UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES
-Cirurgiã-Dentista-

INFLUÊNCIA DE AGENTES PROTETORES NA SOLUBILIDADE DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO RESTAURADORES

Este exemplar foi devidamente corrigido e conforme Resolução CCPG/036/83
9/6/93

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Ciências - Área de Materiais Dentários.

PIRACICABA
= 1993 =

R618i
19565/BC

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

RENATA CUNHA MATHEUS RODRIGUES
-Cirurgiã-Dentista-

INFLUÊNCIA DE AGENTES PROTETORES NA SOLUBILIDADE DE DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO RESTAURADORES

Orientador: Prof. Dr. MÁRIO FERNANDO DE GÓES

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Ciências - Área de Materiais Dentários.

PIRACICABA
= 1993 =

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao MAURÍCIO, companheiro de todos os momentos e maior incentivo de minha vida,

Aos meus pais, ANETE e ADEMAR, pela vida dedicada à formação dos filhos, ofereço esta conquista,

Aos meus tios SANDRA e ROGÉRIO, por todo o apoio concedido durante minha formação acadêmica,

DEDICO

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. MÁRIO FERNANDO DE GÓES, pela orientação e estímulo para a realização deste trabalho.

Ao Professor do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, Dr. SIMONIDES CONSANI, pela participação durante minha formação.

À Profª. MARINÉIA DE LARA HADDAD, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela análise estatística.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Doutores WOLNEY LUIS STOLF e LUIZ ANTONIO RUHNKE, do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pelo apoio e estímulo no transcorrer do curso.

Ao Sr. PEDRO SÉRGIO JUSTINO, Técnico da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela documentação fotográfica.

À Sra. SELMA A.B. DE SOUZA e Sr. ADÁRIO CANGIANI, funcionários do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela atenção e disponibilidade no transcorrer do Curso.

Ao jovem MARCOS ANTONIO RAPETTI, Técnico da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela confecção dos gráficos coloridos.

À COORDENACAO DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUPERIOR - CAPES, pela concessão de bolda de estudo no período de março de 1991 a maio de 1992.

À FUNDAÇÃO DE AMPARO Á PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP - processo nº 92/2462-3, pelo auxílio concedido.

À colega ADRIANA COSTA, Aluna do Curso de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo auxílio e correção do texto em inglês.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelo alegre convívio e amizade durante esta fase de nossa carreira.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 1

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. 6

2.1 - Desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro. 6

2.2 - Solubilidade do cimento de ionômero de vidro . . 12

3 - PROPOSIÇÃO 46

4 - MATERIAIS E MÉTODO 47

5 - RESULTADOS 56

6 - DISCUSSÃO. 65

7 - CONCLUSÃO 74

8 - RESUMO 76

9 - SUMMARY. 78

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80

11 - APÊNDICE 86

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUCÃO

Nas duas últimas decadas, a Odontologia tem passado por modificações radicais nos procedimentos restauradores. Estas alterações ocorreram principalmente através do desenvolvimento e avanço no conhecimento dos materiais dentários.

O objetivo sempre foi a obtenção de um material restaurador com propriedades físicas semelhantes ao da estrutura dental, adesão ao esmalte e a dentina, e que resistisse ao processo de degradação imposto pelo meio oral.

Assim, em 1972, WILSON & KENT[38] desenvolveram os cimentos ionoméricos ou o polialcenoato de vidro. Segundo WALLS[34], este material é derivado do cimento de silicato e do cimento de policarboxilato de zinco, consistindo de um pó vítreo e um ácido polialcenóico, que reagem para formar uma massa de cimento geleificado. Foi, portanto, uma tentativa de combinar as propriedades de resistência mecânica e liberação de ions fluor da partícula vítrea do silicato, com as caracteristicas de biocompatibilidade e adesividade do ácido poliacrílico, produzindo assim, um material restaurador com estética aceitável e adesão quimica à estrutura dental. De acordo com este autor, os cimentos ionoméricos são apresentados na forma de pó e líquido, onde o pó é composto de vidro de alumínio-silicato com alto conteúdo de flúor, formado pela fusão de quartzo, alumina, criolita, fluorita, trifluoreto

de alumínio e fosfato de alumínio. O líquido é composto de uma solução aquosa de ácido polialcenoico, sendo geralmente utilizado o ácido poliacrílico, em associação aos ácidos tartárico e itacônico.

Uma outra forma de fabricação do produto é a desidratação a vácuo do ácido poliacrílico para que possa ser incorporado ao pó vítreo. Desta maneira, o líquido passa a ser somente água destilada, assim o pó do cimento ficaria com a durabilidade prolongada, visto ser conservado sempre seco, livre portanto da contaminação pela umidade que influe grandemente nas propriedades do cimento, conforme explica McLEAN[24].

McLEAN[24], também afirma que a reação de presa de todos os cimentos de ionômero de vidro é fundamentalmente a mesma, iniciando-se sempre com uma reação ácido-base entre íons lixiviáveis contidos no vidro e o ácido poliacrílico. Em seguida, torna-se mais complexa pela presença de cátions diferentes (cálcio e alumínio), onde ambos têm papel importante na formação da matriz. A reação de presa inicia-se quando pó e líquido são misturados para formar uma massa. As partículas de vidro são atacadas pelo ácido ocorrendo a liberação de íons de cálcio, alumínio, sódio e fluoretos. A seguir, estes íons, provavelmente íons metálicos complexos, reagem com os poliânions ocorrendo a precipitação dos polissais, dando início ao processo de geleificação. Como última etapa, ocorre a hidratação dos sais para formar o gel da matriz e de

senvolvimento da resistência. A partícula vítrea que não reagiu é recoberta pelo gel de sílica que se desenvolve pela reação dos cátions na superfície.

De acordo com KENT et al (1973), os cimentos ionoméricos indicados para restauração são o tipo que tem causado mais controvérsias. Isto porque esta classe de materiais apresenta problemas relacionados aos índices de solubilidade, que é um fator limitante na sua utilização.

A fragilidade do cimento ionomérico relatada por CRISP & WILSON[12], PIZZORNO & RIBAS[31] e OLIO[29], evidencia-se nas etapas iniciais da reação, como consequência da maior solubilidade do material. A solubilidade do ionômero de vidro Tipo II, segundo pesquisas de MOUNT & MAKINSON[28] e MOUNT[27], está no longo tempo que o material requer para completar sua reação química e desenvolver propriedades físicas adequadas.

Entretanto, McLEAN[24] afirma que o material é muito vulnerável a contaminação pela umidade quando os íons que formam o cimento (Ca e Al) são transferidos do vidro para o poliácido, onde em última análise, conferem resistência ao gel. A água em contato com esta superfície antes de ocorrer a geleificação, pode retirar os íons cálcio e alumínio, prejudicando a formação do cimento. Assim, este autor sugere o isolamento absoluto do campo operatório através de colocação de um lençol de borracha no mo

mento da confecção da restauração. No entanto, este isolamento poderia criar condições que causariam uma desidratação do cimento, resultando em perda de água, que é necessária para a hidratação dos sais e formação do cimento. Por estas razões, este autor diz que é vital não perder a água necessária para a hidratação, mas ao mesmo tempo não permitir a contàminação com a mesma, pois pode retirar os íons vitais para a formação do cimento. Dessa forma, a desidratação do cimento causa fendas e fraturas e a exposição do cimento à saliva provoca uma superfície amolecida, sujeita ao desgaste.

Para prevenir a ocorrência desses fenômenos na superfície da restauração, McLEAN[24] recomenda a sua proteção contra o meio externo. Inicialmente, este autor e também EARL et al[15] utilizaram vernizes cavitários, que não foram tão efetivos na proteção. Em seguida, EARL et al.[16] utilizaram uma resina composta de baixa viscosidade e fotopolimerizável, aplicada imediatamente após a remoção da tira-matriz e demonstraram um comportamento superior deste material, em relação aos vernizes cavitários, na função de proteger as superfícies das restaurações nas primeiras horas após sua confecção.

Atualmente, a utilização dos cimentos de ionômero de vidro restauradores parece ser muito mais em função da sua conhecida ação anticariogênica e pela característica de adesividade do

que pelas suas propriedades físicas que conforme as afirmações de McLEAN[24] ao final comprometem a longevidade da restauração.

Assim sendo, por considerar a solubilidade um fator crítico e esta propriedade estar diretamente relacionada com a temperatura, umidade relativa do ar, técnica de manipulação e a ação do meio oral, este estudo se propôs a verificar a influência de agentes protetores na solubilidade em água dos cimentos ionoméricos restauradores.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - DESENVOLVIMENTO DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

Em 1972, WILSON & KENT[38] registraram o desenvolvimento de um novo cimento, denominado cimento de ionômero de vidro. Este cimento era baseado na reação entre íons lixiviáveis do vidro e o ácido poliacrílico. Segundo os autores o material apresentava resistência à compressão comparável aos cimentos de silicato, maior resistência à tração e menor solubilidade em ácidos fracos e como vantagem adicional a utilização do ácido poliacrílico, que é menos tóxico que ácido fosfórico usado para reagir com o pó do cimento de silicato e além disso conferiria teoricamente ao produto melhores propriedades físicas e químicas.

Em 1973, KENT et al[20] estudaram as propriedades de consistência, tempo de presa, resistência à compressão, solubilidade e desintegração do cimento de ionômero de vidro comparando-o com outros cimentos dentais como o silicato, policarboxilato, fosfato de zinco e óxido de zinco eugenol. Os materiais foram manipulados à temperatura de 23±1°C e 50±2% de umidade relativa do ar, seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante. Todos os cimentos foram preparados na mesma consistência, ou seja, aquela

utilizada para restaurações. Testes de resistência à compressão e tração foram realizados com amostras após 24 horas e 7 dias e a solubilidade determinada através da pesagem da amostra do cimento antes e após a imersão em água. A erosão em meio ácido foi avaliada após 1 e 8 dias, sendo cada amostra imersa em 100ml de água por 2 dias para remoção dos sais solúveis, e após isto, as mesmas foram lavadas e colocadas em 100ml de lactato taponado 100N (pH 4.0, 37°C) durante 24 horas. Após este período de tempo as amostras foram removidas, lavadas, pesadas e colocadas em nova aliquota de 100 ml de lactato tamponado 100N por um período de 7 dias. A erosão provocada pelo ácido foi calculada pela porcentagem de perda de peso. Testes adicionais foram realizados para estudar o efeito de condições ácidas e aquosas sobre a superfície do cimento de ionômero de vidro e silicato, onde as superfícies foram examinadas por Microscópia Eletrônica de Varredura (SEM), e a opacidade dos cimentos após 24 horas foi avaliada usando um reflectômetro. Os autores observaram que a resistência à compressão do cimento de ionômero de vidro era semelhante ao silicato, mas apresentava maior resistência à tração diametral, maior translucidez e menor acidez inicial quando comparado com os cimentos baseados no ácido fosfórico. Quanto aos testes de desintegração, solubilidade e erosão, os resultados foram melhores quando comparados aos do cimento de silicato.

Em 1974, CRISP & WILSON[12] estudaram a reação entre a solução de ácido poliacrílico e vidros de aluminosilicato através de técnicas infravermelhas e condutância elétrica. Estas técnicas podem indicar o número de íons e sua mobilidade no cimento, e segundo os autores o processo pode ser dividido em três fases. Na fase inicial, ocorre o ataque ácido sobre as partículas de vidro liberando os íons metálicos para a solução. O cálcio é removido mais rapidamente que o alumínio, pois este possui uma velocidade de difusão mais baixa e carga iônica trivalente. A segunda fase é caracterizada pelo processo de precipitação, onde ocorre a reação entre íons metálicos e grupos carboxílicos do ácido promovendo ligações cruzadas entre as cadeias do poliácido. Estas ligações são inicialmente realizadas pelo cálcio num estágio em que a viscosidade da mistura já está aumentada, e é responsável pela presa inicial. Posteriormente, as ligações cruzadas são predominadas pelo alumínio em forma de íons trivalentes que produzem ligações mais estáveis, conferindo ao cimento melhores propriedades mecânicas e químicas. A terceira e última fase envolve reações de longa duração e difusão de íons por longo período.

McLEAN et al[25], em 1984, realizaram uma pesquisa para desenvolver um agente de cimentação ideal. Os cimentos de ionômero de vidro utilizados para este fim, até então, apresentavam algumas deficiências como solubilidade precoce em saliva e problemas de manipulação com a proporção correta pó-líquido, de

vido a alta viscosidade do líquido. Foram desenvolvidos então os cimentos de ionômero de vidro onde a reação de presa ocorria através da mistura do pó com água. Nestes sistemas, o ácido poliacrílico contido no líquido era desidratado a vácuo e incorporado ao pó, passando o líquido a ser composto somente por água destilada ou água destilada contendo ácidos tartárico e itacônico. Estes cimentos possuiam viscosidade baixa no início da mistura e maior tempo de trabalho em relação aos cimentos convencionais, o que facilitaria a cimentação de peças protéticas produzindo uma menor espessura de película. Os autores explicaram que após a cimentação, não havia necessidade de proteção das margens do cimento, devido à rápida resistência desenvolvida pela superfície geleificada ao ataque do meio aquoso.

WALLS[34], em 1986, publicou uma revisão sobre a história e o desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro desde os anos de 1960 até os dias atuais. Segundo o autor, a reação de presa deste cimento pode ser dividida em duas fases: a fase de dissolução em que a superfície das partículas de vidro são atacadas pelo ácido poliacrílico resultando em liberação de íons cálcio, alumínio e fluoretos; e a fase de geleificação onde ocorre ligações cruzadas entre as cadeias de poliácidos levando à formação da matriz. A estrutura do cimento após a presa consiste de partículas de vidro não atacadas pelo ácido, circundadas por um gel de sílica, unidas por uma matriz de ligações cruzadas entre as moléculas

de poliácido. O autor também relatou a importância do conteúdo de água para a reação de presa do cimento e a grande susceptibilidade do mesmo a dessecação ou contaminação com a umidade e por isso, a necessidade do uso do lençol de borracha no momento da restauração de um dente, seguida pela proteção da superfície da restauração. Com relação a solubilidade e erosão, o autor relatou que de acordo com a Britisth Standardization, especificação BS3365, o cimento de ionômero de vidro ASPA IV apresentou valores de erosão em água de 0,4%. Em condições ácidas o cimento sofreu perda de todos os íons da matriz para a solução de erosão e a severidade da erosão dependeu do pH da solução e da constante de estabilidade dos complexos formados entre alumínio ou cálcio e dos ânions ácidos. O autor concluiu que desde a sua criação, houve uma melhora nas propriedades físicas e características de manipulação do cimento, o que lhe conferiu uma ampla gama de usos, como por exemplo: material restaurador, material forrador, agente de cimentação e outras indicações que fazem deste cimento um material promissor em termos de estética e utilização em várias áreas da Odontologia.

Um artigo explicando a reação de presa e as aplicações clínicas dos cimentos de ionômero de vidro no tratamento de lesões cariosas iniciais foi descrito por McLEAN[24], em 1988. Segundo o autor, este cimento possue vantagens quando utilizado como material restaurador devido à sua capacidade de liberar íons fluo

retos e de possuir adesão às estruturas dentárias, conferindo-lhe propriedades anticariogênicas. No entanto, durante a reação de presa, o cimento de ionômero de vidro é altamente influenciado pelo contato com a umidade e/ou com o ambiente seco, o que diminui as suas propriedades físicas e químicas. Porém, o autor relata que este problema pode ser evitado através do lençol de borracha, usado para o isolamento absoluto do dente a ser restaurado, eliminando assim, a contaminação pela saliva. Logo após a inserção do material na cavidade dentária este deve ser protegido com uma camada de resina composta fotopolimerizável, sem carga, evitando-se desta forma a perda de água para o ambiente seco. De acordo com o autor os cimentos de ionômero de vidro são classificados segundo sua composição em cimentos convencionais, ou seja, aqueles em que o pó é composto por partículas vítreas de flúor-alumínio- silicato e o líquido é o ácido poliacrílico; cimentos anidros, onde o ácido é desidratado a vácuo e incorporado ao pó, passando o líquido a ser composto apenas por água destilada; e os cimentos que possuem na sua composição partículas de prata incorporadas ao pó, que conferem maior resistência ao material. Os cimentos de ionômero de vidro podem ser utilizados em diversas situações clínicas, principalmente após a introdução dos cimentos de presa rápida, e assim foram classificados de acordo com as suas indicações em: tipo I utilizado como agente de cimentação; tipo II, utilizado para restaurações estéticas em geral, tipo IIb (cermets), usados para restaurações sem envolvimento estético e tipo III, usado como se-

lantes de cicatrículas e fissuras e material de base.

2.2 - SOLUBILIDADE DO CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

CRISP et al[10], em 1974, estudram a reação de presa do cimento de ionômero de vidro ASPA I, utilizando espectrocoscopia infravermelha para verificar a natureza dos produtos de reação. O pó deste cimento foi preparado com partículas com menos de 42 μm e o líquido composto de solução aquosa de ácido poliacrílico à 50%. Foi utilizada a técnica de refletância total atenuada (ATR). Este método consiste em comprimir o cimento na superfície plana de um cristal hemicilíndrico. A radiação infravermelha é passada para o cristal e refletida internamente para a face plana. O raio luminoso refletido é atenuado para frequências correspondentes para absorção de radiação infravermelha. O cimento foi preparado com proporção pó:líquido de 1,5mg/ml e 30mg/ml à temperatura de 21°C, colocados no recipiente para ATR e o espectro foi registrado durante a geleificação, e após 5 e 10 min., 3, 6, e 24 horas. A interpretação dos resultados demonstrou que durante a formação do cimento de ionômero de vidro, a superfície vítrea do pó de aluminosilicato é degradada em gel de sílica e são formados sais de cálcio e alumínio. No estágio inicial da reação são formados apenas os sais de cálcio, responsáveis pela geleificação inicial; os sais de alumínio são formados posteriormente e são responsáveis pela geleificação fi-

nal. Esta diferença de velocidade de formação dos sais, segundo os autores, foi explicada pela baixa mobilidade do íon alumínio devido à sua hidratação e à sua carga trivalente. O cimento completamente geleificado apresenta ambos os sais em quantidades praticamente iguais e alguns grupos carboxílicos permanecem não reagidos por por razões estequiométricas.

Os estágios iniciais da reação química entre o pó do cimento de ionômero de vidro e soluções de ácido poliacrílico foram descritos por CRISP & WILSON[11], em 1974. O pó de vidro utilizado no estudo, foi o G200, obtido através de duas temperaturas de fusão: 1.150°C e 1.300°C e designados por P(1.150) e P(1.300), respectivamente. Os autores usaram uma quantidade fixa de pó (0,15 mg), que foi misturado num tubo de centrífuga com 10ml de ácido poliacrílico diluído em água em intervalos de tempo variando de 0,25 a 10.000 minutos. O sobrenadante líquido foi analisado. O pH das soluções foi medido com um eletrodo de vidro, a concentração de flúor foi determinada por eletrodo íon-específico, o fosfato foi determinado por espectrofotometria, usando o método do molibdênio azul; e os cátions metálicos por espectroscopia de absorção atômica. A reação ocorreu rápidamente e foi verificado um aumento do pH para os extratos de ambos os pós P(1.150) e P(1.300) durante os primeiros dez minutos. Íons sódio foram rapidamente extraídos no primeiro minuto e as concentrações de alumínio e cálcio aumentaram com o tempo, sem atingir um máximo definido e houve dife

rença significativa entre o cálcio extraído de P(1.150) e P(1.300). Apesar de ser o maior constituinte do vidro, a quantidade de íons fluoretos extraídos foi pequena, justamente com o fosfato que é o menor constituinte do vidro G200. Os autores concluíram que o papel do íon flúor é importante, pois é extraído na forma de fluoretos, que são transportados como complexos metálicos catiônicos como AlF_2^{+++}, AlF^{++}. CaF^{+} e o ácido poliacrílico pode competir com esses metais. Se o íon flúor não for extraído, o pH aumenta e o cimento torna-se de difícil manipulação, devido à precipitação precoce do fluoreto de cálcio.

Em 1975, CRISP et al[5] verificaram as propriedades de consistência, tempo de presa, resistência à compressão além da solubilidade e desintegração de variantes do cimento de ionômero de vidro ASPA (I, II, III e IV). O tempo de trabalho foi medido com uma agulha de Gillmore a 21°C e 50% de umidade relativa. Para a determinação da resistência à compressão e tração diametral, foram utilizadas amostras com 4 mm de comprimento por 8 mm de diâmetro. A dureza Vickers foi verificada após 15 minutos do início da mistura, sobre a superfície de amostras do cimento com 20mm de diâmetro por 1,5mm de espessura , utilizando um diamante com carga de 300g por 5 segundos. Os pesquisadores também realizaram um teste de opacidade das amostras através de um aparelho Goniophotometro Zeiss SP2. Os resultados indicaram maior tempo de presa e menor dureza para ASPA I, atribuídos à ausência de co-monômeros

quelantes e ácido tartárico. Os valores de solubilidade, ao redor de 0,3-0,8% não são significativamente diferentes do silicato (0,4-1,0%) e foram atribuídos aos componentes que não fazem parte da estrutura da matriz e solúveis em água como íons sódio e fluoretos. Os valores de opacidade para todos os materiais foram maiores que o valor máximo (0,55), de acordo com a Britisth Standardization, especificação BS3365/1 para cimento de silicato.

Uma análise crítica do significado e da validade do teste de solubilidade e desintegração dos cimentos dentários indicado pela Associação Dentária Americana, foi realizada por WILSON[37], em 1976. Anteriormente à confecção dos corpos de prova, os pós e os líquidos dos cimentos foram analisados por métodos químicos convencionais: sódio, cálcio, zinco, magnésio e alumínio foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, fosfato e sílica por fotocolorimetria baseados no molibdênio azul e fluoretos por eletrodo íon-específico. A erosão foi estudada através de amostras na forma de discos de cimento com 20 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura, imersos por 1 dia em 50ml de água e subsequentemente eram colocados em soluções recém preparadas com inverva los semanais. A solução de eluição foi analisada por meios químicos e os valores de solubilidade e desintegração foram determinadas de acordo com as recomendações da ISO. Os dados mostraram que a composição química do material lixiviado diferiu consideravelmente da composição do cimento original e houve conside-

rável variação na porcentagem de cada elemento eluido dos cimentos. De acordo com o autor, a liberação de substâncias solúveis para a solução não reflete necessariamente a desintegração da matriz, desde que haja a possibilidade deste produto solúvel originar-se de outras fontes, como por exemplo um acelerador de presa adicionado ao cimento. O teste de desintegração somente oferece uma indicação verdadeira se a determinação gravimétrica estimar os ions solúveis em água lixiviados para a solução, se os produtos de degradação do cimento forem solúveis em água, se não forem, a desintegração pode ser subestimada; e se o material solúvel em água for derivado da matriz do cimento e não de materiais extras, onde a desintegração pode ser então superestimada. Este critério, muitas vezes, não é satisfeito, colocando em dúvida a validade do teste. Um outro problema é o fato dos produtos de degradação insolúveis em água, permanecerem aderidos ao cimento e assim não serem transferidos para a solução de eluição. De acordo com o autor, o teste gravimétrico não pode ser utilizado para comparações do desempenho clínico, por limitações óbvias como o curto período utilizado para o ensaio, pois o cimento pode não estar com sua reação de geleificação inteiramente completa; a composição química da solução teste, ser diferente dos fluídos bucais e por não existir elemento de abrasão no teste. Além disso não pode ser utilizado para comparar dois tipos de cimentos com reação de presa diferentes, por exemplo, o cimento de silicato tem maior valor de solubilidade e desintegração do que o fosfato de zinco,

devido ao seu conteúdo de sais de sódio solúveis e presa mais lenta, no entanto, é mais estável em condições bucais. Segundo o autor este teste necessita de outros testes suplementares para cimentos com reação de presa por longo período de tempo e em meios que representem as condições bucais.

Em 1976, CRISP et al[6] investigaram a relação entre a proporção pó:líquido e as propriedades de consistência, tempo de presa, resistência à compressão, dureza solubilidade do cimento de ionômero de vidro de acordo com Britisth Standardization, a especificação BS3365. Quatro tipos de cimentos (ASPA I, II, III e IV) foram estudados, variando-se a proporção pó:líquido (g/ml). Os cimentos foram misturados em condições ambientais de 21•C e 50% de umidade relativa. Os resultados mostraram que aumentando-se a proporção pó:liquido, houve um aumento na consistência da mistura e na velocidade da reação de presa para todos os cimentos. A resistência à compressão, dureza superficial e resistência à solubilidade foram maiores para as amostras dos cimentos ASPA III e IV. Os autores concluiram que uma alta proporção pó:líquido pode ser usada para produzir pastas de cimentos com reação de presa rápida e alta resistência, desde que a mistura forneça um tempo de trabalho compatível.

Em 1976, CRISP et al[7] realizaram um estudo sobre a análise química do produto de erosão do cimento de ionômero de vi-

dro ASPA I e ASPA II (contendo ácido tartárico) em água, variando a proporção pó/líquido do cimento a partir da consistência usada para cimentação até a de material restaurador, e o tempo de geleificação também variou. Os cimentos foram misturados a temperatura ambiente de 21·C e 50% de umidade relativa e os corpos de prova em forma de discos medindo 20 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura foram preparados e colocados em uma estufa a 37·C por uma hora. Em seguida. pares de discos foram suspensos em 50ml de água desmineralizada à 37·C durante 23 horas. A água foi trocada e amostras pesadas a cada 6 dias por 13 semanas. O tempo de geleificação foi variado para um período curto e para um período longo. A técnica para o período curto foi a seguinte: 2 minutos após o início da mistura as amostras foram colocadas em estufa a 37·C por 4 minutos e colocadas na água após 7 minutos do início da mistura. A técnica para o período longo, as amostras após permanecerem por 1 hora a 37·C foram transferidas para um recipiente contendo um papel absorvente úmido e estocadas a 37·C por 23 horas antes da imersão em água. As soluções de eluição foram analisadas por via química, onde íons sódio, cálcio e alumínio foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, sílica e fosfato por espectrofotometria e os íons flúor por eletrodo íon específico. Verificou-se que os principais elementos químicos eluídos do cimento ASPA foram sílica, sódio e íons flúor que não são considerados estruturalmente importantes. Dos íons formadores da matriz, somente o cálcio não foi eluído, exceto para ASPA I com baixa pro

porção pó:líquido ou usando curto período de geleificação. Ocorreu um nível de eluição muito baixo de íons cálcio e alumínio, explicado pelos autores, pela rapidez de reação destes íons formando compostos insolúveis. Quando o tempo de geleificação foi prolongado, a quantidade de material eluído diminuiu. A eluição dos íons aumentou com a diminuição da proporção pó:líquido, sendo a mesma inversamente proporcional à relação pó:líquido. Com relação ao efeito do ácido tartárico, os pesquisadores relatam que o mesmo aumenta a velocidade de geleificação do cimento, causando uma redução da eluição.

CRISP & WILSON[13], em 1976, estudaram o efeito da incorporação do ácido tartárico ao líquido sobre a reação de presa do cimento de ionômero de vidro, através de espectroscopia infra-vermelha. Foram utilizados cimentos de ionômero de vidro ASPA I e ASPA II, sendo que o último continha 5% de ácido tartárico em sua composição. Os autores concluíram que a reação de presa dos cimentos ASPA I e II, é essencialmente a mesma, onde os vidros de fluoraluminosilicato de cálcio é parcialmente decomposto pelo ácido poliacrílico em gel de sílica, liberando os íons de alumínio e cálcio que são unidos à cadeia do poliacrilato, formando uma massa de cimento geleificado. Os pesquisadores relataram que a diferença entre as variantes estava na velocidade da reação. O ácido tartárico age como um acelerador facilitando a extração dos íons do vidro aumentando a concentração de cátions viáveis para reagir

com os poliânions, ocorrendo consequentemente um aumento na velocidade de presa, sem alterar o tempo de trabalho. A formação de cations aconteceu na forma de complexos de fluoretos que previnem a união prematura desses cátions à cadeia de poliacrilato.

Em 1977, CRISP et al[8] investigaram o efeito da concentração do poliácido do líquido sobre as propriedades de consistência, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade do cimento de ionômero de vidro. O pó vítreo usado foi baseado no alumínio-silicato de vidro (G200). O líquido foi derivado daquele usado na formulação do ASPA IV. Os cimentos foram misturados à temperatura de 21°C e 50% de umidade relativa, usando uma conhecida proporção pó/líquido, para obter a mesma consistência um disco com diâmetro de 28±1mm - variando apenas as concentrações do poliácido e ácido tartárico do líquido. Os autores concluíram que não houve efeito na consistência e no tempo de trabalho quando a concentração do poliácido estava abaixo de 38%. No entanto, acima deste valor, houve um aumento na viscosidade e diminuição do tempo de trabalho, sendo necessário a redução na proporção pó/líquido para que se mantivesse a mesma consistência do cimento. No tempo de presa, ocorreu uma variação: com o aumento da concentração do poliácido até 38% (peso/peso), o tempo de presa diminuiu. Quando esta concentração foi aumentada de 38 para 43% (peso/peso), a viscosidade do líquido aumentou retardando a reação e consequentemente aumentando o tempo de presa. Quando a

concentração de poliácido no líquido aumentou de 43 para 48% (peso/peso), houve uma redução no tempo de presa, que segundo os autores pode ser explicado somente pela predominância do efeito da ação de massa a despeito da diminuição da proporção pó/líquido exigida para a mistura do cimento. Com relação à resistência à tração e compressão os dados indicaram que houve aumento das resistências com o aumento da concentração do poliácido. A solubilidade e desintegração para cimentos preparados com altas concentrações, também diminui com o aumento da concentração do poliácido. Os autores sugeriram o uso de altas concentrações do poliácido.

Em 1980, CRISP et al [9] avaliaram a erosão e a absorção de água em meios neutro e ácido de vários cimentos de ionômeros de vidro, um cimento de policarboxilato e um silicato. Utilizaram amostras com 20 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura para o teste de solubilidade. Após este teste, as soluções de eluição foram submetidas a análise química, onde os íons metálicos foram determinados por espectroscopia de absorção atômica, sílica e fosfato por espectrofotometria pela técnica do molibdênio azul e íons flúor por eletrodo fluor-específico. A quantidade de água absorvida assim como a quantidade de material lixiviado para solução foram determinados por um cálculo algébrico. Os produtos de erosão dos cimentos imersos em soluções aquosas podem ser divididos em solúveis (dissolução) e insolúveis (desintegração) em

meiro dia. A dissolução por período de 7 dias do cimento de ionômero de vidro e silicato foi semelhante e a dissolução do policarboxilato de zinco foi menor. A taxa de desintegração do policarboxilato de zinco é a mesma dos outros cimentos, no entanto, é duas vezes maior que a sua dissolução, isto porque os produtos de erosão deste cimento são insolúveis e não são detectados pelos testes de solubilidade convencionais. A absorção da água é maior para o cimento de ionômero de vidro e menor para o cimento de policarboxilato de zinco. A absorção de água para o cimento de ionômero de vidro principalmente no primeiro dia é maior do que outros cimentos, mas posteriormente a sua velocidade no ganho de água é menor. Sob condições ácidas o cimento de ionômero de vidro mostrou menor erosão, enquanto que o cimento de silicato apresentou maior desintegração e o policarboxilato de zinco maior dissolução. Os produtos de dissolução dos cimentos de ionômero de vidro e silicato foram similares. Em ambos os meios: água e ácido; o elemento cálcio não foi extraído, enquanto que o alumínio, sílica e flúor foram solubilizados em ambos os meios, sendo que o íon flúor é extraído em maior quantidade em condições ácidas. Os produtos de dissolução do cimento de policarboxilato de zinco são diferentes dos demais, sendo que em condições ácidas, o zinco e magnésio apresentaram maior dissolução.

O efeito da exposição do cimento de ionômero de vidro à água durante as primeiras 48 horas após a mistura foi estudado

por CAUSTON[3], em 1981. O autor preparou amostras cilíndricas com 0,65 cm de diâmetro por 1,0 cm de comprimento, com as quais realizou testes de resistência à compressão, absorção e perda d'água e liberação de íons fluoretos. Para o teste de resistência à compressão, as amostras foram protegidas da exposição de água por períodos de 15 minnutos, 1, 24 ou 48 horas. As amostras foram colocadas na água à 37•C e permaneceram por períodos de 24 horas, 7, 20, 180 ou 365 dias, e posteriormente submetidas ao teste de resistência à compressão. Para o teste de absorção de água e liberação de íons fluoretos, as amostras protegidas pelos mesmos períodos de tempo, da água foram pesadas e então colocadas em 10ml de água destilada à 37•C. Após 5 minutos foram removidas, pesadas e recolocadas em 10ml de solução nova de água e o procedimento foi repetido. Depois de 30 minutos, o período entre as pesagens foi aumentado para 10 minutos; após 1 hora aumentou para 30 minutos e o último, após 6 meses. As alíquotas de água destilada foram analisadas por eletrodo íon-específico. Para se verificar a alteração no volume de água com o tempo, as amostras foram armazenadas por períodos de 15 minutos, 1, 6, 12, 24 e 48 horas em estufa à 37•C. A perda de peso de cada amostra foi monitorada e qualquer diminuição no peso foi atribuída a perda de água. Para se determinar a eficiência do verniz cavitário, a amostra foi coberta com duas camadas de verniz, 15 minutos após a mistura. Foi concluído que a resistência à compressão de amostras de cimento não protegidas do contato com a água foi prejudicialmente afetada. Protegen-

do-se o cimento durante 1 hora, a resistência à compressão aumentou e é comparável à aquelas amostras protegidas por 48 horas. De acordo com o pesquisador, ao proteger as amostras aumenta-se o tempo permitido para a geleificação das mesmas, aumentando-se o número de ligações cruzadas do cimento, tornando-o mais resistente. Isto porque o grau de hidratação, liberação de íons flúor e ligações cruzadas no gel da matriz, podem ser afetados pelo contato com a água durante a reação de presa. A liberação de íons fluoretos em solução neutra provavelmente se origina do gel da matriz polimérica e pode ser liberado durante seis meses. Segundo o autor, as implicações clínicas destes resultados demonstram a necessidade de se proteger a superfície das restaurações de cimento de ionômero de vidro do contato com a água durante a primeira hora e que o verniz cavitário reduz a perda de água do cimento em 89%.

Segundo MOUNT e MAKINSON[28], em 1982, o cimento de ionômero de vidro possui uma reação de geleificação longa e por isso existe a necessidade de proteger o cimento recém aglutinado do contato com a umidade e desidratação durante a primeira hora, para se garantir as propriedades de resistência. Utilizando amostras de cimentos de ionômero de vidro restauradores com 5,0 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura, os autores realizaram um experimento onde um grupo de amostras foram inicialmente protegidas com verniz insolúvel em água ou tira matriz, e após 10, 20 e 40 minu-

tos do início da mistura foram expostas à água e ensaiadas após 24 horas. Um outro grupo de amostras foram expostas ao ar após 10 minutos do início da mistura, por um período de 10 minutos e então imersas em água por 48 horas antes do teste. Posteriormente foram realizados testes de dureza superficial, translucidez e manchamento. De acordo com os autores, os testes mostraram que os cimentos podem sofrer danos pela hidratação ou desidratação durante os primeiros 60 minutos após a mistura. Desta forma, existe a necessidade de proteger a superfície de restaurações realizadas com este cimento, durante este período de tempo, contra o ganho ou perda de água. Esta proteção pode ser realizada através da aplicação de um verniz a prova d'água sobre a superfície do cimento logo após a retirada da tira matriz. Segundo os pesquisadores, os vernizes à base de Copal são inadequados e outros materiais como manteiga de cacau e vaselina, são ineficazes, pois são rapidamente removidas por ação da lingua.

OILO[29], em 1984, investigou e comparou a desintegração precoce de cimentos de ionômero de vidro com cimentos de policarboxilato e fosfato de zinco. Amostras dos cimentos foram armazenadas a 37°C e 100% de umidade relativa. Após 2, 4 e 6 minutos, as amostras foram removidas do umidificador, pesadas e submetidas a um jato constante de água destilada a 23°C por 15 segundos. Feito isso, as amostras foram secas e novamente pesadas para se verificar o grau de desintegração. Alterações no tempo de exposição ao

jato e distância do mesmo em relação às amostras, também foram verificadas. Todos os cimentos de ionômeros de vidro apresentaram grande desintegração quando testados após 2 minutos de armazenagem. Esta desintegração torna-se menos pronunciada quando a amostra é submetida ao jato após 4 minutos, e menor ainda após 6 minutos de armazenagem. Este fato pode ser explicado através da reação de presa do cimento, sendo que a desintegração é maior quando o cimento ainda não atingiu sua presa inicial. Esta observação suporta a idéia da adição do ácido tartárico, que aumenta a velocidade da reação de presa, limitando a solubilidade precoce dos cimentos. O autor observou também que não houve alteração de peso entre cimentos de fosfato de zinco e policarboxilato, independente do tempo de armazenagem, apesar de apresentarem reação de presa lenta. De acordo com o pesquisador, a reação de presa destes cimentos é iniciada assim que são misturados e os seus produtos de reação são relativamente estáveis na água. Os cimentos indicados como agentes de cimentação mostraram maior perda de substâncias em relação aos restauradores, devido à diferença de proporção pó:líquido usadas para materiais com diferentes indicações.

Em 1984, a erosão do cimento de ionômero de vidro em ácido acético, lático e cítrico e ácidos hidroclorídricos de 0,01 e 0,001M, foi estudada por MATSUYA et al.[22]. Amostras com 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura foram submetidas ao teste gravimétrico. Após 7 dias, os componentes lixiviados para a solução fo

ram determinados por espectroscopia de absorção atômica (Na, Ca e Al), espectrofotometria (Si) e por eletrodo íon específico (F). As superfícies das amostras foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (SEM). Os autores verificaram que os elementos sódio e flúor foram lixiviados em maior quantidade em água destilada e em ácidos 0,001M. Estes elementos foram liberados do pó vítreo durante a presa e persistem como sais solúveis no cimento, explicando sua alta eluição em água destilada. O maior valor de solubilidade ocorreu no ácido cítrico, que possui maior constante de estabilidade dos complexos formados entre ânions dos ácidos orgânicos e cátions como Al^{+++} e Ca^{++}, formadores da matriz do cimento. Em ácido hidroclorídrico 0,01M a solubilidade dos constituintes do cimento ficaram entre aquelas obtidas em ácido lático e cítrico 0,01M, embora o íon cloro não tenha capacidade de formar complexo com Al^{+++} e Ca^{++}. Os autores explicam que a solubilidade em ácidos do cimento de ionômero de vidro foi afetada pela sua capacidade de formar complexos com os ânions ácidos e pela concentração de íon H^{+}, que por sua vez depende da constante de dissociação. Assim, a alta concentração de H^{+} (baixo pH) proporciona maior solubilidade. A superfície do cimento observada através de SEM, após a imersão em ácido cítrico e hidroclorídrico 0,01M, revelou uma matriz dissolvida com partículas de vidro expostas na superfície, e um precipitado branco identificado por espectroscopia infravermelha como gel de sílica hidratada.

As propriedades físicas de vários cimentos de ionômero de vidro utilizados para restaurações e para cimentação, dos tipos convencional e anidro foram investigadas em 1984 por PROSSER, POWIS e WILSON[32]. Os materiais foram preparados a 23•C e as propriedades foram ensaiadas de acordo com o Padrão de Especificação Britânico (BS 6039:1981). A susceptibilidade dos cimentos ao contato precoce com a água foi medida através de uma modificação no procedimento do teste. Dois minutos após o início da mistura, as amostras foram colocadas em estufa à 37•C, seis minutos após as mesmas foram removidas, pesadas, e 7 minutos após o início da mistura, foram imersas em água destilada à 37•C por 24 horas. A quantidade de material eluído para a solução foi determinada por evaporação da solução e pesagem dos resíduos sólidos. Os cimentos restauradores anidros mostraram maior facilidade de mistura quando comparados aos materiais convencionais, devido a baixa viscosidade da água em relação à solução de ácido polialcenóico; porém, não houve diferença significante entre os cimentos convencionais e anidro para as propriedades de resistências ensaiadas. Altos valores de solubilidade e desintegração foram encontrados para os materiais restauradores, indicando, assim, a grande susceptibilidade dos cimentos, que possuem tempo de presa prolongado, ao serem expostos prematuramente à água. Para os materiais utilizados para cimentação, os cimentos anidros apresentaram diferenças com relação aos tempos de trabalho, de presa e estes foram maiores quando comparados aos cimentos convencionais; estes últimos mos-

traram maior resistência à compressão e tração diametral. Com relação aos valores referentes à opacidade, os dos agentes de cimentação foram maiores com relação aos materiais restauradores. Além disto, houve diferenças nas propriedades elétricas dos materiais durante as primeiras 24 horas após a mistura, sendo que o cimento anidro mostrou maior condutibilidade que o convencional, em consequências da diferenças nas reações de presa dos dois tipos de cimento.

PIZZORNO & RIBAS[31] em 1984, estudaram a solubilidade e desintegração em diferentes meios de imersão de um cimento de ionômero de vidro e outro de silicato. Foram confeccionados 8 amostras em forma de discos de cada cimento e submetidos ao teste gravimétrico. A porcentagem de desintegração foi calculada pela diferença de peso final e inicial dos frascos que continham soluções eluídas. Os autores verificaram que a desintegração em meio ácido (acético e lático) foi maior para o ionômero e em ambos os casos, o ácido lático produziu maior desintegração que o acético. Em água, o cimento de ionômero de vidro foi menos solúvel que o silicato, e em solução de hidróxido de sódio a dissolução foi muito alta devido a ação de bloqueio dos íons sódio que se combinam com os grupos ácidos remanescentes, impedindo sua combinação com o cálcio e alumínio e provocando uma interrupção da reação de geleificação.

Em 1985, EARL et al [14] investigaram a efetividade de vários tratamentos de superfície que podem ser usados para evitar a perda de água pelo cimento de ionômero de vidro. Amostras com 10 mm de diâmetro por 5 mm de espessura foram preparadas misturando-se o pó com trítio-marcado e o líquido de vários cimentos de ionômero de vidro. Após 5 ou 6 minutos do início da mistura, todas as superfícies das amostras receberam tratamentos com vários vernizes cavitários, esmalte para unha, alguns emolientes, como manteiga de cacau, vaselina e Ysol, ou ainda com etil cianocrilato. As superfícies das amostras controle permaneceram sem qualquer tipo de proteção. Feito isso, as amostras foram suspensas separadamente em frascos contendo 5 ml de solução salina de fosfato tamponado pH 7,4 à 35°C, e em tempos de 3, 10, 30, 100 e 10.000 minutos, o H^3 liberado de cada frasco foi quantificado por espectroscopia de cintilação líquida. Todas as amostras apresentaram um padrão de liberação de H^3 similar, com pouco ou nenhum H^3 após uma semana nas amostras controle, embora em algumas amostras experimentais esta liberação fosse continuada após este período de tempo. Os autores concluíram que os emolientes, vaselina e Ysol foram efetivos quando aplicados adequadamente, oferecendo razoável grau de proteção contra o movimento de água na superfície do cimento, porém clinicamente são inviáveis pois podem ser facilmente retirados por ação da língua. Os vernizes baseados em nitrocelulose incluindo esmalte para unha, foram os mais efetivos, no entanto ainda ocorreu difusão e perda de água da

amostra, sendo necessário o desenvolvimento de um material que elimine o movimento da água, principalmente durante a primeira hora da restauração com cimento de ionômero de vidro.

Em 1985, KUHN & WILSON[21] estudaram o mecanismo de dissolução dos cimentos de ionômero de vidro e silicato. Segundo os autores, a maioria dos componentes lixiviados podem derivar da matriz e parcialmente das partículas de vidro reagidas. A liberação pode ocorrer por três mecanismos: lixiviamento pela superfície, difusão através dos poros e fendas, e difusão através da massa. Tal comportamento pode ser explicado com boa precisão de valores usando equações como $y = const. + at^{1/2} + b.t.$ Analogias com pesquisas na área de geoquímica, demonstraram que estes sistemas obedecem relações similares. Os sistemas de cimentos dentais diferem na dissolução, por apresentarem determinado grau de reversibilidade. Isto pode ser explicado em termos de formação de complexos insolúveis, ou por reação de íons constituintes ou ainda, pela substituição de OH^-, por exemplo, por F^-.

Em 1986, BROOKMAN et al[2] investigaram a validade do método de condutância para determinar o material lixiviado pela água do cimento de ionômero de vidro. Foram confeccionadas amostras do cimento convencional e anidro utilizado para restaurações e para cimentação, em forma de discos maiores (20 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura) e menores (10 mm de diâmetro por 1 mm de

espessura). Os discos maiores foram colocados em 50 ml de água e os menores em 20 ml, e a dissolução do cimento foi determinada pela medida da condutividade elétrica das soluções após 23 horas. Os principais componentes eluídos do cimento de ionômero de vidro foram sílica, sódio e flúor, e pequenas quantidades de cálcio. Segundo os autores a quantidade de material eluído é diretamente proporcional à área de superfície da amostra, sendo então a eluição um fenômeno de superfície. A quantidade de material eluído é independente do volume de água, pois quando a solução de eluição se tornou saturada, o material eluído foi reabsorvido pela amostra do cimento. Quando o teste foi realizado com soluções trocadas diariamente, após o primeiro dia a quantidade eluída diminuiu, sugerindo que o material eluído da superfície do cimento foi reabastecido provavelmente por difusão da massa do cimento. Os pesquisadores concluíram que a técnica de condutância foi um método rápido e sensível para determinar a dissolução do cimento, e tão preciso quanto o método gravimétrico.

EARL & IBBETSON[15] em 1986, realizaram um estudo para verificar *in vivo* a efetividade dos vernizes cavitários, utilizados para proteger restaurações de cimento de ionômero de vidro do contato prematuro com a umidade. O cimento de ionômero de vidro foi preparado de acordo com as instruções do fabricante, e colocado no interior de tubos ortodônticos de aço inoxidável medindo 0,5 mm de diâmetro interno por 8 mm de comprimento. Foram preparados

quatro grupos de amostras, um controle e três experimentais. As amostras do grupo controle permaneceram em ar por 24 horas, enquanto que as experimentais permaneceram apenas 5 minutos, antes de serem inseridas em tubos que foram levados à boca. Um grupo teste foi protegido com duas camadas de verniz, outro com duas camadas de esmalte para unha e o grupo controle permaneceu sem aplicação de qualquer verniz. As amostras foram colocadas em molares de adultos e permaneceram *in situ* por seis meses. Posteriormente, as amostras foram retiradas e montadas em resina epóxica, cortadas longitudinalmente e polidas com pasta com granulação de 6 μm e 1 μm. A perda de material das extremidades das amostras foi medida com estereomicroscópio e análisados por energia dispersiva de Raios X. Foi verificado que aquelas amostras imaturas colocadas na cavidade oral mostraram grande perda de material. Aquelas protegidas com esmalte para unha mostraram menor perda de material em relação às não protegidas ou àquelas cobertas com verniz. De acordo com os autores, o uso destes vernizes é baseado na premissa de sua natureza hidrofóbica, que pode fornecer uma cobertura a prova d'água, permitindo suficiente maturação do cimento antes do mesmo ser exposto ao meio bucal. A falha dos vernizes provavelmente foi devido à porosidades produzidas pela vaporização do solvente, porém sua aplicação forneceu um determinado grau de proteção.

Em 1987, FUZAKAWA et al[17] determinaram a eluição progressiva de cada componente dos cimentos de ionômero de vidro

tipo I (Fujy Yonomer e Ketac-cem) em solução de ácido acético, pH 4,1 tamponada. Com amostras de 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura geleificadas durante 1 hora e 24 horas, foi realizado o teste gravimétrico de solubilidade à 37°C com e sem agitação. Os autores realizaram o mesmo experimento substituindo a solução em intervalos de tempo e variando o tamanho das amostras e o volume da solução. Após o teste, as amostras foram observadas em SEM e as soluções analisadas por meios químicos, utilizando-se um eletrodo íon-específico para flúor, espectrofotometria para sílica e espectroscopia de absorção atômica para cátions metálicos. Foi verificado que as quantidades de íons fluoreto, alumínio, sílica e cálcio solubilizados foram eluídas na proporção da raiz quadrada do tempo de imersão, sugerindo que a eluição dos componentes do cimento de ionômero de vidro é controlada por difusão através da massa do cimento geleificado. A eluição dos componentes sem agitação foi a mesma em relação à condição de agitação. O cimento maturado por 24 horas apresentou menor dissolução do que aquele maturado por 1 hora. A dissolução de íons fluoretos e sílica foi pouco influenciada pela troca de solução em comparação com os íons metálicos que foram duramente influenciados. Também não houve relação entre dissolução e forma ou volume da amostra, mas foi dependente da área de superfície. Os autores explicaram que a dissolução foi controlada pela difusão dos componentes na matriz do cimento que é influenciada pela estrutura da matriz e pela concentração de íons hidrogênio na superfície do ci-

mento. As particulas de vidro não reagidas na superfície do cimento foram dissolvidas e muitos poros foram observados nesta região.

A resistência à erosão de três cimentos de ionômero de vidro restauradores foi verificada por WALLS et al[35], em 1988. Os cimentos foram misturados mecânica e manualmente e as amostras submetidas a um ciclo de erosão sendo imersas em banhos alternados de soluções erosivas e água destilada. As amostras foram colocadas em um estufa a 37°C e 100% de umidade relativa, sendo que as superfícies das mesmas foram protegidas do contato com a umidade através de uma tira matriz. O ciclo de erosão foi realizado após 15 minutos, 1 hora, 24 horas, 7 dias e 28 dias após o preparo das amostras, usando quatro soluções de pH 4,0, 6,0, 8,0 e 10,0, alternadas com água destilada. A profundidade de perda do material foi medida através de um perfilômetro. Foi verificado que a erosão dos cimentos de ionômero de vidro é afetada pelo tempo de maturação dos mesmos e pelo pH das soluções de imersão. Ocorreu uma diminuição nos valores de erosão quando as amostras do cimento foram expostas à solução após 1 hora, em relação àquelas expostas após 15 minutos. Isto mostrou a necessidade de proteção deste material, contra o contato com a umidade durante os estágios iniciais da reação de presa. Todos os cimentos foram mais susceptíveis à erosão quando expostos em soluções ácidas (pH 4,0) em relação aos meios alcalinos.

OILO[30], em 1988 comparou cimentos de ionômero de vidro restauradores, incluindo um cimento do tipo cermet, com cimento de silicato em relação às suas propriedades físicas e químicas. A estrutura das partículas do pó dos cimentos foi estudada através de microscopia eletrônica de varredura (SEM). A solubilidade dos cimentos foi comparada pela imersão de amostras na forma de discos do cimento, com 20 mm de diâmetro por 1 mm de espessura, em água destilada 1 hora após o início da mistura. A dissolução foi quantificada através da medida da condutividade da água após 23 horas de armazenagem a 37°C. De acordo com os resultados o cimento de silicato mostrou melhor resistência à compressão do que o cimento de ionômero de vidro, o mesmo ocorrendo com o tempo de trabalho e de presa. A resistência flexural variou entre os cimentos. Com relação à solubilidade, os cimentos de ionômero de vidro, com excessão de uma marca comercial (GC Fuji Ionomer Type II - F) apresentaram-na menores que a do silicato. Os do tipo cermet mostraram altos valores para as propriedades mecânicas e baixa solubilidade. Exame das amostras ao SEM mostraram partículas de prata irregulares, parcialmente cobertas por uma camada de vidro no cimento tipo cermet.

EARL et al[16] em 1989, descreveram um segundo estudo sobre a capacidade de alguns materiais em limitar o movimento da água através da superfície do cimento de ionômero de vidro. Utilizando a mesma metodologia do tritio-marcado misturado ao pó

do cimento, foram confeccionadas amostras, sobre as quais foram testados vernizes cavitários, resinas compostas sem carga ativadas por meio químico e por luz halógena. Os autores verificaram que as amostras cobertas com resinas fotopolimerizáveis demonstraram menor ou nenhuma perda de íons tritio-marcado na primeira hora após a imersão, porém após 100 minutos a eluição de íons H^3 aumentou continuando a aumentar por mais de uma semana. Segundo os autores, nem todas as resinas fotoativadas protegem com sucesso o cimento. A resistência de união entre cimento de ionômero de vidro e resina composta é devida, em parte, ao ângulo de contato entre resina e a superfície do cimento. Resinas com baixo ângulo de contato mostraram melhor desempenho. As resinas quimicamente ativadas não foram efetivas devido ao efeito inibidor do oxigênio sobre a reação de presa na superfície da resina, e aos componentes que não reagiram, principalmente os solventes que são perdidos, causando poros na superfície de proteção. Também os vernizes não foram efetivos devido à evaporação do solvente, levando igualmente à formação de poros que não protege adequadamente a superfície do cimento.

Para medir a capacidade de umedecimento e a viscosidade de resinas compostas sem carga (agente de união), MOUNT[26], em 1989 investigou o ângulo de contato formado entre o agente de união e a superfície do cimento de ionômero de vidro. Discos do cimento com 10 mm de diâmetro foram armazenados por 48 horas em

100% de umidade relativa. A seguir um grupo de amostras tiveram as superfícies atacas por solução de ácido ortofosfórico a 37% durante 60 segundos. Um outro grupo recebeu abrasão diminuindo a superfície a 1 mm de espessura através de uma lixa com granulação 180. O terceiro grupo recebeu além desta abrasão superficial, o ataque ácido. O grupo controle não recebeu nenhum tratamento de superfície. Feito isso, uma gota do agente de união foi colocada sobre a superficie de cada grupo de amostras do cimento e o ângulo de contato foi medido com um microscópio. O autor observou que todos os agentes de união demonstraram maior capacidade de umedecimento após a superfície do cimento ter sido atacada com o ácido ortofosfórico, além disso as resinas com alta viscosidade e consequentemente alto ângulo de contato parecem ser inadequadas para o uso na técnica de restauração mista, onde o cimento de ionômero de vidro é usado como base sob restaurações de resinas compostas.

FUKAZAWA et al[18], em 1990, continuaram a estudar o comportamento e o mecanismo de erosão do cimento de ionômero de vidro em soluções de ácidos orgânicos tamponados em função do tempo, do pH e da concentração dos ácidos. Amostras do cimento após 1 hora de mistura, foram suspensas em 50 ml de soluções de ácidos orgânicos pH 4,1 (acetato,lactato e citrato) e mantidas sob agitação. Após 1, 8, 24, 48, 80, 120 e 168 horas, as soluções foram trocadas e analisadas por meios químicos, onde a concentração de flúor foi determinada por um eletrodo específico. A

sílica por espectrofotometria, e a concentração de cátions metálicos por espectroscopia de absorção atômica. As superfícies das amostras foram analisadas por SEM. Foi observado que a dissolução foi mais acentuada em ácido cítrico do que em ácido acético ou lático devido à formação de complexos metálicos ser maior em ácido cítrico. Em soluções ácidas, a dissolução do cimento foi controlada por difusão dos componentes eluídos na matriz do cimento, que por sua vez depende da concentração de íon H^+. Em ácido cítrico, a dissolução foi controlada pela difusão e pela reação de superfície entre o ânion ácido e os componentes eluídos. A análise por SEM das superfícies das amostras mostrou severa erosão da matriz do cimento imerso em solução de ácido cítrico e as partículas vítreas permaneceram sobre a superfície.

Em 1992, BILLINGTON et al[1] realizaram um experimento com vinte materiais de diferentes fabricantes utilizando o Jet-test para testar os três tipos de cimentos de ionômero de vidro: agente de cimentação (tipo I), restaurador (tipo II) e reforçado com partículas de prata (cermet) (tipo II modificado). Amostras com 4 mm de diâmetro, geleificadas por 1 hora à 37•C foram polidas, armazenadas em água deionizada por 23 horas à 37•C, secas e pesadas. Feito isso, as mesmas foram submetidas a jatos de ácido lático 0,02M à 37•C por 24 horas. Após o teste, as amostras foram secas, repesadas e a perda de massa calculada em mg/h. De acordo com os resultados obtidos, houve uma grande varia

ção de valores para os materiais restauradores. De acordo com os autores, o tipo de ácido polimérico utilizado não teve influência uniforme sobre a erosão dos cimentos de ionômero de vidro. Os agentes cimentantes nem sempre apresentaram menor erosão que os materiais restauradores. No entanto, a redução do tamanho das partículas (como acontece nos materiais de cimentação) pode diminuir a erosão devido ao aumento da superfície de contato, aumentando consequentemente o número de ligações cruzadas entre os íons, mais provavelmente íons Al^{3+} que controlam o comportamento de erosão destes materiais. Os materiais reforçados mostraram comportamento semelhante aos agentes de cimentação.

A efetividade de proteções de superfície de cimentos de ionômero de vidro foi avaliada mais recentemente através de espectrofotometria por SERRA et al[33], em 1992. Amostras com 4,5mm de diâmetro por 2 mm de espessura foram protegidas com resinas compostas sem carga, ativadas por luz halógena ou por meio químico, esmalte para unha, vernizes, vaselinas e vaselina seguida de verniz. As amostras foram imersas em azul de metileno 0,05%, 10 minutos após a mistura. Após 24 horas as amostras foram removidas e colocadas em 1ml de ácido nítrico 65% durante 38 horas. Então, as soluções foram filtradas, centrifugadas e a absorbância foi determinada por espectrofotometria no comprimento de onda de a 590nm. Os autores verificaram que o esmalte para unha foi o material mais efetivo em proteger a superfície do cimento de ionômero

de vidro, seguido em sequência pelos vernizes (Shofu e Copalite), vaselina seguida de verniz Copal, resinas fotoativadas, resinas ativadas por via química e vaselina.

Uma pesquisa foi realizada em 1992 por HOTTA et al [19] para avaliar os materiais utilizados como protetores da superfície do cimento de ionômero de vidro em meio úmido, através da medida de alteração de cor. Os pesquisadores utilizaram três cimentos de ionômero de vidro restauradores e quatro materiais de proteção (um verniz e três resinas). As amostras de 4 x 4 x 2 mm foram confeccionadas à temperatura ambiente. Após 5 minutos, um grupo recebeu um ataque com ácido fosfórico à 37°C, durante 5 segundos, posteriormente foram lavados, secos e cobertos com agente de união. Outro grupo recebeu apenas a aplicação do verniz (Ketac) e o terceiro grupo apenas aplicação do glase. Um quarto e último grupo de amostras recebeu a cobertura de agente de união ativado por luz halógena. Após 15 minutos as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas, 48 horas e 7 dias. Feito isso, a alteração de cor foi medida através de um equipamento Shade Matching Light (Canadá) e as superfícies das amostras foram avaliadas através de Microscopia Eletrônica de Varedura. Foi observado que a umidade afetou a cor da superfície do cimento de ionômero de vidro durante os 15 minutos após a mistura, ou seja, o contato prematuro do cimento com a água resultou em aumento na diferença de cor. Dentre os materiais utilizados para a proteção

da superfície do cimento, os agentes de união fotoativados e com glase foram mais efetivos em reduzir o movimento da água do que o verniz (Ketac) testado nos períodos de 24 horas, 48 horas e 7 dias. A análise em SEM mostrou fendas na superfície do cimento após o contato com a umidade ou com o ar; porém, quando a superfície da amostra era coberta com agente de união fotoativado ou glase, após o contato com a umidade, as superfícies apresentaram-se lisas. A proteção da superfície da amostra com verniz resultou em penetração de água na superfície, causando alteração de cor. Os autores concluíram que os agentes de união e glase foram superiores que o verniz em relação à alteração de cor e são materiais efetivos para proteção de restaurações com cimento de ionômero de vidro na prática clínica.

O efeito do tempo de maturação sobre a resistência à erosão de cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco, silicato e ionômero de vidro, foi investigado por WILLIAMS et al [36], em 1992, utilizando o Jet-test. As amostras com 4 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento foram confeccionadas de cada material e mantidas entre placas de aço por 1 hora, 24 horas e 2 meses, à 37°C. Posteriormente, as amostras foram colocadas em água à 37°C até o momento do Jet-test. As amostras foram então ensaiadas em solução de ácido lático 0,02M à 37°C com velocidade dos jatos de 100 ml/min. A erosão foi medida por perda de peso e o tempo de duração do teste foi determinado de acordo com o tipo

de material avaliado, variando de 2 horas para 24 horas. Os autores observaram que todos os cimentos de ionômero de vidro mostraram redução na erosão quando o tempo de geleificação foi maior. Resultados semelhantes foram obtidos para os cimentos de policarboxilato de zinco. O cimento de silicato e fosfato de zinco apresentaram um aumento na taxa de erosão, quando o tempo de geleificação foi prolongado, porém as diferenças não foram estatisticamente significantes. Segundo os autores, estes dados sugerem que o tipo ácido polimérico usado contribuiu para reduzir a taxa de erosão; porém foram estudados vários cimentos de ionômero de vidro, cujos liquidos eram compostos de ácido poliacrílico ou copolímeros de ácido acrílico, e independente do tipo de ácido utilizado, todos os cimentos apresentaram redução na erosão. Desta forma, o tipo de poliácido usado pareceu não influenciar a resistência à erosão. A taxa de erosão dos cimentos de ionômero de vidro diminuiu com o tempo de geleificação, devido a capacidade do cimento de formar novas ligações cruzadas.

Em recente trabalho de pesquisa, os autores McKNIGHT-HANES & WHITFORD[23], em 1992, determinaram os efeitos que o verniz, com ou sem acabamento, pode ter sobre a liberação de íons flúor, quando aplicado na superfície dos cimentos de ionômero de vidro. Foram utilizados três cimentos: um convencional ativado pela água, um cermet e um ionômero reforçado com partículas metálicas, com os quais foram confeccionadas amostras em forma de

disco com 1,0 cm de diâmetro por 2,5 mm de espessura, com superfície de área de 2,36 cm^2. Um grupo de discos, considerado controle, não foi envernizado e nem polido. Um segundo grupo de discos de cada material foi envernizado, e ainda, o terceiro grupo, recebeu além do verniz, um acabamento final depois de 1 hora através de uma broca diamantada para acabamento em alta velocidade, com refrigeração a água durante 30 segundos. Feito isso, cada disco foi imerso em um tubo de ensaio contendo 10,0 ml de saliva artificial e colocado em um agitador por 3 semanas. Posteriormente, alíquotas de 100μl foram coletadas de cada tubo a 1 hora e 24 horas. Depois de 24 horas, os discos foram colocados em 10ml de nova solução de saliva artificial e uma alíquota após 24 horas foi coletada de cada tubo para 6 dias. Finalmente, uma alíquota de cada tubo foi coletada no final da 2^a e 3^a semana de estudo. A seguir, cada alíquota foi analisada em função da presença de fluoretos. Um estudo paralelo foi realizado com a intenção de se verificar o efeito da variação da quantidade de líquido usada no proporcionamento do cimento sobre a taxa de liberação de fluoretos. Três grupos de amostras foram confeccionadas variando-se a proporção pó-líquido: a) uma colher de pó para 2 gotas de líquido; b) uma colher de pó para uma gota de líquido e c) duas colheres de pó para uma gota de líquido. Alíquotas de 100μl foram coletadas de cada tubo a 1, 24, 48 e 72 horas. Os autores verificaram que a aplicação de verniz e o acabamento das superfícies envernizadas afetam a taxa de

liberação do íon flúor. A liberação de íons dos três cimentos estudados diminuiu após a aplicação do verniz. O efeito do acabamento foi variável; no caso do cimento reforçado por partículas de metal, houve um aumento significante na liberação de fluoretos, ao passo que nos demais cimentos não houve efeito significante. Os resultados do segundo estudo indicaram que para o cimento reforçado com partículas metálicas, a liberação de fluoretos foi inversamente proporcional à proporção pó:líquido. Com baixa proporção pó:líquido, ocorreu um aumento na solubilidade e liberação de íons flúor devido principalmente à formação inicial de sais de cálcio e ligações cruzadas. Após a presa inicial, são formados sais de alumínio que reduziram gradualmente a solubilidade.

3 - PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

De acordo com as informações da bibliografia previamente descrita, a solubilidade dos cimentos ionoméricos é considerada um fator limitante na longevidade das restaurações em função da vulnerabilidade desses materiais ao desiquilíbrio hídrico nos estágios iniciais da reação.

Assim, julgamos válido propor um estudo para verificar a influência de agentes protetores na solubilidade em água de cimentos de ionômero de vidro restauradores, em intervalos de 1 e 24 horas após a aglutinação.

4 - MATERIAIS E MÉTODO

4 - MATERIAIS E MÉTODO

4.1 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO LABORATÓRIO

Neste estudo, a manipulação dos cimentos ionoméricos e a confecção das amostras para os ensaios de solubilidade, foram efetuadas nas condições indicadas pela especificação n° 09 da Associação Dentária Americana[4]. Seguindo esta especificação, as condições ambientais de temperatura de 23±2°C e umidade relativa do ar de 50±10%, foram conseguidas em uma sala especialmente equipada com ar condicionado de (WESTINGHOUSE-M1750), desumidificador (DEUMIDAIR - FARGON, Engenharia e Indústria Ltda.) e um psicrômetro (HUMIDITY- INCOTHERM, Indústria Brasileira).

4.2 - MATERIAIS

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

4.2.1 - Duas marcas comerciais de cimento de ionômero de vidro restaurador (Tipo II), fabricados por diferentes companhias de produtos odontológicos: CHELON-FIL, que é um cimento de ionômero de vidro comercializado na forma convencional, onde o líquido é uma solução aquosa de ácido polimaleico e o pó é composto

pelo flúor aluminosilicato de cálcio, e VIDRION R, um cimento anidro, onde o pó é composto pelo flúor aluminosilicato de cálcio e ácido poliacrílico liofilizado e o líquido contém uma solução aquosa de ácido tartárico (Tabela I - Fig. 1).

4.2.2 - Dois tipos de agentes protetores da superfície da restauração: VERNIZ V, um verniz à base de nitrocelulose indicado para proteger especificamente a superfície de restaurações feitas com ionômero de vidro; SCOTCHBOND, uma resina de baixa viscosidade, à base de BIS-GMA e HEMA, fotopolimerizável usada para produzir adesão da superfície do esmalte ou dentina ao material restaurador (Tabela I, Fig. 2).

Tabela 1 - Materiais utilizados no estudo

MATERIAL	MARCA COMERCIAL	FABRICANTE
Cimento de ionômero de vidro	Chelon - Fil	ESPE, Fabric Pharmazeutisher Preparate, GmbH & Co., N. Germany.
	Vidrion - R	S.S.WHITE, Artigos Dentários Limitada - R.J., Brasil.
Agentes Protetores	Verniz - V	S.S.WHITE, Artigos Dentários Limitada - Rio de Janeiro, Brasil.
	Scotchbond	3M Co., Sumaré, S.P., Brasil

Fig. 1 - Cimentos de ionômero de vidro comerciais utilizados no estudo

Fig. 2 - Agentes de proteção de superfície

4.2 - MÉTODO

4.2.1 - TESTE DE CONSISTÊNCIA

De acordo com a especificação n· 09 da Associação Dentária Americana[4], um determinado volume de massa de cimento de silicato, considerada como consistência padrão, deve formar um disco com diâmetro médio de 25±1 mm à temperatura de 23±2·C e umidade relativa de 50±10%. No entanto, a utilização da proporção pó:líquido usada para o cimento de silicato, resultava em uma mistura ionomérica de difícil manipulação. Desta forma, a consistência considerada adequada para os cimentos ionoméricos foi aquela em que a mistura formava um disco com diâmetro de 30±3 mm nas mesmas condições de temperatura e umidade relativa do ar.

Assim, baseando-se na recomendação da especificação n· 09 da Associação Dentária Americana[4], o pó e o líquido dos produtos ionoméricos foram determinados em peso (mg) e volume (ml) respectivamente, e aglutinados sobre uma placa de vidro, durante 90 segundos. A seguir, com o auxílio de uma seringa plástica, um volume de 0,50 ml desta mistura foi transferido para outra placa de vidro. Dois minutos após o início da mistura, outra placa de vidro, pesando 20g, foi colocada sobre o material, e sobre esta, pesos adicionais foram aplicados totalizando uma carga de 2.500g para comprimir o cimento. Dez minutos após o início da mistura,

foram retirados o peso e a placa de vidro. O diâmetro do disco formado pelo material foi medido com o auxílio de um paquímetro (MAUB, Polônia). Desta forma foram realizados ensáios para cada marca de cimento, iniciando-se da proporção pó-líquido indicada pelo fabricante e aumentando-se gradualmente a quantidade de pó a cada determinação, até a obtenção de uma consistência considerada adequada para utilização do cimento, a qual formou um disco com diâmetro de 30±0,3mm à temperatura de 23,0±2,0•C e umidade relativa entre 50±10%. Assim, a consistência padrão foi obtida utilizando uma proporção pó:líquido de 1:1 v/v para Chelon-Fil e 2:1 v/v para o Vidrion-R.

4.2.2 - TESTE DE SOLUBILIDADE

4.2.2.1 - Preparo das amostras

A especificação n• 9 da Associação Dentária Americana[4] para cimento de silicato foi utilizada para estudar a solubilidade do cimento de ionômero de vidro restaurador em água. Duas alterações foram introduzidas: 1• - as medidas de solubilidade em mg foram realizadas em períodos de 1 e 24 horas após a geleificação inicial dos materiais; e 2• - o conjunto de placas de vidro e as amostras do cimento não foram mantidas durante 1 hora em 100% de umidade relativa à temperatura de 37•C, mas imersas na solução de eluição logo após a geleificação inicial.

Para a confecção dos corpos de prova, o pó e o líquido do cimento de ionômero de vidro restaurador foram proporcionados conforme o valor obtido no teste de consistência e aglutinados sobre uma placa de vidro em ambiente com temperatura de 23±2·C e umidade relativa entre 50±10% durante 2 minutos para o Chelon-fil e 1 minuto para Vidrion-R, conforme as instruções do fabricante.

O material com a consistência padrão foi colocado com o auxílio de uma espátula n· 70 (Duflex, S.S.White, Artigos Dentários Ltda.) no interior de um anel plástico medindo 20mm de diâmetro por 1,5mm de espessura, assentado sobre uma folha de polietileno sustentada por uma placa de vidro. A seguir, outra placa de vidro, também recoberta com folha de polietileno, foi colocada sobre o anel plástico, e sobre este um peso de 500g, utilizado para comprimir o cimento no anel até a sua geleificação. Um fio ortodôntico n· 00, previamente pesado foi colocado no interior do anel no momento da inserção do cimento.

Desta forma, foram confeccionadas 30 amostras para cada cimento de ionômero de vidro (Chelon-fil e Vidrion-R), que foram divididos em grupos compostos de dez amostras.

Após o tempo de geleificação inicial (7 minutos para Chelon-fil e $5^{1/2}$ para Vidrion-R), foram retiradas as placas de

vidro, as folhas de polietileno, a matriz plástica e removidos os excessos para pesagem inicial. Imediatamente após, as amostras receberam os seguintes tratamentos experimentais:

Grupo 1 - Formado por cinco amostras de cada cimento, sem proteção de superfície;

Grupo 2 - (experimental) também composto de cinco amos-amostras de cada cimento, recebeu aplicação de duas camadas de verniz protetor - Verniz V;

Grupo 3 - o terceiro grupo (experimental), também composto de cinco amostras de cada cimento, recebeu aplicação de uma camada de resina fotopolimerizável Scotchbond. Cada face da amostra foi polimerizada através de luz halógena, fornecida pelo aparelho fotopolimerizador Fibralux (DABI-ATLANTE). A ponta do cabo da fibra óptica foi colocada em 10 pontos diferentes sobre uma mesma face da amostra, à distância de aproximadamente 1mm e acionada durante 20 segundos.

4.2.2.2 - Medida de solubilidade

Imediatamente após a confecção, as amostras foram pesadas juntamente com o fio ortodôntico em uma balança analítica Mettler tipo H15 (Germany). Feito isso, as amostras foram suspensas por meio do fio ortodôntico em 50ml de água destilada contida em frascos de vidro tipo "pesa filtro", com peso conhecido. As

amostras, nessas condições, permaneceram armazenadas à temperatura de 37•C, em estufa (Fanem-modelo 315 SE), durante 1 hora e 24 horas.

Após estes períodos de tempo, as amostras foram removidas e a água foi evaporada do pesa-filtro em estufa à 100•C. Logo após os frascos foram desidratados à temperatura de 150•C, durante 12 horas para a estabilização de seu peso e resfriados em dessecador contendo sílica gel até atingir a temperatura ambiente, conforme a especificação da A.D.A[4] . O ciclo de desidratação do pesa-filtro à 150•C e posterior resfriamento em dessecador foi repetido sempre que a diferença na pesagem fosse superior a 0,5mg.

Feito isso, cada frasco pesa-filtro foi pesado e a diferença entre peso final e inicial foi considerada como sendo a quantidade de desintegração sofrida pelas amostras. O peso real da amostra foi determinado através da diferença entre o peso do fio mais o peso da amostra, menos o peso do fio.

4.2.3 - Análise estatística

Obtidos os valores médios da solubilidade em miligramas, foi efetuada uma análise estatística. Para a realização desta análise, devido à falta de homocedasticidade dos dados, os mesmos foram transformados para $\sqrt{(x + 1)}$,, e submetidos a uma análise de variância com esquema fatorial para cada cimento estudado em relação aos períodos de permanência em água destilada e à proteção de superfície do cimento. Para avaliar as diferenças significativas entre os tratamentos utilizou-se o teste de Tukey.

5 - RESULTADOS

5 - RESULTADOS

Os valores individuais da solubilidade em miligramas que os cimentos de ionômero de vidro apresentaram em cada frasco pesa-filtro, contendo água destilada, durante 1 e 24 horas, estão apresentados no Apêndice (Tabelas VI, VII e VIII).

A análise de variância com esquema fatorial realizada com os dados transformados para $\sqrt{(x + y)}$ está apresentada na Tabela II.

Tabela II - Análise de variância dos dados de solubilidade dos cimentos de ionômero de vidro após 1 e 24 horas, em relação ao tipo de proteção da superfície do cimento.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Ionômero (MAT)	1	0,2270362	0,2270362	1.1060	0,29836
Tipo de proteção da superficie. (PROT.)	2	244.1005513	122.0502756	594.5547	0,00001
Tempo (TEMP.)	1	0,8608100	0,8608100	4.1933	0,04326
MAT.xPROT.	2	2.6607066	1.3303533	6.4807	0,00349
MAT.xTEMP.	1	2.8687356	2.8687356	13.9747	0,00076
MAT.xPROT. xTEMP.	2	1.3890775	0,6945388	3.3834	0,04068
RESIDUO	50	10.2640071	0,2052801		
TOTAL	59	262.3709243			

COEF.VARIAÇÃO: 13,772%

Dados transformados para $\sqrt{(x + 1)}$

A tabela II mostra valores significativos do teste F para o fator tipo de proteção da superfície (PROT.) e para a interação entre o cimento de ionômero de vidro e o tipo de proteção (MAT.x PROT.); entre o cimento de ionômero de vidro e o tempo (MAT.x TEMP.); e entre o cimento de ionômero de vidro e o tipo de proteção e tempo (MAT.x PROT.x TEMP.). Desta forma, os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade e estão apresentados nas tabelas III, IV e V e Figuras 7, 8 e 9.

TABELA III - TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DA SOLUBILIDADE EM AGUA DA INTERACAO ENTRE O TEMPO E PROTECAO, EM RELACAO AO FATOR TIPO DE CIMENTO DE IONOMERO DE VIDRO (MG)

TEMPO		1 HORA			24 HORAS		
MATERIAL	TRATAMENTO	S/ PROT	SCOTCH	VERNIZ V	S/ PROT	SCOTCH	VERNIZ V
CHELON - FIL		42.44(A)	6.84(A)	0.06(A)	36.84(A)	5.96(B)	0.08(A)
VIDRION - R		24.48(B)	5.72(A)	0.12(A)	36.98(A)	10.50(A)	0.34(A)

*MEDIAS SEGUIDAS DE MESMA LETRA NAO DIFEREM ESTATISTICAMENTE AO NIVEL DE 5% DE PROBABILIDADE, PELO TESTE DE TUKEY
D.M.S. = 0,57647

A tabela III e Figura 7 mostram que houve diferença estatisticamente significante ao nível de 5% de probabilidade entre os materiais, em relação às amostras que não foram protegidas no período de 1 hora, e quando as mesmas foram protegidas com Scotchbond no período de 24 horas. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

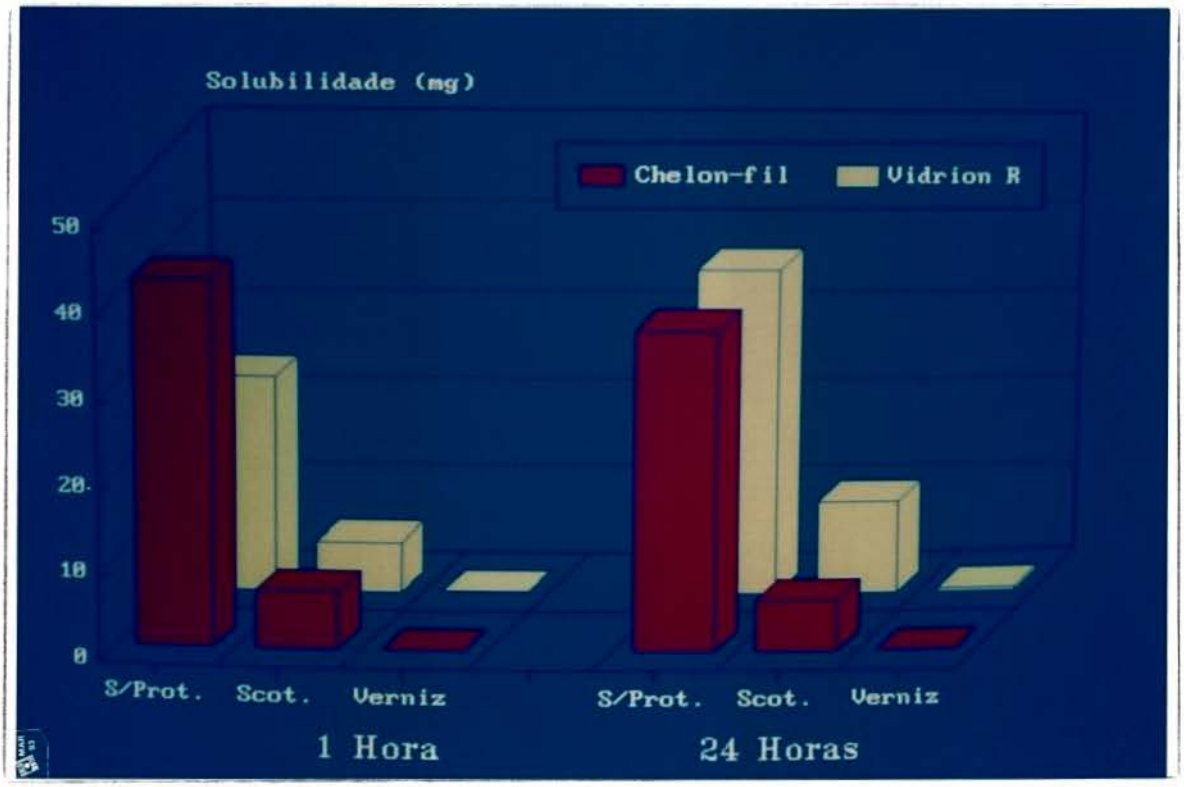

Figura 7 - Gráfico comparativo da solubilidade em miligramas, da interação entre o tempo e proteção, em relação ao fator tipo de cimento de ionômero de vidro.

TABELA IV - TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE SOLUBILIDADE EM AGUA DA INTERACAO ENTRE OS TIPOS DE CIMENTO DE IONOMERO DE VIDRO E TEMPO, EM RELACAO AO FATOR DE PROTECAO (MG).

MATERIAIS	CHELON - FIL		VIDRION - R	
TEMPO / TRATA-MENTO	1 HORA	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS
SEM PROTECAO	42.44(A)	36.84(A)	24.48(A)	36.98(A)
SCOTCHBOND	6.84(B)	5.96(B)	5.72(B)	10.50(B)
VERNIZ V	0,06(C)	0,08(C)	0,12(C)	0,34(C)

*MEDIAS SEGUIDAS DE MESMA LETRA NAO DIFEREM ESTATISTICAMENTE AO NIVEL DE 5% DE PROBABILIDADE, PELO TESTE DE TUKEY

D.M.S. 5% = 0,69297

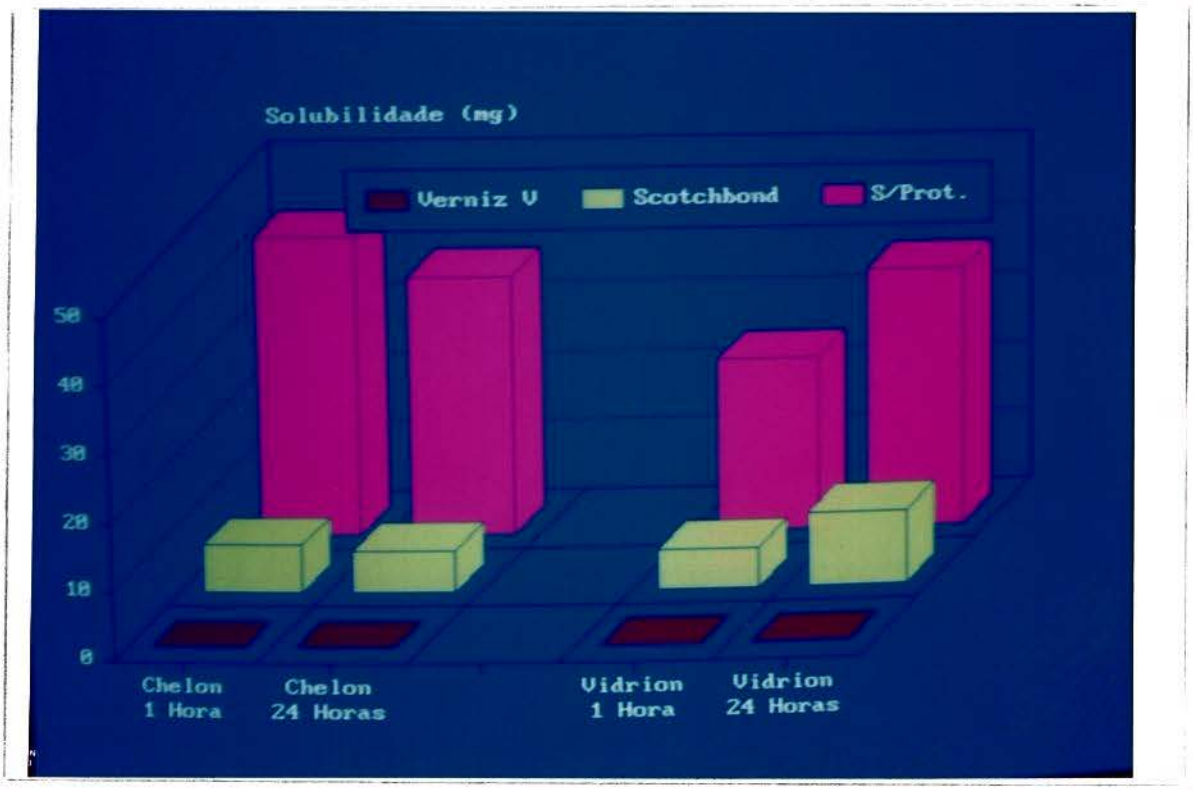

Figura 8 - Gráfico comparativo da solubilidade em miligramas da interação entre os tipos de cimento de ionômero de vidro e tempo, em relação ao fator proteção.

Na Tabela IV e Figura 8, observou-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre todos os tratamentos realizados na superfície do cimento de ionômero de vidro estudados. As amostras que não receberam proteção diferiram daquelas protegidas com Scotchbond, que por sua vez diferiram das que foram protegidas com Verniz-V.

TABELA V - TESTE DE TUKEY PARA MEDIAS DE SOLUBILIDADE EM AGUA DA INTERACAO ENTRE OS TIPOS DE CIMENTO DE IONOMERO DE VIDRO E PROTECOES, EM RELACAO AO FATOR TEMPO (MG)

MATERIAIS	CHELON-FIL			VIDRION-R		
TRAT. / TEMPO	S/ PROT	SCOTCH	VERNIZ V	S/ PROT	SCOTCH	VERNIZ V
1 HORA	42.44(A)	6.84(A)	0.86(A)	24,48(B)	5.72(B)	0.12(A)
24 HORAS	36.84(A)	5.96(A)	0.08(A)	36.98(A)	10.50(A)	0.34(A)

*MEDIAS SEGUIDAS DE MESMA LETRA NAO DIFEREM ESTATISTICAMENTE AO NIVEL DE 5% DE PROBABILIDADE, PELO TESTE DE TUKEY

D.M.S. 5% = 0,57647

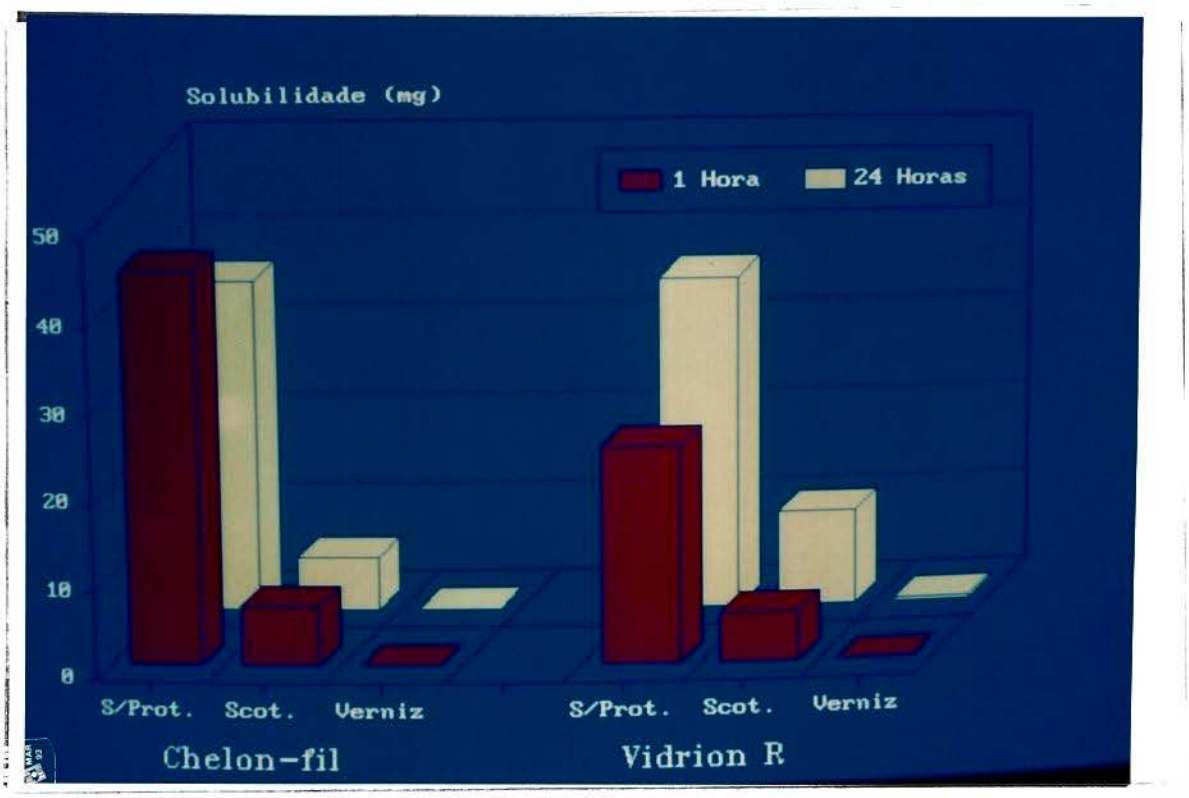

Figura 9 - Gráfico comparativo da solubilidade em miligramas da interação entre os tipos de cimento de ionômero de vidro e proteções em relação ao fator tempo.

Com relação ao tempo de avaliação da solubilidade dos materiais, a Tabela V e Figura 9 mostram que houve diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5% de probabilidade entre os períodos de 1 e 24 horas para os corpos de prova de Vidrion-R que não receberam proteção e para aqueles protegidos com Scotchbond. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

6 - DISCUSSÃO

6 - DISCUSSÃO

Um material restaurador ideal deveria ter propriedades físicas similares à estrutura dental. Além disso, deveria aderir firmemente ao esmalte e dentina, e resistir ao processo de degradação imposto pelo meio oral. Embora este propósito ainda não tenha sido atingido, na última década, nenhum outro material esteve tão próximo do maior objetivo da Odontologia Restauradora, como o cimento de ionômero de vidro.

Neste estudo foi verificada a solubilidade em água de dois cimentos ionoméricos indicados como material restaurador e a influência de agentes protetores de superfície nessa propriedade. Para a avaliação da solubilidade foi utilizado o teste gravimétrico, preconizado pela Associação Dentária Americana[4], para cimento de silicato, considerada por nós, uma metodologia bastante viável de ser aplicada e que forneceria resultados válidos para o estabelecimento de parâmetros de comparação de qualidade dos cimentos de ionômero de vidro.

No entanto, WILSON[37] acredita que os valores de solubilidade obtidos pelo referido teste mascaram as informações em função das seguintes considerações: 1 - os materiais analisados permitem a dissolução da matriz, permanecendo partículas isoladas aderidas à massa, não sendo eliminadas pela inexistência de agentes abrasivos; 2 - quando os materiais que possuem componentes voláteis são testados, estes são eliminados com a água de imersão

alterando os resultados; 3 - considera indiferenciadamente produtos de solução que tem maior ou menor influência na integridade estrutural do material; 4 - o meio de imersão utilizado é a água, diferentemente dos fluídos bucais; e 5 - o tempo de avaliação é curto, e o resultado pode ser mascarado quando se comparam materiais de diferentes reações, que consequentemente necessitam de diferentes tempos para alcançarem a estabilidade.

Entretanto, neste estudo foram comparados dois materiais de mesma classe e indicação (Tipo II). Além disso, os cimentos ionoméricos apresentam uma mesma dinâmica na reação de presa, e segundo PROSSER et al.[32], quando o teste de solubilidade é adequadamente modificado, pode ser usado como indicação da susceptibilidade precoce à umidade dos cimentos. CRISP et al [9] e MATSUYA et al.[22], acrescentam que após a aplicação do teste, é possível a identificação dos produtos de eluição através de análise química do eluato.

No presente estudo, os corpos de prova foram diretamente imersos em água, após sua geleificação inicial. Esta foi uma das variações da metodologia descrita pela Especificação nº 09 da Associação Dentária Americana[4], realizada com o intuito de simular as condições do meio bucal, pois clinicamente quando se realiza uma restauração com cimento de ionômero de vidro, o material entra diretamente em contato com os fluídos bucais, após seu tempo de presa inicial.

De acordo com os resultados obtidos, pode se observar que com relação aos materiais, o cimento Chelon-Fil, durante o período de 1 hora, apresentou diferenças estatisticamente significantes em relação ao cimento Vidrion-R, quando as amostras não receberam nenhum tipo de proteção, sendo que o cimento Chelon-Fil foi o mais solúvel (Tabela III - Fig. 7).

As diferenças nos valores de solubilidade entre os cimentos parecem estar relacionadas à composição de cada um deles. O Chelon-Fil é fornecido na forma convencional, onde o pó contém as partículas vítreas e o líquido é composto pelo ácido polimaleico. O Vidron-R é um cimento cuja reação de geleificação é iniciada pela água (McLEAN et al[25]), onde o ácido poliacrílico está incorporado ao pó, sendo o líquido composto por uma solução aquosa de ácido tartárico. A diferença clara existente entre os dois cimentos, segundo PROSSER et al.[32], é devida à viscosidade dos líquidos, pois a solução de ácido polimaleico, líquido do cimento Chelon-Fil, possue maior viscosidade em relação à solução aquosa do ácido tartárico que compõe o cimento Vidrion-R. Esta particularidade permitiu uma maior incorporação do pó ao líquido no cimento Vidrion-R, uma vez que sua reação de geleificação é iniciada pela água, facilitando a aglutinação pó:líquido, fato este que melhora todas as propriedades físicas do cimento, assim como diminui a quantidade de material que pode ser lixiviado pela água (CRISP et al[6,8]). Este procedimento parece explicar o melhor desempenho do Vidrion-R em relação ao Chelon-Fil no período de 1

hora para as amostras sem proteção.

Porém, os valores de solubilidade para as amostras de cimento de ionômero de vidro Chelon-Fil, em que as superfícies não receberam proteção (Tabela IV e Fig. 8), foram mais elevados em relação aos valores obtidos por PROSSER et al.[32], OILO[30], e mais recentemente por BILLINGTON et al.[1]. Provavelmente estas diferenças econtradas sejam devidos ao tempo de maturação do cimento, antes do mesmo ser colocado na água destilada. Na pesquisa realizada por PROSSER et al.[32], os autores mantiveram as amostras durante o tempo de geleificação inicial e durante 1 hora em uma estufa à 37°C, antes de colocá-las em contato com a água. As amostras que foram mantidas na estufa somente durante o tempo de geleificação inicial apresentaram valores de solubilidade maiores, devido à reação de geleificação incompleta do cimento, quando comparadas àquelas que permaneceram na mesma por 1 hora. A explicação para o fato, segundo CRISP et al[7], é que quando o tempo permitido para a maturação do cimento é prolongado, antes de colocá-lo em contado com a água, a quantidade de eluato diminui. Este argumento também foi utilizado por vários autores, como OILO[29]; FUZAKAWA et al[17,18]; WALLS, McCABE et al[35] CAUSTON[3] e mais recentemente por WILLIANS et al [36], que observaram que a taxa de erosão dos cimentos de ionômero de vidro diminui com o aumento do tempo permitido para a maturação, devido à capacidade do cimento de formar novas ligações cruzadas. Além disso, a adição de ácido tartárico, em alguns cimentos, segundo CRISP &

WILSON[13]; CRISP et al.[5] e OILO[29], aumenta a velocidade de reação de presa, limitando a solubilidade precoce dos cimentos.

Assim sendo, os altos valores de solubilidade atingidos pelos cimentos não protegidos durante a armazenagem em água, neste estudo, possam ser explicados provavelmente pelo fato dos corpos de prova serem diretamente imersos em água, após seu tempo de geleificação inicial.

Com relação aos tempos de avaliação da solubilidade, pode se verificar que para as amostras não protegidas de Chelon-Fil não houve diferenças significantes.Para as amostras Vidrion-R também uma proteção apresentaram diferenças significantes sendo que durante o período de 24 horas os valores de solubilidade foram mais elevados do que durante o período de 1 hora para este cimento (Tabela V - Fig. 9). Isto pode ter ocorrido pelo fato do cimento de ionômero de vidro ser um material composto por substâncias iônicas, e entrando em contato com a água ocorre o início do processo de dissolução, onde os íons que compõem o cimento são eluídos pela mesma, de tal maneira que a quantidade de íons na solução aquosa aumenta em função do tempo. Quando a solução atinge uma concentração correspondente ao produto de solubilidade dos constituintes iônicos do cimento ionomérico, o processo entra em equilíbrio de dissolução, podendo ocorrer a readsorção de íons pela amostra do cimento. Assim, a própria readsorção de íons, ou seja, aqueles que atingem o produto de solubilidade em um menor período de tempo, na superfície do

cimento, pode influenciar retardando o processo de dissolução. Desta forma, quando a solução aquosa se torna saturada pelos produtos de eluição do cimento, o material eluído, segundo KUHN & WILSON[21] e BROOKMAN et al[2] pode ser readsorvido pela superfície. De acordo com os últimos autores, a quantidade de material eluído é diretamente proporcional à área de superfície da amostra, independente do volume de água, desde que o equilíbrio de dissolução não tenha sido atingido. Seguindo as considerações destes autores, é possível que o cimento Vidrion-R sem proteção, durante o período de 24 horas não tenha conseguido saturar o meio de imersão e desta forma continuou se solubilizando por um período maior que 24 horas. O mesmo não ocorreu com o Chelon-Fil sem proteção, que provavelmente neste período de 24 horas, já atingiu o grau de saturação do meio de eluição.

Para as amostras de ambos os cimentos que receberam proteção com resina Scotchbond no período de 1 hora, os resultados indicaram que os materiais não diferiram entre si (Tabela III - Fig. 7). No entanto, quando observa-se os mesmos cimentos com a mesma proteção no período de 24 horas, verifica-se que houve diferenças estatisticamente significantes, sendo que as amostras de Chelon-Fil apresentaram menor solubilidade. Os dados obtidos podem ser em decorrência do cimento Chelon-Fil apresentar maior número de grupamentos carboxílicos e portanto maior número de ligações cruzadas; e assim formar maior quantidade de policarboxilato de cálcio do que o cimento Vidrion-R, na primeira hora. Isto

é explicado por WILSON & McLEAN[39], pelo fato do cimento Chelon-Fil apresentar na sua composição o ácido polimaleico e este ser mais reativo do que o ácido poliacrílico do Vidrion-R. Ainda segundo CRISP et al[10] e CRISP & WILSON[12], o policarboxilato de cálcio formado na primeira hora é mais vulnerável à erosão do que o policarboxilato de alumínio formado posteriormente, explicando provavelmente sua maior solubilidade durante 1 hora em relação ao Vidrion-R quando as amostras foram protegidas com Scotchbond.

Desta forma, quando os corpos de prova são protegidos com esta resina, a mesma oferece um determinado grau de proteção ao cimento, que reduz a sua solubilidade em função de um bloqueio mecânico que a mesma exerce sobre sua superfície, dificultando parcialmente a passagem dos íons para a solução aquosa, e consequentemente permitindo ao cimento um tempo relativamente maior de geleificação em relação àquelas amostras não protegidas. Assim, quando o Chelon-Fil recebeu este tipo de proteção superficial, os resultados não diferiram em relação aos períodos de tempo estudados (Tabela V - Fig. 9), porém para o cimento Vidrion-R, a solubilidade foi menor na primeira hora, diferindo do período de 24 horas. Como este último cimento possue menor quantidade de grupamentos carboxílicos, formará uma quantidade menor de policarboxilato de alumínio ao final do período estudado, sendo desta forma muito mais susceptível à dissolução neste período em relação ao Chelon-Fil.

Quando os corpos de prova receberam proteção superfi-

cial com Verniz-V, pode se perceber que os índices de solubilidade reduziram-se drasticamente quando comparados aos demais tratamentos de superfície, sendo que houve diferenças estatisticamente significantes, durante os dois períodos de tempo estudados (Tabela IV - Fig. 8). Os dados deste estudo confirmam os resultados recentes de SERRA et al.[33], onde as superfícies do cimento de ionômero de vidro tratadas com resina composta sem carga, foto ou quimicamente ativada, permitiram maior penetração de corante através do cimento, em relação às superfícies tratadas com Verniz Shofu ou esmalte para unha. Uma explicação para o fato da menor efetividade da resina composta, talvez possa ser atribuída ao maior ângulo de contato que esta forma sobre a superfície do cimento. Segundo MOUNT[26], a maior viscosidade da resina, e consequentemente maior ângulo de contato, acarreta uma menor capacidade de umedecimento, e isto pode esclarecer o desempenho desfavorável da resina neste experimento frente ao Verniz-V.

Os resultados deste ensaio também estão de acordo com os achados de Mc KNIGHT-HANES & WHITFORD[23], que demonstraram menor liberação de íons fluoretos de superfícies de cimento de ionômero de vidro, protegidas com verniz. Entretanto, diferiram daqueles encontrados por EARL et al.[16], que demonstraram uma liberação reduzida de íons trítio-marcados do cimento de ionômero de vidro, quando a superfície do mesmo foi protegida com resina composta sem carga ativada por luz visível. Também diferiram dos achados de HOTTA et al [19], que verificaram maior alteração de cor do

cimento, devido à penetração de água, quando as superfícies das amostras foram protegidas com vernizes. Os melhores resultados obtidos com vernizes à base de nitrocelulose, segundo EARL & IBBETSON[15], é baseado na premissa de sua natureza hidrofóbica, capaz de fornecer uma cobertura impermeável à água, antes do mesmo ser diretamente exposto ao meio bucal.

Desta forma, os resultados deste experimento deixam claro que os cimentos de ionômero de vidro restauradores necessitam de proteção superficial para evitar a solubilidade precoce durante o desenvolvimento de sua reação de geleificação.

7 - CONCLUSÃO

7 - CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

1 - Os cimentos de ionômero de vidro restauradores Chelon-Fil e Vidrion-R, que não receberam nenhum tipo de proteção, apresentaram elevada solubilidade em água, nos períodos de 1 hora e 24 horas de imersão.

2 - O produto Chelon-Fil apresentou maior índice de solubilidade na avaliação em 1 hora em amostras que não foram protegidas, sendo estatisticamente diferente ao nível de 5% de probabilidade em relação ao Vidrion-R, nas mesmas condições. Na análise de 24 horas não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois produtos.

3 - Os agentes de proteção da superfície dos cimentos de ionômero de vidro restauradores, Verniz-V e Scotchbond reduziram os índices de solubilidade e apresentaram valores estatisticamente diferentes quando comparados àquelas amostras que não receberam agentes protetores.

4 - Dentre os agentes de proteção da superfície de cimentos

de ionômero de vidro restauradores estudados, o Verniz-V foi o material mais efetivo quanto à proteção, durante os dois períodos de tempo estudados e apresentou valores estatisticamente diferentes em relação à proteção com resina Scotchbond.

8 - RESUMO

8 - RESUMO

O propósito deste estudo foi verificar a influência de materiais protetores sobre a solubilidade em água de cimentos de ionômero de vidro restauradores, empregando o teste gravimétrico indicado pela Associação Dentária Americana, na sua Especificação nº 09 para cimento de silicato.

Foram utilizados dois cimentos de ionômero de vidro restauradores (Chelon-Fil e Vidrion-R) e confeccionadas 30 amostras, com 20 mm de diâmetro por 5 mm de espessura, de cada material. Grupos experimentais de cinco amostras foram protegidos com a resina fotoativada Scotchbond e Verniz-V. O grupo que não recebeu proteção foi considerado controle. Os tempos de imersão em água destilada foram de 1 hora e 24 horas, após o tempo de geleificação.

Os resultados demonstraram que, independente do tempo e materiais utilizados, as amostras que não receberam proteção superficial apresentaram valores de solubilidade estatisticamente diferentes ao nivel de 5% de probabilidade, em relação às amostras que foram protegidas. As amostras protegidas com Verniz-V apresentaram os menores índices de solubilidade e estatisticamente diferentes em relação àquelas protegidas com Scotchbond.

Com relação aos materiais, o Vidrion-R apresentou menores índices de solubilidade em relação ao Chelon-Fil quando as amostras não foram protegidas durante o período de 1 hora.

Com relação ao tempo, as amostras de Chelon-Fil sem proteção, ou protegidas não apresentaram diferenças significantes entre os dois períodos de tempo estudados, enquanto que as amostras de Vidrion-R sem proteção ou protegidas com Scotchbond diferíram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade durante 1 e 24 horas, sendo que durante o período de 1 hora as amostras deste cimento foram menos solúveis em relação ao período de 24 horas.

9 - SUMMARY

9 - SUMMARY

The purpose of study was to elucidate the influence of the coating materials on water solubility of glass-ionomer filling cements using the number 09 American Dental Association guide lines for silicate cements.

It was used two brands of glass-ionomer filling cements: Chelon-Fil and Vidrion-R. Thirty samples measuring 20 mm diameter and 1,5 mm in thickness were prepared from each material. Group tests of five samples were protected by light-activited bonding resin Scotchbond and outher five samples by V-Varnish. The samples in wich no protection was applied were considered control. The time imersion in destilated water was 1 hour and 24 hours, after the inicial setting.

The results were showed significantly different at 5% confidence level, related to solubility for the samples wich had no superficial protection applied. On the other hand, for the samples coating with Scotchbond, an increased solubility significantly different was found when compared to the ones coated with V-Varnish either to Chelon-Fil as to Vidrion-R at 1 and 24 hours time.

Considering the solubility, Vidrion-R was significantly different at 5% confidence level when compared to Chelon-Fil for

the control group. The samples were protected by Scotchbond or V-Varnish, the results didn't show significantly differences, for both cements at one hour time. The Chelon-Fil samples, at 24 hours time showed results estatisticaly different when compared to Vidrion-R, when protection was applied with Scotchbond. The control and the samples with V-Varnish, didn't show significantly different results, when compared between them.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01 - BILLINGTON, R.W., WILLIANS, J.A., PEARSON. G.J. "In vitro" erosion of 20 commercial glass ionomer cements measured using the lactic acid jet test. Biomaterials, Guildford, v.13, n.8, p.534-547, 1992.

02 - BROOKMAN, P.J., PROSSER, H.J., WILSON, A.D. A sensitive conductimetric method for measuring the material initially water leached from dental cements 4. Glass ionomer cements. J. Dent., Guildford, v.14, n.2, p.74-79, Apr. 1986.

03 - CAUSTON, B.E. The physico-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting. Biomaterials, Guildford, v.2, n.2, p.112-115, Apr., 1981.

04 - American Dental Association Spedification n· 09 for dental silicate cement. Council on dental materials and devices. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.102, n.3, p.350-351,Mar., 1981.

05 - CRISP, S., et al. Properties of improved glass ionomer cement formulations. J. Dent., Guildford, v.3, n.3, p.125-130, May, 1975.

06 - CRISP, S., LEWIS, B.G., WILSON, A.C. Characterization of glass-ionomer cements 2. Effect of the poulder: liquid ratio on the physical properties. J. Dent., Guildford, v.4, n.6, p.287-290, Nov., 1976.

07 - CRISP, S., LEWIS, B.G., WILSON, A.C. Glass ionomer cements: chemistry of Erosion. J. dent. Res., Washington, v.55, n.6, p.1032-1041, Nov./Dec., 1976.

08 - ————, ————, ————. Characterization of glass-ionomer cements 3. Effect of polyacid concentration on the physical properties. J. Dent., Guildford, v.5, n.1, p.51-56, Mar., 1977.

09 - ————, ————, ———— Characterization of glass-ionomer cements 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acid média. J. Dent., Guildford, v.8, n.1, p.68-74, Mar., 1980.

10 - ————, et al. Reactions in glass ionomer cements: II. An infrared spectroscopic study. J. dent. Res., Washington, v.53, n.6, p.1414-1419, Nov./Dec., 1974.

11 - CRISP, S., WILSON, A.D. Reactions in glass-ionomer cements: I. Decomposition of the powder. J. dent. Res., Washington, v.53, n.6, p.1408-1413, Dec., 1974.

12 - ————, ———— Reactions in glass-ionomer cements: III. The precipitation reaction. J. dent. Res. Washington, v.53, n.6, p.1420-1424, Nov./Dec., 1974.

13 - ————, ———— Reactions in glass-ionomer cements: V. Effect of incorporating tartaric acid in the cement liquid. J. dent. Res., Washington, v.55, n.6, p.1023-1-31, Nov./Dec., 1976.

14 - EARL, M.S.A., HUME, W.R., MOUNT, G.J. Effect of varnishes and other treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. Aust. dent. J., St. Leonards, v.30, n.4, p.298-340, Aug., 1985.

15 - ————, IBBETSON, R.J. The clinical desintegration of a glass-ionomer cement. Br. dent. J., London, v.161, n.8, p.287-291, Oct. 1986.

16 - ————, MOUNT, G.J., HUME, W.R. The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface. II. Aust. dent. J., St. Leonards, v.34, n.4, p.326-329, Aug., 1989.

17 - FUKAZAWA, M., MATSUYA, S., YAMANE, M. Mechanism for erosion of glass-ionomer cements in an acid buffer solution. J. dent. Res., Washington, v.66, n.12, p.1770-1774, Dec., 1987.

18 - ————, ————, ————. The mechanism for erosion of glass-ionomer cements in organic-acid buffer solutions. J. dent. Res., Washington, v.69, n.5, p.1175-1179, May, 1990.

19 - HOTTA, M., HIRUKAWA, H., YAMAMOTO, K. Effect of coating materials on restorative glass-ionomer cement surface. Operative Dent., Seattle, v.17, n.2, p.57-61, Mar./Apr., 1992.

20 - KENT, B.E., LEWIS, B.G., WILSON, A.D. The properties of a glass-ionomer cements. Br. dent. J., London, v.135, n.7, p.322-326, Oct., 1973.

21 - KHUN, A.T., WILSON, A.D. The dissolution mechanisms of silicate and glass-ionomer dental cements. Biomaterials, Guildford, v.6, n.6, p.378-382, Nov., 1985.

22 - MATSUYA, S., et al. Erosion process of a glassionomer cement in organic acids. Dent. Mater., Washington, v.3, n.2, p.210-219, Sept., 1984.

23 - Mc KNIGHT-HANES, C., WHITFORD, G.M. Fluoride release from three glass-ionomer materials and the effects of varnishing with or without finishing. Caries Res., Basel, v.26, n.5, p.345-350, Sept./Oct., 1992.

24 - McLEAN, J.W. Glass ionomer cements. Br. dent. J., London, v.164, v.7, p.293-300, May, 1988.

25 - McLEAN, O.B.E., WILSON, A.D., PROSSER, H.J. Development and use of water-hardening glass-ionomer luting cements. J. prosth. Dent., St. Louis, v.52, n.2, p.175-181, Aug., 1984.

26 - MOUNT, G.J. The wettability of bonding resins used in the composite resin/glass ionomer "sancwich tecnique". Aust. dent. J., St. Leonards, v.34, n.1, p.32-35, Feb., 1989.

27 - MOUNT, G.J. An Atlas of glass-ionomer cements: a clinician's guide. London: Martin. Dunitz, 1990 p.34-35.

28 - ————, MAKINSON, O.F. Glass-ionomer restorative cements: clinical implications of the setting reaction. Operative Dent. Seattle, v.7, n.9, p.134-141, Sept./Nov., 1982.

29 - OILO, G. Early erosion of dental cements. Scand. J. dent. Res., Copenhagen, v.32, n.6, p.539-543, Dec., 1984.

30 - ———— Characterization of glass-ionomer filling materials. Dent. Mater, Washington, v.4, n.1, p.129-133, Feb., 1988.

31 - PIZZORNO, N.B., RIBAS, L.M.T. Solubilidad de un ionómero y de un silicato. Revta Asoc. odont. Argent., Buenos Aires, v.72, n.2, p.36-37, mayo, 1984.

32 - PROSSER, H.J., POWIS, D.R., WILSON, A.D. Characterization of glass-ionomer cements 7. The physical properties of current materials. J. Dent., Guildford, v.12, n.3, p.231-240, Sept., 1984.

33 - SERRA, M.C., et al Effectiveness of surface protection of glass ionomer cement evaluated spectrophotometrically. J. dent. Res., Washington, v.71, p. 632, Apr., 1992. ¡IADR, nº 932¿.

34 - WALLS, A.W.G. Glass polyakinoate (glass-ionomer) cements: a review. J. Dent., Guildford, v.14, n.6, p.231-246, Dec., 1986.

35 - ————, Mc CABE, J.F., MURRAY, J.J. The effect of the variation in pH of the eroding solution uppon the erosion resistance of glass polyalkenoate (ionomer) cements. Br. dent. J., London, v.164, n.5, p.141-144, Mar., 1988.

36 - WILLIAMS, J.A., BILLINGTON, R.W., PEARSON, G.J. The effect of maturation on in vitro erosion of glass ionomer and other dental cements. Br. dent. J., London, .v.173, n.10, p.340=342, Dec., 1992.

37 - WILSON, A.D. Specification test for the solubility and desintegration of dental cements: A critical evaluation of its meorning. J. dent. Res., Washington, v.55, n.5, p.721-729, Sept./Oct., 1976.

38 - ————, KENT, B.G. A new translucent cement for dentistry the glass-ionomer cement. Br. dent. J., London, v.132, n.15, p.133-135, Feb., 1972.

39 - ————, McLEAN, J.W. Glass-ionomer cement. Chicago: Quintessence, 1988 p.33-34.

11 - APÊNDICE

11 - APÊNDICE

Resultados obtidos pelos ensaios de solubilidade em água dos cimentos de ionômero de vidro restauradores Chelon-Fil e Vidrion-R nos grupos controle e experimentais, durante 1 hora e 24 horas, registrados em miligramas.

Tabela VI - Valores individuais de solubilidade em miligramas das amostras de cimento de ionômero de vidro Chelon-Fil e Vidrion-R sem proteção de superfície.

MATERIAIS	CHELON-FIL		VIDRION-R	
TEMPO / PESA FILTRO	1 hora	24 horas	1 hora	24 horas
01	62,9	57,6	20,2	37,2
02	51.2	40,5	23,7	36,5
03	31,0	30,1	23,9	34,8
04	33,2	31,7	32,2	37,8
05	33,9	24,3	22,4	38,6

Tabela VII - Valores individuais de solubilidade em miligramas das amostras de cimento de ionômero de vidro Chelon-Fil e Vidrion-R protegidos com Verniz-V.

MATERIAIS	CHELON-FIL		VIDRION-R	
TEMPO / PESA FILTRO	1 hora	24 horas	1 hora	24 horas
01	0,00	0,10	0,10	0,50
02	0,10	0,20	0,00	0,40
03	0,00	0,00	0,20	0,50
04	0,10	0,10	0,20	0,10
05	0,10	0,00	0,10	0,20

Tabela VIII - Valores individuais de solubilidade em miligramas das amostras de cimento de ionômero de vidro Chelon-Fil e Vidrion-R protegidos com resina Scotchbond-2.

MATERIAIS	CHELON-FIL		VIDRION-R	
TEMPO / PESA-FILTRO	1 hora	24 horas	1 hora	24 horas
01	7,20	6,10	7,90	10,50
02	6,30	5,40	6,70	9,80
03	8,10	7,20	4,50	8,10
04	7,10	5,10	5,00	11,40
05	5,50	6,00	4,50	12,70