



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Juliana Silva Moura
Cirurgiã-dentista

AVALIAÇÃO *in situ* DE CÁRIE SECUNDÁRIA AO REDOR DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica, área de concentração Prótese Dental.

Piracicaba – SP
2003

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Juliana Silva Moura
Cirurgiã-dentista

AVALIAÇÃO *in situ* DE CÁRIE SECUNDÁRIA AO REDOR DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG. 05/05/2003


Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de
Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica, área de concentração Prótese Dental.

Orientadora: Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury

Banca examinadora:

Profa. Dra. Altair Antoninha Del Bel Cury

Profa. Dra. Cíntia Pereira Machado Tabchoury

Profa. Dra. Rosemary Sadami Arai Shinkai

Piracicaba – SP
2003

UNIDADE	Be
Nº CHAMADA	T/UNICAMP M865a
V	EX
TOMBO BCI	54274
PROC.	124103
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	14/06/03
Nº CPD	

CM00185227-0

BIB ID 293082

Ficha Catalográfica

M865a Moura, Juliana Silva.
Avaliação *in situ* de cárie secundária ao redor de restaurações metálicas indiretas. / Juliana Silva Moura. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
xiv, 139p. : il.

Orientadora: Profª Drª Altair Antoninha Del Bel Cury.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos dentários. 2. Cáries dentárias. 3. Restaurações (Odontologia). 4. Prótese dentária. I. Del Bel Cury, Altair Antoninha. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 18 de Fevereiro de 2003, considerou a candidata JULIANA SILVA MOURA aprovada.

1. Profa. Dra. ALTAIR ANTONINHA DEL BEL CURY Altair Del Bel Cury

2. Profa. Dra. ROSEMARY SADAMI ARAI SHINKAI Rosemary Sadami A. Shinkai

3. Profa. Dra. CINTHIA PEREIRA MACHADO TABCHOURY Cynthia Machado Tabchoury

200320604

DEDICO ESTE TRABALHO...

Aos meus pais, *João Bernardino de Moura* e *Vera Lúcia Pereira Moura*, e ao meu irmão,

João Ricardo Silva Moura, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora Profa. Dra. *Altair A. Del Bel Cury*, pela participação ativa neste estudo, pela dedicação ao seu trabalho e exemplo de vida.

Ao Prof. Dr. *Jaime A. Cury*, pela co-orientação na realização deste trabalho, demonstrando conhecimento e ética.

Às minhas colaboradoras *Adriana Franco Paes Leme* e *Emilena Maria Castor Xisto Lima*, pela amizade e auxílio em todos os momentos.

Às amigas *Rosena dos Santos Rosa*, *Viviane Maia Barreto de Oliveira*, *Blanca Liliana Torres Veiga*, *Noéli Boscatto*, *Andréa de Castro Domingos*, *Priscila Serrano* e *Fernanda Faot* pelo apoio e amizade sincera.

Aos amigos de pós-graduação em Clínica Odontológica e Cariologia *Alessandra*, *Andréa*, *Alexandre*, *Ângela*, *Bruno*, *Bruno César*, *Cláudio*, *Daniela*, *Edwin*, *Guilherme*, *Giuliana*, *Joane*, *Juvenil*, *Laís*, *Lidiany*, *Luís Augusto*, *Manoel*, *Margarete*, *Ricardo*, *Rodrigo*, *Samira* e *Sílvia* pelo companheirismo.

À *Dona Joselena Casati Lodi*, técnica do laboratório de Prótese Parcial Removível pelo carinho e boa vontade.

À *Patrícia Chaves*, pela amizade e incentivo.

À *minha família*, pelo carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Magnífico Reitor da Universidade Estadual de Campinas, Prof. Dr. *Carlos Henrique de Brito Cruz*.

Ao Diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Prof. Dr. *Thales Rocha de Mattos Filho*.

Ao Coordenador dos Cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, Prof. Dr. *Lourenço Correr Sobrinho*.

À Profa Dra. *Cíntia P. M. Tabchoury* e Prof. Dr. *Pedro Luiz Rosalen*, pela competência, apoio e participação direta neste estudo.

À banca de qualificação Profa. Dra. *Marinês Nobre dos Santos*, Prof. Dr. *Marcelo Giannini* e Profa. Dra. *Renata Matheus Cunha Rodrigues Garcia*, pela aceitação em colaborar na finalização deste trabalho.

Aos técnicos do laboratório de Bioquímica Oral *Mariza Jesus Carlos Soares*, *Waldomiro Vieira Filho* e *José Alfredo Silva*, pela presteza e competência e Farmacologia *Eliane Melo Franco de Souza* e *José Carlos Gregório*.

Ao laboratório de Dentística da FOP-UNICAMP, na pessoa do Prof. Dr. *Luiz André Freire Pimenta*, pelo uso da máquina padronizadora de preparos cavitários.

Às funcionárias da Secretaria de Pós-graduação *Érica Alessandra Pinho* e *Sônia Maria Lordello Arthur*, pela presteza e auxílio durante esse período de aluna.

Aos órgãos de fomento à pesquisa que financiaram este estudo, *CNPq* e *FUNCAMP*.

Aos voluntários deste trabalho, pela cooperação, amizade e exemplo de vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
3. PROPOSIÇÃO	49
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
5. RESULTADOS.....	81
6. DISCUSSÃO.....	101
7. CONCLUSÃO.....	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS.....	123

RESUMO

A principal causa de falhas em restaurações indiretas é a ocorrência de cárie secundária, que quando presente se localiza na interface dente-cimento. Desta forma, este trabalho *in situ* do tipo cruzado se propôs a avaliar a influência do cimento no desenvolvimento de cárie secundária em esmalte e dentina radicular. Foram utilizados 126 espécimes, constituídos dos terços cervicais da coroa e raiz de terceiros molares humanos, aleatoriamente divididos em três grupos: restauração metálica cimentada com cimento de fosfato de zinco (FZ), com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (IV) ou com resina composta (CR). Estas restaurações foram realizadas no limite coroa-raiz e os espécimes instalados de quatro em quatro em nichos confeccionados na base vestibular de próteses parciais removíveis inferiores, sendo os espécimes cobertos com gaze cirúrgica de poliéster, para facilitar o acúmulo de placa dental. Após o período de 21 dias correspondente a cada fase, os espécimes foram removidos, seccionados e embutidos em resina acrílica para a leitura de microdureza Knoop longitudinal em esmalte e dentina radicular, e à partir da placa formada na gaze foram determinadas as concentrações de flúor e polissacarídeo solúvel em álcali e as contagens de microbiota total e estreptococos do grupo mutans e porcentagem de mutans em relação à microbiota total. Diferenças significantes para a concentração de flúor foram encontradas na placa dental formada sobre o grupo IV. Entretanto, os resultados demonstraram não haver diferença nos valores de dureza, polissacarídeo solúvel em álcali e proporção de estreptococos do grupo mutans. Concluiu-se que o ionômero de vidro modificado por resina, nas condições do presente estudo, liberou flúor, mas não foi capaz de inibir o desenvolvimento de cárie adjacente às restaurações ou induzir mudanças na composição microbiológica da placa.

ABSTRACT

The main reason for the replacement of indirect restoration is the secondary decay, that may be located in the tooth-luting cement interface. Therefore, the purpose of this *in situ* cross-over study was to evaluate the influence of the luting cement on the occurrence of caries lesions in enamel and root dentin. One hundred and twenty six samples were made of human molars, randomly divided according to the luting cement: restoration cemented with zinc phosphate (FZ); restoration cemented with resin-modified glass ionomer (IV) and restoration cemented with resinous cement (CR). The metallic restorations were cemented in the dentinoenamel junction and placed inside orifices located buccally on inferior removable partial dentures, covered by a polyester fabric, to improve plaque retention. After 21 days, the samples were removed from the prosthesis, sectioned and embedded in acrylic resin, so a longitudinal microhardness measurement could be taken and the plaque accumulated on the polyester fabric was used to measure the concentration of fluoride, alkali soluble polysaccharide, concentration of total microbiota, mutans streptococci, and proportion of mutans streptococci. Statistical differences were found for the fluoride analysis, indicating that IV cement released more amounts of this ion than the other materials tested. However, results showed no statistical differences among the groups concerning microhardness profiles, alkali soluble polysaccharide and concentration of mutans streptococci. We can conclude that the resin-modified glass ionomer, in the conditions of the present study, released fluoride, but was not capable of preventing secondary caries nor reduce mutans streptococci of dental plaque.

1. INTRODUÇÃO

O aumento na expectativa de vida acompanhado de programas de promoção de saúde bucal resultou no maior número de indivíduos que procuram manter seus dentes naturais. Para tanto, são necessários procedimentos que reforcem e ao mesmo tempo restaurem a estrutura dental, dentre eles as restaurações indiretas. A viabilidade deste tipo de restauração já é conhecida, pois JOKSTAD & MIJÖR (1996) observaram que a longevidade da mesma é de 80 a 85% em cinco anos e de 71 a 81% após dez anos. Entretanto, a maior responsável por falhas neste tipo de restauração é a cárie secundária, definida como uma recorrência da lesão em área previamente atingida e restaurada (KIDD *et al.*, 1992; MUSA & GELBIER, 1996).

O desenvolvimento da cárie secundária, por sua vez, está diretamente ligado à integridade marginal de uma restauração, e no caso de restaurações indiretas, está relacionado à microfratura, microinfiltração ou à deformação plástica do cimento (ROSENTIEL, 1998). Assim, a escolha do material cimentante, baseada nas propriedades deste material é decisiva para a longevidade de uma restauração indireta (CHRISTENSEN, 1997).

Um outro requisito importante do material cimentante é o efeito anticariogênico ou cariostático, que pode advir da ação do flúor* liberado pelo mesmo (TEN CATE, 1990), uma vez que este reduz a severidade dos desafios cariogênicos quando disponível durante ataque ácido (HAMILTON, 1990; MARQUIS, 1990; OOGARD *et al.*, 1990; WEFEL,

* Flúor – termo genérico utilizado para definir as formas iônicas (ion flúor, fluoreto), ionizável e não ionizável do elemento flúor.

1990; FEATHERSTONE, 1994; FORSTEN, 1998). Dentre os materiais que liberam flúor estão os cimentos de ionômeros de vidro modificados por resina (WHITE *et al.* 1994; DUNNE *et al.*, 1995; MUSA & GELBIER, 1996; NICHOLSON & CROLL, 1997; SERRA & RODRIGUES, 1998), indicados como material restaurador ou agente cimentante de coroas indiretas (Mc CABE, 1996).

Apesar de efetivo como material restaurador (KOTSANOS, 2001; DALCICO, 2002), o efeito anticariogênico ou cariostático do ionômero de vidro modificado por resina quando utilizado como agente cimentante é questionável. WHITE *et al.* (1994) encontraram menor microinfiltração em dentes cimentados com este material, enquanto ETTINGER (1998) e SHINKAI, DEL BEL CURY & CURY (2001) verificaram que sua utilização como agente cimentante para restaurações indiretas pareceu não ter influência na extensão de cáries artificiais em esmalte e dentina radicular, quando comparado ao cimento de fosfato de zinco. Além disso, apesar de evidências que relacionam a concentração de flúor (CURY *et al.*, 1997) e estreptococos do grupo mutans na placa dental com a ocorrência de lesão cariosa, não existem trabalhos na literatura que correlacionem o tipo de material utilizado para cimentação e a composição bioquímica e microbiológica da placa dental.

Assim, faz-se necessária uma avaliação *in situ* do efeito inibitório do cimento de ionômero de vidro modificado por resina em relação à cárie secundária ao redor de restaurações indiretas, analisando-se ainda o seu efeito antimicrobiano e a sua influência na concentração de flúor da placa dental formada sobre estas restaurações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No intuito de facilitar a compreensão e discussão do assunto, a revisão de literatura foi dividida nos seguintes itens:

- 2.1 Cárie Secundária e cimentos odontológicos;
- 2.2 Efeito anticariogênico do flúor;
- 2.3 Liberação de flúor e efeito anticariogênico dos ionômeros de vidro;
- 2.4 Metodologia para estudos *in situ*.

2.1 CÁRIE SECUNDÁRIA E CIMENTOS ODONTOLÓGICOS

Estimativa para o uso de próteses fixas

Nas últimas duas décadas, o número de idosos que manteve dentes naturais aumentou; estima-se que dos anos 1990 a 2030, haverá um aumento de 73% de pessoas acima de 45 anos e 104% de pessoas acima de 65 anos e que as pessoas acima de 45 anos terão 90% a mais de dentes e a de 65 anos, 153% (TENNSTEDT, S.L. *et al.*, 1994). Esta população tende a ter problemas dentais graves, exacerbados por doenças crônicas e farmacoterapias prolongadas, e mesmo apresentando perdas ósseas ou patologias periapicais, não concordam mais com tratamentos mutiladores, como a exodontia seriada e instalação de próteses totais. Desta forma, o número de pacientes que procuram tratamento através da prótese fixa vem aumentando. Apesar de soluções estéticas, como reconstruções

de coroas de porcelana ou resina, coroas metálicas de boa qualidade continuam a ser utilizadas, por serem menos onerosas ao paciente (ETTINGER, 1998). Um problema a ser enfrentado para aumentar a longevidade destas restaurações indiretas é a ocorrência de cárie secundária.

Cárie secundária

Em vários estudos, a cárie secundária, definida como uma recorrência da lesão em área previamente atingida e restaurada, é apontada como a principal causadora de reposição de restaurações indiretas. Dentre estes, estão o de TYAS (1991), que acompanhou restaurações diretas de resina composta e ionômero de vidro por cinco anos e observou que 11% das restaurações de resina e 2% das de ionômero de vidro tiveram que ser repostas devido à ocorrência de microinfiltração. JOKSTAD & MIJÖR (1994) acompanharam por 10 anos restaurações cimentadas com cimento de ionômero de vidro e fosfato de zinco, onde 21 entre 135 retentores de próteses indiretas estavam acometidos pela cárie secundária. Outro estudo longitudinal que comprovou a ligação entre sucesso de restaurações indiretas e ocorrência de cárie secundária é o de VALDERHAUG *et al.* (1997), que acompanharam este tipo de restauração por 25 anos, onde a cárie ocorreu em 12% das restaurações. Uma vez que o processo carioso se reinicia, a lesão se torna um local de retenção de placa em potencial e sob esta condição, a tendência da lesão é progredir (KIDD *et al.*, 1992).

Histopatologicamente, a cárie secundária se inicia em duas posições: uma lesão externa, em esmalte superficial e outra interna, em esmalte adjacente ao material

restaurador, sendo esta última apenas observada se houver infiltração de bactérias, fluídos, moléculas ou íons hidrogênio entre o material restaurador e a parede do preparo. A lesão externa representa um ataque inicial e a progressão da lesão resultará na formação da lesão adjacente à restauração (KIDD, 1976). No caso de restaurações indiretas, o selamento depende do material utilizado para cimentação (KIDD, 1992).

Cimentos Odontológicos

O cimento odontológico preenche e sela o espaço microscópico existente entre as superfícies restauração-dente, devendo ser capaz de impedir a penetração de fluidos orais e a contaminação bacteriana (VAN DIJKEN & HÖRSTEDT; 1994). Devido à relação entre as propriedades do cimento odontológico e cárie secundária, a maioria dos dentistas considera a seleção do material a ser empregado de extrema importância (CHRISTENSEN, 1997).

O cimento de fosfato de zinco tem sido o principal agente cimentante para restaurações indiretas desde o início do século, sendo bastante utilizado para cimentação de coroas metálicas totais ou metaloplásticas (CHRISTENSEN, 1997; SHINKAI *et al.*, 1998). Este cimento contém ácido fosfórico em seu líquido e óxido de zinco acrescido de óxido de magnésio, que reagem ionicamente formando uma massa amorfa de fosfato de zinco. Este cimento apresenta como vantagens: espessura de película, facilidade de manipulação; baixo custo; longevidade. As desvantagens deste cimento são: falta de adesão química deste cimento com o substrato e restauração, potencial de provocar hipersensibilidade pulpar e solubilidade no meio bucal (WHITE *et al.*, 1992). Na tentativa de encontrar um cimento

com adesão às estruturas dentais e com melhores propriedades que os cimentos de fosfato de zinco, novos produtos são lançados no mercado odontológico anualmente.

Os dois maiores grupos de agentes cimentantes lançados nas últimas três décadas são os agentes para fixação de restaurações indiretas à base de resina (cimentos resinosos) e os ionômeros de vidro. Estes materiais têm propriedades significativamente diferentes, que ditam suas diferentes indicações (Mc CABE, 1998).

O desenvolvimento de resina composta associado à técnica de condicionamento ácido para unir materiais resinosos ao esmalte e dentina propiciou o advento de uma variedade de cimentos à base de resina. Assim, a composição da maioria dos modernos cimentos resinosos é similar àquela das resinas compostas usadas como material restaurador, na qual a base é o sistema monomérico BisGMA (Bisfenol A – metacrilato de glicidila) ou UDMA (uretano dimetracrilato) em combinação com outros monômeros de menor peso molecular como o TEGDMA (triétileno glicol dimetacrilato). A adoção de grupamentos funcionais hidrófilos, nos quais estão incluídos os sistemas organofosforados, hidroxietil metacrilato (HEMA) e 4-META (4-metacriloxietil trimelitano anidro) modificou a composição orgânica do cimento resinoso em relação às resinas compostas e propiciou a união com a superfície da dentina, que freqüentemente fica exposta na maioria dos dentes preparados. Também fazem parte da composição destes materiais resina aglutinante, combinada com partículas cerâmicas e sílica coloidal. Outra diferença dos cimentos resinosos com as resinas compostas é o menor percentual volumétrico de suas partículas, com o objetivo de adequar a viscosidade do material às condições específicas desejáveis

para a função do cimento resinoso. De acordo com a reação de polimerização, os cimentos resinosos podem ser classificados em: auto-polimerizados; polimerizados pela emissão de luz visível; polimerização iniciada por reação química e pela luz visível - reação dupla (GÓES, 1998).

Os cimentos de ionômero de vidro resultam de estudos pioneiros realizados por WILSON & KENT nos anos 60 e lançados no mercado odontológico em 1972, sendo que o termo ionômero de vidro tem sido aplicado ao grupo de materiais que sofre uma reação do tipo ácido-base entre um vidro ionizado e um poliácido aquoso (Mc CABE, 1998). Os cimentos de ionômero de vidro originais consistiam de uma solução aquosa de ácido poliacrílico em uma concentração de 45% a qual reagia com um pó de vidro de fluoroaluminossilicato de cálcio, sendo desenvolvidos a partir do cimento de silicato (WILSON & KENT, 1972). Desde esta primeira formulação, algumas modificações foram realizadas, como o acréscimo de cerâmica e metal (cimento tipo *cermet*), ou de monômeros e iniciadores de polimerização fotoquímica (cimento de ionômero modificado por resina) (NICHOLSON, 1998).

Os cimentos de ionômero de vidro reúnem as vantagens encontradas nos cimentos de silicato e policarboxilato, o que implica em sua capacidade de aderir a estruturas dentais. Assim como os cimentos de policarboxilato, os cimentos de ionômero de vidro unem-se à dentina e esmalte através de ligação iônica e polar (adesão físico-química). Os íons de poliacrilato reagem com a estrutura da apatita, de modo que o cálcio e o fosfato

do dente funcionem como uma ponte entre o material e os tecidos mineralizados. Outra característica favorável deste cimento é a sua biocompatibilidade (NICHOLSON, 1998).

Apesar das vantagens dos ionômeros de vidro convencionais, algumas deficiências quanto à resistência ao desgaste, pouca estética, baixa resistência à compressão, sensibilidade à contaminação durante a presa e sorção de água de estruturas dentais são encontradas (ROBERTELLO *et al.*, 1999). Devido à capacidade de liberar flúor ao mesmo tempo em que parece superar os ionômeros convencionais em propriedades mecânicas, os ionômeros de vidro modificados por resina são bastante utilizados atualmente (CHRISTENSEN, 1997).

O termo ionômero de vidro modificado por resina implica que as características do ionômero de vidro são mantidas, mas modificadas pela presença de resina (MATHIS & FERRACANE, 1989), no qual uma proporção de ácido carboxílico foi substituída por compostos que terminam em vinil, requerendo HEMA (hidroxietil metacrilato), aumentando o tempo de trabalho e diminuindo o tempo de polimerização. O cimento RELY X LUTING VITREMER (3M ESPE) é composto de pó e líquido, sendo os componentes básicos do pó: vidro de fluoroaluminosilicato e ácido ascóico, responsável pela polimerização do metacrilato sem a necessidade de luz. O líquido consiste em uma solução aquosa de ácido policarboxílico modificado por grupos metacrilato, contendo ainda HEMA, água e ácido tartárico, que retarda o início da reação de presa do ionômero (3M Dental Products, 1996).

Quanto à alteração dimensional, os cimentos de ionômero de vidro sofrem contração volumétrica similar à da resina composta, seguida de uma expansão devido à sorção de água, o que pode levar a uma pressão considerável sobre as paredes cavitárias. Quanto às propriedades mecânicas, os mesmos parecem ter maior tensão flexural e maior resistência que os ionômeros de vidro convencional. Apesar disto, são considerados materiais com propriedades inferiores às encontradas nas resinas compostas. Quanto à adesão, são capazes de aderir tanto ao esmalte quanto à dentina, com ou sem condicionamento ácido. Entretanto, embora exista troca iônica entre dentina e ionômero, não está comprovada a existência de uma camada híbrida entre as duas substâncias (McCABE, 1998).

Embora não seja estritamente um aditivo, ainda não se sabe o correto papel do flúor na reação de polimerização dos cimentos de ionômero de vidro. O flúor parece capaz de aumentar a resistência à compressão destes cimentos, de 100 para 200 MPa. Uma possível explicação seja de que o flúor se ligue fortemente ao alumínio formando complexos do tipo AlF^{+2} estáveis (CRISP & WILSON, 1974). Outras possibilidades podem existir, como a formação de estruturas onde os íons flúor são fortemente ligados aos grupos de ácido carboxílico (NICHOLSON, 1998).

As fontes possíveis de liberação de flúor, para VERBEECK *et al.* (1998), depois que há a polimerização do material, são: o fluoreto de vidro ionizável remanescente; a fase gel da sílica resultante da reação ácido-base e cobertura das partículas de vidro, que atua como uma barreira, impedindo que o flúor remanescente após a reação de presa não se

incorpore ao vidro; a matriz de sais onde os íons flúor podem estar ligados a complexos fortes com íons metálicos, especialmente alumínio; canais líquidos nos quais os íons de flúor estão livres para se movimentar.

Segundo FORSTEN (1998), uma liberação inicial maior ativa a remineralização das superfícies em contato com a restauração, enquanto que uma liberação à longo prazo mantém a resistência do dente restaurado à carie secundária por suprir pequenas concentrações de flúor em áreas de risco, mantendo a atividade bacteriana na placa em níveis baixos. Para que haja uma liberação freqüente de flúor do material restaurador, é necessário que o flúor seja parte ativa da composição química do mesmo, ao invés de ser apenas um aditivo, pois em materiais que possuem flúor como componente ativo existem maiores concentrações deste material, uma vez que o mesmo não exerce efeitos negativos em suas propriedades físicas.

2.2 EFEITO ANTICARIOGÊNICO DO FLÚOR

A capacidade de tornar o esmalte menos suscetível à carie e o efeito antimicrobiano fazem com que o flúor seja recomendado a pacientes com alto potencial cariogênico (HAMILTON, 1990; MARQUIS, 1990; OOGARD *et al.*, 1990; VAN LOVEREN, 1990; WEFEL, 1990; FORSTEN, 1998). WEFEL (1990) afirma que o flúor ajuda a reduzir a severidade dos desafios cariogênicos se estiver disponível durante um ataque ácido. Por este motivo, acredita-se que a liberação de flúor de materiais dentários utilizados em restaurações possa inibir a recorrência de cárie, sendo uma liberação contínua

e um íntimo contato com as margens necessários para facilitar a troca de flúor entre o material e a estrutura dental circundante (FEATHERSTONE, 1992; FORSTEN, 1998).

Um dos mecanismos do flúor é interferir no metabolismo energético das bactérias. O flúor interage na corrente de prótons para dentro das bactérias, agindo como um carreador de prótons pela membrana. Por ser um ácido fraco, o flúor pode se tornar protonado para formar HF, para o qual a célula bacteriana é altamente permeável. Com a queda do pH ambiental, devido à formação de ácido do metabolismo de carboidratos, a diferença de pH intracelular e extracelular aumenta e o HF vai entrar e se acumular dentro do citoplasma até que haja um equilíbrio entre os meios externo e interno (HAMILTON, 1990). No citoplasma relativamente alcalino, a dissociação do HF resultaria na dissipação do gradiente de pH acidificando o citoplasma, com a conseqüente inibição de enzimas sensíveis a ácido, incluindo enzimas glicolíticas. Ainda, o íon flúor por si só é capaz de inibir enzimas sensíveis a ele, causando a inibição de suas atividades.

A capacidade de bombardear prótons para o meio extracelular promove um gradiente de pH entre o meio externo e interno, como um gradiente elétrico. Esta energia é conhecida como força próton-motora (*pmf*) da célula, que participa da síntese de ATP e transporte de glicose para dentro das células. O HF vai interferir na *pmf* por dissipar o gradiente de pH, não somente por sua dissociação, mas também porque o F vai aumentar a permeabilidade da membrana a prótons, o que pode reduzir a incorporação de açúcar, que parece depender da *pmf* em valores baixos de pH (HAMILTON, 1990; MARQUIS, 1990).

No caso do *Streptococcus mutans*, a ATPase translocadora de prótons F_1F_0 (proteína de membrana que bombeia prótons para fora da célula energizada pela hidrólise do ATP) ainda é diretamente inibida por níveis de flúor na placa, comprometendo a homeostase do pH intracelular principalmente em ambientes com valores baixos de pH (MARQUIS, 1990). A concentração mínima necessária de flúor na placa capaz de exercer algum efeito antimicrobiano é controversa; segundo MARSH & BRADSHAW (1990), a mesma seria de 19 a 20 ppm F (1mmol /L), enquanto que para FORSTEN (1998), a mesma não está ainda estabelecida.

O efeito do flúor na via glicolítica refere-se à sua capacidade de ligação com o Mg^{++} , que por sua vez participa da transformação de 2 fosfoglicerato em fosfoenolpiruvato. O Mg^{++} é essencial para que a metaloenzima enolase consiga realizar esta reação. Este processo de interação do flúor reduz a produção de ácidos e ATP pela célula bacteriana (HAMILTON, 1990).

Outro efeito do flúor é a sua participação em processos de desmineralização-remineralização (des-re), o que está relacionado à sua disponibilidade no meio bucal durante um ataque ácido, sendo incorporado ao esmalte ou dentina. Neste caso, o flúor disponível em solução pode inibir a desmineralização durante ataques ácidos e aumentar a remineralização durante períodos de neutralidade (WEFEL, 1990).

FEJERSKOV & CLARKSON (1996) e TEN CATE (1999) descrevem que a participação do flúor no processo des-re depende do pH da região, quando a hidroxiapatita

está ionizada. Este valor de pH coincide com o pH da placa dental quando bactérias estão fermentando carboidratos. Nesta faixa de pH, a hidroxiapatita pode dissolver-se enquanto a fluorohidroxiapatita se precipita. Isto ocorre porque em um pH crítico de aproximadamente 5,5, os íons H^+ reagem inicialmente com tampões salivares, depois com íons OH^- e PO_4^- da saliva e, finalmente com estes mesmos íons presentes da hidroxiapatita. A hidroxiapatita torna-se ionizável e o F encontrado no meio se precipita, formando a fluorohidroxiapatita, que por sua vez necessita de um pH abaixo de 5,5 para se ionizar.

A combinação de métodos de uso de flúor foi avaliada *in situ* por LEME (2002) quando o desafio cariogênico foi aumentado pela frequência de exposição à sacarose. Para tanto, dezesseis voluntários utilizaram aparelhos palatinos contendo blocos de esmalte bovino, os quais foram submetidos aos seguintes tratamentos: dentifrício placebo (DP); dentifrício fluoretado (DF), aplicação tópica profissional de flúor (ATF) + DP e ATF + DF. Metade dos blocos eram expostos a solução de sacarose quatro vezes ao dia enquanto a outra metade, a sacarose oito vezes ao dia. Após cada fase valores de dureza superficial e longitudinal bem como análises microbiológica e bioquímica da placa foram realizadas. Os resultados mostraram-se estatisticamente significantes quanto à frequência de exposição de sacarose, enquanto DF apresentou maior eficácia que ATF+DP na redução da desmineralização do esmalte e aumento de F e Ca na placa. A autora concluiu que a combinação de métodos (ATF+DP) não diminuiu a cariogenicidade da placa dental e não apresentou efeito adicional na redução de desmineralização do esmalte.

2.3 LIBERAÇÃO DE FLÚOR E EFEITO ANTICARIOGÊNICO DOS IONÔMEROS DE VIDRO

O estudo do efeito anticariogênico do ionômero de vidro está relacionado à capacidade dos mesmos tanto em liberar e absorver flúor do meio quanto em impedir a ocorrência de cárie recorrente, interferir na viabilidade de bactérias cariogênicas e interferir no processo des-re. Tais propriedades foram divididas em tópicos, referentes ao tipo de estudo e às propriedades dos materiais.

2.3.1 ESTUDOS *in vitro*

Liberação e incorporação de flúor pelo ionômero de vidro

Uma das maiores vantagens atribuídas aos ionômeros de vidro refere-se à capacidade dos mesmos em liberar flúor, embora o benefício de tal mecanismo ou a quantidade mínima de flúor liberado pelo material capaz de promover algum efeito não tenham sido esclarecidos (DUNNE *et al.*, 1996; Mc CABE, 1998).

No intuito de estabelecer características de liberação e incorporação de flúor de cimentos de ionômero de vidro convencional, CREANOR *et al.* (1994) investigaram tais propriedades de cinco marcas comerciais, através da confecção de vinte amostras de 6 mm de extensão e 1,5 mm de espessura para cada grupo. A liberação de flúor foi aferida durante um período de 60 dias em que dez amostras de cada grupo foram imersas em 2 mL de água destilada deionizada, sendo que as soluções eram trocadas diariamente até o 15º dia e após este período a cada 3 ou 4 dias até o fim desta fase do experimento. Todos os materiais

liberaram quantidades mensuráveis de flúor durante o estudo, com uma variação considerável no primeiro dia (15,3-155,2 ppm F) e diminuiu consideravelmente no segundo dia e os dias subseqüentes, até que no 60º dia, apesar de ainda ocorrer liberação de flúor, a mesma ter diminuído significativamente (0,9-3,99 ppm F). Para a incorporação de flúor, dez amostras foram armazenadas em água destilada deionizada por 60 dias para permitir que uma grande concentração de flúor fosse liberada dos materiais. As amostras foram expostas diariamente a uma solução de 1000 ppm F por 20 dias e foram comparadas a controles dos mesmos materiais, não imersos em solução de flúor. As amostras expostas ao flúor liberaram mais flúor que as do grupo controle para todos os dias, sendo que os valores de liberação de flúor foram cumulativos; 3,29-7,63 ppm F no primeiro dia para 8,69-10,61 ppm F no vigésimo dia. Os autores concluíram que os ionômeros de vidro têm a capacidade de liberar e incorporar flúor do meio.

A liberação de flúor por cimentos de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji II LC, Fuji III LC, Photac-Fil) a curto e longo prazo, o efeito do tratamento com flúor em espécimes destes materiais após nove meses de sua manipulação e o efeito do pH do meio foram mensurados por FORSTEN, em 1995. Os espécimes foram continuamente expostos à água corrente, e a liberação de flúor foi mensurada periodicamente após armazenagem dos mesmos por uma semana em água destilada deionizada. Através da análise dos resultados, os autores concluíram que o ionômero de vidro modificado por resina liberou tanto quanto ou até mais flúor que o ionômero de vidro convencional. O tratamento com flúor após nove meses de armazenagem foi efetivo para todos os espécimes testados. Um pH baixo favoreceu a liberação de flúor dos materiais testados.

As diferentes formulações dos ionômeros de vidro convencionais e modificados por resina poderiam resultar em diferentes concentrações de íons flúor liberados pelos materiais para a incorporação em estruturas dentais. Por este motivo, MITRA *et al.* (1996) realizou um estudo para avaliar a liberação de flúor, através da confecção das amostras em forma de disco de 10 x 1 mm² armazenadas em água destilada, utilizando-se para mensuração o eletrodo específico para íon flúor após 1, 7, 14, 28, 56, 84, 160 e 170 dias, e a resistência à compressão, em amostras cilíndricas de 4 x 6 mm 1, 7 e 28 dias após manipulação em aparelho de teste universal, de quatro marcas comerciais de ionômero de vidro modificado por resina (VITREMER, Fuji II LC, Variglass e PhotacFil) e um ionômero de vidro convencional (Chemifil Superior). Todos os materiais mostraram uma liberação cumulativa de flúor, sendo que houve maior liberação cumulativa do PhotacFil e Chemifil Superior quando comparados com Vitremer e Fuji II LC e todos estes materiais liberaram mais flúor que o Variglass. Os cimentos com maior resistência à compressão foram Vitremer e Fuji II LC, sendo que não houve diferença da resistência à compressão nos diferentes resultados analisados. Os resultados deste estudo mostram que, apesar de liberarem menos flúor que os ionômeros de vidro convencionais, os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina liberam quantidades constantes deste íon.

Os cimentos de ionômero de vidro, além de liberarem flúor, são capazes de absorver o flúor de uma solução aquosa, e liberar o mesmo subsequente. Este processo foi estudado em amostras (Ketac Fil e Photac Fil) armazenadas por duas semanas em uma atmosfera em 85% de umidade relativa previamente à exposição com água, por

três semanas, onde a liberação cumulativa de flúor foi medida com eletrodo específico para íon flúor. Após este período, as amostras foram expostas a uma solução de NaF a 2%, re-equilibradas em água e medidas quanto à liberação de flúor novamente. Outras exposições à solução de NaF foram realizadas 2,5, 3,5 e 5,5 meses após a primeira armazenagem em água. Após cada exposição ao NaF, observou-se uma liberação aumentada de flúor, mas que voltou a níveis normais logo em seguida, sendo que, entretanto, houve uma diferença no padrão de liberação do ionômero de vidro convencional com o modificado por resina, que liberou maiores quantidades de flúor. Outra conclusão foi o fato do flúor ser incorporado e liberado rapidamente do ionômero de vidro sugere que o mesmo se incorpora ao material de forma bastante solúvel (VERBEECK *et al.*, 1998).

A capacidade de incorporação de flúor por materiais à base de ionômero de vidro convencional e modificado por resina foi mensurada em um trabalho onde amostras destes materiais e de resina composta, tratadas com solução de 50 ppmF. Previamente ao tratamento com flúor, as amostras foram expostas à água corrente por cinco anos. As amostras de ionômero de vidro liberaram o dobro da quantidade de flúor após o tratamento, enquanto que as amostras de compósito não mostraram a mesma capacidade. A conclusão deste trabalho foi a de que os materiais estudados possuem a capacidade de liberar flúor mesmo após anos de sua manipulação (FORSTEN, 1998).

Para determinar a liberação de flúor de alguns materiais e a influência de diferentes soluções nos resultados, CARVALHO & CURY (1999) utilizaram amostras cilíndricas compostas de ionômero de vidro, resinas modificadas por poliácidos e um

compósito em soluções convencionais (água deionizada e saliva artificial) ou em modelo de ciclagem de pH. Os resultados mostraram que a solução utilizada teve influência na liberação de flúor dos materiais; enquanto que na ciclagem de pH os maiores valores de liberação de flúor foram atribuídos ao ionômero de vidro modificado por resina, nas amostras armazenadas em água a maior liberação ocorreu no grupo composto de ionômero de vidro convencional.

Devido à variação de formulação e concentrações liberadas de flúor entre diferentes tipos de ionômeros de vidro relatadas na literatura, ROBERTELLO *et al.* (1999) compararam a liberação de flúor de duas marcas de cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer e Advance) com duas de ionômero de vidro convencional (Ketac-Cem e Fuji I). Dez espécimes de 9 x 3 mm foram confeccionados de cada material, deixados em estufa nas primeiras 24 horas após a confecção e em seguida imersos em água destilada individualmente em tubos plásticos por 28 dias, sendo que a quantidade de flúor diária liberada das amostras foi mensurada em eletrodo específico para íon flúor (Orion Research) acoplado a um analisador de íons (modelo SA720, Orion Reserach). Todos os cimentos liberaram maior quantidade de flúor na primeira semana, seguido de uma diminuição gradual durante o período da pesquisa. O cimento Vitremer foi o que liberou maior quantidade cumulativa durante o estudo, seguido pelo Fuji I, Ketac-Cem e Advance. Os autores puderam concluir que os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina liberaram maiores concentrações de flúor quando comparados aos ionômeros convencionais.

GALVAN *et al.* (2000) também estudaram *in vitro* a liberação de flúor por materiais ionoméricos imersos em água destilada deionizada, comparando-os com compômeros. As mensurações foram realizadas diariamente por sete dias após a manipulação dos materiais e após 14, 22, 28, 58 e 89 dias. Os resultados demonstraram que todos os materiais liberaram mais flúor nas primeiras 24 horas e que o material que liberou mais flúor durante todo o experimento foi um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji II LC).

No intuito de estabelecer a influência da composição de diferentes materiais na liberação de flúor, ANTONIADES *et al.* (2001) avaliaram quatro materiais utilizados para restauração (Miracle-Mix, Fuji Ionomer III, Fuji II LC e Ketac-Silver), um utilizado para cimentação (Ketac-Cem) uma resina composta modificada por poliácido (Compoglass Flow), dois selantes (Fissurit F, Helioseal F) e uma resina composta (Tetric). Neste estudo, amostras de 10 x 1,5 mm² foram confeccionadas e armazenados em água destilada. As mensurações foram realizadas quatro vezes nas primeiras 24 horas após imersão em água e até 112 dias. Os autores concluíram que todos os materiais liberaram flúor durante todo o período do estudo, sendo que o padrão de liberação de flúor foi semelhante para todos os materiais, com maiores concentrações liberadas nos primeiros dias da pesquisa. Os cimentos de ionômeros de vidro ainda liberaram mais flúor que os selantes e a resina composta.

Efeito dos ionômeros de vidro na ocorrência de microinfiltração e cárie secundária

A capacidade dos cimentos de ionômero de vidro em interferir no desenvolvimento de cárie secundária em esmalte *in vitro* em amostras submetidas a um modelo de ciclagem de pH para a simulação de um alto desafio cariogênico foi investigada por SERRA & CURY (1992). Foram confeccionadas cavidades de 2 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade em esmalte, sendo as mesmas preenchidas com resina composta (Herculite) ou cimento de ionômero de vidro (Ceram-Fil) e posteriormente polidas após um período de 24 horas de armazenagem a 37°C. Os efeitos destes materiais foram comparados por microdureza Knoop longitudinal, onde os resultados indicaram que o cimento de ionômero de vidro mostrou-se capaz de prevenir ou mesmo reverter cárie a em esmalte, mesmo em alto desafio cariogênico.

As propriedades de selamento de um cimento resinoso associado a um adesivo dentinário (Syntac/Dual Cement) e de cimentos de ionômero de vidro modificado por resina (PhotacFil, Photac Bond; Dyract; Fuji II LC; Vitremer, 3M) em restaurações de porcelana além da linha amelo-cementária foram comparadas a um cimento resinoso convencional (Vita Cerec Duo Cement) em restaurações circunscritas ao esmalte. As amostras foram confeccionadas em molares humanos previamente extraídos e armazenados em timol, que após receberem os preparos totalmente em esmalte para o grupo controle e 0,5 a 1 mm abaixo da linha amelo-cementária para os demais grupos, foram armazenados em solução salina por 24 horas e em seguida submetidos a termociclagem (5 a 55°C; 5000 ciclos, 60 s cada ciclo) e carga mecânica (72,5 N; 500,000 cargas). Para avaliar a microinfiltração, a adaptação marginal foi mensurada quantitativamente com microscópio

eletrônico de superfície com aumento de 200 vezes após os testes e penetração de solução de fucsina básica a 0,5% por 16 horas. O cimento resinoso associado ao adesivo dentinário e três marcas comerciais de ionômero de vidro modificado por resina (Dyract, Fuji II LC e Vitremer) tiveram selamento marginal semelhante ao do cimento resinoso em esmalte hígido. A porcentagem de fenda e de penetração de corante foi menor que 20%, demonstrando que os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina podem ser usados como alternativa ao uso de sistemas de união adesivos para restaurações de porcelana com margens em dentina (THONEMANN *et al.* 1995).

A microinfiltração de coroas metálicas com cimento de fosfato de zinco foi comparada a de outros cimentos, entre eles um cimento resinoso e um cimento de ionômero de vidro convencional em um estudo *in vitro*, onde preparos padronizados foram realizados em pré-molares humanos com margens em esmalte nas faces vestibular e lingual e em cimento por mesial e distal. As amostras foram submetidas a 1.500 ciclos de 5° e 500°C e corados com nitrato de prata. Os autores observaram que os cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro convencional mostraram os maiores valores de microinfiltração e que os mesmos sofriam contração após polimerização e eram hidrossolúveis (WHITE *et al.*, 1992). Estes resultados estão de acordo com outro estudo realizado por WHITE *et al.* (1995), em que foram estudados os valores de microinfiltração dos mesmos cimentos em coroas metálicas em dentina, onde a profundidade de microinfiltração foi mensurada em direção à polpa, em micrômetros.

A inibição de lesões cariosas sob cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina foi verificada em um estudo *in vitro* (DUNNE *et al.*, 1996), onde cavidades Classe V padronizadas, com aproximadamente 4 mm de extensão, 2 mm de largura e 1,5 mm de profundidade, preparadas em terceiros molares humanos extraídos, foram preenchidas com Fuji II LC ou Chemfil II, sendo submetidos a um desafio cariogênico (imersão em ácido láctico, gelatina e timol, pH 4,5) por 14 dias. Fotomicrografias de secções da interface esmalte/restauração, retiradas de 8 a 10 pontos ao longo das restaurações foram realizadas, verificando a existência de lesões em esmalte e dentina e evidências de inibição de cárie secundária (presença de lesões adjacentes às restaurações). Apesar da ocorrência de lesões tanto em esmalte e dentina, houve uma zona de inibição de cárie ao redor dos dois materiais testados. Uma perda de material ocorreu durante a exposição ao ácido por parte do ionômero de vidro convencional, enquanto a superfície das restaurações de ionômero de vidro modificado por resina encontrava-se acima da superfície dos tecidos dentais depois do mesmo teste. A conclusão foi a de que o Fuji II LC se mostrou mais resistente ao desafio cariogênico que as restaurações confeccionadas com Chemfil II.

A solubilidade de um material está diretamente relacionada à sua resistência à desintegração e conseqüente infiltração marginal. HERSEK & CANAY (1996) estudaram a solubilidade de três cimentos: cimento de ionômero de vidro, de policarboxilato e fosfato de zinco. Dez amostras de 5 mm de diâmetro por 3 mm de profundidade de cada material foram fixadas em dispositivos especiais e acoplados em próteses totais de dez voluntários por oito meses. Os níveis de cimento foram medidos antes e após o experimento em três

pontos e a topografia e porosidade foram mensuradas através um microscópio eletrônico de varredura. O cimento com maior índice de dissolução foi o de policarboxilato, seguido do de fosfato de zinco e finalmente de ionômero de vidro. Apesar disso, todos os cimentos demonstraram irregularidade de superfície após o uso.

Sendo a habilidade de um material em inibir a formação de cárie secundária uma propriedade terapêutica importante, TAM *et al.* (1997) desenvolveram um protocolo para mensurar a anticariogenicidade inicial de restaurações de ionômeros de vidro convencional (Chemfil II Express) e modificados por resina (Vitremer, 3M e Fuji II LC Light Cured) quanto à resistência frente um desafio cariogênico. Os autores também estudaram o efeito do uso primer (All-Bond 2 primer) e adesivo dentinário (All-Bond 2 adhesive) no desenvolvimento de cáries de superfície e interproximais adjacentes às restaurações de ionômero de vidro convencional e modificado por resina. Restaurações de resina composta (Bis-fil) foram usadas como controle. A mensuração cumulativa da liberação de flúor foi realizada 24 horas, 2, 3, 4 e 10 dias após a imersão das amostras armazenadas em água destilada, enquanto a incorporação de flúor e resistência a um desafio cariogênico artificial de restaurações padronizadas realizadas em molares, armazenados em água destilada, na linha cimento-esmalte foram mensuradas com espectroscopia e com microscópio de luz polarizada, respectivamente. Maiores concentrações de liberação de flúor foram observadas de ionômeros de vidro convencionais. O uso de condicionamento ácido e *primer* aumentou a incorporação de flúor após uma semana, enquanto o uso do agente adesivo diminuiu a incorporação do mesmo. Tanto o ionômero de vidro

convencional quanto o modificado por resina aumentaram a resistência da dentina à cárie secundária.

Para estabelecer até que distância o ionômero de vidro modificado por resina seria capaz de promover algum efeito anticariostático em lesões artificiais de cárie em esmalte, TANTBIJORN *et al.* (1997) aplicaram cimento de ionômero de vidro modificado por resina ou resina composta de 5 x 2 mm de largura no terço cervical de incisivos bovinos, que foram em seguida expostos a uma solução de ácido láctico por três semanas. As lesões de cárie artificiais foram analisadas através de microdureza Knoop longitudinal, sendo avaliada também a porcentagem de perda de volume mineral. Indentações foram realizadas nas distâncias 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 e 7,0 mm do limite restauração-esmalte. Os resultados mostraram uma menor porcentagem de perda de volume mineral nas amostras cimentadas com o ionômero de vidro modificado por resina. A maior mudança em volume mineral ocorreu a 1 mm da margem do material, sugerindo que a inibição de desmineralização só pode ser esperada muito próxima à restauração. Os autores concluíram que houve um efeito anticariogênico do ionômero de vidro modificado por resina em relação à resina composta e que este efeito foi limitado a uma pequena distância da restauração.

DIONYSOPOULOS *et al.* (1998) avaliaram a extensão de cárie artificial em restaurações cimentadas com dois tipos de ionômero de vidro (Fuji II e Vitremer) ou compômero (Dyract) em comparação com restaurações preenchidas com resina composta. As restaurações, realizadas no limite amelocementário de pré-molares hígidos extraídos,

foram submetidas a 800 ciclos de termociclagem e mantidas em seguida por cinco semanas em um gel com pH 4,5 contendo 10% de metilcelulose e ácido láctico a 0,1M. As restaurações foram seccionadas e as lesões cariosas examinadas e fotografadas em luz polarizada. As mensurações de lesões cariosas foram realizadas com a ajuda de um dispositivo e levaram em consideração a extensão e a profundidade das lesões. De acordo com os resultados, os autores concluíram que enquanto os cimentos ionoméricos foram capazes de diminuir a extensão de lesões tanto em esmalte quanto em dentina, o compômero foi capaz de diminuir a extensão de lesões apenas em dentina.

Com a proposta de identificar um agente cimentante para coroas metálicas com menor infiltração, ETTINGER *et al.* (1998) realizaram um estudo onde terceiros molares humanos hígidos receberam preparos para coroas pré-fabricadas de aço inoxidável (Unitek) e cimentadas com fosfato de zinco (Fleck's Cement), ionômero de vidro (Ketac-Cem), cimento resinoso auto-polimerizável adesivo (Panavia EX) e compósito auto-polimerizável (All-Bond C&B Cement). Os dentes foram submetidos a três tipos de tratamento: termociclagem (300 ciclos) e corante (fucsina); termociclagem, carga oclusal (50.000 ciclos) e corante; termociclagem, carga oclusal, termociclagem e corante. A microinfiltração foi analisada por dois examinadores, que analisaram o ponto de maior falha da interface dente-cimento-restauração com a ajuda de um microscópio com 15 x de aumento. Em seguida, os dentes foram embutidos, seccionados e fotografados com 7x de aumento. As fotos foram projetadas numa tela e a análise da penetração foi realizada pela proporção de penetração do corante da margem da coroa até a ponta de cúspide. De acordo com os resultados, os dentes submetidos a termociclagem-carga-termociclagem

demonstraram a maior penetração de fucsina ($0,6824 \pm 0,49$), o que não foi estatisticamente significativo ao grupo termociclagem-fucsina ($0,4331 \pm 0,39$). De acordo com os cimentos utilizados, o tratamento com ionômero de vidro apresentou maior microinfiltração ($0,7475 \pm 0,35$) enquanto que os tratamentos com cimentos resinosos All Bond ($0,1524 \pm 0,15$) e Panavia EX ($0,4155 \pm 0,40$) apresentaram menores valores de penetração do corante. Segundo os autores, o espaço entre a coroa e o dente não influenciou na penetração do corante em nenhum dos cimentos avaliados.

A presença e severidade de lesão cariiosa em fragmentos de terceiros molares humanos restaurados com diferentes materiais após ciclagem térmica associada à de pH foi analisada através de fotografia ampliada em duas vezes por SERRA & RODRIGUES (1998). Cavidades cilíndricas de 1,5 mm de profundidade e 2 mm diâmetro foram preparadas e preenchidas com quinze amostras de cada um dos seguintes materiais: compósito sem adesivo (Z-100); compósito e adesivo (Z-100 e Scotchbond MP Plus, respectivamente); compósito acrescido de flúor (Heliomolar); compósito acrescido de flúor (Tetric); resina composta (Variglass); compósito acrescido de flúor (Dyract); ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer e Photac-fil); ionômero de vidro convencional (Ketac-fil). Os resultados demonstraram maior potencial cariostático do cimento ionomérico, ao mesmo tempo em que pouco efeito anticariogênico foi encontrado nos ionômeros modificados por resina e nenhum efeito foi encontrado em compósitos acrescidos com flúor.

Em um estudo *in vitro*, SHINKAI, DEL BEL CURY e CURY (2001) compararam a ocorrência de cárie secundária ao redor de restaurações metálicas cimentadas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer) ou com cimento de fosfato de zinco, após submissão à ciclagem de pH. Para simular restaurações metálicas, esferas de aço inoxidável com 1,5 mm de diâmetro foram seccionadas pela metade e cimentadas no limite amelocementário de blocos obtidos de terceiros molares humanos. A desmineralização do esmalte e da dentina foi avaliada por microdureza Knoop longitudinal a 20, 40, 60 μm da superfície dental e a 20, 120 e 220 μm da restauração. À partir dos valores obtidos das indentações, a porcentagem de perda mineral foi calculada. A análise dos resultados não encontrou diferença estatisticamente significativa entre os cimentos avaliados no desenvolvimento de cárie secundária artificial tanto para o esmalte quanto para a dentina radicular. Diante dos resultados, os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina não foi capaz de inibir a desmineralização dental.

Atividade antimicrobiana dos ionômeros de vidro

A atividade antimicrobiana dos cimentos de ionômero de vidro restauradores (Ceram fil, Chelon-FIL, Chelon-SILVER, Shofu GlasIonomer e Vidrion R) foi investigada sobre *Streptococcus mutans* GS-5 em estudo realizado por GARIB *et al.* (1993). O teste utilizado para este fim foi o de difusão em ágar, que permitiu observar a ação dos materiais sobre o crescimento de microrganismos, tanto quando ainda frescos como após a presa. As placas foram semeadas com *Streptococcus mutans* e após a secagem, receberam seis cavidades de 6 mm de diâmetro no ágar, onde seriam inseridos os materiais a serem

testados. Após o período de incubação, os halos foram medidos com o auxílio de uma régua milimetrada. A liberação de flúor também foi mensurada, cortando-se blocos de ágar de regiões adjacentes ao cimento, da área limite do halo de inibição e da área além do limite. Os autores concluíram que todos os cimentos frescos e após a presa, exceto o Ceram-Fil após a presa, inibiram o crescimento bacteriano e em ambos os estados liberaram concentrações de flúor compatíveis com as consideradas antibacterianas para o *Streptococcus mutans*, mas não houve correspondência entre o tamanho dos halos de inibição e as concentrações de flúor liberadas.

COOGAN & CREAVER (1993) estudaram o efeito antimicrobiano do ionômero de vidro com polimerização dual (Vitrebond) e cimento resinoso (Panavia EX) em relação a outros materiais de cimentação, imediatamente e após cinco dias da manipulação. Cepas isoladas de *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguis*, além de material obtido de lesões cáries foram utilizados em teste de difusão em ágar e teste de colonização, onde os materiais foram mantidos em um meio seletivo para estreptococos e em seguida inoculados com suspensão bacteriana. No teste de difusão em ágar, o cimento de ionômero de vidro mostrou o maior halo de inibição, enquanto o Panavia ficou entre os cimentos com menores halos de inibição. Apesar disso, no teste de colonização os dois cimentos citados não foram capazes de inibir o crescimento bacteriano.

Para estudar a relação entre liberação de flúor e pH de ionômero de vidro na inibição de bactérias orais, FISCHMAN & TINANOFF (1994) realizaram um estudo onde amostras de quatro marcas comerciais de ionômero de vidro convencional de 1 mL foram

utilizadas para se mensurar a liberação de flúor após 24 horas e até 30 dias quando imersas em água destilada deionizada. Discos de 2,5 x 7 mm foram confeccionados dos mesmos materiais e posicionados em meio ágar sangue para verificar a zona de inibição contra três bactérias: *S. mutans*, *S. sobrinus* e *S. sanguis*., 1, 3 e 7 dias após a confecção das amostras. A água destilada onde foram armazenadas as amostras para se estudar o efeito antibacteriano foi trocada a cada 24 horas e o pH da mesma foi mensurado através de um eletrodo. Os resultados demonstraram que o efeito antimicrobiano dos materiais foi maior imediatamente após a manipulação, sendo que apenas duas das quatro marcas de ionômero de vidro tiveram efeito antibacteriano depois de envelhecidas. A quantidade de flúor liberado também foi maior durante as primeiras 24 horas. Apesar disso, não foi encontrada relação entre a quantidade de flúor liberado e a duração e efetividade da ação antibacteriana, uma vez que o material que mais liberou flúor não foi o que promoveu maiores zonas de inibição de crescimento bacteriano. Ao invés disto, houve relação entre efeito antibacteriano e o ácido (pH) liberado pelos cimentos, sendo que maiores zonas de inibição e baixos valores de pH foram encontrados imediatamente após a manipulação dos cimentos. Os autores concluíram que a liberação de flúor de ionômeros de vidro não têm um efeito de inibição da viabilidade bacteriana à longo prazo e que este efeito está relacionado aos valores de pH dos mesmos.

A influência do cimento de fosfato de zinco, ionômero de vidro (Tenet, Ketac-Dem) e resinoso (Dual-Cement) sobre a fermentação de sacarose por microrganismos presentes na cavidade bucal foi analisada em amostras de 8 x 5 mm armazenadas em água destilada a 37°C por 72 horas e em seguida incubadas em soluções

contendo saliva humana coletada em jejum, sacarose e tampão de bicarbonato. Ácidos orgânicos resultantes da fermentação anaeróbia de sacarose foram quantificadas indiretamente pela mensuração de CO₂ liberado da solução, que por sua vez pôde ser calculado por mudanças na pressão dentro dos recipientes contendo as soluções. Os resultados demonstraram não haver influência dos cimentos na aceleração ou inibição de formação de ácidos orgânicos a partir da sacarose. Os autores concluíram que os materiais estudados não seriam capazes de impedir uma microinfiltração induzida pela produção de ácidos por bactérias presentes ao redor de restaurações indiretas (SCHMEISER & GÜLZOW, 1999).

A liberação de flúor e alumínio de materiais ionoméricos (Fuji Ortho LC, Ketac-fil, Vitremer; F2000) e a redução da acidogenicidade de *Streptococcus mutans* foram estudadas por FUJIMAKI (2001). Enquanto a liberação de F e Al foi verificada por 15 dias em três meios de imersão (água deionizada, saliva artificial e soluções des-remineralizantes), corpos de prova adicionais com área de 250 mm² foram confeccionados e imersos em caldo MSA e inoculados com *Streptococcus mutans* GS-5 durante sete dias. A liberação de F e Al de materiais ionoméricos foi significativa para a redução da acidogenicidade de *Streptococcus mutans*, além de ter sido capaz de modificar a formação e composição da placa experimental. Outras conclusões foram que a ordem de liberação de F e Al foi alterada pelos diferentes meios utilizados e que o padrão de liberação destes íons foi semelhante para todos os materiais.

A influência das características superficiais do ionômero de vidro (Ketac-Fil) e resina composta (TPH Spectrum) na formação de biofilme dental e consequente colonização bacteriana (*S. mutans* e *A. naeslundii*) foram estudadas por CARLÉN *et al.* (2001). Foram analisadas a rugosidade superficial e composição química (íons C, O, N, Si, Al, Ba, P, F, Ca, Cl E Na) da superfície destes materiais antes e após o polimento, bem como a aderência bacteriana em superfícies cobertas por película proveniente de saliva humana diluída com tampão na relação 1:2 (2,0 mM K-fosfato, 50 mM KCl, 1,0 mM MgCl₂, pH 6,5). A resina composta não polida teve uma menor rugosidade superficial e menos material inorgânico carregado positivamente, promovendo menor aderência de proteínas e menor aderência bacteriana que o ionômero de vidro não polido. Apesar disto, o polimento teve um efeito mais pronunciado na resina composta, aumentando a sua rugosidade superficial e a aderência de material inorgânico, aumentando ainda a formação de biofilme neste material em relação ao outro material testado. Os autores concluíram que a realização de polimento contribui para a aderência de biofilme e colonização bacteriana, tendo efeito mais pronunciado sobre a resina composta.

2.3.2 ESTUDOS *in situ*

BENELLI *et al.* (1993) analisaram *in situ* os níveis de *Streptococcus mutans*, concentração de flúor na placa dental, microdureza e incorporação de flúor em esmalte ao redor de cimento de ionômero de vidro convencional (Chelon-Fil) comparando-o a um compósito (Silux). Para a análise microbiológica, a placa foi pesada e semeada em mitis salivarius bacitracina (MSB). A concentração de flúor da placa dental foi determinada através do uso de eletrodo específico para íon flúor (Orion 96-09) acoplado a um analisador

de íons (Orion EA 940), enquanto que a biópsia de flúor em esmalte dental foi realizada imergindo-se o mesmo em 0,5 mL de HCl e TISAB II. A microdureza longitudinal foi realizada por aparelho Leitz. O estudo foi do tipo cruzado, onde dez voluntários utilizaram aparelhos palatais contendo blocos de esmalte com restaurações de 1,5 mm de extensão por 1,0 mm de profundidade. Durante o período experimental de 28 dias, os voluntários utilizaram dentifrícios não fluoretados e imergiam os aparelhos em solução de sacarose a 20% oito vezes por dia. Valores maiores de flúor e menores de *Streptococcus mutans* foram encontrados na placa dental formada sobre o ionômero de vidro, bem como foi maior a incorporação de flúor pelo esmalte e maior dureza em amostras restauradas com este material. De acordo com os resultados, conclui-se que o ionômero de vidro convencional, quando utilizado como material restaurador, foi capaz de prevenir cárie secundária, além de interferir positivamente na concentração de *Streptococcus mutans* e flúor na placa dental.

O efeito do flúor liberado de restaurações de ionômero de vidro sobre a desmineralização e remineralização de esmalte e dentina bovinos foi avaliado *in vitro* e *in situ* por TEN CATE *et al.* (1995). O estudo *in vitro* consistiu na exposição de amostras de esmalte previamente desmineralizadas a um modelo de ciclagem de pH. Anéis de ionômero de vidro, com área de 10 mm², foram posicionados ao redor de algumas destas amostras, interferindo no equilíbrio mineral do esmalte, o que foi observado pelos padrões anormais de cálcio nas soluções des-re, onde amostras com ionômero de vidro manipulado recentemente absorveram cálcio e as demais, incluindo amostras envoltas por ionômero de vidro envelhecido perderam cálcio para o meio. O estudo *in situ* por sua vez, foi realizado em pacientes portadores de prótese parcial e as amostras, cobertas por gaze, permaneceram

em ambiente bucal por três meses. Os resultados desta fase demonstraram hipermineralização do esmalte e dentina na área próxima às restaurações de 2 mm de diâmetro, em relação aos controles de amálgama e resina composta. Os autores concluíram que o flúor liberado de materiais ionoméricos causou uma diminuição de susceptibilidade à cárie em esmalte e dentina adjacentes às paredes cavitárias.

DONLY *et al.* (1999) examinaram *in situ* o efeito anticariogênico de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer), resina composta não fluoretada (P-50) e resina composta fluoretada (Heliomar) em dentes adjacentes aos restaurados por estes materiais, com ou sem o uso de dentifrício fluoretado. O estudo consistiu em seis fases, onde vinte e um voluntários com necessidade de reabilitação por coroa total em molar inferior e *inlay* Classe II, em dente adjacente ao molar, alternavam o uso dos materiais e dos dentifrícios. Blocos de esmalte previamente desmineralizados foram posicionados na porção interproximal do dente com preparo para coroa total, enquanto amostras com os materiais foram posicionadas nos dentes com preparo para *inlay*. As lesões de cárie foram obtidas imagens com microscopia de luz polarizada antes e após um período de exposição intraoral de 30 dias. Os resultados demonstraram a capacidade do dentifrício fluoretado em promover a remineralização do esmalte, independentemente do material restaurador utilizado. Apesar disso, os blocos dentais adjacentes ao ionômero de vidro modificado por resina, mesmo sem a utilização de dentifrício fluoretado, demonstraram menor desmineralização que os blocos adjacentes a outros materiais. À partir dos resultados, concluiu-se haver eficácia do ionômero de vidro modificado por resina, utilizado como material restaurador, na prevenção de lesões cariosas em dentes adjacentes ao restaurado.

A capacidade dos ionômeros de vidro em prevenir a ocorrência de cárie em dentes adjacentes aos restaurados, também foi estudada por KOTSANOS (2001), por meio de um estudo *in situ*. Dois voluntários utilizaram amostras de ionômero de vidro convencional, ionômero de vidro modificado por resina, compômero e resina composta, dispostos de forma randomizada em próteses parciais removíveis inferiores, por 70 dias, sendo as mesmas imersas em solução de sacarose a 3% três vezes ao dia. As amostras de materiais tinham o formato de meia esfera e ficavam em contato com blocos de dentes bovinos, previamente polidos e com microdureza superficial pré-estabelecida. Após os setenta dias, a desmineralização dos blocos dentais foi quantificada através de novo teste de microdureza superficial, além de microscopia de luz polarizada seccional. Os resultados demonstraram que o grau de proteção oferecido pelo material restaurador na desmineralização do esmalte bovino em relação ao controle (resina composta) foi: cimento ionomérico modificado por resina 86%; ionômero convencional 69%; compômero 42% maior. Desta forma, o cimento de ionômero modificado por resina mostrou-se o mais eficiente na prevenção da cárie.

Os efeitos do flúor e alumínio liberados de restaurações de ionômero de vidro convencional (Ketac-fil) e ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer) sobre composição microbiológica da placa dental e cárie secundária em esmalte foram estudados por DALCICO (2001). Neste estudo *in situ*, 12 voluntários utilizaram aparelhos palatinos contendo as amostras por 21 dias. Durante o período experimental, os voluntários utilizaram dentifrício não fluoretado e gotejaram solução de sacarose a 20% sobre os blocos

dentais oito vezes ao dia. Ao final de cada fase, os níveis de F, Al, Ca, P e polissacarídeo solúvel em álcali e as proporções de estreptococos do grupo mutans foram avaliados na placa dental coletada. Apesar de não serem encontradas diferenças na composição bioquímica e microbiológica da placa dental, os cimentos de ionômero de vidro foram capazes de proporcionar menor perda mineral nas amostras, inibindo desta forma o desenvolvimento de cárie secundária.

2.3.3 ESTUDOS *in vivo*

Os trabalhos *in vivo* sobre cimentos de ionômeros de vidro visam tanto comparar a longevidade destes materiais com outros bastante empregados na clínica diária, bem como analisar a causa de fracasso no uso destes materiais. Vários estudos *in vivo* analisam ainda os efeitos dos ionômeros sobre níveis locais ou sistêmicos de flúor e os efeitos dos mesmos sobre a microbiota bucal.

A ocorrência de cárie secundária ao redor de sessenta e cinco restaurações Classe V de ionômero de vidro e sessenta e sete de resina composta foi registrada por cinco anos por TYAS (1991), através de exames clínicos anuais realizados com o uso de sonda exploradora e espelho clínico, sendo confirmada por uma descalcificação presente ao se remover a restauração. Durante cada retorno, as restaurações foram fotografadas para avaliação de descoloração das estruturas dentais circundantes. Após este período, 1% dos dentes restaurados por ionômero e 6% dos restaurados por resina haviam sido acometidos por cárie, sendo que os dentes restaurados com resina mostraram aproximadamente duas vezes mais descoloração marginal que os restaurados com ionômero. A conclusão do

trabalho foi a de que o ionômero de vidro foi eficiente na prevenção a recorrência de cárie neste tipo de restauração.

Restaurações indiretas cimentadas com ionômero de vidro (n=1435) foram avaliadas clinicamente e por meio de radiografias periapicais por um período de até cinco anos por BRACKETT & METZ (1992). As restaurações foram realizadas em pacientes de zona rural, onde apenas 25% dos mesmos tinham acesso à água fluoretada. De todas as restaurações, apenas 0,5% tiveram que ser substituídas, nenhuma devido à ocorrência de cárie secundária. Os autores puderam concluir que o ionômero de vidro convencional foi eficiente em prevenir a ocorrência de cárie secundária, mesmo onde não há fluoretação de água.

O efeito do ionômero de vidro sobre concentrações de flúor no esmalte e na placa dental foi analisado por SEPPÄ *et al.* (1992). Para determinar o efeito deste material sobre a quantidade de flúor no esmalte e placa, uma camada de ionômero de vidro de 7 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foi posicionada na superfície vestibular de molares de 25 adultos, sendo que o acesso ao flúor por outras fontes não foi restringido. A concentração de flúor dos dentes adjacentes foi determinada antes e após a aplicação do ionômero, através de biópsia, ao mesmo tempo em que a placa sobre estes dentes foi coletada. Nenhum aumento no conteúdo de flúor foi encontrado após 2 ou 4 semanas no esmalte ou na placa, levando os autores à conclusão de que o fluxo salivar reduziu a concentração de flúor nestes locais ou outras fontes de flúor mascararam os efeitos do ionômero.

WHITE *et al.* (1994) compararam *in vivo* cimentos ionoméricos modificados por resina (CR-GI H) com ou sem a aplicação prévia de adesivo dentinário (Tenure) a um cimento de fosfato de zinco (Flecks Zink Cement). Dentes humanos periodontalmente comprometidos, com vitalidade pulpar e sem lesões cáries receberam preparos para coroa metalocerâmica padronizados, com remoção de 1,7 mm na oclusal e 1,2 mm nas axiais. Os dentes foram moldados com silicona pesada e leve e receberam restaurações provisórias. Após a confecção das coroas, as mesmas foram cimentadas randomicamente com um dos cimentos estudados, sendo 5 amostras para cada grupo. Seis meses depois, os dentes foram extraídos, corados com nitrato de prata, embutidos e seccionados em 8 partes para a leitura em microscópio com aumento de 300 x. Os valores médios de microinfiltração foram de 87,9 μ m para o ionômero de vidro com adesivo, 133,7 μ m para o ionômero de vidro sem adesivo e 978,6 μ m para o fosfato de zinco, sendo que este último se diferenciou estatisticamente dos demais, apresentando maiores valores de infiltração.

A integridade marginal de coroas de porcelana cimentadas com cimento resinoso dual (Mirage Dual Resin Composite Cement) ou ionômero de vidro convencional reforçado (Fuji I), foi analisada *in vivo* por VAN DIJKEN & HÖRSTEDT (1994). Cada voluntário recebeu dois preparos para MOD de porcelana em pré-molares ou molares, sendo que cada porcelana foi cimentada com cada tipo de material, totalizando doze coroas para cada grupo. Modelos dos dentes restaurados foram obtidos no momento da cimentação e após um ano, sendo preparados para microscopia eletrônica de varredura, onde as margens proximais e oclusais foram analisadas. Os critérios para avaliação foram:

infiltração marginal em cada uma das interfaces dente-cimento-restauração; fratura do esmalte, fratura da cerâmica; margem sub ou superpreenchida; fratura do cimento. Na data de cimentação, a melhor adaptação marginal foi observada nas margens proximais das coroas cimentadas com compósito. Após um ano, as coroas cimentadas com compósito mostraram melhor adaptação marginal para todas as interfaces. As maiores infiltrações ocorreram nas margens oclusais, especialmente nas restaurações cimentadas com ionômero. Os autores concluíram que a qualidade marginal foi significativamente melhor para as coroas cimentadas com resina composta tanto na data inicial quanto um ano após o início do estudo.

A longevidade de restaurações indiretas foi estudada por JOKSTAD & MIJÖR (1997). Cento e trinta e cinco dentes em sessenta e um pacientes foram reconstruídos com restaurações indiretas e cimentados com duas marcas comerciais de ionômero de vidro convencional (Ketac-Cem e Fuji Ionomer) ou cimento de fosfato de zinco (De Trey Zinc Cement Improved). Os pacientes que receberam estas restaurações foram examinados com o auxílio de espelho clínico e sonda exploradora por três examinadores uma vez ao ano por um período de dez anos. Os critérios para a consideração de falhas foram: perda de retenção; fratura dental; cárie secundária; fratura da restauração; perda de estética e dor à percussão. Os resultados apontaram a ocorrência de cárie secundária como a maior responsável pelo insucesso ($n = 21$), seguida de necrose pulpar ($n = 5$). Durante cinco anos, 80 a 85% dos dentes permaneceram intactos, sendo que a taxa de sucesso caiu para 71 a 81% após 10 anos. Concluiu-se que o prognóstico de restaurações indiretas é bom, independentemente do tipo de cimento utilizado.

A concentração de flúor e bactérias associadas a cárie dental foi mensurada *in vivo* por VAN DIJKEN *et al.* (1997). Dentes anteriores de dezoito voluntários receberam restaurações Classe V de diferentes materiais, dentre elas de ionômero de vidro, no ano anterior ao início do estudo. Para promover o acúmulo de placa, os voluntários foram instruídos a não escovar os dentes por uma semana antes da coleta. A placa utilizada para análise microbiológica foi semeada em ágar sangue, MSA, MSB e Rogosa, enquanto que a utilizada para mensuração de flúor foi analisada com eletrodo específico para íon flúor. A distribuição de estreptococos do grupo mutans, estreptococos orais e lactobacilos não se diferenciou entre os materiais estudados. Apesar disto, concentrações maiores de flúor foram encontradas na placa formada sobre restaurações de ionômero de vidro modificado por resina.

A influência do cimento de ionômero de vidro modificado por resina sobre a dentina cariada que permanece abaixo de restaurações e os microorganismos remanescentes foi analisada por KREULEN *et al.* (1997). Este estudo *in vivo* utilizou o modelo de boca dividida, onde 80 molares com cáries oclusais diagnosticadas radiograficamente em 40 pacientes com idade média de 14,9 anos foram restaurados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer) ou amálgama. Apenas a cárie presente em esmalte foi removida com caneta de alta rotação, enquanto a cárie dentinária permaneceu sob a restauração por um período de seis meses. Durante o procedimento restaurador e após o período experimental, a cor da dentina foi aferida por meio de uma escala visual analógica e a consistência da mesma, bem como amostras para análise microbiológica foram

coletadas com o auxílio de brocas esféricas em caneta de baixa rotação. Estas amostras foram semeadas em meios que permitissem a contagem de microrganismos totais, *Streptococcus mutans* e lactobacilos. Para ambos os materiais houve uma redução de todos os microrganismos analisados, mas reduções maiores de *Streptococcus mutans* e lactobacilos foram encontradas sob restaurações de ionômero de vidro, em comparação ao amálgama. Um efeito positivo na cor e consistência da dentina para os dois materiais foi encontrado. Os autores concluíram haver a necessidade de remoção de todo o tecido cariado sob a restauração, independentemente do material utilizado.

Os cimentos de ionômero de vidro são indicados para a cimentação de bandas e *bracketts* ortodônticos, pois aparelhos fixos ortodônticos predisõem ao acúmulo de placa, aumentando o risco de desmineralização de esmalte. Concentrações sistêmicas e locais de flúor liberado de compômeros (Dyract Ortho) e cimentos ionoméricos modificados por resina (Vitremer) e seus efeitos cariostáticos foram comparados *in vivo* em pré-molares, com indicação de extração por tratamento ortodôntico, por quatro semanas a um controle de cimento resinoso (CHUNG *et al.*, 1998). O flúor liberado foi mensurado em saliva, placa e urina, enquanto a desmineralização do esmalte foi aferida através de escores para mensuração de cárie na superfície vestibular dos pré-molares. Nenhum dos cimentos alterou a concentração de flúor salivar ou excretado, apesar da concentração de flúor ter aumentado na placa dental ao redor dos *bracketts* cimentados com cimento de ionômero de vidro ou compômero. Os autores ainda não encontraram nenhuma diferença estatística quanto ao efeito cariostático dos materiais foi observado. Concluiu-se que apesar de

modificar a concentração local de flúor, nenhum dos materiais possuiu um efeito cariostático.

2.4 METODOLOGIA PARA ESTUDOS *in situ*

Os estudos *in situ* envolvem o uso de aparelhos que criam condições definidas na boca humana e simulam os processos de cárie dental, transformando cavidades bucais em laboratórios, sendo mais realistas que estudos *in vitro* (FEATHERSTONE & ZERO, 1992). Idealmente, modelos *in situ* são intermediários entre situações clínicas naturais não controladas e as situações laboratoriais altamente controladas. Estes modelos devem incluir: substrato dental, podendo ser tanto esmalte quanto dentina; formação ou presença de placa dental e desafio cariogênico. A intenção deste tipo de estudo é reproduzir o que ocorre nos processos naturais de cáries (ZERO, 1995). WEFEL (1990) relata ainda a utilização de modelos *in situ* para o estudo de processos de des-re e a incorporação de flúor depois de vários tratamentos.

As maiores vantagens deste tipo de estudo são: possibilidade de que as amostras sejam submetidas a condições clínicas, como variações nas dietas e fluxo salivar, podendo interagir com o potencial terapêutico das substâncias testadas; facilidade de controle de variáveis experimentais e uma flexibilidade no delineamento experimental impossíveis de serem realizadas em estudos clínicos; facilita a integração de várias técnicas analíticas, aumentando a sensibilidade e a validação científica da metodologia (ZERO, 1995).

As amostras dos modelos *in situ* podem ou não ser encobertas por uma tela plástica, que tem como função a retenção de placa sobre a amostra. Nos estudos onde a tela é usada, há uma alteração da difusão de íons sobre a superfície do esmalte (MELLBERG, 1992).

Fazem parte do protocolo para a realização de um estudo: delineamento do tipo *cross-over*, ou cruzado; um período que varie de 45 minutos a no máximo seis meses; procedimentos padronizados antes do início do experimento, como profilaxia e dentifrício placebo; a existência de um período entre os experimentos, conhecido como *wash-out*, que deve durar de 1 a 2 semanas. Devido ao benefício já estabelecido do flúor dissolvido em água de abastecimento público, é recomendado que os voluntários recebam água fluoretada (ZERO, 1995).

Para analisar a relação entre composição da placa dental e frequência de exposição à sacarose, CURY, REBELLO e DEL BEL CURY (1997) realizaram um estudo *in situ* do tipo cruzado, onde doze voluntários utilizaram aparelho intra-bucal com quatro blocos de dentes humanos por vinte e oito dias para cada fase. Uma solução de 20% de sacarose foi utilizada 0, 2, 4 e 8 vezes ao dia sobre os blocos. Durante o estudo, os voluntários utilizaram dentifrício placebo, sendo orientados a não escovar os blocos e a beber água fluoretada. Após cada fase, as concentrações de flúor, cálcio, fósforo e carboidrato total eram determinadas da placa dental. Os resultados demonstram que a frequência de exposição à sacarose é inversamente proporcional às concentrações dos íons

analisados, mas não houve diferença de concentração de flúor entre 4 e 8 exposições à sacarose. Houve um aumento da concentração de polissacarídeo solúvel em álcali com o aumento da exposição à sacarose, principalmente quando exposta 8 vezes ao dia. Os autores concluíram que a cariogenicidade da placa dental formada na presença de sacarose não pode ser atribuída somente à sua maior porosidade, mas também à menor concentração de íons e maior concentração de polissacarídeos solúveis em álcali.

*Utilização de próteses removíveis para estudos *in situ**

Os estudos que utilizam voluntários com próteses possuem como vantagem em relação aos que usam aparelhos oclusais um maior nível de cooperação, uma vez que aparelhos removíveis confeccionados somente para o estudo podem não ser utilizados pelos voluntários por causarem desconforto (ZERO, 1995), podendo levar inclusive a alterações no fluxo salivar (FEATHERSTONE & ZERO, 1992).

Exemplos de estudo *in situ* com a utilização de portadores de Prótese Parcial Removível são os de PERES (2001) e ROCHA *et al.* (2002). PERES (2001) avaliou a influência de dentifrícios com diferentes concentrações de flúor (0, 275, 550 e 1100 ppm F) na prevenção de desmineralização e participação na remineralização. Neste estudo *in situ* do tipo cruzado, 15 portadores de Prótese Parcial Removível inferior e Prótese Total superior utilizaram amostras de esmalte bovino por 15 dias, que eram acopladas à base vestibular da Prótese Parcial Removível. As análises de dureza superficial e longitudinal e a realização de biópsia nas amostras demonstraram que a formulação com 550 ppm F foi mais eficiente que os dentifrícios com menores concentrações e foi equivalente em efeito

ao dentifrício com 1100 ppm F. Os resultados sugerem que uma formulação reduzida de flúor pode ter a mesma eficácia do dentifrício convencional e poderia ser mais segura quanto ao aparecimento de fluorose dental.

ROCHA *et al.* (2002) avaliou a influência de Prótese Parcial Removível nos níveis salivares de *Streptococcus mutans* e o resultado de medidas preventivas de controle destes níveis com clorexidina. Para tanto, amostras de saliva de trinta e um pacientes reabilitados com próteses parciais removíveis foram coletadas imediatamente antes da instalação (T0), oito dias após T0 (T8), 48 dias após T0 (T48), 92 dias após T0 (T92), 140 dias após T0 (T140) e 189 dias após T0 (T189). Após diluição das amostras, as mesmas foram semeadas em MSB e incubadas por 72 horas. Houve um aumento no número de *Streptococcus mutans* entre os períodos T0 e T48. Sendo que após este período 29 pacientes foram tratados com clorexidina. Estes pacientes foram acompanhados por 63 dias, onde houve uma redução no número dos microrganismos estudados. Dezesete pacientes receberam uma formulação diferente de clorexidina após a aplicação da primeira amostra de clorexidina, onde se observou que em até 82 dias subsequentes ao seu uso houve um decréscimo no número de *Streptococcus mutans*. Os autores concluíram que houve um aumento do número de *Streptococcus mutans* após a instalação de próteses parciais removíveis, mas que o tratamento intensivo com uma formulação apropriada de clorexidina foi capaz de causar uma redução destes microrganismos de 24 horas até 82 dias após a sua aplicação.

3. PROPOSIÇÃO

Considerando dados na literatura que indicam que a porção mais susceptível de uma restauração indireta é a sua linha de cimentação exposta ao meio bucal, o objetivo geral deste estudo foi avaliar a influência do tipo de cimento na composição da placa dental e no desenvolvimento *in situ* de cárie em esmalte e dentina adjacentes a restaurações metálicas cimentadas. Os objetivos específicos foram:

1. Analisar a influência de materiais de fixação para restaurações indiretas fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resina composta nos níveis de flúor, polissacarídeo solúvel em álcali, estreptococos do grupo mutans e de microorganismos totais na placa dental formada sobre as restaurações metálicas;
2. Avaliar quantitativamente a influência destes cimentos na desmineralização dental após 21 dias em ambiente bucal, através da mensuração da microdureza longitudinal do esmalte e dentina radicular.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O capítulo de material e métodos está dividido em:

- 4.1 Delineamento experimental;
- 4.2 Aspectos éticos;
- 4.3 Seleção dos voluntários;
- 4.4 Confeção das próteses;
- 4.5 Preparo cavitário e restaurações metálicas indiretas;
- 4.6 Instalação dos espécimes nas próteses;
- 4.7 Instalação das próteses;
- 4.8 Fase laboratorial.

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo *in situ* consistiu na avaliação da influência de cimentos restauradores na ocorrência de cárie secundária em esmalte e dentina radicular. Para tanto, o mesmo foi do tipo cruzado, sendo realizado em três fases, utilizando modelo de desmineralização de esmalte (PERES, 2001) e dentina radicular.

Com este objetivo, foram preparados 126 espécimes, resultantes de terceiros molares humanos retidos, nos quais restaurações metálicas foram cimentadas

aleatoriamente com um dos seguintes agentes cimentantes: fosfato de zinco, ionômero de vidro modificado por resina e resina composta:

- Grupo FZ: Restauração metálica + cimento de fosfato de zinco;
- Grupo IV: Restauração metálica + cimento de ionômero de vidro modificado por resina;
- Grupo CR: Restauração metálica + resina composta.

Quatro espécimes de um mesmo grupo foram fixados em bases de próteses parciais removíveis inferiores utilizadas por quatorze voluntários (idade média $59,6 \pm 11,6$), por vinte e um dias. Decorrido este tempo, os espécimes foram recuperados das próteses e um intervalo de sete dias foi estabelecido entre uma fase e outra. Por se tratar de um estudo cruzado, todos os voluntários utilizaram amostras cimentadas com todos os cimentos testados (FIGURA 1).

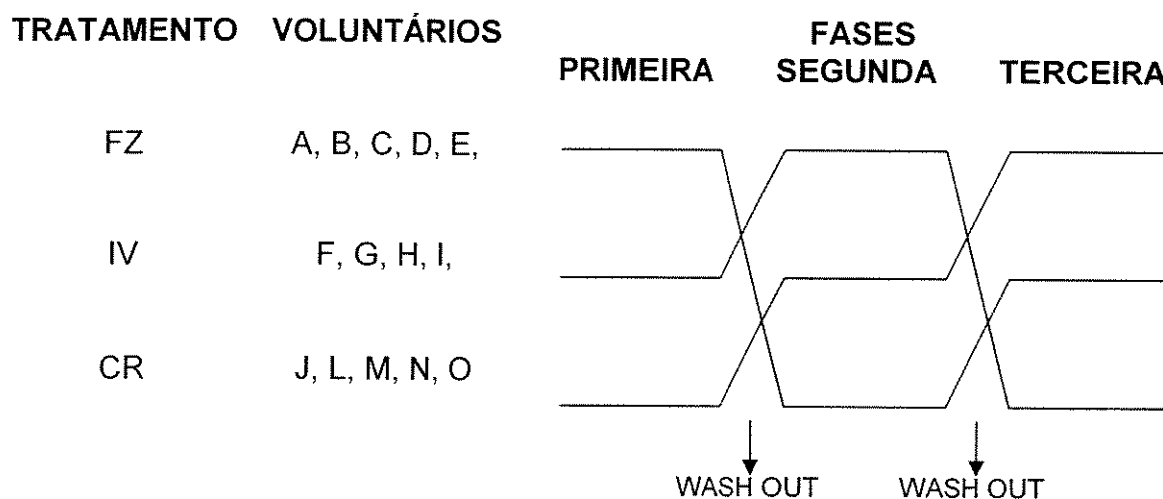


FIGURA 1 - Fluxograma da distribuição dos voluntários em cada fase do experimento.

Após a conclusão de cada fase do experimento, os valores de microdureza longitudinal para esmalte e dentina radicular, a proporção de estreptococos do grupo mutans em relação a microbiota total e a concentração de flúor e polissacarídeo solúvel em álcali na placa dental foram mensurados, com a finalidade de se verificar o potencial cariostático antimicrobiano dos materiais testados.

4.2 ASPECTOS ÉTICOS

Por se tratar de pesquisa envolvendo seres humanos, tanto os indivíduos doadores dos terceiros molares quanto os voluntários da pesquisa assinaram termos de consentimento livre e esclarecido. Estes termos de consentimento e o projeto de pesquisa foram enviados ao Comitê de Ética em Pesquisa – FOP/UNICAMP, sob protocolo n.º 18/2001, de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde / MS, sendo aprovados sem ressalvas.

4.3 SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Foram selecionados quatorze voluntários, todos desdentados superiores e arco inferior Classe I de Kennedy e que necessitavam de reabilitação protética (PERES, 2001; ROCHA *et al.*, 2002). Os critérios de inclusão dos voluntários foram: disponibilidade para comparecer ao local da pesquisa nos horários determinados pelo protocolo experimental; disposição para cumprir os horários e as determinações requeridas pelo mesmo protocolo; condições de saúde bucal e sistêmica favoráveis; ter níveis normais de fluxo salivar; ser não fumante e não ter feito uso de antibióticos por um período mínimo de seis meses.

Durante o período da pesquisa, todo o tratamento odontológico necessário foi realizado pela cirurgiã-dentista responsável. Os pacientes ainda receberam no início de cada fase instruções de higiene oral, escova dental (SANIFIL, DU PONT) e dentifrício com 1.100 ppm F e sílica em gel (SORRISO FRESH, KOLYNOS DO BRASIL LTDA).

4.4 CONFECÇÃO DAS PRÓTESES

Uma prótese total superior e duas próteses parciais removíveis inferiores foram confeccionadas de modo convencional para cada voluntário, sendo que em uma das próteses inferiores nichos de aproximadamente $4 \times 4 \times 4 \text{ mm}^3$ foram confeccionados na face vestibular da sela plástica com o objetivo de abrigar os espécimes contendo as restaurações metálicas.

4.5 PREPARO CAVITÁRIO E RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

4.5.1 CONFECÇÃO DOS SUBSTRATOS DENTAIS

Para a confecção dos espécimes, foram utilizados substratos provenientes de terceiros molares humanos retidos, extraídos por indicação clínica e armazenados em solução de timol a 0,1%. Estes pertenciam a moradores da cidade de Goiânia, cuja água é fluoretada. Os dentes selecionados para o estudo deveriam estar com mais de 2/3 da raiz formada, ter volume adequado e não possuir defeitos no esmalte ou dentina, como trincas ou imperfeições.

As superfícies dentais foram raspadas com curetas manuais periodontais e em seguida limpas com taça de borracha e pedra pomes. O passo seguinte foi o seccionamento dos dentes para a confecção dos substratos dentais em esmalte e dentina com dimensões de $3 \times 3 \text{ mm}^2$ de área. Para tanto, discos diamantados (PRESI) acoplados a uma cortadeira metalográfica elétrica (BUEHLER, ISOMET), sob refrigeração com água deionizada foram utilizados. Três secções transversais (sentido ocluso-gengival) foram

realizadas e, em seguida, secções no sentido longitudinal foram feitas para a obtenção dos três substratos de superfície vestibular. Os substratos tiveram suas superfícies pulpares desgastadas com discos diamantados de dupla face acoplados a peça reta e micromotor (KAVO do Brasil), até que atingissem uma espessura média de 2,5 mm.

4.5.2 CONFECÇÃO DOS PREPAROS CAVITÁRIOS

Os preparos foram realizados com brocas esféricas diamantadas n.º 1015 (KG Sorensen) e caneta de alta rotação sob refrigeração (KAVO do Brasil), para se obter uma cavidade com 0,8 mm de profundidade por 1,6 mm de extensão. Os preparos foram realizados no limite amelo-cementário, para que metade da restauração ficasse em esmalte e a outra em dentina radicular. A cada dez preparos uma nova broca era utilizada, para se evitar uma geração de calor excessiva pela broca sobre o dente.

No intuito de padronizar a profundidade e extensão dos preparos, foi utilizada uma máquina específica para a realização de preparos cavitários, cedida pelo laboratório de Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP. O princípio desta máquina baseia-se em sua capacidade de controlar a extensão e a profundidade de um preparo, uma vez que se constitui de uma haste na qual é fixada uma caneta de alta rotação (KAVO do Brasil), cuja altura pode ser regulada e mensurada com o auxílio de paquímetros que também se encontram acoplados à haste. A máquina possui ainda uma mesa móvel, na qual os espécimes ficam acoplados (FIGURA 2).

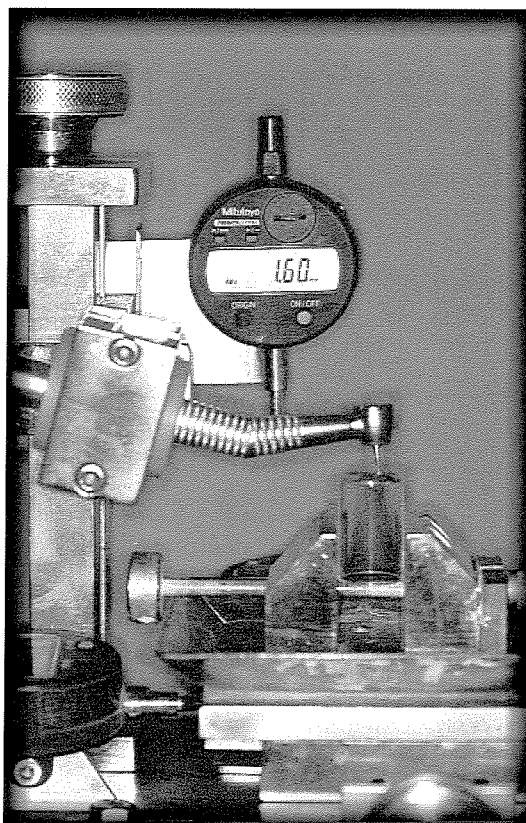


FIGURA 2 – Máquina padronizadora de preparos cavitários

Após a confecção dos preparos, os espécimes foram levados a um aparelho de ultrassom (SONICS MATERIALS, INC.), enxaguados em água deionizada e em seguida sorteados para fazerem parte de um dos grupos experimentais do estudo. No período antecedente às suas utilizações, os mesmos permaneceram em recipientes plásticos, em ambiente úmido e refrigerado.

4.5.3 RESTAURAÇÃO DOS ESPÉCIMES

Material restaurador

As restaurações metálicas consistiram de esferas de aço inoxidável não temperado para rolamento (Rolamentos FAG LTDA), com 1,5 mm de diâmetro, simulando restaurações metálicas indiretas (SHINKAI; DEL BEL CURY; CURY, 2001).

As esferas foram desgastadas até a metade de seus diâmetros. Para este desgaste, as mesmas foram coladas com adesivo de cianocrilato (SUPER BONDER, LOCTITE) em suportes circulares específicos e em seguida desgastados na politriz modelo APL-4 (AROTEC), com lixa de granulação 400 µm (CARBORUNDUM) e cinco pesos padrões. O desgaste das esferas foi controlado com o auxílio de um paquímetro digital (MAUSER JR).

Após o desgaste, as esferas foram fixadas em alfinetes com o uso de SUPER BONDER e jateadas com óxido de alumínio de 50 µm de granulação (BIO ART) e aparelho jaterador (OXYKER DRY, FLLI MANFREDI) com os objetivos de retirar resíduos do adesivo utilizado durante o desgaste e promover maior rugosidade, preparando a superfície para uma posterior cimentação.

Material para cimentação

De cada três espécimes, um foi cimentado com fosfato de zinco (CIMENTO DE ZINCO, SS WHITE), um com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RELY X LUTING VITREMER, 3M ESPE) e um com resina composta (RELY X, 3M

ESPE), formando-se os três grupos experimentais do estudo. Os cimentos utilizados no estudo estão dispostos na TABELA 1.

TABELA 1 - Tipo de cimento, nome comercial, grupo, fabricante e número do lote dos cimentos utilizados no estudo.

Tipo de cimento/ nome comercial	Grupo	Fabricante	Lote
Cimento de fosfato de zinco / CIMENTO DE ZINCO	FZ	SS WHITE Artigos dentários LTDA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil	Pó: OPR/ Líquido: OON
Cimento de ionômero de vidro modificado por resina / RELY X LUTING VITREMER	IV	3 M ESPE Dental Products, St, Paul, MN, EUA	20010410
Resina Composta / RELY X	CR	3 M ESPE Dental Products, St, Paul, MN, EUA	29111

Os cimentos utilizados foram manipulados conforme as instruções dos fabricantes e as restaurações cimentadas, em temperatura ambiente, minutos antes de sua instalação nas próteses parciais removíveis. Os cimentos foram inseridos nos preparos com o uso de micropincéis (KGBRUSH, KG SORENSEN). As restaurações foram então posicionadas e os espécimes mantidos à parte até a presa final do cimento (FIGURA 3). Os excessos foram removidos com lâmina de bisturi n.º 15 (EMBRAMAC).

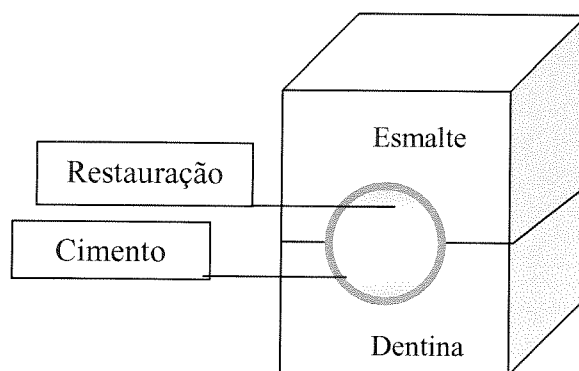
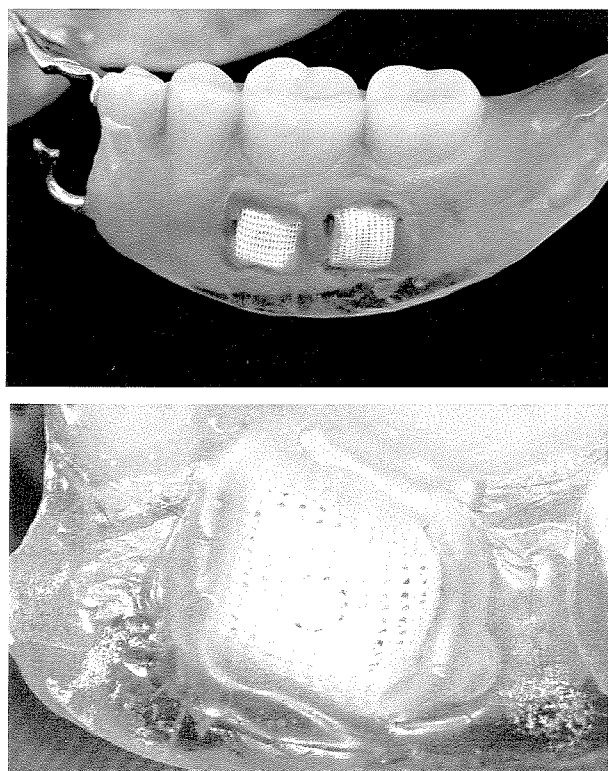


FIGURA 3 - Esquema da restauração metálica fundida cimentada no limite amelo-cementário de um substrato dental.

A proporção do cimento de fosfato de zinco é de três medidas de pó para 4 de líquido, enquanto que para o cimento de ionômero de vidro foi de 1:1 entre pó e líquido. As restaurações cimentadas com resina composta foram previamente condicionadas com ácido fosfórico a 37% (SCOTCHBOND, 3M) por trinta segundos, lavados e devidamente secos. Após este procedimento, foi aplicado o sistema adesivo (SINGLE BOND, 3M), levemente secado com jato de ar e fotopolimerizado (CURING LIGHT 2500, 3M) por dez segundos. A proporção da resina composta foi de 1:1 entre as pastas, que após a inserção nas cavidades foi fotopolimerizado por 40 segundos.

4.6 INSTALAÇÃO DOS ESPÉCIMES NAS PRÓTESES

Cada espécime foi envolvido com gaze cirúrgica de poliéster (POLYESTER KNIT FABRIC, BARD) com o objetivo de facilitar o acúmulo de placa dental sobre o mesmo (MELLBERG, 1992) e em seguida fixado com cera pegajosa (KERR), sendo que em cada prótese, quatro espécimes de um mesmo grupo foram fixados por fase. As faces dos espécimes que receberam as restaurações ficaram em contato com o ambiente bucal (FIGURAS 4 e 5).



FIGURAS 4 e 5 - Prótese parcial removível inferior com os espécimes cobertos com gaze cirúrgica de poliéster e fixados com cera pegajosa.

4.7 INSTALAÇÃO DAS PRÓTESES

As próteses parciais removíveis com os espécimes foram instaladas nos respectivos voluntários, após a verificação da adaptação e realização dos ajustes necessários. Neste momento, informações foram transmitidas verbalmente e por escrito a respeito dos métodos de higienização, enfatizando a utilização de escova de dente e dentifrícios fornecidos pelos pesquisadores e os locais onde a escovação não era permitida. Os hábitos alimentares dos voluntários foram mantidos (ANEXO 1).

Durante a pesquisa, os voluntários receberam instruções por escrito sobre como higienizar a prótese, sugerindo-se uma seqüência de escovação, a seguir (PERES, 2001):

- a) Remova a Dentadura e a Prótese Parcial Removível;
- b) Coloque pasta na escova e escove a Dentadura;
- c) Escove a Dentadura e a Prótese Removível, mas não nos locais onde estão os blocos dentais;
- d) Escove os dentes naturais;
- e) Coloque as próteses de volta na boca.

4.8 FASE LABORATORIAL

4.8.1 COLETA DA PLACA DENTAL PARA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Homogeneização e diluição da placa dental

Após o término de cada fase do experimento, os voluntários compareceram ao laboratório de Bioquímica Oral em jejum, aproximadamente doze horas após a última refeição, e sem escovação matinal. Os voluntários removiam as Próteses Parciais Removíveis da boca e receberam as próteses sem os nichos.

As Próteses Parciais Removíveis eram lavadas com água deionizada e a gaze que recobria os substratos foi removida com o auxílio de lâminas de bisturi n.º 15 (FIGURA 6).

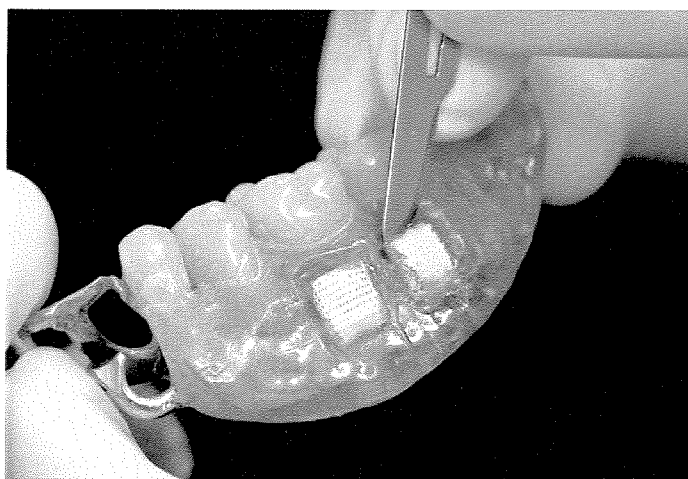
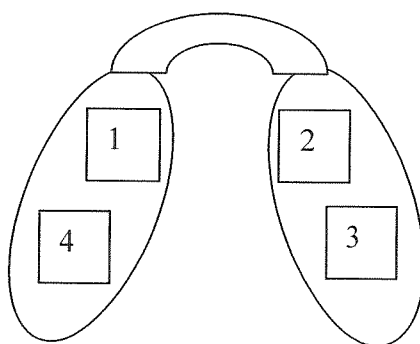


FIGURA 6 - Retirada da gaze de poliéster que encobria o espécime no término de uma fase.

Enquanto duas gazes de cada voluntário foram utilizadas para análise microbiológica, duas foram utilizadas para a determinação da concentração de flúor e

polissacarídeo solúvel em álcali da placa. A seleção das gazes utilizadas para as análises microbiológica e bioquímica foi cruzada, conforme ilustrado na Figura 7.



1 e 3 utilizados para análise microbiológica

2 e 4 utilizados para análise bioquímica

FIGURA 7 – Esquema da Prótese Parcial Removível inferior e a disposição dos espécimes encobertos pelas gazes, em que a distribuição das mesmas para as análises da placa dental foi realizada de forma cruzada.

As gazes (medindo aproximadamente 4 mm²) que encobriam dois dos quatro espécimes foram imersas em 1 mL de solução salina (NaCl 0,9%) estéril acondicionada em tubos criogênicos (GREINER) esterelizados e previamente pesados. Após o acréscimo da gaze de poliéster contendo a placa dental, o tubo criogênico foi novamente pesado. A placa dental contida na gaze foi então homogeneizada em agitador (MARCONI PA 162) e sonicada duas vezes (SONICADOR VIBRA CELL 400 W – SONICS AND MATERIALS, INC.). O tempo total de sonicação foi de 59 segundos, onde seis pulsos de 9,9 segundos foram realizados entre intervalos de 5 segundos a uma amplitude de 5%, conforme as instruções de uso do aparelho (ROSALEM, 1996; LEME, 2002; DALCICO, 2002).

O passo seguinte foi retirar as gazes de poliéster dos tubos criogênicos, com o auxílio de curetas periodontais esterilizadas. As gazes foram secas em papel absorvente e pesadas em balança de precisão. O peso da placa dental úmida pôde então ser determinado, pela diferença de peso entre tubo criogênico com gaze e placa dental e tubo criogênico (sem gaze e sem placa) e gaze de poliéster seco, conforme o esquema abaixo (FIGURA 8).

$$\text{peso da placa dental úmida} = \text{peso do tubo com gaze de poliéster e placa dental} - \left[\text{peso da gaze de poliéster seco} + \text{peso do tubo sem gaze de poliéster e sem placa} \right]$$

FIGURA 8 - Determinação do peso da placa dental úmida.

Determinado o peso da placa, foi adicionada às suspensões solução salina na proporção de 1 mL de solução para 1mg de placa úmida, sendo 1 mL a quantidade mínima de solução salina utilizada em cada tubo. Em seguida, as suspensões passaram pelo processo de diluição seriada, partindo-se da diluição zero até 10^{-5} , ou seja, de 1:1 até 1:100.000. Nessa proporção, incluiu-se o volume de 1 mL previamente colocado no tubo criogênico.

Semeadura do material

As soluções sem diluição até a diluição 10^{-2} foram semeadas em meio Mitis Salivarius Bacitracina (MSB), que é um meio seletivo para estreptococos do grupo mutans (GOLD, 1973). As diluições 10^{-3} a 10^{-5} foram semeadas em meio Ágar Sangue, que é um meio enriquecido, todas em duplicata (BENELLI *et al.*, 1993; DALCICO, 2002). As semeaduras nestes dois meios foram realizadas para possibilitar a comparação entre a quantidade de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total. As diluições utilizadas para semeadura em cada meio foram determinadas após um estudo piloto.

O meio MSB foi obtido através da adição de telurito a 1% (BBL) e bacitracina (SIGMA), 200 unidades / litro (GOLD, 1973), ao meio Mitis Salivarius Agar (MERCK) depois que o mesmo tivesse sido diluído em água destilada deionizada na proporção 90 gramas de pó do meio por 1000 mL de água e autoclavado por 15 minutos a 121° C. O telurito e a bacitracina foram esterelizados em filtros (MILLIPORE, MILLEX) antes que fossem acrescentados ao meio.

O meio Agar Sangue foi obtido pela adição de sangue de carneiro desfibrinado na proporção de 25 mL de sangue por 1000 mL do meio Agar (MERCK) preparado. O mesmo foi previamente diluído em água destilada deionizada na proporção de 40 gramas de pó do meio por 1000 mL de água, autoclavado e resfriado até uma temperatura entre 45 a 50° C (DALCICO, 2002).

As amostras foram semeadas automaticamente pelo aparelho *Spiral Plater* (DW SCIENTIFIC). O mecanismo deste aparelho se baseia em sua capacidade de absorver por meio de uma cânula uma quantidade determinada da amostra e depositá-la de forma uniforme sobre a placa, em espiral. Isto foi possível porque ao mesmo tempo em que a

cânula contendo a diluição se movimentava em sentido horizontal, a plataforma onde se localizava a placa realizava um movimento de rotação em sentido anti-horário (DALCICO, 2002; LEME, 2002). Desta forma, as células que formarão as unidades formadoras de colônia (UFCs) são distribuídas de forma circular na placa (FIGURAS 9 e 10).

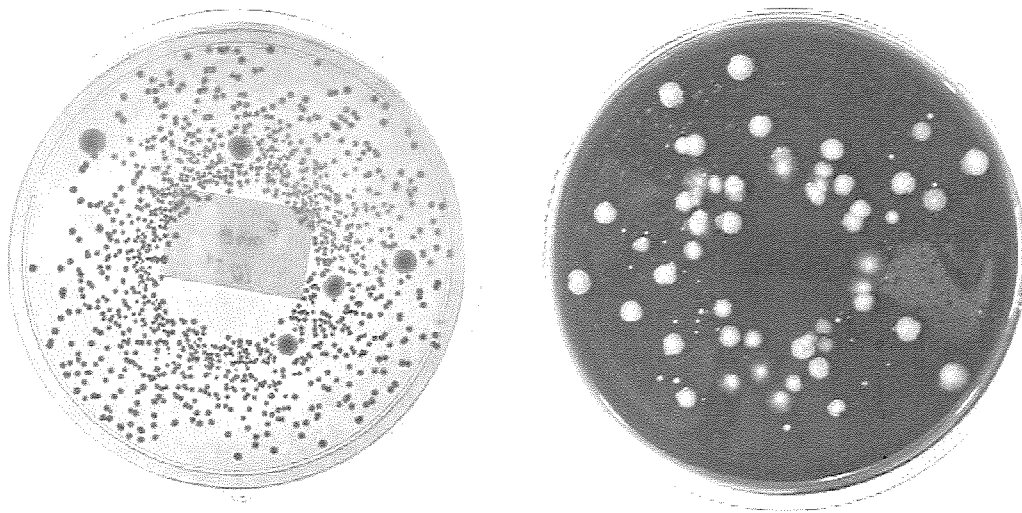


FIGURA 9 - Meio de cultura MSB semeado pela *Spiral Plater* para contagem de estreptococos do grupo mutans.

FIGURA 10 - Meio de cultura Agar Sangue semeado em *Spiral Plater* para contagem de microbiota total. Nota-se nas figuras a semeadura em espiral proveniente do uso da *Spiral Plater*.

Este aparelho tem a capacidade de inocular até quatro placas de mesma diluição com 50 μ L, o que pode ser feito de forma linear ou em proporção logarítmica. Entre cada diluição, a cânula era lavada com hipoclorito de sódio a 0,5% titulado e estabilizado e água destilada deionizada esterelizada.

As placas semeadas foram identificadas e incubadas em estufa (JOUAN IG 150) com atmosfera de 10% de CO₂ a 37° C por 48 horas. As placas de Agar Sangue foram ainda mantidas em meio aeróbio a 37° C por mais 24 horas.

Contagem das unidades formadoras de colônia

Após o período de incubação, as placas semeadas em MSB com um número de unidades formadoras de colônia (UFC) superior a 20 foram contadas em contador de colônias com o auxílio de um excantilhão específico para placas semeadas na *Spiral Plater*. As placas semeadas em Agar Sangue foram contadas através de uma reprodução do excantilhão sobre um negatoscópio, uma vez que a opacidade do meio não permitia uma visualização do excantilhão desenhado no contador de colônias (FIGURA 11).

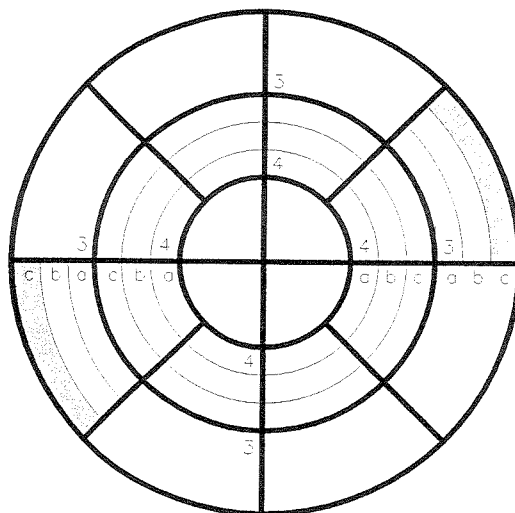


FIGURA 11 - Excantilhão específico para placas semeadas à partir da *Spiral Plater*

O uso do excantilhão permite que apenas setores específicos da placa sejam contados. O valor obtido deste setor é transferido para uma tabela fornecida pelo fabricante da *Spiral Plater*, onde o mesmo é transformado em UFC total da placa, levando-se em consideração a quantidade de diluição inoculada (50 μ L) e que a inoculação foi realizada de forma logarítmica sobre a placa.

4.8.2 ANÁLISE BIOQUÍMICA DA PLACA DENTAL

Coleta e determinação do peso seco da placa dental

A placa dental foi coletada como descrito no item 4.8.1, sendo duas gazes do mesmo voluntário armazenadas em um mesmo microtubo, de 1,5 mL, pré-pesado

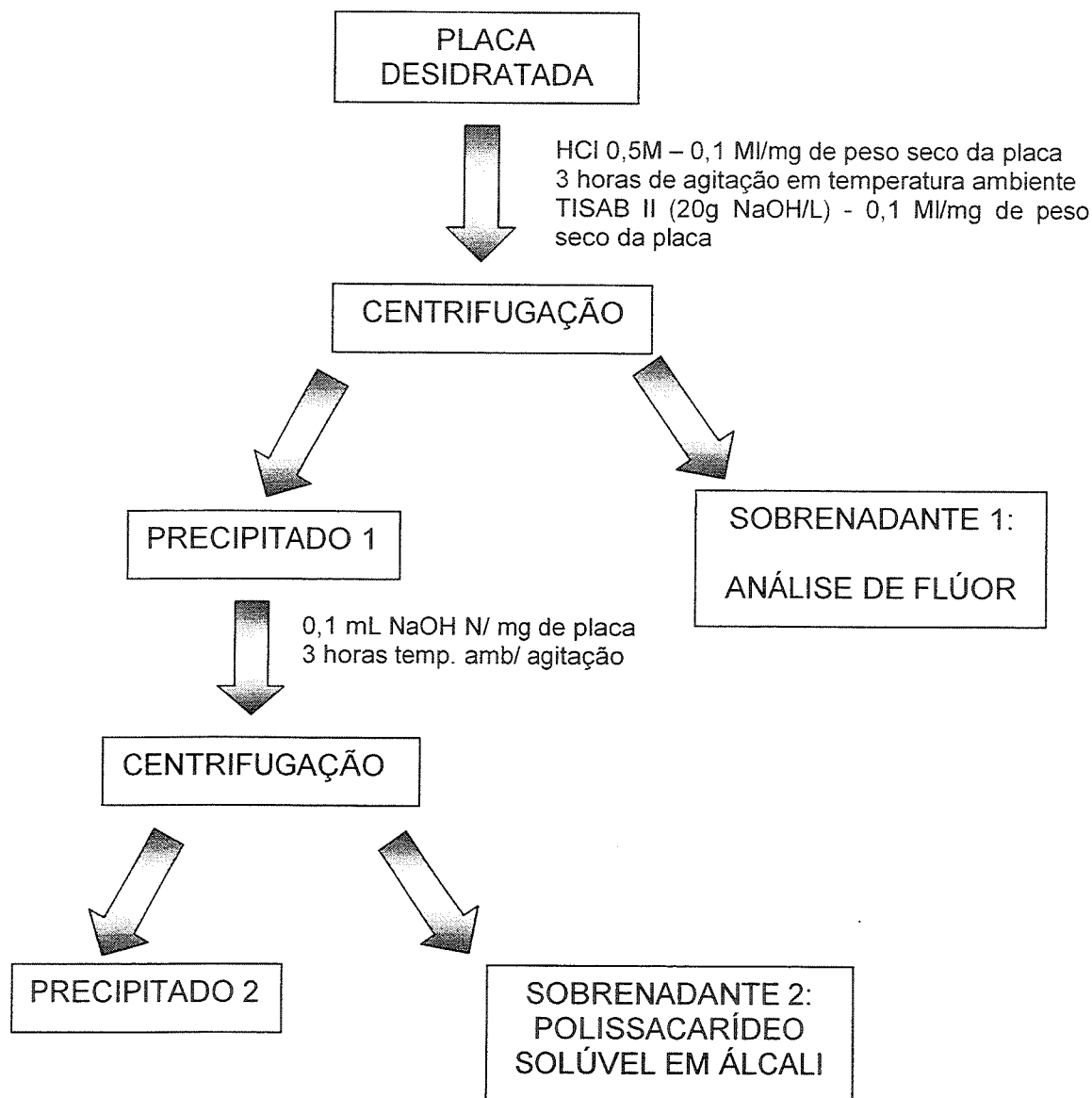
(AXYGEM). A placa dental contida nas gazes foi desidratada em dessecador contendo pentóxido de fósforo, por um período de 24 horas (FUJIMAKI, 2000).

Para a determinação do peso seco da placa, os microtubos contendo as gazes foram pesados em balança analítica com precisão de 0,00001 g (ANALITICAL PLUS, OHAUS) e deste peso foi descontado o valor obtido pela média de dez telas de 4 x 4 mm² sem placa dental. Desta forma, o tratamento da placa foi efetuado à partir de um valor aproximado do peso da placa.

Tratamento da placa

Para a análise do flúor e polissacarídeo solúvel em álcali, a placa formada na gaze e desidratada foi tratada com 0,1 mL de HCl 0,5 M/ mg de peso seco, ficando em temperatura ambiente e sob agitação em mesa agitadora (TECNAL, TE-140) por 3 horas. Após este período, o ácido foi neutralizado com o mesmo volume de TISAB II (contendo 20 g de NaOH/L). Os tubos contendo as amostras foram então centrifugados em centrífuga (INCIBRÁS) por um minuto, 11.000 g, o que levou à separação de sobrenadante, conforme esquema proposto por CURY *et al.* (1993). Neste sobrenadante, foi analisada a concentração de flúor. Para a análise de polissacarídeo solúvel em álcali, o precipitado foi tratado com 0,1 mL de NaOH N/ 1 mg de placa seca, em temperatura ambiente e sob agitação em mesa agitadora por 3 horas e sem seguida centrifugado. O FLUXOGRAMA 1 resume este tratamento.

FLUXOGRAMA 1 - Tratamento da placa dental para análise bioquímica



Determinação da concentração de flúor na placa dental

A concentração de flúor no sobrenadante foi determinada por meio de eletrodo específico para íon flúor (ORION 96-09) acoplado a um analisador de íons (ORION EA-940). A curva de calibração possuía padrões de 0,025 a 0,5 ppm F, sendo os

mesmos preparados com TISAB II (contendo 20 g de NaOH/L) e HCl M, e os resultados foram expressos em milivolts (mV). Através de regressão linear da curva de calibração, estes valores foram transformados em $\mu\text{gF/g}$ placa (MITRA, 1996; CURY *et al.* 1997) de peso seco da placa.

Determinação da concentração de polissacarídeos solúveis em álcali

A extração de carboidratos solúveis em álcali foi realizada conforme demonstrado no FLUXOGRAMA 1, e a determinação da concentração foi realizada pelo método de dosagem de carboidratos totais (DUBOIS *et al.*, 1956), que se baseia na capacidade de um açúcar formar compostos furfúricos na presença de ácido forte, como o H_2SO_4 . Em espectrofotômetro (BECKMAN DU-70) a 490 nm, estes compostos de coloração laranja, podem ter intensidade de cor comparada à quantidade de açúcar.

4.8.3 ANÁLISE DE MICRODUREZA LONGITUDINAL

Coleta dos espécimes

Os espécimes foram removidos com o auxílio de instrumentos manuais, dispostos individualmente em microtubos (AXYGEN) e armazenados em ambiente úmido e refrigerado para posterior análise de microdureza.

Preparo dos espécimes

Para a análise de microdureza, os espécimes foram seccionados com disco diamantado (PRESI) com o auxílio de uma cortadeira metalográfica (BUEHLER –

ISOMET). As secções foram realizadas em um dos limites da restauração, no sentido ocluso-cervical para que fossem possíveis as leituras de microdureza tanto em esmalte quanto em dentina radicular. As metades dos espécimes que continham as restaurações foram embutidas em polímero de resina acrílica termopolimerizável (CLÁSSICO), por meio de embutidora metalográfica (AROTEC C modelo PRE-30), com pressão entre 100 e 150 kgf/cm², tempo de aquecimento de seis minutos e de resfriamento de nove minutos.

O acabamento dos espécimes embutidos foi realizado com politriz (APL 04 – AROTEC) e discos de lixa (CARBORUNDUM) 320, 400, 600 e 1200 µm. Para o polimento, um disco de feltro (BUEHLER) lubrificado com pasta diamantada (AROTEC) de 1 µm foi utilizado. O acabamento foi considerado satisfatório quando não eram encontrados vestígios de resina acrílica sobre os espécimes. O polimento foi considerado adequado quando riscos sobre os espécimes não poderiam mais ser visualizados.

As indentações nos espécimes foram realizadas pelo penetrador do tipo KNOOP presente no microdurômetro modelo 2000 (SHIMADZU), que por sua vez encontrava-se acoplado a um software. A carga estática para esmalte foi de 25 gramas por 5 segundos, enquanto que para a dentina foi de 5 gramas por 5 segundos (SHINKAI, 1999). Foram realizadas dezoito indentações em esmalte e dezoito em dentina para cada espécime, sendo que as mesmas se localizavam a 30, 130 e 230 µm dos limites da restauração e a 10, 30, 50, 70, 90 e 110 µm da superfície externa do esmalte ou dentina para os grupos FZ, IV e CR (FIGURA 12).

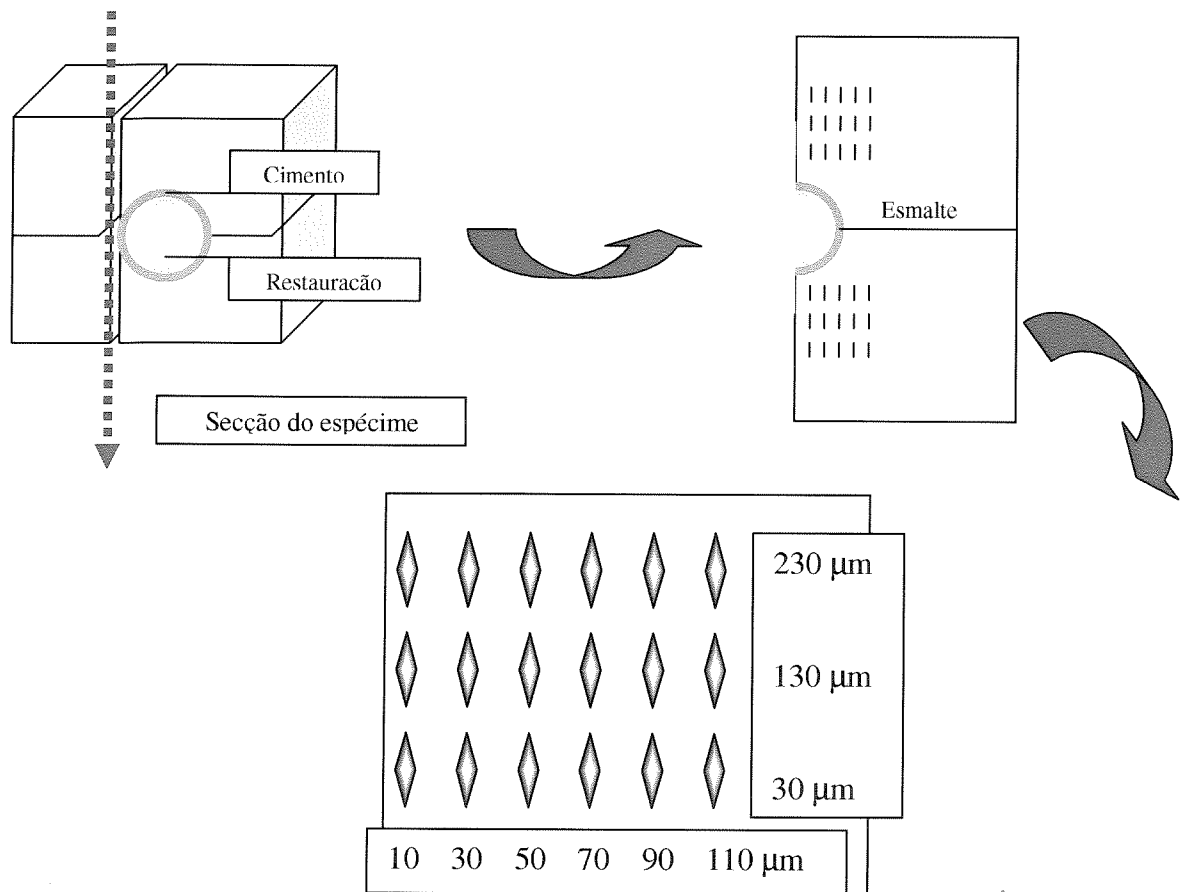


FIGURA 12 - Localização da secção realizada nos espécimes para a realização do teste de microdureza, e esquema das indentações realizadas pelo microdurômetro.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas considerando o delineamento experimental do tipo cruzado. Desta forma, cada paciente foi considerado um bloco casualizado, sendo no total 14 blocos, correspondentes aos 14 voluntários que participaram deste estudo. Os tratamentos utilizados foram:

- Cimentação com fosfato de zinco (FZ)
- Cimentação com ionômero de vidro modificado por resina (IV)
- Cimentação com resina composta (CR)

Em um primeiro momento, foi realizada uma análise exploratória dos dados através de testes que indicariam se os dados satisfaziam à análise de variância. As pressuposições realizadas neste momento se referiam à homogeneidade de variância entre os grupos, ausência de dados discrepantes (*outliers*) e normalidade dos resíduos.

4.9.1 ANÁLISE BIOQUÍMICA DA PLACA DENTAL

Nesta etapa da análise, foram analisadas as concentrações de flúor e polissacarídeo solúvel em álcali. As concentrações de flúor presente na placa dental formada sobre dentes cimentados com os diferentes materiais foram mensuradas e expressas em partes por milhão de flúor (ppm F), enquanto que as de polissacarídeo foram expressas em $\mu\text{g} / \text{mg}$ de placa.

Para a análise de flúor, não foi observada homogeneidade de variâncias (teste de *Bartlett*) ou mesmo uma não normalidade dos dados, com a presença de *outliers* (teste de *Shapiro-Wilks* e de *Kolmogorov-Smirnov*). Desta forma, uma transformação foi utilizada como tentativa de estabilização destes fatores. Assim, os dados sofreram transformação logarítmica na base dez, o que fez com que a normalidade dos dados e uma homogeneidade de variâncias fosse constatada. Desta forma, a transformação dos dados possibilitou a realização de análise de variância, tomando-se os voluntários como blocos (14 blocos) e os

cimentos como tratamentos (3 tratamentos). Esta análise constatou diferenças significativas entre os grupos. As médias foram comparadas pelo teste *Tukey* ao nível de significância menor que 5%.

Para a análise de polissacarídeo, não houve necessidade de transformação logarítmica para a realização da análise de variância, que por sua vez não constatou diferenças entre os grupos.

4.9.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As variáveis dependentes a serem estudadas nesta fase foram:

- Unidades Formadoras de Colônia por miligrama de placa úmida (UFC/mg) de microbiota total;
- UFC/mg de placa de estreptococos do grupo mutans;
- Porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total.

Nesta análise, uma das parcelas foi perdida (paciente E, cimento FZ), fazendo com que o número de blocos fosse de 13 ao invés de 14, como nas demais análises.

A análise das variáveis UFC/mg de placa de estreptococos do grupo mutans, microbiota total e porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total foi realizada à partir de teste não-paramétrico de *Friedman*, uma vez que, através dos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e de *Shapiro-Wilks*, não foi encontrada normalidade dos dados. Além disso, foi encontrado um número considerável de dados discrepantes (*outliers*) pelo teste *Box-Plot* e a não homogeneidade de variâncias, pelo teste de *Levene*.

Por se tratar da aplicação de um teste não-paramétrico, os dados são analisados em mediana e não em médias, pois esta medida é mais adequada quando se trata de dados sem normalidade e com muitos valores discrepantes. Os dados ainda foram transformados em postos, o que é feito considerando-se cada voluntário como um bloco e o menor valor referente a um dado paciente recebe o posto 1, o segundo menor valor o posto 2 e o maior valor, o posto 3, sendo este procedimento repetido em cada voluntário.

4.9.3 ANÁLISE DA MICRODUREZA

Microdureza Knoop em Esmalte e Dentina Radicular

Esta etapa da análise estatística consistiu em se estudar a variável dependente valor de microdureza Knoop, em esmalte e dentina radicular (separadamente). A análise exploratória dos dados demonstrou a viabilidade de utilização de uma análise de variância, considerando que com o grande número de dados para cada substrato dental ($n = 756$), a normalidade dos resíduos e a existência *de outliers* não são fatores que impeçam a realização deste teste. Neste caso, o único fator que impediria tal análise seria a não homogeneidade de variâncias.

O esquema desta análise foi de parcelas subdivididas em blocos casualizados, considerando cada voluntário como bloco ($n = 14$), onde os cimentos utilizados foram considerados parcelas ($n = 3$) e as indentações (distância e profundidade) como subparcelas. Em cada voluntário e para cada fase correspondente aos cimentos utilizados, foram utilizados quatro espécimes, sendo que em todos foram realizadas medidas de dureza

Knoop em seis profundidades em relação à superfície dental (10, 30, 50, 70, 90, 110 μm) e três distâncias à partir da linha de cimentação (30, 130, 230 μm).

Além da análise de variância, os seguintes desdobramentos foram realizados:

- Se houvesse diferença significativa ao nível de 5% para os tratamentos (grupos) o teste de *Tukey* seria utilizado para verificar onde as diferenças ocorreram;
- Houve significância ao nível de 5% para as profundidades, sendo utilizadas duas técnicas para este fator: primeiramente a verificação de onde se dão as diferenças, pelo teste de *Tukey*; em seguida efetuou-se a regressão linear dos dados para cada um dos tratamentos.
- Houve significância, ao nível de 5% de probabilidade, para as distâncias, sendo utilizados o teste de *Tukey* e a regressão linear para estas distâncias, dentro de cada grupo.
- As interações duplas significativas foram desdobradas com o intuito de verificar como tais interações entre os fatores ocorreram.

Além da análise de dureza Knoop, a porcentagem de volume mineral tanto em esmalte quanto em dentina radicular também foram avaliados. No entanto, os valores de porcentagem de volume mineral são diretamente dependentes dos valores de microdureza Knoop obtidos por meio de indentações, como descrito no item 4.8.3 deste capítulo. Apesar disso, como a transformação não é linear, tais variáveis poderiam apresentar resultados diferentes em alguns casos. Além disso, uma variável pode atender às pressuposições da

análise de variância e sua transformação, não. Desta forma, os dados obtidos através da dureza Knoop foram transformados, e em seguida submetidos a uma análise de variância e ao teste de *Tukey*.

Os resultados desta análise demonstraram não haver modificações quanto aos valores obtidos através dos dados originais, ou seja, através da dureza Knoop e por isso não serão apresentados.

As análises de todos os dados coletados foram realizadas por meio dos programas SAS e Excel.

5. RESULTADOS

Para facilitar a descrição dos resultados, estes foram divididos entre:

- 5.1 Análise microbiológica;
- 5.2 Análise bioquímica da placa dental;
- 5.3 Análise da microdureza longitudinal do esmalte e dentina.

5.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Levando em consideração a não normalidade dos resíduos, a análise dos dados quanto às UFC/mg de microbiota total, UFC/mg estreptococos do grupo mutans e porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação a microbiota total foi realizada utilizando-se o teste não-paramétrico de *Friedman*.

5.1.1 MICROBIOTA TOTAL

Por se tratarem de valores não-paramétricos, os mesmos foram analisados através do teste de *Friedman*, onde não foram encontradas diferenças estatísticas quanto às medianas de UFC/mg de microbiota total nos diferentes tratamentos (grupos) CR, IV e FZ ($p=0,73$), que se encontra descrito na Tabela 2.

TABELA 2 – Mediana e soma dos postos (n = 13) de UFC/mg de placa de microbiota total por miligrama em função dos tratamentos.

Tratamentos	Microbiota Total (10^7)		Soma dos Postos
FZ	1,06	A	24
IV	1,08	A	26
CR	1,12	A	28

Tratamentos cujas medianas são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

5.1.2 ESTREPTOCOCOS DO GRUPO MUTANS

Os resultados quanto à mediana de UFC/mg de placa de estreptococos do grupo mutans nos diferentes tratamentos (cimentos) CR, IV e FZ ($p = 0,92$) estão descritos na Tabela 3.

TABELA 3 – Mediana e soma dos postos (n = 13) de UFCs de estreptococos do grupo mutans por miligrama de placa úmida em função dos tratamentos.

Tratamentos	Estreptococos do Grupo Mutans (10^5)		Soma Dos Postos
FZ	2,83	A	25
IV	3,13	A	26
CR	3,02	A	27

Tratamentos cujas medianas são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

De acordo com os resultados dispostos na Tabela 3, não houve diferença estatística quanto à concentração de estreptococos do grupo mutans para os cimentos testados.

5.1.3 ESTREPTOCOCOS DO GRUPO MUTANS EM RELAÇÃO À MICROBIOTA TOTAL

No caso da variável porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total, verificou-se a normalidade dos dados e homogeneidade de variâncias, ou seja, poder-se-ia realizar a análise de variância tradicional com o teste *F*. Entretanto, como

as outras duas variáveis foram discutidas com o teste não-paramétrico de *Friedman*, este teste também foi realizado nesta análise, por questão de padronização de procedimentos (Tabela 4).

TABELA 4 – Mediana e soma dos postos (n=13) de UFC/mg de placa de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total (Porcentagem de estreptococos do grupo mutans) em função dos tratamentos (cimentos).

Cimentos	Porcentagem de Estreptococos do Grupo Mutans	Soma Dos Postos	
FZ	6,92	A	25
IV	7,84	A	26
CR	7,28	A	27

Tratamentos cujas medianas são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

Os resultados dispostos na Tabela 4 indicam que não houve diferença significativa entre amostras dos tratamentos CR, IV e FZ ($p=0.92$).

5.2 ANÁLISE BIOQUÍMICA DA PLACA DENTAL

5.2.1 CONCENTRAÇÃO DE FLÚOR NA PLACA DENTAL

A verificação de concentração de flúor na placa dental (ppm F) em função dos cimentos utilizados (grupos), foi realizada através da submissão dos valores à análise de variância. Os resultados desta análise estão dispostos na Tabela 5.

TABELA 5 – Análise de Variância - Variável dependente LOG_FLUOR em função dos valores de variação voluntário (n=14) e tratamento (3)

Causa de Variação	Soma de Quadrados	G.L.	Quadrados Médios	F	P-Valor
Grupos (Cimentos)	5,810	2	2,905	10,731	<0,001
Voluntário (Blocos)	12,222	13	0,940		
Resíduo	7,039	26	0,271		
Total Corrigido	25,071	41			

À partir desta análise, verificou-se que o fator tratamento (cimento) teve efeito significativo no fator concentração de flúor na placa dental ($p < 0,001$), como demonstrado na Tabela 6.

TABELA 6 – Concentração de flúor ($\mu\text{g} / \text{g}$) na placa dental (desvio-padrão) em função dos tratamentos.

Tratamentos cujas médias são seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%.

Tratamentos	$\mu\text{g} / \text{g} \text{ placa}$	
FZ	350,40 (350,2)	A
IV	7451,04 (12587,0)	B
CR	3830,36 (8351,3)	A

O teste de *Tukey* informou como estas diferenças ocorreram entre os tratamentos, ou seja, o tratamento IV difere estatisticamente dos demais, apresentando maiores médias de flúor. Os tratamentos CR e FZ não diferiram entre si (Figura 13).

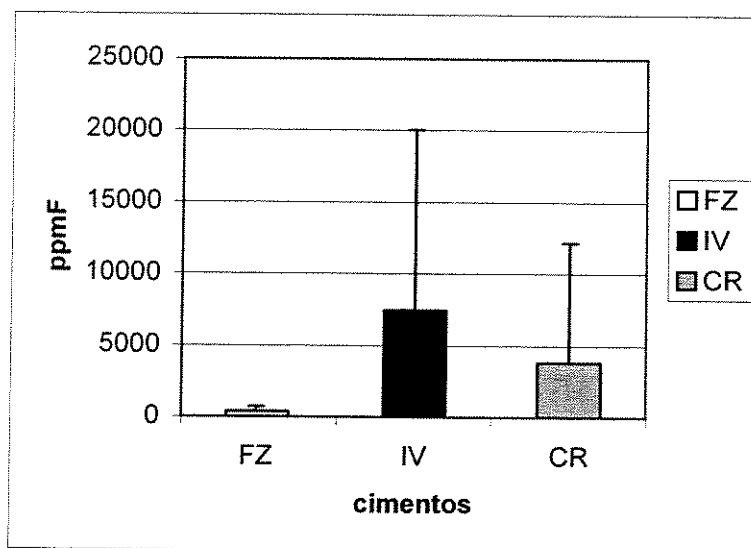


FIGURA 13 – Concentração de flúor e desvio padrão na placa dental (ppm F) em função dos tratamentos (cimentos).

5.2.2 CONCENTRAÇÃO DE POLISSACARÍDEO SOLÚVEL EM ÁLCALI

A verificação de concentração de polissacarídeo solúvel em álcali na placa dental em função dos cimentos utilizados (grupos), foi realizada através da submissão dos valores à análise de variância, onde não foram constatadas diferenças estatísticas para nenhuma das variáveis (TABELAS 7 e 8).

TABELA 7 – Análise de variância - Variável dependente PSA em função dos valores de variação voluntário (n=14) e tratamento (3)

Causas de Variação	G.L.	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F	p-valor
Grupos (Tratamentos)	2	12811	6406	0,19	0,832
Pacientes (Blocos)	13	1085175			
Resíduo	26	899653	34602		
Total	41	1997639			

TABELA 8 – Concentração de polissacarídeo solúvel em álcali ($\mu\text{g} / \text{mg}$) na placa dental (desvio-padrão) em função dos tratamentos.

Tratamentos	Polissacarídeo Solúvel em Álcali ($\mu\text{g} / \text{mg}$)	
FZ	235,1 (219,6)	A
IV	271,9 (205,1)	A
CR	272,4 (249,8)	A

Tratamentos cujas médias são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

5.3 MICRODUREZA DE ESMALTE E DENTINA RADICULAR

5.3.1 MICRODUREZA EM DENTINA RADICULAR

Após a verificação da normalidade dos resíduos e da homogeneidade de variâncias, constatou-se a possibilidade de uma análise de variância, analisando-se os

resultados de Dureza Knoop dentro dos tratamentos (cimentos) CR, IV e FZ. Os resultados desta análise estão dispostos na Tabela 9.

TABELA 9 - Análise de Variância para a variável dependente (dureza Knoop) em dentina em função dos fatores de variação: voluntários (n = 14), cimentos (n = 3), distância (n = 3), e profundidade (n = 6) e suas interações, em dentina radicular.

Causa de Variação	G.L.	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F	p-valor
Tratamentos (Cimentos)	2	3659,31	1829,66	1,84	0,1784
Blocos (Voluntários)	13	50468,57	3882,20		
Resíduo (a) (Voluntários x Blocos)	26	25812,06	992,77		
Distâncias	2	91,22	45,61	1,53	0,2183
Profundidades	5	45421,42	9084,28	303,81	< 0,0001
Tratamentos x Distâncias	10	51,60	10,83	0,36	0,9623
Tratamentos x Profundidades	4	602,11	12,90	0,43	0,7860
Profundidades x Distâncias	10	206,32	60,21	2,01	0,0297
Tratamentos x Profundidade x Distâncias	20	206,32	10,3159	0,34	0,9968
Resíduo (b)	663	19824,49	29,9012		
Total Corrigido	755	146245,41			

A análise de variância, com o teste *F*, indica que existem diferenças, a 5% de significância para o fator profundidades (p-valor < 0,0001) e para a interação entre profundidades e distâncias (p-valor = 0,0297). No entanto, diferenças estatísticas entre as durezas em dentina radicular não foram encontradas (Tabela 10). O coeficiente de variação é de 15,24% e o coeficiente de determinação é $R^2 = 86,4\%$, ou seja, este é o percentual da variação explicada pelo modelo adotado.

TABELA 10 - Dureza Knoop para o fator Tratamentos em dentina radicular.

Tratamentos	Dureza Knoop	
FZ	33,13 (13,06)	A
IV	38,52 (13,56)	A
CR	36,00 (14,60)	A

Tratamentos cujas médias são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

Em um mesmo tratamento (cimento), não foram verificadas diferenças estatísticas entre as distâncias (TABELA 10). Por outro lado, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em uma mesma distância. A Tabela 11 resume esta situação e o gráfico da interação é mostrado na Figura 14.

TABELA 11 – Dureza Knoop, referente aos tratamentos dentro de cada distância (30, 130 e 230), em dentina radicular.

Tratamentos	Distâncias					
	30		130		230	
FZ	32,45 (13,90)	A b	33,58 (12,81)	A b	33,38 (12,57)	A b
IV	38,55 (15,59)	A a	38,70 (12,75)	A a	38,31 (12,26)	A a
CR	35,23 (15,48)	Aab	36,38 (14,44)	Aab	36,38 (14,00)	Aab

Letras maiúsculas referem-se às diferenças nas linhas e letras minúsculas diferenças nas colunas.

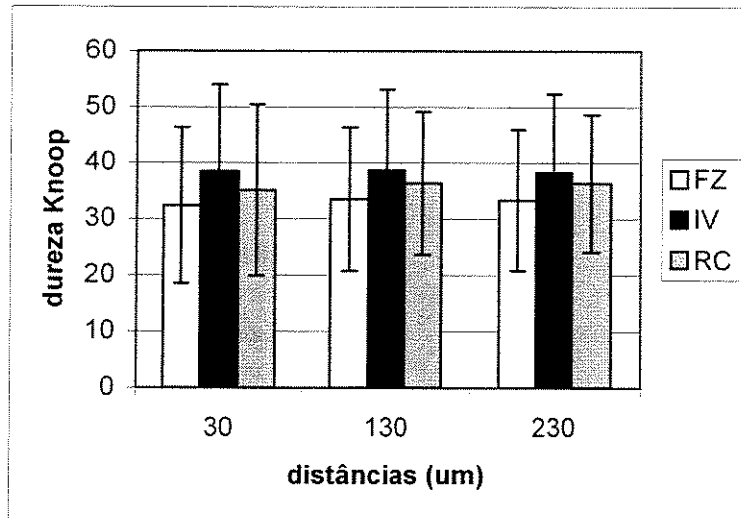


FIGURA 14 – Dureza Knoop de dentina radicular dos tratamentos em relação às distâncias à partir das margens do preparo com a restauração cimentada.

Não havendo indícios de significância para o fator distância dentro dos tratamentos, os valores médios de dureza em cada profundidade foram obtidos (media dos valores nas distâncias 30, 130 e 230 μm), o que permitiu a comparação entre os três grupos quanto ao fator profundidade conjuntamente (Tabela 12).

TABELA 12 - Microdureza Knoop, referente aos tratamentos dentro de cada profundidade (10, 30, 50, 70, 90, 110 μm), em dentina radicular.

Tratamentos	Profundidade											
	10		30		50		70		90		110	
FZ	22,84	A	27,83	A	29,90	B	35,21	B	39,83	B	43,22	B
	(10,04)	a	(12,33)	b	(12,43)	b	(12,05)	c	(10,27)	d	(9,21)	d
IV	25,97	A	31,59	A	37,49	A	41,62	A	46,26	A	48,23	A
	(9,09)	a	(12,50)	b	(13,69)	c	(11,52)	d	(10,99)	e	(8,18)	e
CR	22,27	A	29,90	A	34,12	A	38,76	A	42,87	A	48,08	A
	(9,24)	a	(13,81)	b	(14,74)	c	(12,81)	B	(9,93)	B	(10,46)	B
								d		d		e

Observação: as letras maiúsculas representam os valores em colunas, ou seja, os diferentes tratamentos (cimentos) e as minúsculas as diferenças entre as distâncias, ou seja, as linhas.

Os valores expressos na Tabela 12 demonstram não haver diferenças entre os tratamentos até a profundidade de 50 μm , onde o FZ demonstrou valores menores que os grupos IV e CR. Dentro de um mesmo tratamento (CR, IV ou FZ) houve diferença entre os valores de dureza, onde a profundidade 10 μm apresentou os menores valores, enquanto a profundidade 110 μm , os maiores valores. A Figura 15 ilustra a relação entre profundidade e tratamentos realizados (cimentos).

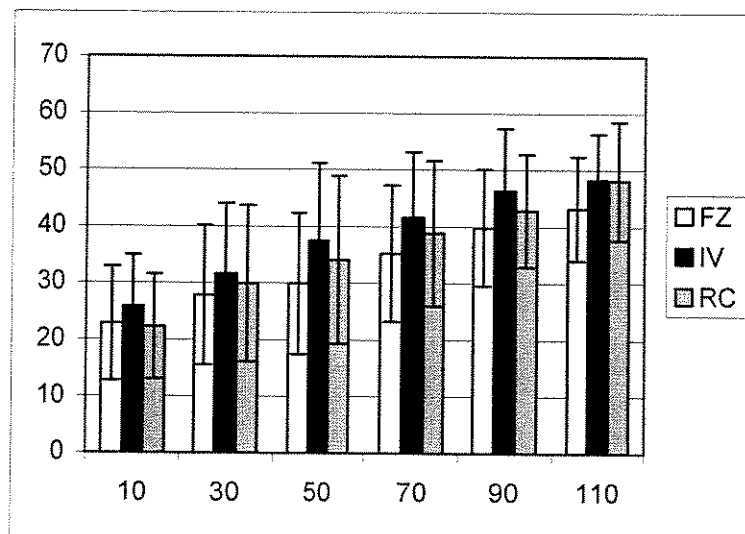
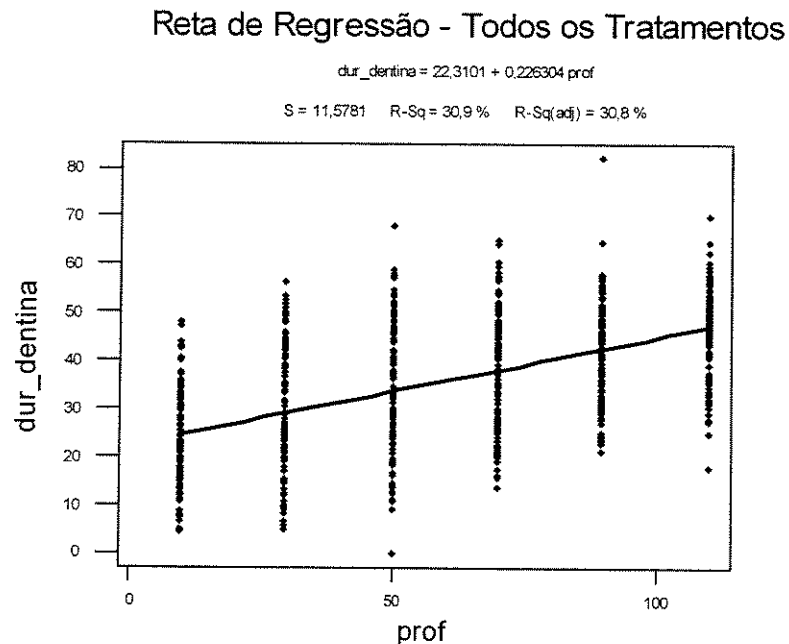


FIGURA 15 - Dureza Knoop de dentina radicular dos grupos (CR, IV, FZ) em função da profundidade em relação às distâncias à partir das margens do preparo com a restauração cimentada.

Devido à significância do fator profundidade nos valores de microdureza entre as amostras, foi realizado um estudo de regressão linear para estudar este comportamento. Esta regressão linear foi altamente significativa. A Figura 16 apresenta a tendência observada através da curva de regressão linear.



FIGURA

FIGURA 16 – Reta de regressão linear da dureza de dentina radicular em função da profundidade.

Os resultados demonstraram que em dentina radicular, apesar de não serem encontradas diferenças somente entre as profundidades mais superficiais, quando somados os valores de dureza de todas as profundidades e distâncias, todos os tratamentos (cimentos) obtiveram valores semelhantes.

5.3.2 MICRODUREZA EM ESMALTE

A normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variâncias em esmalte foram verificadas, constatando-se a possibilidade da utilização de análise de variância dos resultados de Dureza Knoop dentro dos tratamentos (cimentos) CR, IV e FZ (Tabela 13).

TABELA 13 - Análise de Variância para a variável dependente (dureza Knoop) em esmalte em função dos fatores de variação: voluntários, cimentos, distância, e profundidade e suas interações.

Causa de Variação	G.L.	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F	p-valor
Tratamentos (Cimentos)	2	9952,11	4976,05	0,28	0,7571
Blocos (Voluntários)	13	140873,37	10836,41		
Resíduo (a) (Pacientes x Blocos)	26	460031,59	17693,52		
Distâncias	2	9874,04	4937,02	4,56	0,0108
Profundidades	5	1402975,84	280595,17	259,30	< 0,0001
Tratamentos x Profundidades	10	6108,72	478,78	0,44	0,8434
Tratamentos x Distâncias	4	44521,74	11130,44	10,29	< 0,0001
Profundidades x Distâncias	10	14471,36	1447,14	1,34	0,2063
Tratamentos x Profundidade x Distâncias	20	9675,55	478,78	0,44	0,9839
Resíduo (b)	663	717440,52	1082,11		
Total Corrigido	755	2815824,84			

A análise de variância, com o teste F , indicou a existência de diferenças ao nível de 5% de significância para o fator profundidades (p -valor = 0,0108), para o fator distâncias ($p < 0,0001$) e para a interação entre tratamentos (cimentos) e profundidades ($p < 0,0001$). O coeficiente de variação para a análise de variância é de 11,17% e o coeficiente de determinação é $R^2 = 74,5\%$.

Diferenças significantes quanto à dureza Knoop em esmalte, nos diferentes tratamentos não foram encontradas (Tabela 14).

TABELA 14 - Dureza Knoop para o fator tratamento em esmalte.

Tratamentos	Dureza Knoop	
FZ	289,35 (58,71)	A
IV	297,77 (61,78)	A
CR	296,03 (61,78)	A

Tratamentos cujas médias são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

As diferenças encontradas para o valor de dureza Knoop relacionado ao fator distância estão dispostas na Tabela 15.

TABELA 15 - Média (desvio padrão) para o fator Distâncias (30, 130 e 230 μm) em esmalte.

Distâncias	Dureza Knoop	
30	289,39 (64,62)	A
130	295,94 (61,44)	AB
230	297,83 (56,82)	B

Tratamentos cujas médias são seguidas por mesma letra não diferem entre si.

Os valores da Tabela 15 demonstram haver diferença significativa entre as diferentes distâncias do preparo, quando nenhum outro fator (tratamento ou profundidade) foi analisado, onde os menores valores foram encontrados na distância 30 μm . Desta forma, um desdobramento destes valores foi realizado, para a verificação da influência do tratamento (cimentos) neste fator (Tabela 16).

TABELA 16 - Desdobramento da interação entre tratamentos (cimentos) e distâncias (30, 130 e 230 μm).

Tratamentos	Distâncias					
	30		130		230	
FZ	276,40 (66,09)	A a	288,02 (64,10)	A a	290,71 (54,47)	A a
IV	302,45 (67,61)	A b	297,49 (60,17)	A a	293,39 (57,53)	A ab
CR	289,33 (57,83)	A ab	302,32 (59,83)	B a	309,37 (57,28)	B b

Observação: letras maiúsculas referem-se às diferenças nas linhas (distâncias) e letras minúsculas diferenças nas colunas (cimentos).

A análise do desdobramento dos valores de distância expostos na Tabela 16 indica que apenas para o cimento CR a distância alterou significativamente a dureza do esmalte. Estas alterações para CR foram encontradas nas distâncias 30 e 230 μm (p-valor é maior que 5%). O comportamento indicado na Tabela 16 é mostrado na Figura 17 das médias de dureza do esmalte, para cada tratamento, nas distâncias 30, 130 e 230 μm .

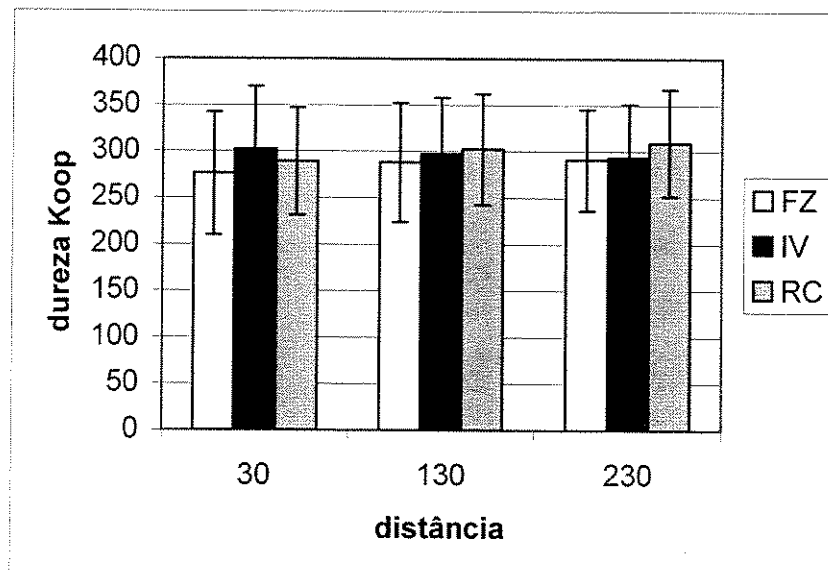


FIGURA 17 – Média (desvio-padrão) de dureza Knoop em função das distâncias (30, 130 e 230 μm) e dos diferentes tratamentos (cimentos).

Como houve indícios de significância para o fator distância dentro dos cimentos FZ, IV e RC, os valores médios de dureza em cada distância foram obtidos separadamente. Os valores médios de dureza Knoop nas diferentes profundidades para a distância 30, 130, 230 μm estão dispostos nas Tabelas 17, 18 e 19, e nas Figuras 18, 19 e 20, respectivamente.

TABELA 17 – Dureza Knoop, referentes aos tratamentos dentro de cada profundidade, em função da distância 30µm.

Tratamentos	Profundidade					
	10	30	50	70	90	110
FZ	200,65 A (50,24) a	285,67 A (42,79) b	310,19 (40,00)	A 309,74 A b (29,48) b	320,32 A (39,96) b	A 309,42 A b (45,37) b
IV	189,29 A (56,00) a	287,33 A (44,26) b	326,31 (37,67)	A 332,82 A bc (34,22) c	339,08 A (33,28) c	A 339,85 A c (42,43) c
CR	171,09 A (40,86) a	266,46 A (58,61) b	294,95 (54,81)	A 311,50 A bc (37,52) c	309,25 A (41,07) c	A 305,16 A c (29,76) c

Observação: letras maiúsculas referem-se às diferenças nas linhas (distâncias) e letras minúsculas diferenças nas colunas (cimentos).

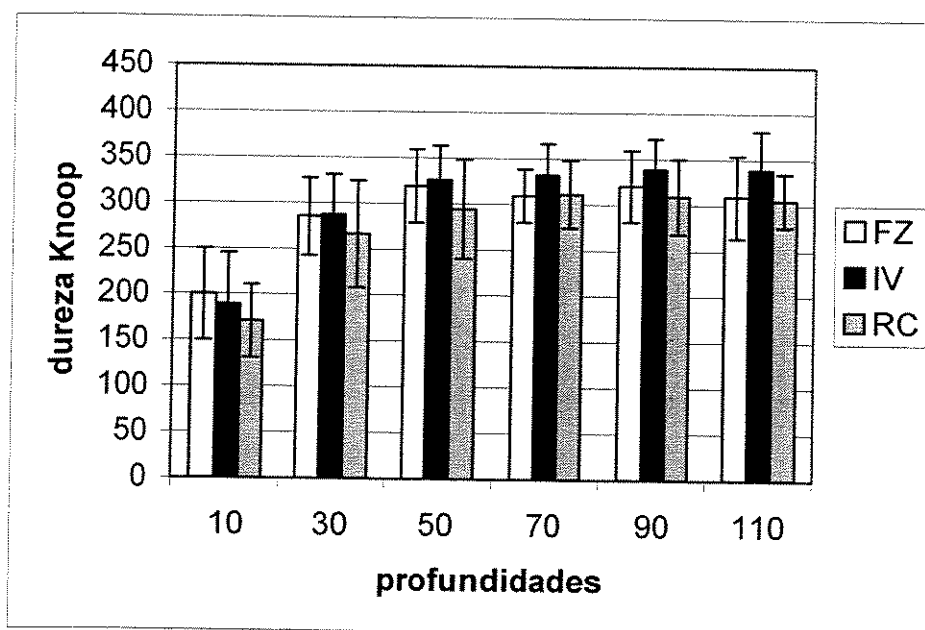


FIGURA 18 – Comparação da dureza Knoop do esmalte referente aos tratamentos dentro de cada profundidade, a 30 µm de distância da restauração.

TABELA 18 – Dureza Knoop, referentes aos tratamentos (cimentos) dentro de cada profundidade, em função da distância 130 μ m.

Tratamentos	Profundidade					
	10	30	50	70	90	110
FZ	194,11 A (56,21) a	274,25 A (53,43) b	308,24 A (43,28) bc	312,81 A (48,29) bc	319,44 A (37,80) c	319,29 A (40,83) c
IV	198,80 A (64,36) a	298,32 A (35,41) b	318,38 A (26,66) b	318,66 A (41,17) b	327,70 A (28,77) b	323,05 A (36,87) b
CR	213,47 A (50,14) a	290,43 A (47,30) b	321,80 A (44,48) b	331,07 A (41,41) b	325,91 A (44,51) b	331,21 A (31,23) b

Observação: letras maiúsculas referem-se às diferenças nas linhas (distâncias) e letras minúsculas diferenças nas colunas (cimentos).

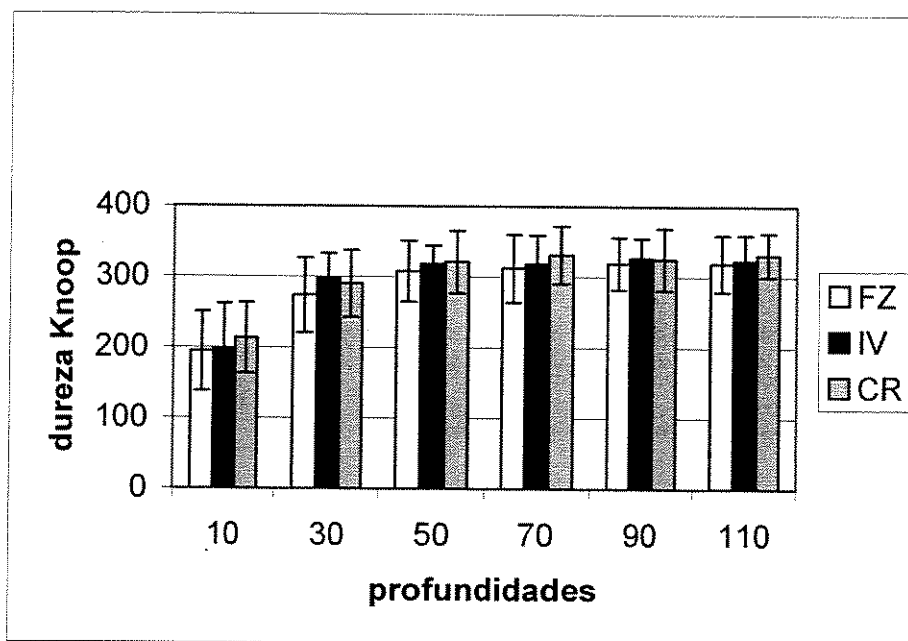


FIGURA 19 - Comparação da dureza Knoop do esmalte referente aos tratamentos dentro de cada profundidade, a 130 μ m de distância da restauração.

TABELA 19 – Dureza Knoop, referentes aos tratamentos (cimentos) dentro de cada profundidade, em função da distância 230µm.

Tratamentos	Profundidade					
	10	30	50	70	90	110
FZ	214,02 (44,87)	A 285,61 a (49,42)	A 304,73 b (46,74)	A 311,16 b (36,29)	A 315,58 b (41,82)	A 313,17 b (31,66)
IV	207,93 (50,00)	A 283,39 a (49,20)	A 317,55 b (43,43)	A 321,08 b (38,77)	A 316,62 b (29,97)	A 313,77 b (38,29)
CR	232,25 (56,99)	A 297,35 a (44,40)	A 324,89 b (43,04)	A 331,35 bc (46,51)	A 333,39 bc (34,07)	A 337,02 bc (42,04)

Observação: letras maiúsculas referem-se às diferenças nas linhas (distâncias) e letras minúsculas diferenças nas colunas (cimentos).

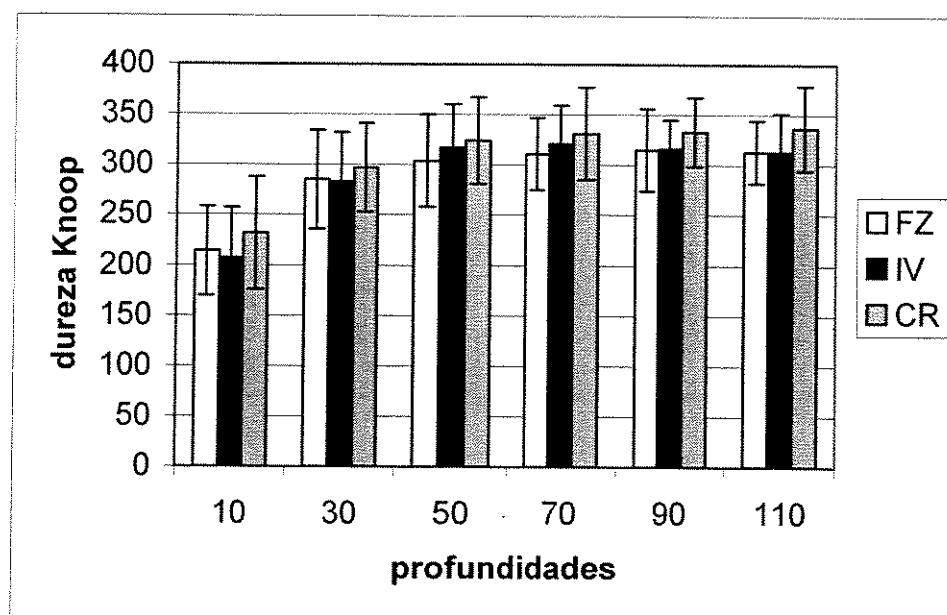


FIGURA 20 – Comparação da dureza Knoop do esmalte referente aos tratamentos dentro de cada profundidade, a 230 µm de distância da restauração.

A análise dos resultados dispostos nas Tabelas 17, 18 e 19 demonstrou que os valores de dureza Knoop em esmalte variaram de acordo com o fator distância, para o cimento CR. Neste grupo, o valor de dureza aumentou da distância 30 para a 230. Apesar

disso, quando os valores de dureza foram analisados somente em função do cimento utilizado, tal diferença não foi encontrada.

Analisando-se o comportamento da dureza em relação à profundidade, em todos os tratamentos e em todas as distancias, verificou-se o aumento significativo do seu valor da profundidade 10 até a 50. Após esta profundidade, nenhum aumento ou decréscimo significativo foram verificados para nenhum dos grupos. Apesar disso, verificou-se o decréscimo do valor de dureza da profundidade 90 para 110. Um estudo da regressão linear foi realizado para verificar o comportamento da dureza a partir da variação profundidade (Figura 21).

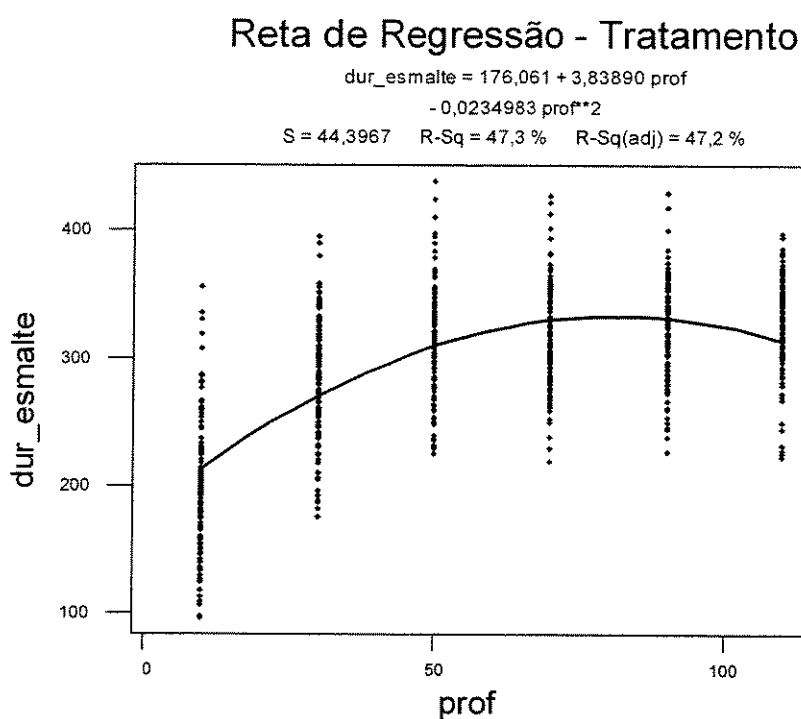


FIGURA 21 – Curva de regressão linear da dureza de esmalte em função da profundidade.

6. DISCUSSÃO

Nos últimos anos, houve um aumento na expectativa de vida, o que foi acompanhado de um maior número de idosos que mantêm os dentes naturais. Esta população, apesar de possuir problemas dentais graves, exacerbados por doenças crônicas, farmacoterapias, que levam a uma diminuição do fluxo salivar, e problemas motores que acarretam numa higienização bucal deficiente, não se submete a procedimentos dentários mutiladores através de extração seriada e instalação de próteses totais (TENNSTEDT *et al.*, 1994; ETTINGER *et al.*, 1998). Para tanto, são necessários procedimentos restauradores que protejam as estruturas dentais remanescentes, como a reabilitação com próteses fixas. A longevidade deste tipo de restauração, por sua vez, é dependente do tipo de material utilizado para cimentação (JOKSTAD & MIJÖR, 1996; SUNDH & ODMAN, 1997).

Os materiais para cimentação utilizados fazem parte dos três grupos mais indicados na prática clínica: fosfato de zinco, ionômero de vidro e resina composta (CHRISTENSEN, 1997). O fosfato de zinco possui como vantagens baixa viscosidade, baixo custo e longevidade comprovada em estudos clínicos (VALDERHAUG *et al.*, 1997), a resina composta é indicada por aderir quimicamente ao substrato dental (GÓES, 1998), enquanto os cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina são bastante utilizados devido aos benefícios atribuídos à liberação de flúor por este material (CREANOR *et al.*, 1994; FORSTEN, 1995; MITRA *et al.*, 1996; FORSTEN, 1998; VERBEECK, 1998; CARVALHO & CURY, 1999; ROBERTELLO *et al.*, 1999; GALVAN *et al.*, 2000).

Ainda de acordo com FORSTEN (1998) e ANTONIADES *et al.* (2001), a liberação de flúor de um agente restaurador ou cimentante ativaria a remineralização das superfícies em contato com a restauração, enquanto uma liberação à longo prazo proveria resistência do dente restaurado à carie secundária. Isto ocorreria devido aos efeitos do flúor sobre bactérias acidogênicas (HAMILTON, 1990; MARQUIS, 1990; VAN LOVEREN, 1990; FORSTEN, 1998) e sobre processos de desmineralização-remineralização (WEFEL, 1990; FEJERSKOV & CLARKSON, 1996; TEN CATE, 1999; LEME, 2002).

A análise de flúor demonstrou haver concentrações consideráveis deste íon na placa dental formada sobre espécimes cimentados com todos os materiais estudados, apesar de não existir flúor na composição do fosfato de zinco e do cimento resinoso. Isto ocorreu devido à não restrição de outras fontes de fluoreto, como dentifrícios fluoretados e água de abastecimento público. Mesmo com esta não restrição, houve maior concentração de flúor na placa formada sobre restaurações cimentadas com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, indicando a liberação deste íon pelo material.

A liberação de flúor por parte do cimento de ionômero de vidro modificado é concordante com diversos trabalhos *in vitro* (CREANOR *et al.*, 1994; FORSTEN, 1995; MITRA *et al.*, 1996; FORSTEN, 1998; VERBEECK *et al.*, 1998; CARVALHO & CURY, 1999; ROBERTELLO *et al.*, 1999; GALVAN *et al.*, 2000) e *in situ* (BENELLI *et al.*, 1993). Apesar disso, DALCICO (2002) em um estudo *in situ*, não verificou diferenças nas concentrações de flúor e estreptococos do grupo mutans sobre restaurações de ionômero de vidro modificado por resina quando comparado com as confeccionadas em resina, mesmo encontrando diferenças nas avaliações visual de desmineralização e de microdureza longitudinal de esmalte. Ainda, em um trabalho *in vivo* realizado por SEPPÄ *et al.* (1992),

o ionômero de vidro convencional pareceu não ter nenhuma influência na concentração de flúor presente na placa dental, devido à não restrição a nenhuma outra fonte de flúor, como os dentifrícios ou água de abastecimento público, assim como a hipótese que o fluxo salivar reduziu a concentração de flúor no local.

Também de acordo com CURY *et al.*, 1997, a concentração de flúor na placa dental é inversamente proporcional à concentração de polissacarídeo solúvel em álcali, que por sua vez depende da quantidade de ingestão de açúcares. Apesar disso, neste trabalho não houve diferença estatística dos valores de polissacarídeos solúveis em álcali entre os grupos, em contraposição à maior concentração de flúor na placa formada sobre restaurações cimentadas com ionômero de vidro modificado por resina. Os resultados encontrados neste trabalho possivelmente foram decorrentes de não ter havido indução de alto desafio cariogênico com solução de sacarose, como realizados nos trabalhos citados, mas sim foram mantidas as condições de dieta e utilização de dentifrícios e água fluoretada pelos voluntários. Estas fontes de fluoreto podem ter recarregado a placa dental formada sobre os espécimes e o ionômero de vidro cimentante.

Quanto à atividade antimicrobiana, nenhum efeito dos materiais foi encontrado tanto na redução de UFC/mg de placa de estreptococos do grupo mutans, de microbiota total ou porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total. Estes resultados contradizem os trabalhos *in vitro*, realizados por GARIB *et al.* (1993), COOGAN & CREAVEN (1993) e FUJIMAKI (2001), em que halos de inibição de crescimento de cepas de *Streptococcus mutans* foram encontrados. Nestes trabalhos, as amostras mediam de 6 mm de diâmetro a 250 mm², em contraposição a este trabalho, onde apenas uma linha de cimentação é exposta ao ambiente bucal, que segundo SHINKAI

(1999) pode variar de 10,2 a 101,2 µm, o que poderia resultar num menor efeito deste material sobre as bactérias analisadas, devido a uma menor liberação de flúor.

Apesar disso, neste estudo, houve maior concentração de flúor na placa dental formada sobre restaurações cimentadas com ionômero de vidro que sobre os demais materiais. A concentração de flúor na placa capaz de exercer efeito antibacteriano foi relatada como sendo de 19 a 20 ppm F, em trabalhos que utilizaram placa úmida para análise bioquímica (MARSH & BRADSHAW, 1990), sendo que estes valores não podem ser comparados com os encontrados neste trabalho, uma vez que a placa dental utilizada para a mesma análise foi previamente levada a um dessecador. Desta forma, a quantidade de flúor em ppm mensurado em placa seca capaz de exercer algum efeito antimicrobiano ainda não foi constatada. Outra possível justificativa para a divergência de resultados, é que o tempo de análise destes trabalhos *in vitro* foi de até sete dias, em contraste com o presente estudo, onde os espécimes permaneceram em ambiente bucal por vinte e um dias. Apesar disso, em um estudo *in situ* realizado por BENELLI *et al.* (1993), havia uma menor concentração de *Streptococcus mutans* na placa dental formada sobre restaurações diretas de ionômero convencional quando comparadas à placa formada sobre restaurações de compósito, onde as amostras permaneceram em ambiente bucal por 28 dias.

Em contrapartida, os dados deste estudo são concordantes com trabalhos realizados por FISCHIMAN & TINANOFF (1994), que encontraram efeito antimicrobiano apenas nas primeiras 24 horas após a manipulação do cimento, VAN DIJKEN *et al.* (1997), que verificou *in vivo* as concentrações de flúor e bactérias associadas à cárie, e

SCHMEISER & GÜLSZOW (1999), que estudaram a influência de diversos cimentos na fermentação de sacarose por microrganismos presentes na cavidade oral.

FISCHIMAN & TINANOFF (1994) demonstraram a importância do tempo após a presa do cimento no efeito antimicrobiano; enquanto todos os materiais ionoméricos analisados por eles tiveram efeito sobre microrganismos do grupo *mutans*, no final do experimento apenas duas marcas comerciais de ionômero de vidro convencional mantiveram este efeito antimicrobiano. Neste mesmo trabalho, a quantidade de flúor liberado dos materiais também não teve relação com os tamanhos dos halos de inibição encontrados. Ao invés disso, estes valores estavam relacionados ao pH proveniente dos cimentos utilizados. Os resultados encontrados no estudo *in vivo* realizado por VAN DIJKEN *et al.* (1997) também demonstraram a falta de relação entre concentrações de flúor presentes na placa dental e presença de bactérias associadas à cárie.

Ainda, em um estudo realizado *in vivo* por KREULEN *et al.* (1997), em que o efeito antimicrobiano do ionômero de vidro modificado por resina como material restaurador foi testado, verificou-se que apesar do mesmo ser capaz de reduzir a concentração de *Streptococcus mutans* em relação ao seu controle de resina, este não inibiu completamente o crescimento de microrganismos.

Outro fator a ser analisado quanto à concentração dos microrganismos, é o fato de que neste trabalho os voluntários eram usuários de Prótese Parcial Removível, que por si só já aumenta a concentração de microrganismos (ROCHA *et al.*, 2002). Neste trabalho, o aumento nas concentrações salivares de *Streptococcus mutans* foi constatado à medida em que se aumentava o tempo de uso da prótese. Assim, o efeito do uso de Prótese

Parcial Removível sobre a concentração de estreptococos do grupo mutans pode ter sido maior do que do cimento utilizado em cada fase.

A microdureza é bastante utilizada como forma de se obter valores referentes ao conteúdo mineral de dentes humanos, inclusive a dados referentes à cárie secundária (BENELLI *et al.*, 1993; SHINKAI *et al.*, 2001; DALCICO, 2002). Os valores obtidos são denominados de dureza Knoop e podem ser transformados em porcentagem de volume mineral através de uma fórmula matemática. Os valores de dureza Knoop encontrados neste estudo, quando analisados somente com a variável tratamento (cimento), não revelam maior eficiência de nenhum dos tratamentos utilizados.

Os resultados de dureza Knoop encontrados neste estudo corroboram com trabalhos de WHITE *et al.* (1992) e WHITE *et al.* (1995), ambos consistindo-se de estudos *in vitro*, onde dentes restaurados com coroas metálicas foram submetidos à termociclagem, e de SHINKAI *et al.* (2001), que não encontraram diferenças quanto à ocorrência de cárie secundária em esmalte e dentina humanos restaurados com esferas metálicas e cimentados com diversos materiais, dentre eles o ionômero de vidro modificado por resina, submetidos a um modelo de ciclagem de pH. Ainda, alguns trabalhos não encontraram diferenças na longevidade de restaurações indiretas e cimentos utilizados (JOKSTAD & MIJÖR, 1997), enquanto VALDERHAUG *et al.* (1997) verificaram que 85% das restaurações cimentadas com fosfato de zinco sobreviveram em ambiente bucal.

Entretanto, estes resultados não são concordantes com trabalhos *in vivo* realizado por WHITE *et al.* (1994) e *in vitro* por ETTINGER *et al.* (1998) em dentes restaurados com coroas cimentadas e posteriormente submetidas à microscopia de luz polarizada, para análise de microinfiltração. Contudo, os resultados de estudos com

microscopia de luz polarizada poderiam ser influenciados pelo meio de embebição utilizado e o fato de que a birrefringência da estrutura dental é influenciado por fatores intrínsecos ao dente (SHINKAI, 1999).

Os resultados deste estudo também não estão de acordo com valores encontrados em estudos *in vitro*, *in situ* e *in vivo*, onde a cárie secundária foi avaliada ao redor de restaurações diretas de ionômero de vidro convencional (BRACKETT & METZ, 1992; SERRA & CURY, 1992; BENELLI *et al.*, 1993; TEN CATE *et al.*, 1995; SERRA & RODRIGUES, 1998) ou modificados por resina (THONEMANN *et al.*, 1995; DUNNE *et al.*, 1996; TAM *et al.*, 1997; TANJORN *et al.*, 1997; DONLY *et al.*, 1999; KOTSANOS, 2001; DALCICO, 2002).

Apesar do ionômero de vidro modificado por resina liberar flúor, este fator não influenciou nos valores de dureza Knoop encontrados no presente trabalho. Resultados semelhantes foram encontrados por CHUNG *et al.* (1998), onde apesar do aumento na concentração de flúor ser encontrado na placa dental formada sobre dentes com *bracketts* ortodônticos cimentados com ionômero de vidro modificado por resina, este fator não foi capaz de promover efeito cariostático algum, se comparado ao cimento resinoso. DONLY *et al.* (1999) estudaram a influência da utilização do dentifrício fluoretado em restaurações diretas *in situ*. Neste trabalho, os autores verificaram que o ionômero de vidro modificado por resina foi capaz de promover maiores valores de remineralização de estrutura dental em comparação aos demais materiais apenas quando o dentifrício não fluoretado foi utilizado.

Estudos à respeito da participação do dentifrício fluoretado em processos des-re indicam que até mesmos formulações com concentrações reduzidas de flúor são capazes de favorecer processos de remineralização. PERES (2001) verificou em um trabalho *in situ*,

que uma formulação reduzida quanto à concentração de flúor (550 ppm F) foi capaz de reduzir a desmineralização do esmalte na mesma proporção que um dentifrício com 1100 ppm F. Desta forma, o uso de dentifrício fluoretado poderia encobrir os efeitos do flúor liberado de outras fontes, como aplicações tópicas de flúor, fluoretação da água ou mesmo de flúor proveniente do ionômero de vidro. O efeito sobre a desmineralização dental do flúor proveniente de duas fontes (dentifrício fluoretado e aplicação tópica de flúor profissional) foi demonstrado por LEME (2002), onde nenhum efeito adicional da aplicação tópica de flúor foi encontrado, quando o mesmo foi associado à utilização de dentifrício fluoretado.

Outro fator que justificaria o menor valor de dureza encontrado na resina composta na primeira camada do esmalte seria um efeito local do ácido fosfórico utilizado para condicionamento ácido antes da aplicação do adesivo.

No presente trabalho, apesar de liberar flúor, o ionômero de vidro modificado por resina não foi capaz de reduzir a concentração de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total, quando comparado aos cimentos de fosfato de zinco ou cimento resinoso. O ionômero de vidro modificado por resina também não modificou os valores de dureza Knoop em relação aos outros cimentos estudados, não sendo eficiente na prevenção da cárie adjacente às restaurações metálicas.

Diante dos resultados, não se constatou uma ação direta do cimento de ionômero de vidro modificado por resina na redução de microrganismos considerados cariogênicos ou na microdureza em esmalte e dentina radicular, levando ao indício de que este material não seria mais eficaz em prevenir um episódio de cárie secundária se utilizado como agente de cimentação. Entretanto, estudos posteriores *in vivo* devem ser realizados para se avaliar

longitudinalmente o efeito deste cimento sobre a inibição de cárie em comparação a outros existentes no mercado.

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os cimentos odontológicos utilizados no experimento não interferiram na composição microbiológica, nem tampouco nos polissacarídeos da placa dental formada sobre os espécimes;
- A placa dental formada sobre as restaurações indiretas cimentadas com ionômero de vidro modificado por resina apresentou as maiores quantidades de flúor;
- O tipo de cimento não influenciou os resultados de microdureza em esmalte e dentina radicular ao redor de restaurações indiretas.

***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

3M DENTAL PRODUCTS. RELY X ARC Adhesive Resin Cement, 1996 [Technical Product Profile].

_____. RELY X LUTING CEMENT VITREMER, 1996 [Technical Product Profile].

ANTONIADES, M.H. *et al.* Fluoride Release from Restorative Materials and a Luting Cement. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 86, n. 2, p. 156-164, Aug 2001.

BENELLI, *et al.* *in situ* Anticariogenic Potential of Glass Ionomer Cement. *Caries Res*, Basel, v. 27, p. 280-284, June/July 1993.

BRACKETT, W.W.; METZ, J.E. Performance of Glass Ionomer Cement over 5 Years in a General Practice. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 67, n. 1, p. 59-61, Jan 1992.

CARLÉN, A. *et al.* Surface Characteristics and *in vitro* Biofilm Formation on Glass Ionomer and Composite Resin. *Biomaterials*, Oxford, v. 22, p. 481-487, 2001.

CARVALHO, A.S.; CURY, J. A. Fluoride Release from some Dental Materials in Different Solutions. *Oper Dent*, Seattle, v. 24, p. 14-19, 1999.

CHRISTENSEN, G.J. Cements Used for Full Restorations: A Survey of the American Academy of Esthetic Dentistry. *J Esthet Dent*, Hamilton, v. 9, n. 1, p. 20-26, 1997.

* *Baseada na NBR – 6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

CHUNG, C.K. *et al.* Fluoride Release and Cariostatic Ability of a Compomer and a Resin-modified Glass Ionomer Used for Orthodontic Bonding, *J Dent*, Oxford, v. 26, p. 533-538, 1998.

COOGAN, M.M.; CREAVEN, P.J. Antibacterial properties of eight dental cements. *Int Endodontic J*, v. 26, p. 355-361, 1993.

CREANOR, S.L. *et al.* Fluoride Uptake and Release Characteristics of Glass Ionomer Cements, *Caries Res*, Basel, v. 28, n.5, p. 322-328, Sep/Oct. 1994.

CRISP, S.; WILSON, A.D. Reactions in Glass Ionomer Cements: I. Decomposition of the Powder *J Dent Res*, Washington, v. 53, n. 6: 1409-1413, Nov/Dec, 1974.

CURY, J.A., SAAD, J.R.C.; RODRIGUES Jr, A.L. Liberação de Flúor do Selante na Água, Saliva e Soluções Desmineralizante-remineralizante. *RGO*, Porto Alegre, v. 41, n. 5, p. 273-275, set/out 1993.

_____, REBELLO, M.A.B., DEL BEL CURY, A.A. *in situ* Relationship between Sucrose Exposure and the Composition of Dental Plaque. *Caries Res*, Basel, v. 31, p. 356-360, 1997.

DALCICO, R. *Liberação de Flúor e Alumínio e Potencial Anticariogênico de Materiais Restauradores – Estudo in situ*. Piracicaba, 2002.107p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

DIONYSOPOULOS, P. *et al.* Artificial Secondary Caries Around two New F-containing Restoratives. *Oper Dent*, Seattle, v. 23, p. 81-86, 1998.

DONLY, K.J. *et al.* Evaluating the Effects of Fluoride-releasing Dental Materials. *J Am Dent Assoc*, Chicago, v. 130, p. 817-825, June 1999.

DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analyt Chem*, Washington, v. 28, p. 350-356, 1956.

DUNNE, S.M. *et al.* Caries Inhibition by a Resin-modified and a Conventional Glass Ionomer, *in vitro*. *J Dent*, Oxford, v. 24, n. 1-2, p. 91-94, 1996.

ETTINGER, R.L. *et al.* An *in vitro* Evaluation of the Integrity of Stainless Steel Crown Margins Cemented with Different Luting Agents *SCD*, v. 18, n. 2, p. 78-83, 1998.

FEATHERSTONE, J.D.B. *et al.* Comparison of Artificial Caries-like Lesions by Quantitative Microradiography and Microhardness Profiles *Caries Res*, Basel, v. 17, n. 5, p. 385-391, Sept/Oct 1983.

_____ ; Consensus Conference on Intra-oral Models: Evaluation Techniques, *J Dent Res*, Washington, v. 71, p. 955-956, 1992 [Spec Issue].

_____ ; J.D.B.; ZERO, D.T. An *in situ* Model for Simultaneous Assessment of Inhibition of Demineralized and Enhancement of Remineralization. *J Dent Res*, Washington, v. 71, p. 804-810, Apr 1992 [Spec Issue].

FEJERSKOV, O.; CLARKSON, B.H. Dynamics of Caries Lesion Formation In FEJERSKOV, O.; EKSTRAND, J.; BURT, B.A. *Fluoride in Dentistry*. 2nd edition Copenhagen: Munksgaard, 1996.

FISCHMAN, S. A.; TINANOFF, N. The Effect of Acid and Fluoride Release on the Antimicrobial Properties of Four Glass Ionomer Cements. *Pediatr Dent*, Chicago, v. 16, n. 5, p. 368-370, Sep/Oct 1994.

FORSTEN, L. Resin-modified Glass Ionomer Cements: Fluoride Release and Uptake. *Acta Odontol Scand*, Oslo, v. 53, p. 222-225, 1995.

_____; Fluoride Release and Uptake by Glass-ionomers and Related Materials and its Clinical Effect, *Biomaterials*, Oxford, v. 19, p. 503-508, 1998.

FUJIMAKI, M. *Liberação de Flúor e Alumínio por Materiais Odontológicos e seu Efeito na Acidogenicidade de S mutans e na Formação e Composição da Placa experimental*. Piracicaba, 2000. 144p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

GALVAN, R.I.; ROBERTELLO, F.J.; LYNDE, T.A. In vitro Comparison of Fluoride Release of Six Direc Core Materials. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 83, n. 6, p. 629-633, Aug 2000.

GARIB, T.M.; ROSA, O.P.S.; ROCHA, R.S.S. Ação Antimicrobiana de Cimentos de Ionômero de Vidro Restauradores. *Rev FOB*, Bauru, v. 1, n. 1/4, 1-5, jan/dez 1993.

GÓES, M.F. Cimentos Resinosos. In CHAIN, M.C. & BARATIERI, L.N. *Restaurações Estéticas com Resina Composta em Dentes Posteriores*. 1^a ed. São Paulo : Artes Médicas LTDA, 1998. Cap 6.

GOLD, O.D.; JORDAN, H.V.; VAN HOUTE, J.V. A Selective Medium for *Streptococcus mutans*. *Arch Oral Biol*, Oxford, v. 18, p. 1357-1364, 1973.

HAMILTON, I.R. Biochemical Effects of Fluoride on Oral Bacteria *J Dent Res*, Washington, v. 69, p. 660-667, Feb 1990 [Spec Issue].

HERSEK, N.E.; CANAY, S. *in vivo* Solubility of Thress Types of Luting Cement. *Quintessence Int*, Berlin, v. 27, n. 3, p. 211-216, 1996.

JOKSTAD, A.; MIJÖR, A. Ten Years' Clinical Evaluation of Three Luting Cements. *J Dent*, Oxford, v. 24, n. 5, p. 309-315, 1996.

KIDD, E.A.M. Microleakage: a Review *J Dent*, Oxford, v. 4, n. 5, p. 200-206, Sept 1976.

_____; TOFFENETTI, F.; MIJÖR, I.A. Secondary Caries. *Int Dent J*, Guildford, v. 42, n. 3, p. 127-138, June 1992.

KOTSANOS, N. An Intraoral Study of Caries Induced on Enamel in Contact With Fluoride-releasing Restorative Materials. *Caries Res*, Basel, v.35, p. 200-204, 2001.

KREULEN, C.M.; de SOET, J.J.; van AMERONGEN, W.E. *in vivo* Cariostatic Effect of Resin Modified Glass Ionomer Cement and Amalgam on Dentine. *Caries Res*, Basel, v. 31, p. 384-389, 1997.

LEME, A. F. P. **Efeito da Associação da Aplicação Tópica Profissional de Flúor e Dentifrício Fluoretado na Desmineralização do Esmalte e na Composição Bioquímica e Microbiológica da Placa Dental *in situ***. Piracicaba, 2002.157p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

MARQUIS, R.E. Diminished Acid Tolerance of Plaque Bacteria Caused by Fluoride *J Dent Res*, Washington, v. 69, p. 672-675, Feb 1990 [Spec Issue].

- MARSH, P.D.; BRADSHAW, D.J. The Effect of Fluoride on the Stability of Oral Bacterial Communities in vitro. *J Dent Res*, Washington, v. 69, p. 668-671, Feb 1990 [Special Issue].
- MATTHIS, R.S.; FERRACANE, J.L. Properties of Glass-ionomer / Resin Composite Hybrid Materials. *Dent Mater*, Oxford, v. 5, n. 5, p. 355-358, Sep 1989.
- Mc CABE, J.F. Resin-Modified Glass-ionomers. *Biomaterials*, Oxford, v. 19, p. 521-527, 1998 [Spec Issue].
- Mc LEAN.; NICHOLSON, J.W.; WILSON, A.D. Proposed Nomenclature for Glass Ionomer Dental Cements and Related Materials. *Quintessence Int*, Berlin, v. 25, n. 9, p. 587-589, Sept 1994.
- MELLBERG, J.R. Hard-tissue Substrates for Evaluation of Cariogenic and Anticariogenic Activity *in situ*, *J Den Res*, Washington, v. 71, p. 913-919, 1992 [Spec Issue].
- _____; PETROU, I.D.; GROTE, N.E. Findings From an *in situ* Thin-section Sandwich Model for Evalutaing Cariogenic and Anti-cariogenic Activity. *J Dent Res*, Washington, v. 71, p. 850-855, 1992 [Spec Issue].
- MITRA, S.B. Photocurable ionomer cement system. European Patent Application No. 0 323 120 A2, 1989 apud NICHOLSON, J.W. Chemistry of Glass-ionomer Cements: a review. *Biomaterials*, Oxford, v. 19, p. 485-494, 1998.
- MUSA, A.; PEARSON, G.J.; GELBIER, M. *in vitro* Investigation of Fluoride Ion Release from Four Resin-modified Glass Polyalkenoate Cements. *Biomaterials*, Oxford, v. 17, n. 10, p. 1019-23, 1996.

NICHOLSON, J.W. Chemistry of Glass-ionomer Cements: a review. *Biomaterials*, Oxford, v.19, p. 485-494, 1998.

OOGARD, B. & ROLLA, G. The *in vivo* Orthodontic Banding Model for Vital Teeth and the *in situ* Orthodontic Banding Model for Hard-tissue Slabs. *J Dent Res*, Washington, v. 71, p. 832-835, Apr 1992 [Spec Issue].

_____; _____. Intra-oral Models: Comparison of *in situ* Substrates, *J Den Res*, Washington, v. 71, p. 920-923, 1992 [Spec Issue].

PERES, P.E.C. *Avaliação in situ de uma Formulação de Dentifrício com Concentração Reduzida de Flúor*. Piracicaba, 2001. 110p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

ROBERTELLO, F.J. et al. Fluoride Release of Glass Ionomer-base Luting Cements *in vitro*. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 82, n. 2, 172-176, Aug 1999.

ROCHA, E.P. et al. Longitudinal Study of the Influence of Removable Partial Denture on the Levels of *Streptococcus mutans* in Saliva. *J Oral Rehabil*, Oxford, v. 29, p. 1-8, 2002.

ROSALEN, P.L.; BOWEN, W.H.; PEARSON, S.K. Effect of Copper Co-Crystallized With Sugar on Caries Development in Desalivated Rats. *Caries Res*, Basel, v. 30, p. 367-372, 1996.

SEPPÄ, L. SALMENKIVI, S., FORSS, H. Enamel and Plaque Fluoride Following Glass Ionomer Application in vivo. *Caries Res*, Basel, v. 26, p. 340-344, 1992.

SERRA, M.C.; CURY, J.A. The *in vitro* Effect of Glass-ionomer Cement Restoration on Enamel Subjected to a Demineralization and Remineralization Model. *Quintessence Int*, Berlin, v. 23, p. 143-147, Feb 1992.

_____; RODRIGUES Jr., A.L. Potencial Cariostático de Materiais Restauradores Contendo Flúor. *Rev APCD*, São Paulo, v. 52, n. 5, p. 359-364, set/out 1998.

SCHMEISER, R.; GÜLZOW, H.J. The Influence Luting Cements on the Fermentation of Sucrose by Oral Microorganisms. *J Dent*, Oxford, v. 27, p. 37-41, 1999.

SHINKAI, R.S.A. *et al.* Materiais Dentários em Prótese: Pesquisa entre Protesistas Brasileiros. *Anais da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica. Divisão Brasileira da IADR*, São Paulo, p.60, 1998, [Resumo, A164].

_____; **Avaliação do Desenvolvimento *in vitro* de Cárie Secundária em Esmalte e Dentina Radicular Adjacentes a Restauração Metálica Cimentada.** Piracicaba, 1999.139p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade Estadual de Campinas.

_____; DEL BEL CURY, A.A.; CURY, J.A. *in vitro* Evaluation of Secondary Caries Development in Enamel and Root Dentin Around Luted Metallic Restoration *Oper Dent*, Seattle, v. 26, p. 52-59, 2001.

TAM, L.E.; CHAN, G.P-L.; YIM, D. *in vitro* Caries Inhibition Effects by Conventional and Resin-Modifies Glass-Ionomer Restorations. *Oper Dent*, Seattle, v. 22, p. 4-14, 1997.

TANTBIROJN, D. DOUGLAS, W.H., VERSLUIS, A. Inhibitive Effect of a Resin-Modified Glass Ionomer Cement on Remove Enamel Artificial Caries. *Caries Res*, Basel, v. 31, p. 275-280, 1997.

TEN CATE, J.M. Patient Selection and Appliance Design in Intra-oral Models. *J Dent Res*, Washington, v. 71, p. 908-910, 1992 [Spec Issue].

_____; BUIJS, M.J.; DAMEN, J.J.M. The Effects of GIG Restorations on Enamel and Dentin Demineralization and Remineralization. *Adv Dent Res*, Washington, v. 9, n. 4, p. 384-388, Dec 1995.

TENNSTEDT, S.L. *et al.* Understanding Dental Service Use by Older Adults: Sociobehavioural Factors vs. need. *J Public Health Dent*, Richmond, v. 54, p. 211-9, 1994.

THONEMANN, B. *et al.* Resin Modified Glass Ionomers for Luting Posterior Ceramic Restorations. *Dent Mater*, Washington, v. 11, p. 161-168, May 1995.

TYAS, M.J. Cariostatic Effect of Glass Ionomer Cement: a Five-year Clinical Study. *Aus Dent J*, Saint Leonards, v. 36, n. 3, p. 236-242, June 1991.

VALDERHAUG, J. *et al.* Assessment of the Periapical and Clinical Status of Crowned Teeth over 25 years. *J Dent*, Oxford, v. 25, n.2, p. 97-105, Mar 1997.

VAN DIJKEN, J.W.V.; HÖRSTEDT, P. Marginal Breakdown of Fired Ceramic Inlays Cemented with Glass Polyalkenoate (ionomer) Cement and Resin Composite. *J Dent*, Oxford, v. 22, p. 256-272, 1994.

_____ ; *et al.* A. Fluoride and Mutans Streptococci Levels in Plaque of Aged Restorations of Resin-modified Glass Ionomer Cement, Compomer and Resin Composite. *Caries Res*, Basel, v. 31, p. 379-383, 1997.

VAN LOVEREN, C. The Antimicrobial Action of Fluoride and its Role in Caries Inhibition *J Dent Res*, Washington, v. 69, p. 676-681, Feb 1990 [Spec Issue].

VERBEECK, R.M.H. *et al.* Fluoride Release Process of (resin-modified) Glass-ionomer Cements versus (polyacid-modified) Resin Composites *Biomaterials*, Oxford, v. 19, n. 6, p. 509-519, March 1998.

WEFEL, J.S. Effects of Fluoride on Caries Development and Progression Using Intra-oral Models *J Dent Res*, Washington, v. 69, n. 626-633, 1990 [Spec Issue].

WHITE, S.N. *et al.* Microleakage of New Crown and Fixed Partial Denture Luting Agents. *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 67, n. 2, p. 156-161, 1992.

_____ ; *et al.* *in vivo* Microleakage of Luting Cements for Cast Crowns *J Prosthet Dent*, Saint Louis, v. 71, n. 4, p. 333-338, 1994.

_____ ; FURUICHI, R.; KYOMEN, S.M. Microleakage Through Dentin after Crown Cementation, *J Endod*, Baltimore, v. 21, n. 1, p. 9-12, 1995.

WILSON, A.D.; KENT, B.E. A New Translucent Cement for Dentistry, *Br Dent J*, London, v. 15, p. 133-135, Feb 1972.

ZERO, D.T., *in situ* Caries Models. *Adv Dent Res*, Washington, v. 9, n. 3, p. 214-230, Nov 1995.

ANEXO 1

AVALIAÇÃO *in situ* DE CÁRIE SECUNDÁRIA AO REDOR DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

Responsáveis: Profa Dra Altair Antoninha Del Bel Cury
CD Juliana Silva Moura
Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA TRATAMENTO EM PESQUISA

JUSTIFICATIVA

A principal causa de insucesso em restaurações indiretas é a ocorrência de cáries secundárias, que se localizam na interface dente-cimento-restauração. Apesar das evidências de que o flúor presente em materiais restauradores interfere nos processos de mineralização e desmineralização da estrutura dental, existem dúvidas quanto à sua eficácia quando utilizado em próteses fixas.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar a influência de cimentos de diferentes composições – com e sem flúor – no desenvolvimento de cárie secundária em esmalte e dentina radicular ao redor de restaurações metálicas indiretas, ou seja, fixadas ao dente por um cimento.

PROCEDIMENTOS

Para alcançar nossos objetivos, necessitamos de sua participação. Esta participação consistirá na utilização de aparelhos intra-buciais, contendo quatro amostras e de soluções de sacarose, que devem ser aplicadas oito vezes ao dia sobre as amostras. Cada amostra se constitui de um bloco de dente humano devidamente esterelizado, uma restauração metálica e um tipo de cimento. O estudo terá duração de três meses e meio, sendo 14 dias para cada tipo de cimento e um intervalo de uma semana entre cada tipo de cimento utilizado. Assim, todos os participantes, utilizarão amostras com todos os tipos de cimento.

MÉTODOS ALTERNATIVOS

Não existem métodos alternativos.

DESCONFORTOS E RISCOS

Quando da utilização do aparelho intra-bucal, você poderá sentir desconforto, referente à algum tipo de dificuldade durante a fala, durante o período de adaptação do aparelho. Você também poderá sentir-se incomodado com a presença do aparelho, também durante o período de adaptação do mesmo.

A sacarose utilizada será na forma de gotas sobre os blocos presentes nos aparelhos, não implicando em qualquer aumento de cárie dental. Durante a pesquisa será utilizado dentifrício não fluoretado, por este motivo, você deve consumir uma dieta com menos açúcar, realizar uma melhor higiene bucal e ingerir água de abastecimento de Piracicaba, que é fluoretada.

BENEFÍCIOS ESPERADOS

Seu benefício como voluntário será o auxílio indireto, na forma de contribuição para a realização deste projeto.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Durante todo o período da pesquisa, acompanhamentos semanais serão realizados, para ver as condições do aparelho, fazer a troca da solução de sacarose e verificar condições de sua saúde bucal.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTOS

Você tem a garantia de que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa. Os pesquisadores envolvidos na pesquisa se comprometem a informá-lo de informações atualizadas, ainda que isto possa agendar a sua vontade em continuar participando como voluntário. Qualquer dúvida, favor comunicar-nos, pelos telefones:

3432 8709 – Juliana

3433 4736 – Profa. Dra. Altair

LIBERDADE DE SE RECUSAR A PARTICIPAR

Você tem a liberdade de se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa.

GARANTIA DE SIGILO

Garantimos sigilo e asseguramos a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

FORMAS DE RESSARCIMENTO

Serão ressarcidos quaisquer gastos referentes à sua locomoção ao local da pesquisa, se necessário. Assim como serão ressarcidos outros gastos referentes à alimentação (café da manhã) nos dias de remoção dos blocos.

FORMAS DE INDENIZAÇÃO

Não há danos previsíveis decorrentes desta pesquisa

Piracicaba, _____ de _____ de 200_.

Assinatura do pesquisador _____ / CPF _____ / RG _____ /
Endereço _____ / Telefone _____

Assinatura do voluntário _____ / CPF _____ / RG _____ /
Endereço _____ / Telefone _____

Assinatura da testemunha _____ / CPF _____ / RG _____ /
Endereço _____ / Telefone _____

ATENÇÃO

- A sua assinatura indica o seu consentimento;
- A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP. Endereço - Av. Limeira, 901 - CEP/FOP - 13414-900 - Piracicaba – SP;
- 2 vias: 1ª via do voluntário; 2ª via dos pesquisadores.

AVALIAÇÃO in situ DE CÁRIE SECUNDÁRIA DENTINA AO REDOR DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

Responsáveis: Profa Dra Altair Antoninha Del Bel Cury

CD Juliana Silva Moura

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PÓS-INFORMAÇÃO PARA DOAÇÃO DE DENTE

JUSTIFICATIVA

A principal causa de fracasso de coroas ou pontes fixas – restaurações feitas fora da boca do paciente e fixadas por cimento – é a ocorrência de cáries. Apesar de saber que o flúor evita cáries, existem dúvidas quanto à sua eficácia quando usado em coroas e pontes fixas.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar a influência de cimentos com e sem flúor no desenvolvimento de cárie redor de coroas metálicas fixadas ao dente por um cimento.

PROCEDIMENTOS

Para alcançar nossos objetivos, necessitamos de sua participação. Esta participação consistirá na doação do terceiro molar (dente siso) a esta pesquisa, sendo que este dente é extraído por necessidade clínica e por indicação de seu cirurgião dentista. O destino destes dentes, após a sua extração seria o descarte.

DESCONFORTOS E RISCOS

Os desconfortos e riscos se referem aos presentes para qualquer cirurgia de extração de terceiros molares.

BENEFÍCIOS ESPERADOS

Não existe qualquer tipo de benefício associado à sua participação na pesquisa.

MÉTODOS ALTERNATIVOS

Não existem métodos alternativos.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA

Não haverá acompanhamento odontológico depois da doação de seu dente pelos dentistas da pesquisa.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO

Você tem a garantia de ser informado sobre a natureza da pesquisa, assim como será esclarecido de qualquer dúvida à respeito dos riscos e benefícios relativos à sua participação nesta pesquisa.

LIBERDADE DE RECUSAR A PARTICIPAR

Você tem a liberdade de se recusar a doar o seu dente à pesquisa, sem penalização alguma.

GARANTIA DE SIGILO

Garantimos sigilo e asseguramos a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

FORMAS DE RESSARCIMENTO:

Não serão reembolsados quaisquer gastos referentes à sua locomoção ao local da pesquisa.

Piracicaba, _____ de _____ de 200__.

Assinatura do pesquisador _____ / CPF _____ /
RG _____ / Endereço _____ / Telefone _____

Assinatura do voluntário _____ / CPF _____ /
RG _____ / Endereço _____ / Telefone _____

Assinatura da testemunha _____ / CPF _____ /
RG _____ / Endereço _____ / Telefone _____

ATENÇÃO

- A sua assinatura indica o seu consentimento;
- A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP. Endereço - Av. Limeira, 901 - CEP/FOP - 13414-900 - Piracicaba - SP;
- 2 vias: 1ª via do voluntário; 2ª via dos pesquisadores.

AVALIAÇÃO in situ DE CÁRIE SECUNDÁRIA DENTINA AO REDOR DE RESTAURAÇÕES METÁLICAS INDIRETAS

Responsáveis: Profa Dra Altair Antoninha Del Bel Cury

CD Juliana Silva Moura

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP

INSTRUÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS

1. O estudo está dividido em três etapas de 21 dias cada, com intervalo de no mínimo 7 dias entre os tratamentos, de acordo com o cronograma a seguir:

1ª. etapa: 20 e 21 de maio a 10 e 11 de junho;

2ª. etapa: 24 e 25 de junho a 15 e 16 de julho;

3ª. etapa: 22 e 23 de julho a 12 e 13 de agosto.

2. Os voluntários deverão comparecer à Faculdade de Odontologia de Piracicaba no início e fim de cada fase, para trocar as próteses no horário marcado.

3. Durante toda a pesquisa, os voluntários deverão utilizar dentifrício e escova dental fornecidos pelos pesquisadores. Não utilizar produtos que contenham flúor, como bochechos fluoretados (Cepacol) ou antissépticos bucais (Listerine, Anapyon, etc.).

4. Caso haja necessidade de se utilizar medicamentos que possam interferir no fluxo salivar ou antibióticos, comunicar aos pesquisadores da pesquisa.

5. A higienização bucal, incluindo a higienização das próteses, deve ser realizada de acordo com as instruções dadas oralmente e por escrito pelos pesquisadores.

6. Qualquer dúvida ou problema, entrar em contato com os pesquisadores, pelos telefones:

Juliana – 3432 8709 (residência) / 3412 –5295 (laboratório)

Profa. Dra. Altair – 3433 9685 (residência) / 3412 –5294 (faculdade)

AGRADECEMOS A COLABORAÇÃO!

ANEXO 2

RESULTADOS

1. UFC/mg de placa úmida

1.1 UFC de microbiota total / mg

	CR	IV	FZ
A	1.2E+08	7326007	1.7E+08
B	2E+07	8492569	943953
C	1.1E+07	1.6E+07	1.1E+07
D	4.6E+07	1.9E+07	1.8E+07
E	4146141	3.3E+08	
F	1160714	236111	1250000
G	5131004	5418719	1006711
H	625000	174772	2628571
I	1.1E+07	2E+07	2.6E+08
J	1.9E+07	7.1E+07	2.5E+07
L	3.1E+07	1788991	2.5E+07
M	8188976	6644518	3716814
N	1.1E+07	1E+07	1E+07
O	89093.7	6.1E+08	1.2E+07
MEDIA	2.1E+07	1.8E+08	7.9E+07
SD	3.2E+07	1.8E+08	7.9E+07

1.2 UFC estreptococos do grupo mutans / mg

	CR	IV	FZ
A	248148	104396	130324
B	1938406	313163	250737
C	986563	1E+06	289474
D	791525	3E+06	1385042
E	212438	7E+06	
F	94742	70371	1125
G	41484.7	424877	559284
H	22447.8	379.94	657143
I	1669196	1E+06	3076923
J	156272	7E+06	2980392
L	409483	301988	253177
M	2047244	642303	4115.04
N	8986.62	583.78	482955
O	1225.04	430000	16255
MEDIA	616297	2E+06	775919
SD	750755	2E+06	1066450

1.3 Porcentagem de estreptococos do grupo mutans em relação à microbiota total

	CR	IV	FZ
A	0.2	1.4	0.1
B	9.2	3.7	27
C	9.2	8	2.7
D	1.7	16	7.6
E	5.1	2	
F	8.2	30	0.1
G	0.8	7.8	56
H	3.6	0.2	25
I	15	6.4	1.2
J	0.8	11	12
L	1.3	17	1
M	25	9.7	0.1
N	0.1	0	4.7
O	1.4	0.1	0.1
MEDIA	5.8	8	11
SD	7.1	8.4	16

2. Concentração de Polissacarídeo solúvel em álcali em µg / mg de placa seca

	CR	IV	FZ
A	160.3	327	522
B	85.66	704.8	127.5
C	312.2	313.2	101.4
D	44.18	210.5	147.2
E	369.2	175.9	405.2
F	664.9	75.97	4.64
G	114	63.86	147.7
H	84.3	67.01	22.24
I	112.6	128.8	210.9
J	66.96	385.6	107.6
L	861.3	478.7	810.9
M	496.2	582.7	258.3
N	310.5	229.2	106.4
O	131.6	63.32	319.6
MÉDIA	272.4	271.9	235.1
SD	249.8	205.1	219.6

3. Concentração de Flúor em $\mu\text{g} / \text{g}$ de placa seca (ppm)

	CR	IV	FZ
A	217.4	5167.8	485.3
B	480.3	2463	565.2
C	98.8	109.9	39.4
D	795.4	2107.5	154.1
E	250.7	1948.5	367.9
F	16974	45164	226.4
G	28321	23933	653
H	636.4	4616.9	307.6
I	90.6	155.2	52.2
J	4461.2	3830.6	133.7
L	57.5	307.9	1403
M	454.8	203.3	277.4
N	515.3	2421.4	172.9
O	270.9	11886	488
med	3830.4	7451	380.4
sd	8351.3	12587	350.2

4. Dureza Knoop

4.1 Dureza Knoop em dentina radicular

Dureza Knoop grupo CR (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	30.5	40.4	52.2	54.7	57.5	64.8	5696.7
B	28.3	38.4	41.8	50.0	49.9	57.1	5027.0
C	5.0	5.7	11.0	16.3	23.2	17.8	1531.7
D	19.9	25.6	25.3	25.6	31.9	52.0	3408.0
E	24.8	23.3	19.5	23.5	28.1	31.7	2768.0
F	13.2	29.4	29.1	33.4	40.4	43.3	3642.8
G	28.0	51.2	57.1	57.7	50.5	53.8	5685.7
H	24.3	39.5	37.4	46.3	50.2	57.7	4863.3
I	20.7	23.9	37.6	34.6	41.8	48.0	3925.0
J	29.9	44.2	51.3	50.9	55.0	54.9	5423.8
L	15.7	6.8	18.4	37.9	35.8	47.1	3075.5
M	15.5	12.4	14.7	21.9	34.2	41.1	2636.5
N	11.1	19.5	22.6	21.6	24.4	33.8	2548.7
O	44.0	49.6	50.2	51.1	49.6	70.0	5850.0
MÉDIA	22.2	29.3	33.4	37.5	40.9	48.1	4046.9
SD	9.9	15.1	15.4	14.2	11.5	13.8	1411.0

Dureza Knoop grupo CR (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	29.5	49.3	57.5	54.9	57.1	59.7	5864.7
B	31.0	42.8	48.5	46.4	48.0	52.5	5073.5
C	8.8	10.2	14.6	20.4	28.5	31.3	2187.0
D	22.6	26.6	30.2	28.4	35.4	48.7	3610.5
E	17.2	21.6	26.8	33.5	35.5	41.9	3356.0
F	8.1	23.6	29.2	31.2	31.8	33.8	3069.3
G	32.1	45.7	49.2	50.1	49.0	50.4	5208.3
H	21.4	41.4	39.2	42.7	48.8	48.0	4616.3
I	30.6	31.1	36.4	46.1	48.9	51.6	4589.3
J	31.6	42.4	49.6	54.3	50.6	52.9	5312.3
L	11.0	12.6	12.6	32.2	43.0	51.3	3140.5
M	7.6	9.4	14.1	25.4	45.2	49.2	2937.0
N	18.1	23.8	23.7	29.9	38.1	37.1	3236.0
O	35.1	48.6	58.1	59.7	55.6	54.9	5887.0
MÉDIA	21.8	30.6	35.0	39.6	44.0	47.4	4149.1
SD	10.0	14.4	15.9	12.5	8.8	8.3	1207.7

Dureza Knoop grupo CR (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	34.8	48.0	53.4	58.7	55.9	59.0	5845.7
B	27.7	42.6	48.0	50.4	54.8	56.2	5314.3
C	11.1	18.0	19.1	21.5	29.3	32.2	2511.7
D	24.5	22.8	25.3	27.7	39.0	55.2	3641.5
E	17.2	19.2	23.0	27.4	32.2	35.8	2923.0
F	11.1	21.1	23.7	26.0	27.3	33.4	2739.8
G	36.0	49.6	45.6	44.0	47.3	54.7	5185.0
H	23.5	41.0	39.5	48.1	47.3	52.6	4803.5
I	22.3	34.7	40.2	44.6	47.5	49.0	4543.3
J	28.5	43.9	50.8	52.1	51.5	52.9	5305.5
L	15.9	13.6	16.6	29.6	45.0	51.5	3280.0
M	12.4	15.0	14.0	26.0	39.7	56.3	3140.5
N	25.7	23.3	28.0	37.2	38.6	41.1	3618.7
O	29.7	24.5	48.6	54.4	57.5	53.6	5067.5
MÉDIA	22.9	29.8	34.0	39.1	43.8	48.8	4137.1
SD	8.3	12.9	14.0	12.6	9.8	9.2	1128.4

Dureza Knoop grupo IV (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	16.2	23.3	24.6	34.9	46.1	45.8	3654.5
B	26.2	35.6	45.6	50.4	64.7	49.2	5171.3
C	13.4	11.1	14.2	20.7	23.3	33.1	2179.0
D	23.2	37.0	39.5	38.3	45.3	52.3	4477.3
E	28.2	31.8	33.4	35.3	45.6	51.1	4225.3
F	48.1	51.8	57.8	64.4	64.6	53.7	6325.0
G	32.6	37.7	44.4	48.0	49.0	54.0	4986.8
H	37.1	49.6	54.0	52.1	53.5	53.4	5622.5
I	18.9	13.5	13.0	27.4	45.3	62.8	3425.0
J	19.1	20.0	26.5	34.5	40.7	46.1	3548.3
L	17.0	29.1	29.5	39.5	45.1	44.4	3921.7
M	11.1	19.5	22.6	21.6	24.4	33.8	2548.7
N	25.4	30.7	36.7	37.0	39.6	43.7	4006.3
O	40.5	49.6	67.9	65.3	82.3	70.0	7107.0
MÉDIA	25.5	31.4	36.4	40.7	47.8	49.5	4371.3
SD	10.9	13.1	16.3	13.9	15.4	9.8	1371.9

Dureza Knoop grupo IV (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	18.9	21.8	28.4	32.0	37.3	37.8	3331.5
B	24.7	35.6	48.4	51.1	51.5	52.3	5024.5
C	14.3	12.3	18.9	26.5	30.1	32.8	2554.0
D	21.0	35.2	39.2	46.7	50.2	51.7	4668.3
E	30.6	40.9	41.0	41.5	44.6	54.9	4762.0
F	43.2	53.5	58.9	50.8	53.6	53.2	5832.0
G	31.0	34.8	43.9	47.8	48.3	54.1	4885.0
H	33.5	51.2	52.0	56.9	54.5	49.7	5620.0
I	30.2	24.0	21.6	25.2	37.7	43.3	3334.5
J	19.4	15.1	26.5	34.0	44.1	47.8	3543.7
L	26.6	25.6	46.4	48.5	48.7	55.0	4751.3
M	18.1	23.8	23.7	30.0	38.1	37.1	3237.3
N	19.2	22.1	32.9	41.8	45.3	45.6	3943.8
O	35.1	48.6	58.1	59.7	55.6	54.9	5887.0
MÉDIA	26.1	31.7	38.5	42.3	45.7	47.9	4383.9
SD	8.1	13.2	13.4	11.2	7.6	7.5	1062.5

Dureza Knoop grupo IV (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	17.9	25.6	31.5	33.0	36.3	35.3	3414.3
B	24.2	33.8	47.0	51.9	54.2	53.9	5057.5
C	15.7	20.2	21.9	24.2	31.2	29.4	2693.5
D	17.8	22.7	31.2	38.1	42.0	45.1	3759.0
E	33.0	38.8	41.6	42.2	41.5	53.1	4671.8
F	47.3	56.2	57.5	54.8	55.5	52.5	6001.5
G	33.4	37.4	39.3	46.4	49.9	50.5	4802.8
H	35.9	49.4	54.8	54.1	57.5	50.2	5677.3
I	24.7	15.6	16.2	26.3	32.6	51.2	3081.0
J	21.9	21.3	29.8	37.3	41.6	46.5	3750.3
L	19.5	27.0	40.5	43.2	50.8	53.2	4488.0
M	25.7	23.3	28.0	37.2	38.6	41.1	3618.7
N	21.5	26.4	37.9	43.3	45.0	46.9	4202.8
O	29.7	44.5	48.6	54.4	57.5	53.6	5467.5
MÉDIA	26.3	31.6	37.5	41.9	45.3	47.3	4334.7
SD	8.7	12.1	12.0	10.0	9.0	7.4	1002.2

Dureza Knoop grupo FZ (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	17.7	24.8	29.7	39.3	49.7	52.8	4100.9
B	29.7	41.2	44.5	49.8	54.4	53.1	5156.3
C	16.6	23.5	20.9	16.0	27.2	37.4	2666.7
D	25.6	24.2	27.1	30.3	38.4	48.3	3621.0
E	15.8	26.1	23.1	33.7	43.8	44.8	3588.3
F	42.6	43.2	47.2	60.8	57.2	60.4	5800.3
G	34.5	42.8	46.7	47.3	46.0	49.1	4981.0
H	37.3	43.6	46.0	51.4	45.1	47.4	5042.8
I	15.1	23.6	28.8	34.0	35.2	41.0	3400.1
J	24.5	33.4	24.4	26.8	24.0	32.3	3063.0
L	4.4	9.8	0.0	20.0	24.5	33.8	1806.3
M	11.1	10.1	13.0	20.7	25.3	27.9	2049.3
N	12.0	12.1	11.4	13.6	23.1	25.0	1824.0
O	30.6	37.8	32.1	37.7	44.3	44.9	4240.8
MÉDIA	22.7	28.3	28.2	34.4	38.4	42.7	3667.2
SD	11.2	12.3	14.4	14.3	11.9	10.3	1295.7

Dureza Knoop grupo FZ (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	17.1	21.6	26.3	38.1	43.2	52.5	3803.8
B	28.1	35.5	42.1	43.3	46.2	48.5	4591.3
C	17.8	17.2	29.9	22.4	31.7	36.5	2931.0
D	22.5	27.4	32.4	40.6	38.2	51.8	4031.8
E	22.7	31.7	28.2	35.1	43.7	44.4	3889.0
F	40.3	44.8	46.8	54.8	58.2	57.0	5632.3
G	35.7	45.9	43.8	45.5	49.9	48.0	5017.3
H	37.8	50.2	48.7	54.0	53.2	50.9	5518.0
I	19.4	25.3	24.6	27.9	33.9	34.5	3118.7
J	17.2	23.4	34.5	36.4	30.5	34.5	3358.0
L	6.6	8.5	9.3	22.1	35.4	41.3	2398.3
M	17.4	9.6	12.9	22.0	30.7	34.5	2367.3
N	13.6	14.6	18.3	19.2	21.3	31.5	2233.7
O	30.6	31.4	33.6	41.1	45.1	46.8	4267.3
MÉDIA	23.3	27.6	30.8	35.9	40.1	43.8	3797.0
SD	9.8	13.2	12.1	11.7	10.2	8.2	1129.4

Dureza Knoop FZ (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	19.2	21.7	25.2	34.8	47.4	58.0	3930.3
B	27.7	33.8	39.1	42.9	44.3	47.5	4428.3
C	15.7	19.3	30.2	32.4	33.9	36.7	3206.3
D	15.1	26.0	32.3	41.0	42.9	42.2	3840.8
E	20.2	24.5	28.0	32.9	45.0	46.1	3731.7
F	35.5	43.6	49.3	57.3	56.6	57.8	5644.8
G	37.2	43.1	44.8	45.0	51.9	51.0	5087.5
H	37.5	52.6	46.4	48.3	48.7	50.9	5312.3
I	24.4	27.8	26.2	29.5	29.6	35.3	3210.9
J	14.1	24.2	29.0	30.0	33.1	27.6	3019.0
L	5.2	5.2	10.8	22.8	38.5	39.1	2378.3
M	18.9	15.3	18.9	25.6	33.8	33.8	2736.0
N	14.9	20.1	16.8	17.5	23.9	30.6	2328.0
O	29.8	29.0	32.8	35.4	43.9	47.9	4077.0
MÉDIA	22.5	27.6	30.7	35.4	41.0	43.2	3780.8
SD	9.8	12.4	11.3	10.7	9.2	9.6	1054.9

4.2 Dureza Knoop em esmalte

Dureza Knoop grupo CR (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	207.5	395.5	438.5	413.5	400.0	345.0	41925.0
B	200.5	274.7	307.7	312.0	328.0	301.5	32483.0
C	159.5	204.9	293.7	297.3	297.0	303.7	29527.0
D	167.9	253.2	268.0	270.6	260.8	299.2	28715.0
E	126.8	245.8	232.0	264.4	237.6	249.8	25860.0
F	159.4	187.4	268.8	277.0	279.2	285.6	27554.0
G	199.7	310.0	298.3	297.7	274.7	336.3	32336.7
H	149.6	306.8	289.0	336.3	342.3	326.3	33506.3
I	189.7	256.3	239.3	285.7	314.3	292.3	29656.7
J	206.3	324.5	356.0	332.0	309.3	317.3	34842.8
L	96.4	229.8	325.8	310.5	329.8	343.7	31752.1
M	112.6	175.8	230.0	330.3	326.0	332.0	29007.3
N	174.9	272.7	311.7	329.3	344.7	269.7	32309.3
O	244.5	293.0	270.5	304.5	286.0	270.0	30925.0
MÉDIA	171.1	266.5	294.9	311.5	309.3	305.2	31457.1
SD	40.9	58.6	54.8	37.5	41.1	29.8	3875.1

Dureza Knoop grupo CR (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	286.0	380.0	425.5	427.5	430.5	345.0	43030.0
B	198.8	315.5	335.5	362.5	344.0	367.0	36477.5
C	226.0	285.7	365.0	365.3	357.0	334.0	36400.0
D	199.2	252.8	300.5	342.5	356.5	341.5	33867.3
E	184.6	254.0	278.0	281.0	261.0	316.5	29655.5
F	185.5	271.8	302.3	332.5	335.5	371.8	34130.0
G	285.0	306.0	308.3	332.7	332.3	285.7	34150.0
H	209.3	298.8	327.8	301.8	317.8	327.5	33562.5
I	280.7	345.7	319.7	337.0	326.0	361.0	36593.3
J	226.8	305.3	340.0	347.5	337.3	309.8	35062.5
L	105.9	255.5	302.5	326.8	316.8	338.0	31848.8
M	164.4	181.5	228.5	284.5	294.5	289.0	27204.3
N	192.0	299.7	327.7	332.0	309.7	369.3	34687.0
O	244.5	314.0	344.0	261.5	244.0	281.0	31335.0
MÉDIA	213.5	290.4	321.8	331.1	325.9	331.2	34143.1
SD	50.1	47.3	44.5	41.4	44.5	31.2	3705.6

Dureza Knoop grupo CR (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	307.5	390.0	411.0	422.0	419.0	396.0	43835.0
B	208.5	274.0	325.3	317.8	301.8	317.8	32815.0
C	181.0	320.7	325.3	300.3	305.3	348.7	33816.7
D	219.6	288.3	351.8	369.8	347.0	314.0	35610.8
E	205.1	258.5	310.8	308.5	313.8	360.8	33095.8
F	228.3	237.3	346.3	360.5	341.0	324.8	34477.5
G	318.0	328.0	332.7	339.3	313.0	358.3	36606.7
H	224.5	318.5	331.5	352.3	362.0	381.5	37160.0
I	355.5	343.0	351.0	394.5	370.5	383.0	40395.0
J	165.5	272.3	351.0	314.8	287.8	340.0	32970.0
L	182.1	273.0	314.5	336.5	340.8	347.3	34061.0
M	198.5	225.0	236.3	267.5	330.3	297.5	29115.0
N	199.5	321.0	311.7	302.7	324.3	317.3	33535.0
O	258.0	313.5	249.5	252.5	311.0	231.5	29740.0
MÉDIA	232.3	297.4	324.9	331.3	333.4	337.0	34802.4
SD	57.0	44.4	43.0	46.5	34.1	42.0	3860.6

Dureza Knoop grupo IV (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	196.1	223.4	295.5	299.5	329.3	332.5	31563.5
B	237.3	324.3	327.0	356.0	367.0	273.0	35320.0
C	170.3	295.8	356.0	350.3	334.8	334.5	35127.5
D	170.3	257.5	309.8	344.3	358.0	356.5	34222.5
E	197.7	303.3	352.5	368.0	363.3	327.0	36256.5
F	261.0	340.5	395.5	370.8	368.0	384.0	39785.0
G	334.8	379.5	379.0	402.0	384.8	398.0	42212.5
H	134.2	272.8	303.8	282.3	276.0	249.5	29027.3
I	139.5	258.0	353.0	340.8	353.0	332.8	34145.0
J	167.5	242.3	304.3	312.0	355.3	366.8	33284.8
L	125.3	265.8	297.0	305.0	274.3	305.8	30207.8
M	184.1	289.3	252.3	321.7	324.7	386.3	33327.7
N	174.0	241.0	321.0	302.0	312.0	343.0	32120.0
O	158.1	329.3	321.8	305.0	347.0	368.3	35007.9
MÉDIA	189.3	287.3	326.3	332.8	339.1	339.9	34400.6
SD	56.0	44.3	37.7	34.2	33.3	42.4	3479.6

Dureza Knoop grupo IV (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	192.8	259.5	336.8	324.0	347.5	313.8	33558.0
B	287.0	321.0	318.0	323.7	345.0	245.0	33923.3
C	141.7	289.3	308.5	353.3	355.0	332.3	34181.5
D	177.5	296.5	283.0	285.8	319.0	291.8	31294.8
E	153.6	331.3	368.8	381.8	346.5	371.3	37526.0
F	246.3	329.8	307.8	324.3	345.3	363.3	35867.5
G	329.8	350.3	335.3	359.0	344.8	363.0	38342.5
H	166.8	282.3	304.8	229.3	253.3	337.3	29802.5
I	97.5	300.5	367.0	358.5	333.0	336.8	34889.5
J	170.4	238.8	283.8	275.3	295.3	291.3	29389.3
L	155.0	240.8	296.3	286.5	308.8	270.0	29595.0
M	191.4	345.3	316.3	351.7	359.3	341.7	36200.3
N	281.0	289.7	329.0	309.3	325.0	324.3	34356.7
O	192.7	301.8	302.3	299.0	310.3	341.3	33016.8
MÉDIA	198.8	298.3	318.4	318.7	327.7	323.1	33710.3
SD	64.4	35.4	26.7	41.2	28.8	36.9	2857.7

Dureza Knoop grupo IV (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	178.6	216.9	269.0	268.4	290.7	281.9	28325.5
B	219.6	256.4	268.5	270.7	282.5	222.2	28202.9
C	146.8	238.8	276.1	291.7	293.8	278.9	29053.7
D	228.8	294.5	330.5	351.0	334.8	334.3	35187.5
E	160.4	338.5	369.8	361.5	341.3	356.5	36953.5
F	236.8	328.0	348.0	357.3	367.3	371.5	37807.5
G	318.8	352.5	313.0	354.0	346.3	350.0	37502.5
H	175.3	209.3	268.3	298.8	315.0	310.8	29792.5
I	123.9	332.3	355.3	383.0	346.5	336.0	36298.5
J	211.7	266.8	279.3	273.5	272.8	315.3	30266.8
L	203.2	238.3	331.3	298.8	296.3	310.3	31526.5
M	213.7	323.7	390.7	342.7	341.5	330.0	36706.7
N	265.7	321.7	363.7	343.0	320.3	309.0	35810.0
O	228.3	250.0	282.5	301.0	283.8	286.3	30352.5
MÉDIA	207.9	283.4	317.6	321.1	316.6	313.8	33127.6
SD	50.0	49.2	43.4	38.8	30.0	38.3	3756.7

Dureza Knoop grupo FZ (30 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	259.3	275.5	284.8	291.8	302.3	315.0	31977.5
B	108.8	279.5	330.3	312.3	344.3	371.3	33842.8
C	180.7	306.7	343.0	318.7	325.7	268.0	33046.7
D	211.0	265.3	263.3	249.5	246.0	228.3	27155.0
E	249.3	344.0	312.7	329.7	368.7	353.7	36666.7
F	253.8	329.5	336.0	353.5	349.8	345.8	36827.5
G	207.8	255.0	296.3	311.8	286.0	279.0	30637.5
H	201.0	272.3	334.3	305.7	364.0	301.7	33570.0
I	198.3	314.5	314.3	325.3	310.3	302.3	33312.5
J	154.0	231.0	278.8	268.0	280.5	250.0	27705.0
L	139.7	333.3	383.5	339.5	374.8	374.3	37502.0
M	202.3	269.0	276.0	336.0	326.5	309.0	32353.3
N	156.8	195.3	235.7	274.3	266.0	282.0	26634.3
O	286.5	328.5	354.0	320.5	339.8	351.8	36755.0
MÉDIA	200.6	285.7	310.2	309.7	320.3	309.4	32713.3
SD	50.2	42.8	40.0	29.5	40.0	45.4	3639.7

Dureza Knoop grupo FZ (130 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	225.3	260.5	273.8	262.0	284.3	324.0	30342.5
B	128.7	246.8	342.3	316.8	344.0	320.8	32697.3
C	117.1	286.3	341.3	351.3	330.0	225.5	31861.0
D	150.9	191.8	248.3	258.3	279.3	267.5	26408.5
E	276.3	302.3	366.7	368.3	355.0	361.7	37843.3
F	244.8	317.3	346.8	348.8	369.0	366.5	37412.5
G	187.4	280.8	276.5	293.5	305.5	300.5	31009.3
H	230.0	355.3	327.7	359.0	361.7	340.0	37173.3
I	249.3	273.5	313.5	286.3	292.0	317.8	32152.5
J	135.1	239.8	251.5	264.0	249.3	289.3	27225.8
L	117.9	330.8	344.5	373.8	367.0	377.3	37043.8
M	195.9	219.7	273.7	289.0	287.7	349.5	30348.7
N	194.0	188.3	253.3	237.7	311.0	306.3	27873.3
O	265.0	346.5	355.8	370.8	336.5	323.5	37310.0
MÉDIA	194.1	274.3	308.2	312.8	319.4	319.3	32621.5
SD	56.2	53.4	43.3	48.3	37.8	40.8	4080.9

Dureza Knoop grupo FZ (230 μm)

BLOC/DIST	10	30	50	70	90	110	KHN X μm
A	256.0	284.3	304.3	326.8	325.3	302.0	33410.0
B	232.8	287.0	319.8	314.3	311.8	316.3	33307.5
C	200.3	358.0	355.3	360.3	365.0	321.5	37206.7
D	164.8	205.4	225.6	219.4	226.5	232.1	23828.4
E	217.0	265.0	276.3	280.5	289.9	293.5	30273.0
F	207.4	271.8	292.1	296.2	301.4	304.0	31383.8
G	202.7	317.3	317.3	342.8	318.5	353.3	35006.8
H	217.3	339.3	398.3	345.0	380.7	310.3	37646.7
I	281.3	303.5	304.8	299.5	303.0	319.5	33417.5
J	132.6	268.5	262.3	279.3	259.5	281.3	28341.3
L	145.3	308.3	339.3	329.3	366.5	355.8	35432.5
M	266.7	266.7	258.0	312.7	341.3	326.0	32760.0
N	207.3	181.3	260.3	304.7	297.3	324.0	29426.7
O	264.8	342.3	352.8	345.8	331.5	345.0	36992.5
MÉDIA	214.0	285.6	304.7	311.2	315.6	313.2	32745.2
SD	44.9	49.4	46.7	36.3	41.8	31.7	3857.0

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
EXATOS CIRCULANTE