.

**Nicholson JW, Braybrook JH, Wasson EA.** The biocompatibility of glass-poly (alkenoate) (Glass-Ionomer) cements: a review. *J S Biomat Sci* 1991;2(4):277-85.

**Oilo G.** Adhesive bonding of dental luting cements: influence of surface treatment. *Acta Odontol. Scand.*1978; 36(5): 263-70.

**Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F.** The micro-tensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999;1(4):299-309.

**Perdigão J.** Dentin bonding - Variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* 2010;26:24-37

**Pereira JC, Azevedo VMNN, Franco EB, Carvalho RM de.** Efeito do condicionamento da dentina sobre a retenção do cimento ionomérico em restaurações mistas. R.B.O. 49(1): 11-4, jan/fev.,1992.

**Pereira PN, Yamada T, Tei R, Tagami J.** Bond strength and interface micromorphology of an improved resin-modified glass ionomer cement. Am J Dent 1997;10(3):128-32.

**Pereira PN, Inokoshi S, Tagami J.** In vitro secondary caries inhibition around fluoride releasing restorative materials. J Dent 1998;26(5-6):505-10.

**Pereira PN, Sano H, Ogata M, Zheng L, Nakajima M, Tagami J, et al.** Effect of region and dentin perfusion on bond strength of resin-modified glass ionomer cements. J Dent 2000;28(5):347-54.

**Pereira LCG, Nunes MCP, Palma-Dibb RG, Powers JM, Roulet JF, Navarro MFL.** Mechanical Properties and bond strenght of glass-ionomer cements. J Adhes Dent 2002;4(1):73-80.

**Peez R, Frank S.** The physical-mechanical performance of the new Ketac Molar Easymix compared to commercialy available glass ionomer restoratives. J Dent 2006;34(8):582-7.

**Plácido E, Meira JBC, Lima RG, Muench A, Souza RM, Ballester RY.** Shear versus micro-shear bond strenght test: A finite element stress analysis. Dent Mater 2007;23(9):1086-92.

**Powis DR, Folleras T, Merson SA, Wilson AD.** Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel. J. Dent. Res. 1982 Dec; 61(12):1416-22.

**Raggio DP.** Dureza Knoop de cimentos de ionômero de vidro indicados para o tratamento restaurador atraumático (TRA) [tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de odontologia da USP;2004.

**Raggio DP, Hesse D, Lenzi TL, Guglielmi CA, Braga MM.** Is Atraumatic restorative treatment an option for restoring occlusoproximal caries lesions in primary teeth? A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Paediatr. Dent.* 2013 Nov; 23(6):435-43.

**Reis AF, Giannini M, Pereira PN.** Effects of a peripheral enamel bond on the long-term effectiveness of dentin bonding agents exposed to water in vitro. *J Biomed Mater Res Part B Applied Biomater* 2008;85(1):10-7.

**Rutar J, McAllan L, Tyas MJ.** Three-year clinical performance of glass ionomer cement in primary molars. *Int J Paediatr Dent* 2002;12(2):146-7.

**Sano H, Shono T, Sonodo H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R et al.** Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 1994;10(4):236-40.

**Santos MG, Bonifácio CC, Carvalho RCR.** Avaliação da resistência de união de resina composta ao esmalte bovino clareado com peróxido de carbamida. *RPG Rev Pós-Grad* 2006;13(1):56-62.

**Scholtanus JD, Huysmans MCDNJM.** Clinical failure of class II restorations of a highly viscous glass-ionomer material over a 6-year period: A retrospective study. *J Dent* 2007;35(2):156-62.

**Senawongse P, Harnirattisai C, Shimada Y, Tagami J.** Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent* 2004;29(2):196-202.

**Serra MC, Navarro MF, Freitas SF, Carvalho RM, Cury JA, Retief DH.** Glass-ionomer cement surface protection. *Am J Dent* 1994;7(4):203-6.

**Shalabi HS, Asmussen E, Jorgensen KD.** Increased bonding of a glass ionomer cement to dentin by means of FeC13. *Scand. J. Dent. Rev.* 1981 Aug; 89(4): 348-53.

**Shimada Y, Kikushima D, Tagami J.** Micro-shear bond strenght of resin-bonding systems to cervical enamel. *Am J Dent* 2002;15(6):373-7.

**Shimaoka AM, Andrade AP, Carvalho RCR.** Influência da delimitação da área adesiva em estudos laboratoriais para mensuração de resistência adesiva. *RPG Rev Pós-Grad* 2007;14(2):174-8.

**Sidhu SK, Nicholson JW.** A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater.* 2016,7(3),16.

**Simões DMS, Ribeiro JCR e Adabo GL.** Cimento de Ionômero de vidro.Considerações sobre o pré-tratamento dentinário. *Rev. Bras.Odont.* 1993 Abr; 50(2): 26-33.

**Silva RC, Zuanon ACC, Spolidorio DMP, Campos JADB.** Antibacterial activity of four glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *J Mater Sci Mater Med* 2007;18(9):1859-62.

**Smales RJ, Fang DTS.** In vitro effectiveness of hand excavation of caries with the ART technique. *Caries Res* 1999;33(6):437-40.

**Swift Jr EJ, Perdigão J, Heymann HO.** Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art,1995. *Quintessence Int* 1995;26(2):95-110.

**Tao L, Pashley DH.** Shear bond strengths to dentin: effects of surface treatment, depth and position. *Dent Mater* 1988;4(6):371-8.

**Tedesco TK, Montagner AF, Skupien JA, Soares FZM, Susin AH, Rocha RO.** Starch Tubing: An alternative method to buid up microshear bond test specimens. *J Adhes Dent* 2013;15:311-15.

**ten Cate JM, Duijsters PP.** Alternating desmineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res.* 1982; 16: 201-10.

**Tyas MJ.** The effect of dentin conditioning with polyacrylic acid on the clinical performance of glass ionomer cement – 3 years results. *Aust Dent J* 1994;39(4):220-1.

**Tyas MJ.** Milestones in Adhesion: Glass-ionomer Cements. *J Adhes Dent.* 2003;5(4):259-66.

**Tyas MJ, Burrow MF.** Adhesive restorative materials: a review. *Aust. Dent J* 2004;49(3):112-21.

**Van Duinen RN, Kleverlaan CJ, de Gee AJ, Werner A, Feilzer AJ.** Early and long-term wear of 'fast-set' conventional glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2005;21(8):716-20.

**Van't Hof MA, Frencken JE, van Palenstein Helderma WH, Homgren CJ.** The atraumatic restorative treatment (ART) approach for managing dental caries: a meta-analysis. *Int Dent J* 2006;56(6):345-51.

**Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, De Muck J, van Landuyt K, Lambrechts P.** Glass-ionomer adhesion: the mechanism at the interface. *J Dent* 2006;34:615-6.

**Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH.** Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res* 1997;76(6):1298-307.

**Walls AW, McCabe JF, Murray JJ.** Factors influencing the setting reaction of glass polyalkenoate (ionomer) cements. *J Dent* 1988;16(1):32-5.

**Wang H, Shimada Y, Tagami J.** Shear bond stability of current adhesive systems to enamel. *Oper Dent.* 2004 Mar-Apr; 29(2):168-75.

**Wilson JA, Kent BA.** A new translucent cement for dentistry: The glass ionomer cement. *Br. Dent. J.* 1972; 132: 133-135.

**Wilson AD, Prosser HJ, Powis DM.** Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxyapatite. *J Dent Res* 1983;62(5):590-2.

**White SN.** Light-cured glass ionomers. *J Calif Dent Assoc* 1994;22(8):39-40.

**Yip HK, Tay FR, Ngo HC, Smales RJ, Pashley DH.** Bonding of contemporary glass-ionomer cements to dentin. *Dent Mater* 2001;17(5):456-70.

**Yoo HM, Oh TS, Pereira PN.** Effect of saliva contamination on the microshear bond strength of one-step self-etching adhesives systems to dentin. *Oper Dent* 2006;31(1):127-34.

**Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley.** Comparison of conventional vs self-etching adhesive bonds to caries affected dentin. *Oper Dent* 2000;25(3):163-9.