CESAR FELIPE CHUQUILLANQUI SALAS

**Avaliação da perda mineral decorrente do processo cariogênico e erosivo ao
redor de restaurações de cimento de ionômero de vidro**

São Paulo

2010

CESAR FELIPE CHUQUILLANQUI SALAS

**Avaliação da perda mineral decorrente do processo cariogênico e erosivo ao
redor de restaurações de cimento de ionômero de vidro**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Odontopediatria

Orientador: Prof. Dr. Fausto Medeiros Mendes

São Paulo

2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

Salas CFC. Avaliação da perda mineral decorrente do processo cariogênico e erosivo ao redor de restaurações de cimento de ionômero de vidro. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas

Aprovado em: / /2010

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATORIA

A vida é uma dádiva de Deus, quero servir a Deus sou obreiro de sua criação....

Dedico este trabalho:

Deus Meu melhor amigo ele sempre o meu lado.

A Minha Mãe Raymunda, Maior presente de Deus na minha vida, motivo de todo esforço sempre.

Na memória de meu pai Felipe, Bermi e Guilly...sempre estão em meu coração.

A minhas irmãs, Fidela, Nelly, Dora, Olinda, Dina, Marlene e Elizabeth pelo apoio e incentivo em todos os momentos na minha vida compartilhando as alegrias, ajudando a aliviar as angustias e sempre acreditando na minha capacidade. Vocês também são responsáveis por mais esta conquista. Muito Obrigado por tudo, Amo vocês!!!!

AGRADECIMENTOS

A Meu orientador Prof. Dr. Fausto Medeiros Mendes, difícil lhe agradecer por tudo o que o senhor fez por mim, Por toda paciência, dedicação e apoio durante a realização do curso de Doutorado. Admiro sua capacidade, inteligência, humildade e disponibilidade em ajudar, mesmo que para isso tenha que abdicar de suas obrigações. Seus ensinamentos e experiências foram muito valiosos para meu crescimento profissional na área de Odontopediatria e pesquisa, motivado de seu exemplo na minha vida, obrigado meu pai na ciência...

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Guedes-Pinto, Honrado e privilegiado de ter sido seu orientado, Meu eterno agradecimento e gratidão, antes de vir ao Brasil conhecia e admirei de seu trabalho, sua orientação foi para mim um exemplo de competência, dignidade e principalmente respeito pelo aluno, sua orientação é valiosa para minha vida, um grande homem, um grande senhor, o nome é sinônimo da odontopediatria Brasileira e de latinoamerica.

Prof. Dra. Celia In Memoriam, suas palavras sempre ficaram em meu coração, Deus me deu a oportunidade de conhecê-la.

Prof. Dr. Marcelo José Strazzeri Bönecker, mestre e amigo, exemplo de esforço agradeço a atenção presente em qualquer momento, suas palavras são incentivo constante em minha formação profissional.

Prof. Dr. Jose Carlos Pettorossi Imparato, Pelo incentivo, amizade e oportunidade que me deu, minha gratidão, Obrigado por sempre me guiar, me ensinar e me incentivar todos estes anos, agradeço sempre as oportunidades em clinica de adolescente e ART.

Prof. Dra. Daniela Prócida Raggio, obrigado pela amizade, pelos conselhos, pelos ensinamentos, pela prontidão e disposição que sempre tem em me ajudar, por tudo o que você contribuiu para este trabalho.

Prof. Dra. Cláudia Perez Trindade, Grande exemplo de competência e perseverança, você nos faz acreditar que somos capazes de conquistar nossos ideais.

Prof. Dra. Maria Salete Nahás Pires Correa, sentimento tão grande de gratidão, admiração e carinho, e tudo que a senhora sempre fez por mim.

Prof. Dra. Mariana Minatel Braga, pela amizade e por sempre me incentivarem a seguir me qualificando e aprimorando os meus conhecimentos, lhe admiro muito.

Prof. Dra Ana Lídia Ciamponi, obrigado pelo carinho e ajuda desde o primeiro dia que procurei, sempre tinha um sorriso e palavras atenciosas, obrigado por as oportunidades na clinica de graduação noturno.

Prof. Dra. Marcia Turolla Wanderley, pelo convívio durante o curso e compartilhar sua experiência e conhecimentos na clinica de graduação diurno.

Aos Funcionários do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia, Fátima, Marize, Clemência e Julho, Edina, Viviane, Nalva, Ronaldo e Edilson pela ajuda e convívio nestes anos de convivência sempre com disposição a ajudar, obrigado pela acolhida.

Ao Pessoal do Serviço de Documentação em Odontologia, pela ajuda de sempre.

Ao Pessoal do Departamento de Materiais Dentários, pela permissão em utilizar os aparelhos do laboratório, especialmente aos funcionários Rosinha, Eli, Silvio e Antonio.

Ao Laboratório de Pesquisa em Biologia Oral, em especial ao Douglas, por todos os momentos compartilhados e sua ajuda importante.

Ao Pessoal do Departamento de Dentística, especialmente na funcionária Soninha.

A meus colegas e amigos de Pós-graduação: Marcela, Cassio, Isabela, Daniella, Anna Carolina, Adriana, Fernanda, Anna Paula, Gabriela, Paula, Fabiana, Lucila, Tatiane, Jana, Chris Jenny, Thiago e Tuca.

A meu Amigo Gustavo Adolfo Watanabe Kanno, um grande amigo compartilhamos muitas experiências para uma nova experiência que foi viver nestas terras Paulistas que adotamos como nossa longe de casa, você não é um amigo, mas um irmão.

A mãe Yvonne, obrigada pela ajuda, conselho e preocupação desde que sai de Perú nesta importante parte de minha vida.

A Alessandra pelo apoio e ajuda e sempre torcer que seja de sucesso minha vida, obrigado sempre serei grato.

Obrigado por tudo aquilo que você fez Juliana...minha gratidão eterna.

A Fabiana Nardi e sua família obrigado pela amizade e carinho sempre sua ajuda foi valiosa quando cheguei em São Paulo, minha gratidão para vocês.

A meus gratos amigos de Campinas Fernando, Paulo, Karina, Elsie, Gabriela, Monica, Vanessa e Tatiana.

A meus amigos acadêmicos e sociais de Butantã, Edimar, Josue, Vira, Fernando, Carlos, Silvania e Bruno.

Serei eternamente grato jiii

RESUMO

Salas CFC. Avaliação da perda mineral decorrente do processo cariogênico e erosivo ao redor de restaurações de cimento de ionômero de vidro [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2010.

O cimento de ionômero de vidro tem mais de 40 anos de uso clínico, com muitas boas qualidades e propriedades de material para forramento e restauração. Como o principal motivo de troca de restaurações é a lesão de cárie secundária, a sua capacidade de indução de remineralização e inibição de desmineralização mostram uma qualidade desejável desse material. Além disso, não se sabe até que ponto o flúor liberado pelos cimentos de ionômeros de vidro é capaz de inibir o processo erosivo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de inibição dos desafios cariogênicos em dentes restaurados com diferentes tipos de materiais ionoméricos restauradores, bem como avaliar a inibição dos mesmos materiais frente a um desafio erosivo. Foram confeccionados 120 fragmentos de dentes bovinos, que foram divididos aleatoriamente em seis grupos, para serem restaurados com diferentes tipos de cimentos de ionômero de vidro (CIV): CIV de alta viscosidade (Fuji IX), CIV modificado por resina (Vitremer), CIV modificado por resina com nanopartículas (N100), CIV modificado por resina encapsulado (Riva Light Cure), CIV de alta viscosidade encapsulado (Riva Self Cure) e um grupo controle com resina composta (Filtek Z350). Após a restauração de tamanho padronizado, seguindo as indicações do fabricante, os espécimes foram submetidos à desafio cariogênico (ciclagem de pH) e erosivo (ácido cítrico). Microdureza superficial do tipo Knoop das amostras foi avaliada inicialmente. Após 24 horas de desafio erosivo, e 5 dias de ciclagem de pH (desafio cariogênico), uma nova avaliação de microdureza foi realizada para avaliar a perda mineral ao redor das restaurações. Na avaliação estatística, utilizou-se o teste de normalidade de Anderson-Darling e teste de homogeneidade de Levene. Para as comparações, foi realizada análise de variância e teste de contraste de Student-Newman Keuls, com nível de significância de 5%. O desafio erosivo reduziu significativamente a dureza superficial, mas nenhuma diferença significativa foi observada independentemente

do material restaurador ($p>0,05$). Para análises do esmalte ao redor, diferenças significantes foram observadas com relação aos diferentes materiais ($p<0,001$) e distâncias das restaurações ($p=0,023$). Espécimes restauradas com resina apresentaram maior perda mineral e amostras restauradas com CIV convencional de alta viscosidade e CIV encapsulado modificado por resina apresentaram os menores valores de perda mineral. Em conclusão, os CIVs exercem efeito protetor no esmalte apenas contra desafio cariogênico.

Palavras-chave: Cárie dentária. Erosão dentária. Cimentos de ionômeros de vidro. Restauração dentária permanente. Dureza.

ABSTRACT

Salas CFC. Evaluation of mineral loss after cariogenic and erosive challenges on adjacent enamel glass ionomer cements restorations [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2010.

The glass ionomer cements (GIC) has more than 40 years been used in clinical practice, with good qualities and properties as dental material of liner and restoration. Since the main reason of restoration replace is secondary caries lesion, the ability of the GIC in inducing remineralization and inhibiting demineralization are important characteristics of this type of material. Furthermore, it is still unclear if the fluoride released by the GIC is able to inhibit the erosive process. Therefore, the aim of this study was to evaluate the ability of inhibition of cariogenic challenge in teeth restored with different types of GIC, as well as to evaluate the inhibition of the same materials concerning erosive challenge. One hundred and twenty samples of bovine teeth were prepared and randomly divided in 6 groups, in order to be submitted to restorative procedures with different types of GIC: High viscous GIC (Fuji IX), resin-modified GIC (Vitremer), resin-modified GIC with nanoparticles (N100), encapsulated resin-modified GIC (Riva Light Cure), encapsulated high viscous GIC (Riva Self Cure) and a control group with resin (Filtek Z350). Knoop microhardness evaluations were initially performed. After performing restorations with standardized dimensions and according to the manufacturer's instructions, the samples were submitted to cariogenic challenge (pH cycling) and erosive challenge (citric acid). After 24 h of erosive challenge, and 5 days of pH cycling, new microhardness assessments were performed to evaluate mineral loss around of restorations. For statistical analysis, it was used Anderson-Darling test to test the normality and Levene test to check the homogeneity of the data. To compare the different groups, it was used Analysis of variance and Student-Newman-Keuls post-hoc test, considering the level of significance of 5 %. Erosive challenge significantly reduced enamel surface hardness, but no significant difference was observed irrespectively restorative materials ($p>0.05$). For enamel analyses, significant differences were observed with respect to the different materials ($p<0.001$) and distances ($p=0.023$).Specimens

restored with the composite resin presented higher mineral loss and specimens restored with the conventional high viscous GIC and the encapsulated resin-modified GIC presented the lowest values for mineral loss. In conclusion, the GICs exert protective effect only for cariogenic challenge.

Key-words: Dental caries. Tooth erosion. Glass ionomer cements. Permanent dental restoration. Hardness.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
3 PROPOSIÇÃO	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS	21
6 DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Os cimentos de ionômero de vidro (CIV) foram introduzidos na prática clínica há aproximadamente 40 anos atrás (Wilson; Kent, 1972), e a partir disso, as consideráveis vantagens do uso desse material tem o transformado em uma excelente alternativa na dentística restauradora. Além de apresentar boas características e propriedades como material indicado para forramento, restauração, cimentação, os CIVs tem sido escolhido por clínicos e odontopediatras pela facilidade de uso, liberação de flúor e afinidade e biocompatibilidade com os tecidos dentários (Fukuda et al., 2003; Fleming et al., 2006; Francisconi et al., 2008). Além disso, pode ser também utilizado como cimento obturador de canais radiculares, selantes de fossas e fissuras, e cimento para braquetes ortodônticos e bandas na terapia ortodôntica,

As principais propriedades dos CIVs incluem troca iônica com o meio bucal, adesão à dentina e esmalte, biocompatibilidade e liberação contínua de flúor enquanto a restauração estiver presente na cavidade bucal. Muitos estudos confirmam que os CIVs são capazes de reter o flúor proveniente de dentifrícios ou outros produtos de aplicação tópica na superfície do material, que pode ser então liberado vagarosamente ao esmalte sadio adjacente, bem como dentina desmineralizada (Yaman et al., 2004; Pin et al., 2005). Portanto, a habilidade dos CIVs promoverem um efeito cariostático faz com esses materiais sejam úteis para inibição de lesões de cárie secundária nos tecidos dentais adjacentes, que tem sido considerada a principal razão de troca de restaurações (Thomas et al., 2007; Totiam et al., 2007).

Os CIVs modificados por resina composta, bem como CIVs de alta viscosidade foram desenvolvidos como uma tentativa de melhorar as propriedades físicas e acelerar o longo tempo de presa, que pode comprometer a resistência mecânica e ao desgaste inicial (Kleverlaan et al., 2004). Os cimentos híbridos contem além do CIV, monômeros orgânicos, em geral HEMA (2-hidroxietyl metacrilato) e um sistema foto iniciador que permite que o cimento seja polimerizado também pela exposição à luz azul. No caso do CIV de alta viscosidade, propriedades mecânicas superiores e tempo de presa mais rápido podem ser obtidos pelo aumento da proporção pó/líquido. Esses cimentos são indicados

especialmente para o Tratamento Restaurador Atraumático, e resultados favoráveis com relação às propriedades físicas têm sido documentados (Van Duinen et al., 2005). No entanto, autores têm sugerido que os novos materiais híbridos e de alta viscosidade liberam consideravelmente menos flúor do que os CIVs convencionais (Smales; Gao, 2000).

Embora a habilidade de remineralização do esmalte adjacente à restaurações de CIV tem sido confirmadas após desafio cariogênico (Takeuti et al., 2007), há pouca evidência sobre a influência das suas propriedades com relação ao desafio erosivo (Francisconi et al., 2008; Rios et al., 2008). Erosão dentária é o resultado da perda mineral da superfície do dente decorrente de um processo de dissolução química sem o envolvimento de ácidos provenientes do metabolismo bacteriano. As fontes de ácidos podem ser de origem intrínseca ou extrínseca, e a agressividade do processo erosivo é modificada por fatores salivares (Lussi, 2009). Na sua maioria, os fatores extrínsecos compreendem o consumo de alimentos e bebidas ácidas, como refrigerantes e sucos de fruta, enquanto que desordens alimentares e refluxo gástrico são os principais fatores intrínsecos (Zero; Lussi, 2005).

Quando a perda de substância do dente atinge certo grau, a reabilitação oral se torna necessária e os materiais restauradores geralmente utilizados na prática clínica podem ser empregados para restabelecer função e estética dentária, para prevenir progressão ou para controlar a sensibilidade provocada pela exposição da dentina. Portanto, estudos para avaliar os melhores materiais restauradores para reabilitação de lesões provocadas por cárie e erosão dentária, e que preencham esses requisitos, são necessários.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Conhecer as propriedades e possibilidades dos materiais para uso na clínica é um aspecto importante para sua utilização (Wathen, 2000). Além disso, dentre as características atuais dos materiais restauradores, a propriedade de oferecer a liberação contínua de flúor e manter assim um meio que não favoreça o desenvolvimento de lesões de cárie secundária é bastante desejável, visto ser esse o principal motivo de troca de restaurações (Kidd, 2001; Thomas et al., 2007; Totiam et al., 2007).

Os CIVs foram introduzidos na odontologia no ano de 1972, pelos pesquisadores Wilson e Kent (Wilson; Kent, 1972). Atualmente, é um material amplamente utilizado na odontologia restauradora, devido à boa performance, pela adesividade química à estrutura dentária, biocompatibilidade e também pela capacidade de liberar flúor. Nos dias de hoje, novos CIVs vêm sendo introduzidos no mercado. Cimentos de ionômero modificados por resina composta permitem que uma parte da polimerização seja realizada por luz, melhorando assim o tempo de trabalho. Mais recentemente, CIVs de alta viscosidade, que são materiais convencionais e de presa química, foram desenvolvidos para melhorar o tempo de trabalho e a resistência ao desgaste. Com esses materiais, os CIVs tornaram-se materiais apropriados para utilização em cavidades pequenas de dentes decíduos e permanentes (Attar; Onen, 2002; Pin et al., 2005; Czarnecka; Nicholson, 2006).

Outra propriedade dos materiais ionoméricos é a liberação de flúor. Como as pesquisas mostram o efeito do flúor e produtos fluoretados na redução da atividade de cárie dentária (Featherstone, 2004), esses materiais poderiam inibir a ocorrência lesões de cárie secundária (Pin et al., 2005). Inúmeros estudos *in vitro* têm demonstrado que esse material é efetivo na inibição de desmineralização do esmalte ao redor dessas restaurações comparados ao CIV convencional (Serra; Cury, 1992; Smales; Gao, 2000; Attar; Onen, 2002; Yaman et al., 2004; Pin et al., 2005; Takeuti et al., 2007; Thomas et al., 2007; Totiam et al., 2007). No entanto, esses novos materiais não foram testados, visto que a liberação de flúor nos materiais ionoméricos resinosos ou de alta viscosidade parece ser menor do que os CIVs convencionais.

A erosão dental é um processo que resulta na perda irreversível da estrutura dental, causada por comidas e bebidas com alta concentração de ácidos, ou outros ácidos de natureza intrínseca ou extrínseca (Hooper et al., 2007). A prevalência da erosão entre as crianças, adolescentes e adultos é cada vez e maior, sendo que na maioria dos países esses índices são de 20 a 60% (Attin et al., 2003).

A origem intrínseca da erosão dentária tem resposta em nos distúrbios fisiológicos, como os ácidos que são produtos das secreções gástricas, desordens psicológicos, como anorexia nervosa, bulimia e vomito auto-induzido, entre outras. Os fatores extrínsecos mais comuns são decorrentes principalmente da dieta, ocupacionais, ou provenientes de água de piscina mal regulada, e medicamentos (Zero; Lussi, 2005).

O aspecto clínico das lesões nas superfícies vestibulares dos dentes é de aparência lisa, arredondada, polida e sem lesões de cárie. Os dentes mais afetados são incisivos, caninos e pré-molares, e menor o número de casos em dentina. Além disso, as lesões na superfície palatina apresentam forma côncava, e estão relacionados a ácidos intrínsecos. Pacientes que apresentam restaurações que sofrem de erosão apresentam as restaurações com sobrecontornos, causados obviamente pela perda mineral do dente adjacente provocada pelo desafio erosivo. Como o flúor tem sido descrito como capaz de inibir a perda mineral provocada pela erosão (Francisconi et al., 2008), a utilização de cimentos ionoméricos poderia inibir também a erosão no tecido dentário adjacente. No entanto, isso não tem sido testado por um grande número de pesquisas (Francisconi et al., 2008), o que motiva a realização da presente pesquisa.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo in vitro foi avaliar os efeitos dos desafios cariogênico e erosivo sobre a perda mineral no esmalte adjacente á restaurações confeccionadas com diferentes tipos de CIVs.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foram selecionados dentes bovinos, que foram inicialmente seccionados em 140 blocos provenientes da superfície vestibular de incisivos, com dimensões de 4 X 4 X 3 mm. A seleção inicial dos blocos foi realizada com auxílio de uma lupa de 2X de aumento, onde foi verificado se estavam hígidos, sem lesões ou defeitos do esmalte, trincas ou manchamentos, bem como a integridade da superfície dos blocos.

As amostras foram inicialmente polidas e planificadas com lixas de granulação progressiva (180, 220, 400, 600, 800, 1200, 2000 e 4000), sob refrigeração com água, em politriz (Struers DP; Dinamarca). Após o polimento, os dentes foram mantidos em ambiente de 100% de umidade, até o prosseguimento dos experimentos.

4.2 PREPAROS CAVITÁRIOS E PROCEDIMENTOS RESTAURADORES

No centro de cada amostra, foi realizado um preparo cavitário de forma cilíndrica, com dimensões padronizadas de 1 mm de diâmetro por 1,8 mm de profundidade, com ponta diamantada cilíndrica (Ref. 7020, KG Sorensen; Brasil) montada em turbina de alta-rotação, com refrigeração constante com água. Após a realização dos preparos, os dentes foram limpos em um aparelho de ultra-som por dez minutos, e mantidos armazenados em recipientes plásticos com tampa, contendo papel absorvente umedecido com água deionizada, mas sem contato direto com os blocos, a fim de manter um ambiente de 100% de umidade relativa.

As amostras foram distribuídas de forma aleatória em 06 grupos, cada qual com 20 blocos, de acordo com os diferentes materiais restauradores:

Grupo 1 (Controle): Resina composta universal – Filtek Z350 (3M ESPE; EUA);

Grupo 2: Cimento de ionômero de vidro convencional de alta viscosidade de presa química – Fuji IX (GC America, EUA);

Grupo 3: Cimento de ionômero de vidro nano-ionomérico, fotopolimerizável, modificado por resina composta – Ketac N100 (3M ESPE; EUA);

Grupo 4: Cimento de ionômero de vidro encapsulado modificado por resina – Riva light cure (SDI; Austrália);

Grupo 5: Cimento de ionômero de vidro encapsulado de alta viscosidade – Riva self cure (SDI; Austrália);

Grupo 6: Cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta – Vitremer (3M ESPE; EUA).

As restaurações foram realizadas por um único operador, de acordo com as instruções de cada fabricante. O aparelho fotopolimerizador utilizado foi o Radian Plus (SDI, Austrália). A proteção superficial, quando necessária, foi realizada de acordo com as instruções dos fabricantes.

Após a realização das restaurações, as amostras foram imersas durante 24 horas em solução remineralizadora. A composição da solução foi 1,5 mM de CaCl_2 , 0,9 NaH_2PO_4 e 0,15M KCl, com o pH 7,0, ajustado com KOH. Após esse período, os dentes restaurados foram polidos com lixa d'água de granulação 600, 1200, 2000 e 4000, em politriz sob refrigeração de água deionizada, padronizando-se o tempo de uso de cada lixa. Após, foi utilizadas pastas diamantadas metalográficas de granulação 1 μm e $\frac{1}{4}$ μm , com disco de feltro em baixa rotação. Assim, as amostras já estavam preparadas para a análise inicial de dureza.

4.3 ANÁLISE DE DUREZA

Foi realizada a análise de dureza superficial do esmalte adjacente às restaurações. Foi utilizado um microdurômetro (Shimadzu Micro Hardness Tester HMV-2®, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão), utilizando um indentador do tipo Knoop, com carga de 25 g durante 15 seg. Após avaliação inicial, só foram selecionados para a pesquisa, blocos com dureza inicial entre 300 e 400 KNH. Caso alguns blocos tivessem dureza fora dessa faixa, as amostras foram substituídas por outras, até se atingir 20 amostras em cada grupo.

No dente adjacente à restauração, foram realizadas três fileiras de indentações, distantes 100, 200, 300, 400 e 500 µm da interface dente restauração. Após a realização das indentações, as amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos de dez amostras, que foram submetidas aos diferentes experimentos.

4.4 DESAFIO CARIOGÊNICO

Para o desafio cariogênico, foi utilizado um modelo de ciclagem de pH. Os dentes foram imersos individualmente por 6 horas diárias, em 10 ml de uma solução desmineralizadora. A composição dessa solução foi 2,2 mM CaCl_2 , 2,2 mM NaH_2PO_4 e 50mM de ácido acético, com pH ajustado por KOH em 4,7.

No restante das 18 horas diárias, as amostras foram imersas individualmente em 10 ml em uma solução remineralizadora, com composição igual a descrita anteriormente. Esses ciclos de des/remineralização se alternaram durante 5 dias, em temperatura ambiente, e sem agitação, e as soluções eram renovadas a cada troca (Brighenti et al., 2006).

Ao final, os dentes foram submetidos à avaliação de dureza, da mesma forma como descrito acima, com as indentações distantes lateralmente a 100 µm das indentações iniciais. A perda mineral foi calculada pela porcentagem perda de dureza, foi utilizando a fórmula:

$$\% \text{ PDS} = 100(\text{DS}_{\text{inicial}} - \text{DS}_{\text{final}}) / \text{DS}_{\text{inicial}}$$

4.5 DESAFIO EROSIVO

Para o desafio erosivo, outras dez amostras de cada grupo foram separadas e imersas individualmente em 10 ml, numa solução de ácido cítrico a 1%. O desafio erosivo teve uma duração de 10 minutos, sob agitação mecânica com aparelho de agitação orbital, à temperatura ambiente. Ao final, a dureza foi avaliada e a porcentagem de perda mineral avaliada.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para análise dos dados de todos os experimentos e variáveis analisadas, inicialmente foram construídos gráficos de Box-plot, e os dados que foram representados como *outliers* foram excluídos. Após, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Anderson-Darling e teste de homogeneidade de Levene. Para todas as variáveis testadas, a distribuição foi normal e homogênea.

Os valores iniciais de dureza do esmalte após o polimento das amostras foram comparados separadamente para os dois experimentos, utilizando análise de variância para medidas repetidas de dois fatores, sendo o fator vinculado a distância da restauração (100, 200, 300 400 ou 500 μm) e o outro fator de variação, os diferentes materiais.

A média da porcentagem de perda de dureza do esmalte após desafio erosivo foi inicialmente comparada utilizando análise de variância para medidas repetidas de dois fatores, para avaliar se houve diferença entre as diferentes distâncias. Como não houve influência com relação às diferentes distâncias, as comparações entre os grupos foram realizadas para as diferentes distâncias de forma separada, e depois com a média de todas indentações na amostra utilizando análise de variância e teste de contraste de Student-Newman-Keuls.

Por outro lado, nas amostras submetidas ao desafio cariogênico, a análise de variância para medidas repetidas de dois fatores mostrou haver diferenças nas diferentes distâncias das indentações. Dessa forma, optou-se por fazer as comparações entre as diferentes distâncias de forma separada com análise de variância e teste de contraste de Student-Newman-Keuls. Após, realizou o cálculo da área sob a curva do gráfico, considerando no eixo y os valores de perda de dureza, e no eixo X, a distância das indentações à restauração, e os valores médios das áreas sob a curva entre os diferentes materiais foram comparados, utilizando análise de variância de um fator e teste de contraste de Student-Newman-Keuls. Para todas as análises, foi considerado como nível de significância o valor de 5%.

5 RESULTADOS

Através da análise de variância com medidas repetidas de dois fatores, o esmalte ao redor das restaurações antes do desafio erosivo não apresentou diferença de dureza entre as diferentes distâncias ($p = 0,897$), nem entre os diferentes materiais ($p = 0,342$).

Como não houve diferença entre as diferentes distâncias com relação à perda de dureza após o desafio erosivo, essas foram comparadas separadamente e depois, a média de perda em cada amostra foi comparada entre os materiais. Na figura 5.1, as médias de perda mineral após o desafio erosivo estão representadas de acordo com a distância da restauração avaliada. Não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhum dos materiais, em nenhuma distância (Figura 5.1).

Figura 5.1 – Médias dos valores de perda de dureza do esmalte ao redor dos materiais restauradores após desafio erosivo. As barras verticais indicam o desvio padrão. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais em nenhuma distância ($p > 0,05$)

Para comparação entre as médias das indentações em cada amostra, independente de distância da restauração, as médias estão apresentadas na figura 5.2. Também não houve diferença estatisticamente significativa na perda mineral do esmalte ao redor de restaurações com os diferentes materiais após o desafio erosivo (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Médias dos valores de perda de dureza do esmalte ao redor dos materiais restauradores após desafio erosivo das amostras, sem considerar a distância da restauração. As barras verticais indicam o desvio padrão e os números entre parênteses o n de cada grupo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais ($p = 0,802$)

Os próximos resultados se referem ao experimento realizado com desafio cariogênico. A análise de variância de medidas repetidas de dois fatores foi realizada para avaliar se existia diferença na dureza inicial do esmalte nos diferentes grupos e diferentes distâncias. Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de dureza do esmalte antes do desafio cariogênico, nem com relação aos

materiais testados ($p = 0,172$), nem com relação às distâncias das indentações em relação à restauração ($p = 0,496$).

Com relação à perda de dureza do esmalte após o desafio cariogênico, o mesmo teste estatístico foi empregado para avaliar se a distância exercia algum efeito sobre as diferenças de perda entre os diferentes materiais. Foi observado que houve diferença estatisticamente significativa, tanto entre os materiais ($p < 0,001$), como entre as distâncias das indentações à restauração ($p = 0,023$). Dessa forma, a comparação entre os grupos foi feita com análise de variância de um fator em cada distância, e depois foi calculada a área sob o gráfico de perda mineral pela distância à restauração de cada amostra, e esses valores foram considerados para a comparação global de cada amostra entre os diferentes materiais. Os valores de perda mineral de acordo com a distância da restauração estão apresentados na figura 5.3.

Nas indentações realizadas à 100 μm da restauração, as amostras restauradas com Filtek Supreme apresentaram perda mineral estatisticamente maior do que os demais materiais. O CIV modificado por resina Vitremer apresentou perda estatisticamente maior do que o CIV de alta viscosidade Riva Self Cure. Os demais materiais (N100, Riva Light Cure e Fuji IX) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes nem ao Vitremer, nem ao Riva Self Cure (Figura 5.3).

Já nas indentações a 200 μm , a resina composta apresentou perda maior do que todos os outros materiais, o Vitremer apresentou perda estatisticamente maior do que os CIVs convencionais de alta viscosidade (Riva self cure e Fuji IX) e que o Riva light cure, mas semelhante ao N100. Esses quatro últimos materiais, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si (Figura 5.3). Já a 300 μm , a resina composta se comportou da mesma maneira, as amostras restauradas com Vitremer apresentaram perda de dureza maior do que as restauradas com CIV convencional (Riva self cure e Fuji IX), mas semelhante aos outros CIVs modificados por resina (N100 e Riva light cure). Esses dois materiais não apresentaram diferença dos CIVs convencionais, no entanto (Figura 5.3).

Já para as indentações distantes 400 e 500 μm das restaurações, as amostras do grupo restaurado com resina comporta apresentaram também perda significativamente maior do que os demais materiais, e todos os grupos restaurados com CIV (convencional ou modificado por resina), não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Médias dos valores de perda de dureza do esmalte ao redor dos materiais restauradores após desafio cariogênico, separado pelas diferentes distâncias das indentações às restaurações

O gráfico representado na figura 5.3 foi utilizado para calcular a área sob a curva de cada grupo, para se obter um valor global de perda mineral de cada amostra. As médias das áreas de cada grupo estão representadas na figura 5.4.

Figura 5.4 – Médias dos valores das áreas sob as curvas do gráfico representado na figura 5.5 de perda de dureza do esmalte ao redor dos materiais restauradores após desafio cariogênico. As barras verticais indicam o desvio padrão e os números dentro dos parênteses o n de cada material. Letras diferentes entre si indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Pode-se observar que a resina composta Filtek apresentou perda mineral significante maior do que os outros materiais. Já os CIVs modificados por resina Vitremer e N100 apresentaram uma perda intermediária, que foi estatisticamente menor do que os dentes restaurados com resina composta, mas significativamente maior do que os CIVs convencionais de alta viscosidade Fuji IX e Riva self cure, e também que o CIV modificado por resina Riva light cure. Entre esses três materiais, não houve diferença estatisticamente significativa (Figura 5.4).

6 DISCUSSÃO

Apesar da natureza complexa da degradação sofrida por materiais dentários e tecidos dentais duros, subsequente a um desafio erosivo ou cariogênico, tem sido demonstrado que o teste de microdureza de superfície é um método apropriado para verificar pequenas alterações no conteúdo mineral depois da desmineralização ácida (Ganss et al., 2009). Este estudo in vitro teve como objetivo comparar a habilidade de diferentes materiais restauradores em proteger o esmalte adjacente após sofrer desafios erosivos ou cariogênicos, avaliando a porcentagem de alteração de microdureza superficial.

Entretanto, deve ser enfatizado que as condições in vitro diferem das condições intrabuciais, pois há o efeito protetor da película adquirida e os efeitos dos tampões salivares. A película adquirida é capaz de se formar rapidamente após a escovação e tem sido demonstrado que exerce um importante papel em moderar a extensão da erosão e do ataque ácido, agindo como uma barreira à difusão (Lussi, 2009). Além disso, esta condição é raramente vista de forma isolada e é muitas vezes combinada com atrição e erosão, que possivelmente intensifica o processo erosivo (Yu et al., 2009).

No presente estudo, a solução ácida foi capaz de provocar diminuição da dureza superficial do esmalte apesar do curto período de contato (10 minutos). Entretanto, o esmalte ao redor das restaurações de CIV de alta viscosidade, CIV modificado por resina e de resina composta mostraram valores de dureza similares depois do desafio erosivo, independentemente da distância à margem da restauração. Foi então observado que os CIVs não possuem efeito preventivo sobre a erosão do esmalte adjacente. Em um estudo prévio para avaliar o efeito da ciclagem erosiva de pH, foi observado que nenhuma alteração superficial de dureza e pouco desgaste dos materiais restauradores estudados, e também que nenhum dos materiais exerceram efeitos preventivos contra a erosão do esmalte adjacente (Francisconi et al., 2008). Um estudo similar in situ também não encontrou efeito protetor dos CIVs em relação ao desafio erosivo (Rios et al., 2008).

Como a perda erosiva do material é geralmente acompanhada por um aumento no pH da solução ácida (Aliping-Mckenzie et al., 2004), pensou-se que esse efeito tampão teria algum valor contra o ataque erosivo. No entanto, isso não

foi observado, pelo menos utilizando a metodologia escolhida para o presente estudo. Evidências de estudos in vitro sugerem que altas concentrações tópicas de fluoretos são capazes de limitar o progresso da erosão e aumentar a resistência à abrasão (Wiegand; Attin, 2003). Aplicação de flúor tópico tem demonstrado inibir significativamente a progressão de lesões erosivas em dentes permanentes in vitro, apesar desses produtos não serem aptos a paralisar completamente o processo (Murakami et al., 2009). Tanto géis fluoretados, como vernizes utilizados nesse estudo, entretanto, possivelmente proporciona concentrações de flúor mais altas do que é liberado pelos CIVs, permitindo um maior acúmulo de fluoreto de cálcio sobre a superfície do esmalte, e oferecendo maior proteção.

Com relação ao desafio cariogênico, os resultados do presente estudo demonstram que a perda mineral no esmalte adjacente foi maior para espécimes restaurados com resina composta do que os blocos restaurados com outros materiais, em todas as distâncias consideradas. Este resultado confirma o potencial protetor contra a cárie dentária dos CIVs, que tem sido descrito em vários estudos (Serra; Cury, 1992; Yaman et al., 2004; Pin et al., 2005; Lennon et al., 2007; Takeuti et al., 2007; Thomas et al., 2007; Totiam et al., 2007). Foi também notado que as amostras restauradas com CIVs modificados por resina Vitremer e Ketac N100 apresentaram perdas minerais menores do que as restauradas com resina composta, mas apresentaram perdas minerais significativamente maiores do que as perdas observadas para os CIVs convencionais de alta viscosidade Fuji IX e Riva self cure, bem como quando comparado ao CIV modificado por resina encapsulado (Riva light cure). Este é um resultado esperado, uma vez que tem sido demonstrado que os CIVs modificados por resina liberam menores quantidades de flúor quando comparados aos CIVs convencionais (Hayacibara et al., 2003), o que significa que esse material não teria benefícios significativos com relação aos efeitos preventivos sobre a desmineralização. Entretanto, como demonstrado por Souza et al. (2009), o CIV modificado por resina encapsulado conseguiu eficientemente inibir a desmineralização no esmalte adjacente à restaurações. O mesmo resultado foi observado no presente estudo, já que o Riva light cure tem mostrado efeito protetor semelhante aos CIVs convencionais de alta viscosidade Riva self cure e Fuji IX. Isto possivelmente ocorreu porque o CIV modificado por resina encapsulado apresenta proporção pó/líquido predeterminada, que facilita a manipulação desse material e evita variabilidades induzidas pelo operador, permitindo uma proporção excelente

entre o líquido e o pó. Além disso, há alguma evidência que a manipulação mecânica poderia permitir maior liberação de flúor (Verbeeck et al., 1993; Miller et al., 1995).

O CIV modificado por resina Ketac N100 representa uma nova geração de CIVs que tiveram a adição de nanopartículas de resina à matriz ionomérica. Embora o material seja apresentado como pasta/pasta, que facilita enormemente a dosagem e a manipulação, além de apresentar reação de presa dual, um desempenho desfavorável deste material tem sido observado em estudos laboratoriais (Korkmaz et al., 2010), e até o presente momento, a literatura avaliando as propriedades anticariogênicas deste material ainda é escassa.

Alguns estudos têm relatado que a liberação de flúor dos CIVs é aumentada sob condições ácidas, especialmente em longo prazo (Fukazawa et al., 1990; De Moor; Verbeeck, 1998; Verbeeck et al., 1998). Portanto, poderia ser esperado que condições que promovem o ataque erosivo às partículas de vidro aumentariam a liberação de flúor de longo prazo, proporcionando um efeito preventivo adicional contra o desafio ácido. Entretanto, no presente estudo o efeito protetor dos CIVs foram somente demonstrados em relação ao desafio cariogênico. A explicação para esses resultados possivelmente está relacionado à baixa concentração de flúor liberado pelos cimentos ou pela elevada agressividade do processo erosivo, comparado ao processo carioso.

Enquanto os benefícios dos materiais liberadores de flúor para inibição da cárie dentária estão estabelecidos, a capacidade de prevenir erosão não pode ser suposta, possivelmente porque o desafio erosivo é mais intenso. Como relatado por Zero e Lussi (2005), uma faixa menor e mais larga de pH em condições ácidas está envolvida na erosão comparada à cárie dentária. Portanto, o presente estudo reforça estas diferenças entre o desafio erosivo e cariogênico, e corrobora estudos prévios que afirmam que produtos com baixa concentração de flúor não exercem efeitos significativos na prevenção dos desafios erosivos (Wiegand; Attin, 2003; Rios et al., 2008).

7 CONCLUSÃO

Em conclusão, as restaurações com CIV previnem perda mineral decorrente do desafio cariogênico, mas não do desafio erosivo. O efeito protetor dos CIVs de alta viscosidade tende a ser superior do que aquele proporcionado pelos CIVs modificados por resina composta.

REFERÊNCIAS¹

Aliping-McKenzie M, Linden RW, Nicholson JW. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. J Oral Rehabil. 2004;31(11):1046-52.

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

Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. Arch Oral Biol. 2003;48(11):753-9.

Brighenti FL, Delbem AC, Buzalaf MA, Oliveira FA, Ribeiro DB, Sasaki KT. In vitro evaluation of acidified toothpastes with low fluoride content. Caries Res. 2006;40(3):239-44.

Czarnecka B, Nicholson JW. Ion release by resin-modified glass-ionomer cements into water and lactic acid solutions. J Dent. 2006;34(8):539-43.

De Moor RJ, Verbeeck RM. Effect of acetic acid on the fluoride release profiles of restorative glass ionomer cements. Dent Mater. 1998;14(4):261-8.

Featherstone JD. The continuum of dental caries--evidence for a dynamic disease process. J Dent Res. 2004;83 Spec No C:C39-42.

Fleming GJ, Kenny SM, Barralet JE. The optimisation of the initial viscosity of an encapsulated glass-ionomer restorative following different mechanical mixing regimes. J Dent. 2006;34(2):155-63.

Francisconi LF, Honorio HM, Rios D, Magalhaes AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. Oper Dent. 2008;33(2):203-8.

Fukazawa M, Matsuya S, Yamane M. The mechanism for erosion of glass-ionomer cements in organic-acid buffer solutions. J Dent Res. 1990;69(5):1175-9.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Fukuda R, Yoshida Y, Nakayama Y, Okazaki M, Inoue S, Sano H, et al. Bonding efficacy of polyalkenoic acids to hydroxyapatite, enamel and dentin. *Biomaterials*. 2003;24(11):1861-7.

Ganss C, Lussi A, Scharmann I, Weigelt T, Hardt M, Klimek J, et al. Comparison of calcium analysis, longitudinal microradiography and profilometry for the quantitative assessment of erosion in dentine. *Caries Res*. 2009;43(6):422-9.

Hayacibara MF, Rosa OP, Koo H, Torres SA, Costa B, Cury JA. Effects of fluoride and aluminum from ionomeric materials on *S. mutans* biofilm. *J Dent Res*. 2003;82(4):267-71.

Hooper SM, Newcombe RG, Faller R, Eversole S, Addy M, West NX. The protective effects of toothpaste against erosion by orange juice: studies in situ and in vitro. *J Dent*. 2007;35(6):476-81.

Kidd EA. Diagnosis of secondary caries. *J Dent Educ*. 2001;65(10):997-1000.

Kleverlaan CJ, van Duinen RN, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater*. 2004;20(1):45-50.

Korkmaz Y, Gurgan S, Firat E, Nathanson D. Shear bond strength of three different nano-restorative materials to dentin. *Oper Dent*. 2010;35(1):50-7.

Lennon AM, Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Approximal caries development in surfaces in contact with fluoride-releasing and non-fluoride-releasing restorative materials: an in situ study. *Eur J Oral Sci*. 2007;115(6):497-501.

Lussi A. Dental erosion--novel remineralizing agents in prevention or repair. *Adv Dent Res*. 2009;21(1):13-6.

Miller BH, Komatsu H, Nakajima H, Okabe T. Effect of glass ionomer manipulation on early fluoride release. *Am J Dent*. 1995;8(4):182-6.

Murakami C, Bonecker M, Correa MS, Mendes FM, Rodrigues CR. Effect of fluoride varnish and gel on dental erosion in primary and permanent teeth. *Arch Oral Biol*. 2009;54(11):997-1001.

Pin ML, Abdo RC, Machado MA, da Silva SM, Pavarini A, Marta SN. In vitro evaluation of the cariostatic action of esthetic restorative materials in bovine teeth under severe cariogenic challenge. *Oper Dent*. 2005;30(3):368-75.

Rios D, Honório HM, Francisconi LF, Magalhães AC, de Andrade Moreira Machado MA, Buzalaf MA. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent*. 2008;36(2):152-7.

Serra MC, Cury JA. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int*. 1992;23(2):143-7.

Smales RJ, Gao W. In vitro caries inhibition at the enamel margins of glass ionomer restoratives developed for the ART approach. *J Dent*. 2000;28(4):249-56.

Sousa RP, Zanin IC, Lima JP, Vasconcelos SM, Melo MA, Beltrão HC, et al. In situ effects of restorative materials on dental biofilm and enamel demineralisation. *J Dent*. 2009;37(1):44-51.

Takeuti ML, Marquezan M, Rodrigues CR, Rodrigues Filho LE, Rocha Rde O. Inhibition of demineralization adjacent to tooth-colored restorations in primary teeth after 2 in vitro challenges. *J Dent Child (Chic)*. 2007;74(3):209-14.

Thomas RZ, Ruben JL, ten Bosch JJ, Fidler V, Huysmans MC. Approximal secondary caries lesion progression, a 20-week in situ study. *Caries Res*. 2007;41(5):399-405.

Totiam P, Gonzalez-Cabezas C, Fontana MR, Zero DT. A new in vitro model to study the relationship of gap size and secondary caries. *Caries Res*. 2007;41(6):467-73.

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.

Verbeeck RM, De Maeyer EA, Marks LA, De Moor RJ, De Witte AM, Trimpeneers LM. Fluoride release process of (resin-modified) glass-ionomer cements versus (polyacid-modified) composite resins. *Biomaterials*. 1998;19(6):509-19.

Verbeeck RM, de Moor RJ, Van Even DF, Martens LC. The short-term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass-ionomer cement. *J Dent Res*. 1993;72(3):577-81.

Wathen WF. Dental restorations: choose carefully. *Quintessence Int*. 2000;31(8):525.

Wiegand A, Attin T. Influence of fluoride on the prevention of erosive lesions--a review. *Oral Health Prev Dent*. 2003;1(4):245-53.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J.* 1972;132(4):133-5.

Yaman SD, Er O, Yetmez M, Karabay GA. In vitro inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. *J Oral Sci.* 2004;46(1):45-50.

Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Attin T, Buchalla W. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent.* 2009;37(12):913-22.

Zero DT, Lussi A. Erosion--chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J.* 2005;55(4 Suppl 1):285-90.