

LUIZ ANTONIO MORAIS CARDOSO
Cirurgião Dentista

EFEITO DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO SOBRE A SOLUBILIDADE
DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO RUHNKE

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

PIRACICABA

1990

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

*Este exemplar foi
devidamente corrigido
conforme resolução da
CEPE/036/83.
Piracicaba, 12 de dezembro de 1990
Prof. Antonio Ruhnke*

B019/0009309

CURRICULO DO AUTOR

16/04/1963 - Nascimento em Campinas - S.P.

1984 - Casamento com Rose Mary Rumenos Piedade

1983 a 1986 - Graduação na Faculdade de Odontologia de Piracicaba
da Universidade Estadual de Campinas

1988 - Contratação como Professor-Instrutor pela Faculdade
de Odontologia de Piracicaba da Universidade Esta-
dual de Campinas, na Área de Materiais Dentários

A minha esposa ROSE, pelo apoio que possibilita
a realização de meu trabalho.

Aos meus filhos LEONARDO, GUILHERME E HENRIQUE,
que justificam todo o esforço realizado.

Aos meus pais ANTONIO e DINAH e também ALVARO
e SUZANA, por tudo o que fizeram pela minha
formação,

DEDICO ESTE TRABALHO

Ao Prof. Dr. LUIZ ANTONIO RUHNKE, minha gratidão não só pela orientação deste trabalho, mas principalmente pela orientação e exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Profs. Dr. SIMONIDES CONSANI, Dr. WOLNEY LUIZ STOLF e Dr. MARIO FERNANDO DE GOES, pelo auxílio e amizade que permitem meu início na carreira universitária.

Aos Srs. ADÁRIO CANGIANI, PEDRO SÉRGIO JUSTINO e MARIA GENI FORTI, pela documentação fotográfica e amizade desfrutada diariamente.

A Prof^a. MARINEIA DE LARA HADDAD, pela assistência na elaboração dos cálculos estatísticos.

Ao Sr. IVES ANTONIO CORAZZA, do Centro de Computação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, pela presteza na digitação do texto.

A Sra. SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI, Bibliotecária da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo auxílio e correção das referências bibliográficas.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA.	3
2.1 - Desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro.	3
2.2 - Solubilidade	5
2.3 - Interação compósito-cimento de ionômero de vidro	11
3 - PROPOSIÇÃO	20
4 - MATERIAIS E MÉTODO	21
4.1 - Materiais.	21
4.2 - Método	22
4.2.1 - Proporcionamento dos cimentos.	22
4.2.2 - Método para avaliação da solubilidade.	22
4.2.3 - Preparo dos corpos de prova.	23
4.2.4 - Ensaio de solubilidade	24
4.2.5 - Determinação do percentual de solubili- dade	24
5 - RESULTADOS	25
6 - DISCUSSÃO.	35
7 - CONCLUSÕES	43
8 - RESUMO	45
9 - SUMMARY.	46
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 - INTRODUÇÃO

A Odontologia tem maior distanciamento do êxito completo quando processos destrutivos promovem a necessidade da substituição dos tecidos dentais em procedimentos restauradores. Isto acontece devido à dificuldade de obter-se um material que tenha o mesmo comportamento físico-químico-biológico dos tecidos a serem substituídos e que exija a menor remoção possível de áreas ainda não alteradas. É nessa busca que as pesquisas caminham sugerindo periodicamente inovações em técnicas e/ou materiais restauradores que mais se aproximam do conceito ideal de restauração. Então, são os materiais odontológicos que norteiam uma técnica e condicionam o seu sucesso.

O cimento de ionômero de vidro, material elaborado por WILSON e KENT⁽³⁰⁾, foi introduzido formalmente no início da década de setenta e após algumas gerações de desenvolvimento tem sido indicado para fixação, restauração e forramento ou base. Sendo um material de boa dureza, biocompatibilidade, potencial antibacteriano e capacidade de liberação de flúor tem grande utilização na indicação como base para materiais restauradores.

Em 1985, MCLEAN e cols.⁽¹⁴⁾ sugeriu a utilização do cimento de ionômero de vidro como base para compósitos restauradores em cavidades classe V e III de Black. A partir desse traba-

lho, esta indicação ganhou notoriedade se estendendo para restaurações de cavidades classe I e II de Black. Portanto, tornou-se importante a interação do compósito restaurador com a base de cimento de ionômero de vidro. O autor preconizou um condicionamento ácido do cimento para que, aumentando sua rugosidade, a interação dos dois materiais fosse aumentada permitindo maior retenção do compósito através de um agente de união.

Entretanto, como verificaram KENT, LEWIS e WILSON¹³, em 1973, um dos principais problemas dos cimentos odontológicos refere-se aos índices de solubilidade apresentados por esta classe de materiais, que é um fator limitante da sua utilização.

Também em 1974 CRISP e WILSON⁷, relataram o mecanismo de reação do material como fraccionado em três períodos distintos, sendo que nos estágios iniciais deste mecanismo evidencia-se maior fragilidade do cimento. PIZZORNO e RIBAS¹⁷ e ÔILO¹⁵ encontraram resultados que confirmam a maior solubilidade do material nas etapas iniciais da reação.

Justamente por ser crítico o fator da solubilidade destes materiais é que ocorreu uma preocupação quanto à esta propriedade quando se preconiza condicionamento ácido dos cimentos de ionômero de vidro, visto que estes tratamentos provocam alterações estruturais nas camadas mais externas do material (SMITH²¹, SMITH e SÖDERHOLM²², WEXLER e BEECH²⁷, em 1988).

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - DESENVOLVIMENTO DO CIMENTO DE IONÓMERO DE VIDRO

Em 1968, WILSON⁽²⁸⁾, na tentativa de investigar líquidos alternativos para o cimento de silicato, examinou o resultado da reação de varias soluções aquosas com o pó de um cimento comercial. Analisou o tempo de presa, a resistência à compressão e ao ataque por água e também difração de raios X para investigar os corpos de prova. Os cimentos resultantes mostraram-se inferiores ao silicato quanto a resistência à compressão e ao ataque pela água. Entretanto, esses resultados serviram como base para posteriores pesquisas.

WILSON e KENT⁽³⁰⁾, em 1972, relataram o mecanismo de presa de cimentos de partículas de alumino-silicato com o ácido poliacrílico. Apresentaram o produto com o nome genético de ionômero de vidro e com o nome usual ASPA derivado de "alumino silicate-polyacrylate" (poliacrilato de alumino silicato). Segundo os autores o material teria resistência à compressão comparável aos cimentos de silicato, uma maior resistência à tração e adesão à metais básicos. Também apresenta a vantagem de utilizar o ácido poliacrílico, menos tóxico, com pH maior que o ácido fosfórico usado

para reagir com o pó do cimento de silicato e conferiria teoricamente ao produto, pelo processo de polimerização em cadeias, melhores propriedades físicas e químicas.

Em 1973, KENT, LEWIS e WILSON⁽¹³⁾ estudaram algumas propriedades do recém introduzido cimento de ionômero de vidro em comparação com outros cimentos já conhecidos. Como resultado, os autores encontraram maior translucidez do ASPA, resistência à compressão semelhante ao silicato, a mais alta resistência à tração diametral; acidez inicial menor que os cimentos baseados no ácido fosfórico; desintegração e solubilidade ligeiramente menores que os cimentos de silicato e os testes de erosão mostraram uma menor sensibilidade do ASPA em relação ao silicato, resultado confirmado através de fotomicrografias.

Em 1974, CRISP e WILSON⁽⁷⁾ estudando a reação de precipitação dividem o processo em três fases: a fase de dissolução das partículas atacadas pelo ácido que degradando-se liberam os íons metálicos para a solução. Nos instantes iniciais, o cálcio é removido mais rapidamente que o alumínio, pois este tem uma velocidade de difusão mais baixa e possui carga iônica trivalente. A segunda fase é caracterizada pela precipitação propriamente dita onde ocorre reação dos íons metálicos com os grupos carboxílicos do ácido promovendo ligações cruzadas entre as cadeias do poliácido. Essas ligações são inicialmente realizadas pelo cálcio num estágio em que já se aumenta a viscosidade da mistura, responsável pela presa clínica inicial. Após estes primeiros minutos, as ligações cruzadas são predominadas pelo alumínio na forma de íons

trivalentes que produzem ligações mais estáveis, conferindo ao cimento uma sensível melhora nas propriedades mecânicas e químicas. A última fase prevê reações de longa duração e difusão de ions por longo período.

2.2 - SOLUBILIDADE

Sendo baseado nos componentes dos cimentos de silicato e de policarboxilato de zinco e possuindo similaridades a estes dois materiais quanto a reação e estrutura, uma expectativa cria-se sobre a solubilidade deste novo produto, propriedade esta que se configura como fator crítico nos dois cimentos de origem.

A seguir, são citadas algumas informações provenientes de estudos referentes a solubilidade dos cimentos de ionômero de vidro:

CRISP, LEWIS e WILSON⁽⁹⁾, em 1976, fizeram a primeira análise do produto de erosão de um cimento ionomérico. Utilizando como corpos de prova cilindros especificados pelo British Standard, realizaram a análise química das substâncias desintegradas pela imersão em água destilada e desmineralizada. São seus resultados: sódio - durante 13 semanas de avaliação este foi o elemento encontrado em níveis mais altos, no entanto, sua eliminação não é tão prejudicial, visto que seu papel não é fundamental na integridade da estrutura do material. Cálcio - em algumas amostras foram encontrados baixos níveis deste elemento e apenas nas primeiras 23 horas, fato explicado pela rapidez de reação destes

ions formando compostos insolúveis com os radicais da cadeia do ácido. Alumínio - encontrado apenas durante as primeiras 23 horas em níveis mais altos que o cálcio e bem inferiores ao sódio. Fluoreto - esses ions apresentam-se em diferentes complexos e sempre presentes, ou seja, nas 13 semanas estudadas sua eliminação é decrescente, mas não existem indícios do seu término em solução. Sílica - também encontrada em níveis altos não demonstrando sinais de cessamento de eliminação em solução, ocorrendo, provavelmente, por peptização (difusão por diferença osmótica).

Numa publicação em 1976, WILSON⁽²⁹⁾ teceu alguns comentários baseados em experimentos por ele realizados sobre o teste indicado pela Associação Dentária Americana para solubilidade e desintegração de cimentos dentários. Submetendo cimentos de diversas classes diferentes ao teste gravimétrico, o autor correlaciona os dados com os resultados obtidos por análise química. Considera que apesar de ser um teste simples e de validade no controle de qualidade de alguns cimentos, sua fidelidade é limitada. Para certos tipos de cimento os valores de solubilidade encontrados podem sugerir inverdades, pois sua realização dá-se em períodos que o cimento ainda não conseguiu estabilidade total, relatando a vulnerabilidade a ataques aquosos em períodos precoces da reação. O período de avaliação é muito curto, não permitindo projeções do real comportamento clínico por longos períodos, podendo insinuar comportamentos falsos para materiais que nos períodos iniciais são mais solúveis em relação a outros que nestes mesmos períodos são menos solúveis e mais constantes durante longo tempo. O teste

também considera indiferenciadamente produtos de solução que têm ou não papel fundamental na integridade estrutural da matriz, por exemplo os fluoretos, que são solúveis e detectados mas não indicam vulnerabilidade do material; também não inclui nenhum meio abrasivo que aceleraria a desintegração; o meio de imersão utilizado é água destilada, diferente dos fluídos orais.

Em 1980, CRISP, LEWIS e WILSON⁽⁸⁾, avaliando a erosão e absorção de água em meios neutros e ácidos, relatam a alta solubilidade inicial dos cimentos de silicatos de flúor-alumínio devido ao sódio que forma sais solúveis com os anions da matriz e ao alumínio, que sendo de menor mobilidade é suscetível à eliminação antes de unir-se aos anions da matriz, formando então compostos insolúveis. Também informam uma maior desintegração do cimento de silicato em relação ao cimento de ionômero de vidro estudado, embora a dissolução seja semelhante em ambos. Sob condições ácidas, os cimentos de ionômero de vidro mostraram-se menos solúveis em relação ao cimento de silicato e principalmente ao policarboxilato de zinco.

Em 1983, BEECH e BANDYOPADHYAY⁽²⁾, buscando avaliar diferentes cimentos em condições acentuadas de dissolução e erosão, desenvolveram um teste que avalia a perda de massa de corpos submetidos a jatos de diferentes soluções. Utilizando água destilada nenhum dos materiais apresentou erosão significativa, justificando os autores que este meio não promoveu erosão e nem dissolução. O meio mais eficaz para evidenciar a diferença de solubilidade entre os materiais foi o ácido láctico com pH 2,7 onde o cimento de

ionômero de vidro foi o menos solúvel, seguido pelos cimentos de óxido de zinco-eugenol e silicato (sem diferença estatística), fosfato de zinco e policarboxilato de zinco, em ordem crescente de solubilidade.

Nesse mesmo ano, PLUIM e cols⁽¹⁸⁾ utilizaram uma prótese total como suporte para submeter amostras de cimento de fosfato de zinco e ionômero de vidro introduzidos em dentes bovinos, torneados e perfurados. Analisando periodicamente as amostras os autores encontraram para o cimento de fosfato de zinco uma quantidade desintegrada média de 80 μ m por uma semana, enquanto a desintegração média do cimento de ionômero de vidro foi de 2 μ m por semana.

Em 1984, PIZZORNO e RIBAS⁽¹⁷⁾ estudaram a solubilidade de um cimento ionomérico e outro de silicato. Utilizando o teste gravimétrico encontraram os seguintes resultados em diferentes meios de imersão: 1) em meio neutro (água destilada) o cimento de ionômero foi o menos solúvel; 2) em meios ácidos (ácido acético e láctico), o cimento de ionômero foi mais solúvel que o silicato. Segundo os autores, por ter o cimento ionomérico uma reação de presa mais lenta, permitindo ao ácido provocar efeitos mais acentuados na matriz ainda não estabelecida completamente; 3) em meio básico (NaOH), não houve possibilidade de comparação pois o cimento ionomérico dissolveu-se, devido a ação do sódio bloqueando os grupos ácidos remanescentes impedindo sua combinação com o cálcio e alumínio.

ÓILO⁽¹⁵⁾, em 1984, no intuito de observar a erosão de

alguns cimentos ionoméricos nos estágios precoces da reação, submete a teste amostras em forma de disco de 6 cimentos de ionômero, um fosfato de zinco e um de policarboxilato de zinco. Após a aglutinação os corpos permaneceram armazenados em ambiente de 100% de umidade relativa à 37°C, sendo retirados em tempos de 2, 4 ou 6 minutos quando sofrem um jato de água destilada por 15 segundos. Após isto, os corpos de prova foram secos com ar comprimido por 5 segundos e pesados para comparar suas massas com as massas originais, antes de serem submetidos ao jato. Também foram feitas alterações experimentais conjugadas entre a distância da emissão e o tempo do jato de água incidente. Todos os cimentos de ionômero de vidro apresentaram grande perda de massa quando submetidos ao jato até o tempo de 4 minutos após o início da aglutinação diminuindo sensivelmente esta perda quando o jato iniciava-se entre 4 e 6 minutos. Os autores relacionam esta solubilidade precoce a quantidade de ácido tartárico que preveniria a formação da matriz por um curto período de tempo e a suscetibilidade desta à hidrolização em estágios iniciais da reação, quando é constituída principalmente de poliacrilato de cálcio. Os materiais indicados para base de restaurações foram mais solúveis, parcialmente explicado pela menor relação pó/líquido.

Em busca de possíveis diferenças na solubilidade de cimentos de ionômero de vidro baseados em diferentes ácidos, **SETCHELL** e cols.⁽²⁰⁾, em 1985, avaliou duas marcas comerciais de cimentos, cada uma nas versões restauradora e cimentante baseados no ácido poliacrílico e polimaleico. O autor se utiliza do método

Jet-Test onde as amostras são submetidas a um jato de ácido láctico. As amostras para serem testadas, permaneceram armazenadas durante 24 horas num ambiente de 100% de umidade relativa à 37°C. Após a realização do teste por 48 horas, são relatadas duas conclusões: 1) os cimentos baseados no ácido poliacrílico parecem ser menos solúveis que os baseados no ácido polimaleico e 2) os cimentos indicados para cimentação mostram-se menos solúveis.

Em 1986, BROOKMAN e cols⁽³⁾ analisaram a solubilidade de vários cimentos comerciais e experimentais. O estudo comparou os resultados encontrados por duas metodologias distintas: teste gravimétrico e por condutância. Encontraram certa correlação entre os dois tipos de teste e salientaram ser a elução um processo superficial pois a quantidade de material elucionado é diretamente proporcional à área superficial. Também concluíram que a camada superficial é completamente eliminada de material solúvel durante as 24 horas do teste. Portanto, a continuidade da existência de produtos de solução por períodos mais prolongados sugerem que há um reabastecimento superficial de produtos solúveis presumivelmente vindos do interior do cimento por difusão.

Os fatores que afetam a suscetibilidade dos cimentos ionoméricos para erosionar foram os motivos de WALLS e cols.⁽²⁶⁾ em 1988, conduzirem experimentos onde verificaram o efeito da variação do pH e a idade de 3 cimentos nos seus comportamentos de erosão. Empregando como instrumento de análise um perfilógrafo associado a um sistema de análise computadorizado os autores estudaram a solubilidade de amostras imersas após 15 minutos, 1 hora,

24 horas, 7 dias e 4 semanas do início da espatulação em soluções de pH 4, 6, 8 e 10. Como primeira conclusão evidenciou-se uma acentuada diminuição na erosão dos cimentos expostos ao meio após 1 hora em relação às amostras imersas após 15 minutos, assim como sensível diminuição nas amostras armazenadas por maiores tempos antes da imersão nas soluções. Não foi possível indicar uma direta relação entre as variações de pH e erosão já que diferentes soluções tampões foram utilizadas na determinação do pH de cada meio de imersão de um cimento no qual o ácido é secado à vácuo e incorporado ao pó em relação a outro material de mesma composição mas com o ácido em solução aquosa. O resultado foi contraditório à teoria de porosidade pois o cimento anidro tem reação mais rápida e é menos poroso e mesmo assim apresenta níveis maiores de erosão.

2.3 - INTERAÇÃO COMPÓSITO-CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

Desde a sua introdução, os cimentos de ionômeros de vidro foram desenvolvidos na intenção de minimizar as principais falhas desta classe de materiais. A utilização deste cimento é basicamente como material de fixação, restaurador e forrador. Atualmente a indicação mais aceita e consagrada dá-se como um material de base para restaurações diretas.

Em 1985, MCLEAN e cols.⁽¹⁴⁾ publicaram um trabalho desenvolvendo uma técnica mais especificamente voltada a restaurações de erosões cervicais e classe III de Black, onde utiliza-se

o cimento como base para um compósito restaurador. O autor justifica a proposição da técnica relembrando a dificuldade de realizar uma restauração que promova um vedamento marginal deste tipo de cavidade, onde o limite gengival não apresenta, na maioria dos casos, o esmalte necessário para que se realize um condicionamento ácido ou se existe é composto por prismas irregulares. A técnica utiliza como base um cimento de ionômero de vidro que tem a capacidade de adesão aos tecidos dentais e como material restaurador um compósito. Assim conseguiria-se uma restauração que possui biocompatibilidade e liberação de flúor do cimento com a estética, lisura e insolubilidade do compósito. Neste trabalho os autores sugeriram como parte da técnica um condicionamento com ácido fosfórico à 37% por 1 minuto. Através de microscopia eletrônica de varredura evidencia-se o efeito do ácido promovendo rugosidade superficial. A análise química da solução condicionadora utilizada demonstra extração de cálcio, alumínio e silício na proporção percentual de 0,58: 1,0: 0,79 por peso respectivamente. A exposição a este tipo de ácido resultou na remoção de 0,48 μ g de elementos por mm² a cada minuto. Comprovando também a eficácia do condicionamento do cimento na união com os compósitos, o autor empregou um teste flexural de três pontos verificando que este tipo de tratamento superficial aumenta significativamente a união dos materiais.

SNEED e LOOPER⁽²³⁾, em 1985, comprovaram a eficácia do condicionamento ácido para criar-se maior embricamento mecânico com compósitos. Fazendo condicionamento com ácido fosfórico à

37%, por 60 segundos em um cimento ionomérico, os autores realizaram testes de resistência ao cisalhamento e verificaram valores de resistência na união mais alta que a própria resistência do cimento, sendo todas as rupturas ocasionadas por falhas coesivas do cimento.

Numa revisão sobre os cimentos de ionômero de vidro, WALLS⁽²⁵⁾, em 1986, resumiu as propriedades mecânicas e químicas destes materiais pela estabilidade da matriz de polissais. Esta estabilidade depende da composição e temperatura de fusão das partículas ionizáveis de vidro, natureza e peso molecular do ácido polialceno assim como a presença de um adequado agente quelante na matriz.

Comercialmente, o ácido fosfórico é fornecido em forma de líquido ou gel. ANDREAUS⁽¹⁾ em 1987, analisou o efeito desses dois tipos na morfologia superficial de cimentos de ionômero de vidro e resistência da união em compósitos através de teste de cisalhamento. Sua pesquisa indicou a criação de micro-rugosidades na superfície do cimento condicionada aumentando significativamente a resistência da união aos compósitos, não havendo diferença nesses níveis de resistência quando realizou-se condicionamento com líquido ou gel.

Também atentando para a interação ionômero-compósito, HINOURA e cols.⁽¹¹⁾, em 1987, realizaram testes de tração conjugando vários cimentos disponíveis no mercado com 3 compósitos acompanhados de seus respectivos agentes de união. Na pesquisa foram comparados três tipos de tratamento superficial dos cimen-

tos. Superfície lisa (presa do cimento com contato com uma placa de vidro), superfície áspera (tratamento com lixa de granulação 400) e superfície condicionada (ácido fosfórico à 37% por 60 segundos e repetido por 60 segundos). Os resultados demonstraram um aumento significativo na resistência da união entre os três tratamentos superficiais para quase todas as combinações ionômero-compósito na seguinte ordem decrescente: superfície condicionada - superfície áspera - superfície lisa. Nos conjuntos onde a superfície do cimento foi condicionada por ácido a falha foi sempre de coesão do cimento.

CAUSTON e cols.⁽⁴⁾, em 1987, estudaram os efeitos dos ácidos fosfóricos à 30% e cítrico à 50% sobre a superfície de dois cimentos de ionômero de vidro testando a união com um compósito para dentes posteriores. Evidenciaram sob microscopia eletrônica de varredura que o ácido cítrico promove muito pouco efeito sobre o cimento enquanto o ácido fosfórico traz resultados semelhantes ao trabalho de HINOURA e cols.⁽¹¹⁾. Importante também foi o achado sobre a diferença do efeito superficial do mesmo ácido fosfórico quando aplicado em espaços diferentes de tempo em relação ao início da aglutinação. Houve diferenças significativas quanto à resistência ao cisalhamento da união ionômero compósito entre os grupos que tiveram o cimento condicionado por 5, 7 ou 10 minutos após o início da aglutinação sendo que os valores mais altos foram conseguidos com condicionamento por 30 segundos e após 7 minutos do início da aglutinação.

Ainda no ano de 1987, QUIROZ e LENTZ⁽¹⁹⁾ preocuparam-se

em avaliar a superfície de 3 cimentos de ionômero de vidro após serem condicionados. A microscopia eletrônica de varredura demonstra que após 90 segundos em contato com o ácido, os cimentos sofriam severa degradação superficial, apresentando rachaduras generalizadas. Pelas constatações através de fotomicrografias, os autores sugerem que os períodos de condicionamento não sejam mais longos que 10 a 20 segundos.

A técnica proposta por MCLEAN e cols.⁽¹⁴⁾ foi estudada por PHAIR e cols.⁽¹⁶⁾, em 1988, quanto à sua eficiência na prevenção de infiltração marginal. Realizaram restaurações de cavidades esquemáticas classe V de Black, metade em área de esmalte e outra metade em área de dentina e cimento em molares e pré-molares humanos. A margem de esmalte foi biselada e condicionada por ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. As áreas de dentina foram tratadas por 10 segundos com ácido poliacrílico. Após a inserção das bases de cimento de ionômero de vidro estes foram condicionados por 30 segundos com ácido fosfórico a 37%, sendo então polimerizados os compósitos restauradores com seus agentes de união. Os resultados confirmam a dificuldade de se eliminar a microinfiltração que ocorre nas margens gengivais desse tipo de restauração. Mais especificamente quanto ao condicionamento prévio do cimento de ionômero de vidro o autor verifica que não há alteração na frequência de espaços nas margens oclusais (onde há esmalte normal presente) fazendo condicionamento do cimento ou apenas no esmalte; nas margens cervicais o condicionamento também não modifica o quadro de microinfiltração. As vantagens desse tipo de restau-

ração em minimizar as consequências da microinfiltração - irritação pulpar e cáries secundárias - devem ser causadas pelas propriedades do cimento e não propriamente pela interação com o compósito aumentada pelo condicionamento ácido.

SMITH e SÖDERHOLM⁽²²⁾, em 1988, realizaram testes de resistência ao cisalhamento entre compósitos e ionômero após este ser condicionado por 15, 30 e 60 segundos. Como parâmetro foram confeccionadas amostras de cimento e que foram submetidas ao teste como as amostras compósito-ionômero. Também foram analisadas as superfícies de contato dos compósitos aos cimentos através de microscopia eletrônica de varredura após estes serem dissolvidos por ácido clorídrico. Baseados nos seus resultados, os autores concluem que o ácido em contato por tempos mais prolongados com o cimento provocam uma destruição da matriz em níveis mais profundos visto que a superfície de contato do compósito se apresentava notavelmente mais rugosa. Desse modo, forma-se uma resistente união por embricamento entre os dois materiais, maior do que a própria resistência do cimento. Entretanto, tempos prolongados de condicionamento também acentuam a camada de penetração do ácido no cimento, área que torna-se enfraquecida; neste estudo as fraturas das amostras ocorreriam justamente nesta área quando os espécimes foram submetidos aos esforços de cisalhamento. Citam também os autores que estando a linha de fratura do cimento deslocada para porções mais profundas em relação à superfície de contato com o compósito, pode haver influência das paredes da matriz nos resultados.

Na mesma linha de pesquisa, SMITH⁽²¹⁾, ainda em 1988, completou a análise da superfície de dois cimentos ionoméricos in dicados para base e cimentação após serem condicionados durante diferentes tempos. As amostras foram avaliadas sob microscopia eletrônica de varredura e sofreram condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 5, 10, 15, 20, 30 ou 60 segundos e um grupo não foi condicionado funcionando como controle. As fotomicrografias indicam que nos períodos de até 15 segundos de condicionamento do material as partículas da superfície parecem ainda integradas na matriz, embora já estejam visivelmente mais distinguíveis devido aos processos de dissolução da matriz que já se iniciam; isto provoca um sensível aumento na rugosidade superficial do cimento. A partir de 20 segundos de condicionamento são identificadas trin-cas entre as partículas, quadro que acentua-se com 30 segundos de condicionamento. Com um período de condicionamento de 60 segundos a matriz superficial foi severamente destruída promovendo a dissociação das partículas resultando em acentuados espaços vazios.

GARCIA-GODOY⁽¹⁰⁾, em 1988, questiona a necessidade do condicionamento ácido do cimento de ionômero de vidro usado como base para compósitos em restauração classe II de Black. Sugeriu que não se fizesse o condicionamento já que não existe necessida-de de conseguir união tão forte entre os materiais, o que transmi-tiriam os esforços de contração de polimerização dos compósitos para a interface dente-restauração.

Analisando a união de um compósito com algumas marcas comerciais de cimento de ionômero de vidro, WEXLER e BEECH⁽²⁷⁾,

em 1988, observaram vários aspectos do condicionamento ácido deste material, comprovando o significativo aumento na resistência de união entre os dois materiais, quando realizado o condicionamento. Os autores relacionaram este aumento da união a grande rugosidade apresentada superficialmente no cimento. Como efeito adicional, o condicionamento promove um enfraquecimento da camada superficial, área onde localiza-se comumente a linha de fratura do cimento quando nos testes de tração com os compósitos.

Em 1989, JOYNT e cols.⁽¹²⁾ também realizaram testes de cisalhamento entre 3 cimentos de ionômero e um compósito e verificaram o efeito de 4 tempos de condicionamento ácido sobre estes cimentos. Comprovaram o sensível aumento na resistência ao cisalhamento e através de microscopia eletrônica de varredura verificaram as alterações morfológicas na superfície e camadas subsuperficiais do cimento. Concluíram que o tempo de 30 segundos de condicionamento ácido promovia o melhor resultado de retenção entre compósitos e cimento e que os efeitos deste condicionamento limitaram-se a níveis superficiais do cimento ionomérico.

Procurando alternativas para o condicionamento de cimentos ionoméricos com ácido-fosfórico, SUBRATA e DAVIDSON⁽²⁴⁾, em 1989, realizaram os seguintes tratamentos na superfície de um cimento antes de unir-se a um compósito: nenhum tratamento, desidratação parcial com ar comprimido por 15 segundos, ácido fosfórico por 60 segundos, ácido poliacrílico por 60 segundos e condicionamento com lixa de granulação 240. Três tratamentos resultaram em altos índices de resistência ao cisalhamento entre compósito e

o ionômero: desidratação parcial, ácido fosfórico e lixamento con seguiram valores sem diferença estatística entre si, mas significativamente superiores aos outros tratamentos. Os autores ressaltam a importância de conseguir-se tratamentos da superfície do ionômero que sejam menos agressivos que o ácido fosfórico a 37%.

3 - PROPOSIÇÃO

Segundo a maioria dos autores citados anteriormente, a utilização conjunta de um cimento de ionômero de vidro como material de base para o compósito restaurador se apresenta como alternativa promissora nos procedimentos diretos da Odontologia Restauradora; por isso, a interação compósito-cimento parece importante para o sucesso da restauração.

Diante da informação da bibliografia previamente descrita, uma dúvida se apresenta quanto a realização ou não de um condicionamento com ácido fosfórico à 37%, visto que este tratamento pode provocar processos de degradação superficial do cimento. Sendo o material enfocado um cimento que possui fragilidade mecânica e química nos estágios iniciais da reação, julgamos oportuno avaliar o efeito do condicionamento com ácido fosfórico à 37% nesses estágios da reação sobre a solubilidade de cimentos de ionômero de vidro.

4 - MATERIAIS E MÉTODO

4.1 - MATERIAIS

Foram utilizados dois cimentos de ionômero de vidro indicados para base de restaurações diretas. No momento da realização do estudo, eram esses os únicos produtos da classe distribuídos no Brasil e facilmente adquiridos em casa comercial especializada.

KETAC BOND - fabricado pela ESPE - Premier Corp. - é um cimento na forma convencional onde o líquido é uma solução de ácido polimaleico.

CERAM LIN - distribuído no Brasil pela Dental Fillings (DFL) - é um cimento anidro onde o ácido poliacrílico liofilizado é incorporado ao pó, que deve ser misturado com água destilada.

A solução empregada para condicionamento das amostras foi de ácido fosfórico à 37% (P/P).

Como meio de imersão dos corpos de prova foi utilizada água destilada e desmineralizada.

4.2 - MÉTODO

4.2.1 - Proporcionamento dos cimentos

KETAC BOND - a proporção utilizada foi a preconizada pelo fabricante e para que houvesse padronização entre as porções, os valores médios foram determinados em peso e volume a partir de 3 medidas de pó e 3 gotas de líquido respectivamente. A quantidade utilizada para a confecção das amostras foi de 1320mg de pó para 0,26ml de líquido.

CERAM LIN - Devido à baixa consistência apresentada pelo material quando utilizada a proporção indicada pelo fabricante, foi determinada uma relação pó/água destilada que oferecia melhor consistência de trabalho. Para confeccionar a amostra foi utilizado 1290mg de pó para 0,3ml de água. A proporção utilizada aumentou a consistência do produto ao final da mistura em relação à indicada pelo fabricante. A guisa de informação, empregando-se o teste da A.D.A. para consistência⁽⁵⁾, a proporção do fabricante resulta num disco de 66mm, enquanto a proporção aqui utilizada desenvolve um disco de 35mm.

4.2.2 - Método para avaliação da solubilidade

Foi empregado o teste gravimétrico indicado pela Associação Dentária Americana (A.D.A.)⁽⁵⁾ na sua especificação 9 para cimento de silicato.

Duas alterações foram introduzidas em relação às especi

ficações: 1) foram realizadas medidas de percentual de solubilidade após 24 horas e 7 dias do início da aglutinação, e 2) foram avaliados grupos de cada material submetidos a condicionamento ácido, por 15 segundos antes de serem imersos em água destilada, pelos períodos previstos.

4.2.3 - Preparo dos corpos de prova

Foram confeccionados corpos de prova em conformidade com as especificações n.ºs 8 e 9 da A.D.A., alterando o nível da umidade relativa do ar, que foi de $85 \pm 6\%$.

As matrizes de dimensão preconizadas pelas referidas especificações (cilíndricas com 20mm de diâmetro e 1,5mm de altura) foram obtidas de cilindros de PVC.

A aglutinação foi realizada por um único operador seguindo os tempos e orientação do fabricante. O material KETAC BOND exigiu 15 segundos adicionais de aglutinação devido à dificuldade de se conseguir a consistência desejada, relacionada à grande quantidade de material necessário para preencher a matriz.

Cada material teve 8 corpos de prova submetidos a cada condição configurando-se o seguinte quadro:

	AMOSTRAS NÃO CONDICIONADAS		AMOSTRAS CONDICIONADAS	
	24 horas	7 dias	24 horas	7 dias
CERAN LIN	8	8	8	8
KETAC BOND	8	8	8	8

4.2.4 - Ensaio de Solubilidade

Os procedimentos se basearam nas orientações específicas pela A.D.A., exceto no caso dos frascos pesa-filtros utilizados no estudo, que ligeiramente maiores exigiram uma quantidade de 100 ml de água destilada ao invés de 50ml como preconizado pela norma da A.D.A..

Como citado anteriormente, foram introduzidos grupos de amostras condicionados por solução de ácido fosfórico à 37%. Após decorrido 1 minuto do tempo de presa indicado pelos fabricantes, os corpos de prova foram imersos em soluções individualizadas do ácido por 15 segundos, sendo posteriormente lavados por 15 segundos em água corrente e secos por ar comprimido por 25 segundos. em seguida, foram submetidos normalmente ao restante dos procedimentos descritos pelo teste.

4.2.5 - Determinação do percentual de solubilidade

Com o auxílio de uma balança analítica E.Mettler tipo H15, com capacidade para 160g e precisão de 0,1mg, foram obtidos os pesos das massas dos corpos de prova originais e dos respectivos resíduos originais da imersão em água destilada. Calculou-se então a relação percentual entre esses valores.

5 - RESULTADOS

Conforme citado anteriormente na metodologia, os dados aqui apresentados resultam da relação percentual entre o corpo de prova do cimento e o respectivo resíduo contido nos frascos pesa-filtro após a evaporação da água em que foram imersos os corpos de prova. De acordo com a orientação da especificação da Associação Dentária Americana⁽⁵⁾, cada frasco deveria conter dois corpos de prova imersos em água; assim sendo cada resultado provém da relação percentual dos resíduos de 2 corpos em cada frasco.

Ainda não considerando o efeito do condicionamento ácido sobre a solubilidade dos cimentos, a Tabela 1 dispõe os resultados encontrados para cada material imerso por 24 horas e 7 dias.

Tabela 1 Valores percentuais médios de solubilidade dos cimentos sem condicionamento ácido

Material	Tempo de Imersão	
	24 horas	7 dias
Ceram-Lin	0,243	1,022
	0,296	0,843
	0,313	0,942
	0,336	1,146
Ketac-Bond	0,182	0,252
	0,285	0,376
	0,193	0,380
	0,205	0,324

Na tabela 2 são expressos os valores encontrados para os materiais após o condicionamento com ácido fosfórico por 15 segundos e imersos por 24 horas e 7 dias.

Tabela 2 Valores percentuais médios de solubilidade dos cimentos após condicionamento ácido

Material	Tempo de Imersão	
	24 horas	7 dias
Ceram-Lin	0,746	1,690
	0,711	1,813
	0,829	1,568
	1,092	1,823
Ketac-Bond	0,635	1,242
	0,531	1,282
	0,545	1,022
	0,502	1,229

São apresentados na tabela 3 as médias e os desvios-padrões para todas as condições avaliadas para os dois materiais.

Tabela 3 Médias e desvios-padrão dos percentuais de solubilidade dos cimentos condicionados ou não

CERAM LIN				KETAC BOND			
CONTROLE		TRATADO		CONTROLE		TRATADO	
24 horas	7 dias						
$\bar{x}=0,297$	$\bar{x}=0,988$	$\bar{x}=0,844$	$\bar{x}=1,723$	$\bar{x}=0,216$	$\bar{x}=0,333$	$\bar{x}=0,553$	$\bar{x}=1,193$
$s=0,034$	$s=0,110$	$s=0,149$	$s=0,103$	$s=0,040$	$s=0,051$	$s=0,049$	$s=0,101$

O gráfico 1 ilustra a comparação entre as médias dos percentuais de solubilidade dos cimentos de ionômero de vidro sem condicionamento ácido nos tempos de imersão.

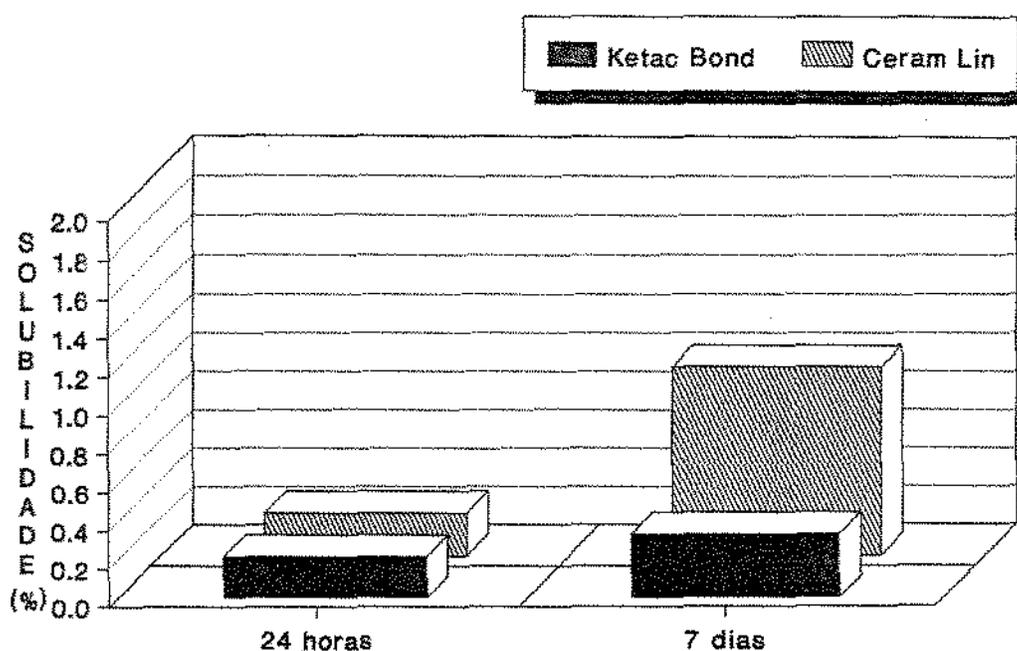


Gráfico 1 - Comparação entre os percentuais médios de solubilidade em peso para os materiais sem condicionamento ácido.

O gráfico 2 representa as médias percentuais de solubilidade dos dois materiais no tempo de imersão de 24 horas condicionados ou não.

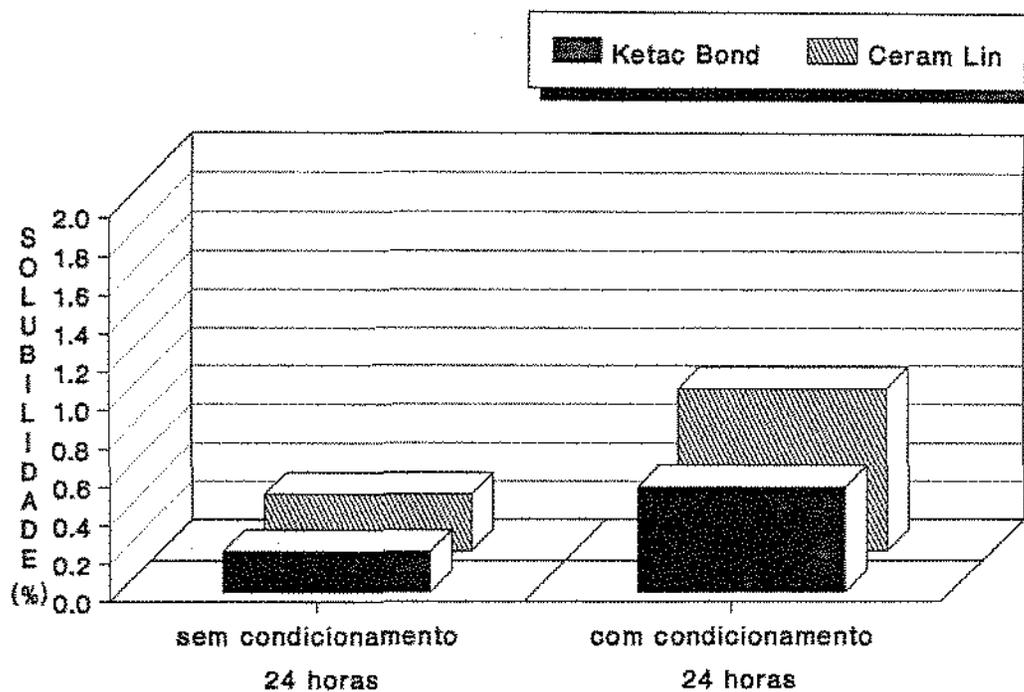


Gráfico 2 - Comparação entre os percentuais médios de solubilidade em peso dos materiais imersos por 24 horas.

O gráfico 3 também ilustra médias percentuais de solubilidade, apenas considerando o tempo de 7 dias de imersão.

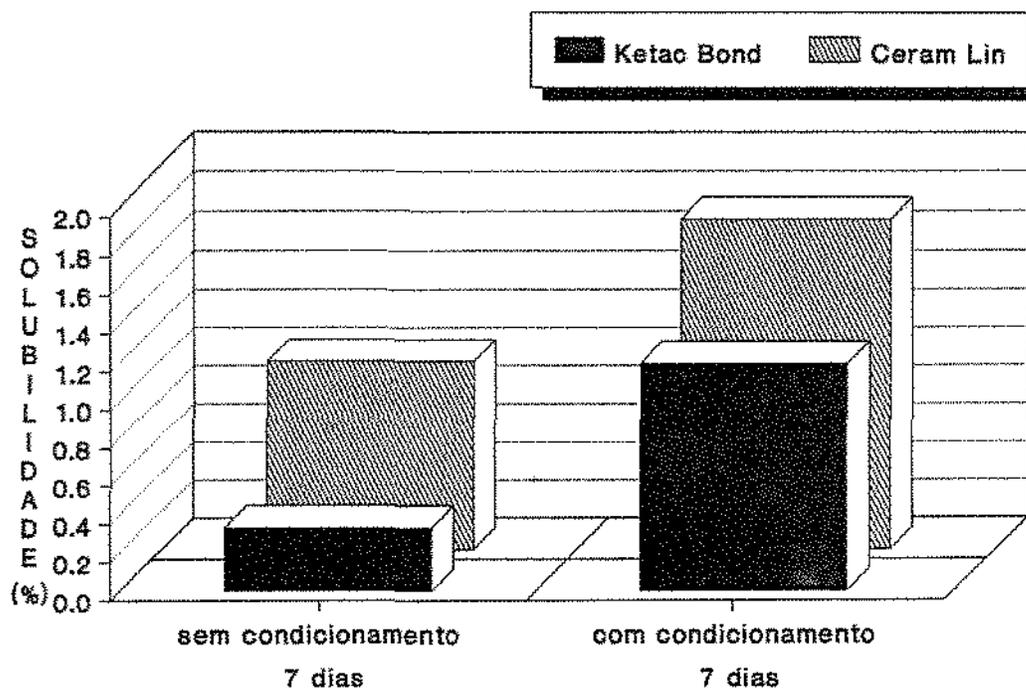


Gráfico 3 - Comparação entre os percentuais médios de solubilidade em peso dos materiais imersos por 7 dias.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de variância:

Tabela 4 Resultados da análise da variância

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Material (Mat)	1	1,1808003	1,1808003	90,0028	0,00001
Tratamento (Trat)	1	3,0264149	3,0264149	230,6791	0,00001
Tempo (Tem)	1	2,6617014	2,6617014	202,8799	0,00001
Mat*Trat	1	0,0020962	0,0020962	0,1598	0,69477
Mat*Tem	1	0,3142261	0,3142261	23,9009	0,00015
Trat*Tem	1	0,2389131	0,2389131	18,2104	0,00045
Resíduo	25	0,3279898	0,0131196		
Total	31	7,7521418			
Média Geral - 0,766156					
Coeficiente de Variação - 14,950%					

A seguir são apresentadas as tabelas com as comparações entre as médias e resultados da aplicação do teste de TUKEY para os níveis de significância de 5%.

Tabela 5 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade dos materiais sem condicionamento ácido e imersos por 24 horas

MATERIAL	MÉDIA
Ceram Lin	0,297 A
Ketac Bond	0,216 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade dos materiais sem condicionamento ácido e imersos por 7 dias

MATERIAL	MÉDIA
Ceram Lin	0,988 A
Ketac Bond	0,333 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade dos materiais condicionados por ácido e imersos por 24 horas

MATERIAL	MÉDIA
Ceram Lin	0,844 A
Ketac Bond	0,553 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade dos materiais condicionados por ácido e imersos por 7 dias

MATERIAL	MÉDIA
Ceram Lin	1,723 A
Ketac Bond	1,193 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ceram Lin imerso por 24 horas

TRATAMENTO	MÉDIA
s/cond.	0,297 A
c/cond.	0,844 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ceram Lin imerso por 7 dias

TRATAMENTO	MÉDIA
s/cond.	0,988 A
c/cond.	1,723 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ketac Bond imerso por 24 horas

TRATAMENTO	MÉDIA
s/cond.	0,216 A
c/cond.	0,553 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ketac Bond imerso por 7 dias

TRATAMENTO	MÉDIA
s/cond.	0,333 A
c/cond.	1,193 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ceram Lin sem condicionamento ácido

TEMPO DE IMERSÃO	MÉDIA
24 horas	0,297 A
7 dias	0,988 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 14 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ceram Lin após condicionamento ácido

TEMPO DE IMERSÃO	MÉDIA
24 horas	0,844 A
7 dias	1,723 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 15 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ketac Bond sem condicionamento ácido

TEMPO DE IMERSÃO	MÉDIA
24 horas	0,216 A
7 dias	0,333 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 16 Comparação entre os percentuais médios de solubilidade do material Ketac Bond após condicionamento ácido

TEMPO DE IMERSÃO	MÉDIA
24 horas	0,553 A
7 dias	1,193 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

6 - DISCUSSÃO

Antes de entrar na discussão dos resultados propriamente dita, consideramos importante transcrever algumas constatações relacionadas ao teste de solubilidade aqui empregado. A Associação Dentária Americana⁽⁵⁾ preconiza o teste gravimétrico como um instrumento de avaliação da solubilidade de cimentos dentários. É uma metodologia bastante viável de ser conduzida e que fornece resultados válidos para o estabelecimento de parâmetros de comparação de qualidade dos materiais. WILSON²⁹, em 1976, analisou mais detalhadamente o teste aqui empregado e descreveu algumas conclusões: 1) quando testam-se materiais que possuem componentes voláteis esses são eliminados com a água de imersão alterando os resultados; 2) alguns materiais permitem a dissolução da matriz permanecendo partículas isoladas aderidas à massa não sendo eliminadas pela inexistência de agentes abrasivos; 3) considera indiferenciadamente produtos de solução que tem maior ou menor influência na integridade estrutural do material; 4) o meio de imersão utilizado é água, diferentemente dos fluidos bucais, e, 5) o tempo de avaliação é curto apresentando resultados facciosos quando comparam-se materiais de diferentes reações que conseqüentemente necessitam de diferentes tempos para alcançarem a estabilidade.

No entanto algumas características deste trabalho nos parecem atenuar as variações resultantes do teste: foram comparados neste estudo dois materiais da mesma classe, ou seja, cimentos de ionômero de vidro que apresentam uma mesma dinâmica no que se refere a reação de presa; não se pretende realizar comparações com resultados de solubilidade de outras classes de cimentos odontológicos e sim verificar uma possível acentuação desta solubilidade quando da utilização destes cimentos como base de compósitos restauradores após serem submetidos a um condicionamento ácido. O tempo de análise foi estendido para 7 dias, tempo considerado suficiente por CRISP, LEWIS e WILSON⁹, para avaliar a principal fração de solubilização deste tipo de material.

Na Tabela 1, estão dispostos os valores percentuais de solubilidade para 24 horas de imersão. As médias destes valores estão colocados na Tabela III e demonstram estar em níveis semelhantes ou mais baixos que as encontradas para alguns materiais antecessores aos aqui analisados (KENT, LEWIS e WILSON¹³, PIZZORNO e RIBAS¹⁷).

Na condição controle de 7 dias de imersão (valores na tabela 1, médias na Tabela 3 e comparações na Tabela 15) o material Ketac-Bond não apresentou aumento significativo no índice de solubilidade, resultado que confirma as explicações de CRISP, LEWIS e WILSON⁹, que estipulam às primeiras 24 horas após o início da aglutinação a principal fração de solubilidade desta classe de materiais. Já, o material Ceram-Lin não acompanhou este comportamento, visto que sua média percentual de solubilidade (Ta

bela 8) em 7 dias de imersão foi estatisticamente superior à média para 24 horas de imersão. A ilustração do comportamento dos materiais nestas condições, está apresentada no gráfico 1.

[xceto nas comparações dos tempos de 24 horas de imersão sem condicionamento (Tabela 5), o cimento Ceram-Lin se apresentou estatisticamente mais solúvel que Ketac-Bond. Embora o primeiro seja um material baseado no ácido poliacrílico e o segundo no ácido polimaleico, os resultados aqui encontrados são contraditórios às afirmações de SETTCHEL e cols.²⁰. O autor identifica os cimentos que utilizam ácido poliacrílico como menos solúveis que os baseados no ácido polimaleico, tendo como base a mais baixa constante de dissociação do sal de ácido poliacrílico. Porém, a questão de solubilidade está relacionado de forma global com a estabilidade da matriz de polissais, que por sua vez, segundo WALLS⁽²⁵⁾, depende desde a composição e fusão das partículas até as características do ácido envolvido. Desse modo, ao nosso ver, para cada exemplar da classe de ionômero de vidro essas variáveis devem ser consideradas nas avaliações das propriedades finais do produto.

MCLEAN e cols.⁽¹⁴⁾ sugeriram a utilização do cimento de ionômero de vidro condicionado por ácido para base de compósitos restauradores intencionando se utilizar da insolubilidade e estética destes e da biocompatibilidade, capacidade de adesão aos tecidos dentais e liberação de flúor dos cimentos ionoméricos numa mesma restauração. Torna-se bastante interessante esta indicação para aqueles casos onde não há possibilidade de realizar-se um

bom condicionamento ácido na margem que não se constitui de esmalte ou se o é, este tecido compõe-se de prismas irregulares insuficientes para permitir um condicionamento que promova micro-retenções do compósito através de seu agente de união. Encontram-se nesta situação aquelas restaurações muito próximas da linha cervical dos dentes. O autor sugere esta técnica pretendendo solucionar este problema já que o cimento teria adesão à dentina e/ou cimento e após o condicionamento este material apresenta uma superfície favorável à retenção do compósito restaurador.

A retenção do compósito restaurador à base de ionômero de vidro é comprovadamente aumentada quando realiza-se um condicionamento ácido sobre este último: MCLEAN e cols.⁽¹⁴⁾, SNEED e LOOPER⁽²³⁾, HINOURA e cols.⁽¹¹⁾, CAUSTON e cols.⁽⁴⁾ e QUIROZ e LENTZ⁽¹⁹⁾ são alguns dos autores que verificaram a resistência da união entre compósitos e cimentos de ionômero de vidro condicionados e encontraram valores iguais ou mais altos que a própria resistência coesiva do cimento.

A caracterização da superfície dos cimentos condicionados despertou interesse em vários pesquisadores: MCLEAN e cols.¹⁴ e ANDREAUS¹ evidenciaram em seus trabalhos a morfologia superficial de cimentos de ionômero de vidro condicionado por 1 minuto com ácido fosfórico à 37% após o tempo de presa. As fotomicrografias por varredura eletrônica apresentadas pelos autores confirmam um padrão rugoso com espaços vazios e trincas, conferindo uma superfície de contato bastante retentiva aos compósitos polimerizados sobre os cimentos.

Evidentemente, o padrão rugoso da superfície do cimento de ionômero de vidro condicionado por ácido fosfórico à 37% não ocorre isoladamente. O relevo é conseguido por degradação superficial da matriz, conseqüentemente promovendo uma desorganização estrutural das camadas superficiais em maior ou menor escala dependendo de dois tempos fundamentais: a) o tempo de contato do ácido com a superfície do cimento e b) o tempo decorrido do início da aglutinação até o momento do condicionamento. De acordo com QUIROZ e LENTZ⁽¹⁹⁾ apesar do condicionamento promover uma superfície que permitiu boa retenção ao compósito, tempos prolongados de contato do ácido com o cimento degradam excessivamente as camadas superficiais indicando que os tempos de condicionamento devem ficar em torno de 10 a 20 segundos. Também utilizando microscopia eletrônica de varredura, SMITH⁽²¹⁾ comprovou a acentuação na deterioração da matriz quando o tempo de condicionamento se excede aos 15 segundos.

Além de maior degradação superficial, o ácido em tempo prolongado de contato com o cimento consegue penetrar mais profundamente, enfraquecendo as camadas sub-superficiais do material. Estas são as regiões suscetíveis à fratura quando realizam-se testes de cisalhamento entre compósito e cimento de ionômero de vidro condicionado (SMITH e SÖDERHOLM⁽²²⁾ e WEXLER e BEECH⁽²⁷⁾).

Como consequência desta desorganização estrutural das camadas externas do cimento de ionômero de vidro, ocorre um aumento nos índices de solubilidade, também comprovados pelos resultados apresentados na Tabela 3. Esse processo de solubilidade

ocorre justamente nas posições superficiais das massas dos cimentos odontológicos, sendo proporcional à área desta superfície (BROOKMAN e cols³, 1986). No caso dar-se optar pelo condicionamento ácido, as camadas mais externas atingidas tornam-se mais suscetíveis à fratura e solubilização, justificando os resultados encontrados neste trabalho, que demonstram que o tratamento ácido empregado promoveu um aumento significativo nos percentuais de solubilidade em todos os grupos de materiais. Quando avaliamos o comportamento dos materiais condicionados e imersos durante 7 dias em água, verificamos que mesmo o cimento KetacBond teve seus valores percentuais de solubilidade estatisticamente aumentados, contrariando as afirmações de CRISP, LEWIS e WILSON⁽⁹⁾, que determinaram as primeiras 24 horas como o período onde ocorre o maior percentual de solubilidade (gráfico 3 e tabela 12), processo que diminui sensivelmente à medida que o tempo se prolonga.

Tanto a degradação superficial promotora do padrão de rugosidade encontrado nos cimentos de ionômero de vidro condicionados como a conseqüente acentuação da solubilidade indicam que o período decorrido do início da espatulação até o momento do condicionamento não permite que ocorra uma consolidação completa da matriz; provavelmente o ácido tem ação interferente no mecanismo de presa que ainda se desenvolve. Segundo CRISP, LEWIS e WILSON⁹, o período em que realizou-se o condicionamento ácido é caracterizado por maior concentração de cálcio na matriz do cimento. Este elemento é satisfeito eletricamente pela reação com apenas dois

grupos carboxílicos do ácido enquanto o alumínio requer 3 grupos. A predominância do cálcio confere neste momento certa fragilidade das ligações cruzadas entre as cadeias conseguidas pelo alumínio de carga trivalente que só participa significativamente desta função em períodos mais tardios da reação (após primeiras 24 horas). Embora, utilizando ácido como meio de imersão e não apenas como agente de condicionamento, PIZZORNO e RIBAS¹⁷ explicam de maneira simples o aumento do nível de solubilidade dos cimentos de ionômero mais acentuado que o dos silicatos justamente pela dinâmica de reação dos primeiros, que permitem ao ácido atuar em períodos instáveis do material.

Exatamente esses períodos foram o objetivo de estudo de ÖILO¹⁵ que comprovou a fragilidade de vários cimentos de ionômero nos tempos mais próximos ao início da aglutinação. Seus resultados indicam uma resistência à erosão crescente à medida que afasta-se do início da aglutinação.

O mecanismo pelo qual o ácido interfere na reação do cimento é desconhecido, assim como para identificar-se os produtos de solução adicionais consequentes do tratamento ácido se fazem necessárias análises químicas mais complexas. Neste nosso trabalho limitamo-nos a comprovar os efeitos destrutivos de um "ataque" ácido sobre um material frágil principalmente nos estágios onde ainda não existe uma estabilidade química considerável.

Em trabalhos mais recentes, como o de GARCIA-GODOY⁽¹⁰⁾, já questiona-se a necessidade do condicionamento ácido dos cimentos ionoméricos quando base para compósitos. O autor baseou-se em

princípios físicos da restauração, principalmente nos efeitos causados pela contração de polimerização dos compósitos.

A técnica de restauração utilizando um cimento de ionômero de vidro condicionado como base para um compósito restaurador não impede a ocorrência de micro-infiltração pela margem gengival de restaurações cervicais classe V (PHAIR e cols¹⁶), mesmo em trabalho "in vitro" onde conseguem-se condições mais favoráveis que na realidade clínica.

Assim sendo, de forma sucinta pode-se afirmar que o condicionamento ácido no cimento de ionômero de vidro provoca uma desorganização estrutural nas camadas mais superficiais deste material, fato comprovado pelas fotomicrografias das superfícies analisadas (SMITH⁽²¹⁾); este efeito resulta no enfraquecimento físico das camadas mais externas da base de restauração. (WEXLER e HEECH⁽²⁷⁾). Também como consequência a solubilidade destas regiões é acentuada conforme dados aqui relatados, fato que pode ter importância clínica, visto que, em maior ou menor escala ocorre contato dos fluidos orais com a base de cimento, consequente da microinfiltração, principalmente nas margens gengivais (PHAIR e cols.⁽¹⁶⁾ em restaurações que atingem áreas cervicais.

7 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, parecem válidas as seguintes observações:

- 1 - Os materiais analisados apresentaram diferentes comportamentos quanto à solubilidade quando imersos por 7 dias em água destilada.

- 2 - Um condicionamento por 15 segundos com ácido fosfórico a 37% (P/P) quando realizado logo após a presa clínica do cimento já é suficiente para promover um aumento significativo nos índices percentuais de solubilidade.

8 - RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de um condicionamento ácido sobre cimentos de ionômeros de vidro após a presa clínica.

Foram confeccionados trinta e dois corpos de prova cilíndricos (20mm de diâmetro e 1,5mm de altura) para cada cimento avaliado e posteriormente divididos em grupos de oito que sofreram condicionamento ou não. Os tempos de imersão em água destilada foram de 24 horas ou 7 dias. Para a quantificação da solubilidade foi utilizado o teste gravimétrico.

Os resultados obtidos comprovam que o condicionamento ácido nos moldes aqui empregado promove um aumento significativo na solubilidade dos materiais.

9 - SUMMARY

It was the object of this paper evaluate the effect of acid etchant on solubility of two glass ionomer cements set.

Thyrty two cilindrics test samples (20mm of diameter and 1,5mm long) were prepared from each material and divided in groups of 8 that were etched or no. The imersion times in distiled water were 24 hour or 7 days. To determine the solubility was utilized the gravimetric test.

The results obtained demonstrated that the etching here employed produce a significant rise in solubility of the materials.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANDREAUS, S.B. Liquid versus gel etchants on glass ionomers; their effects on surface morphology and shear bond strengths to composite resins. J. Am. dent. Ass., 114(2): 157-8, 1987.
- 2 - BEECH, D.R. & BANDYOPADHYAY, S. A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. J.oral Rehab., 10(1): 57-63, 1983.
- 3 - BROOKMAN, P.J.; PROSSER, H.J.; WILSON, A.D. A sensitive conductimetric method for measuring the material initially water leached from dental cements. J.Dent., 14(2): 74-9, 1986.
- 4 - CAUSTON, B.; SEFTON, J.; WILLIAMS, A. Bonding class II composite to etched glass ionomer cement. Br. dent. J., 163(10): 321-4, 1987.
- 5 - COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. American Dental Association specification n.º 9 for dental silicate cement, In: American Dental Association specification. New York, 1978. p. 29-33.
- 6 - _____. Status report on the glass ionomer cements. J. Am.dent. Ass., 99(2): 221-6, 1979.
- 7 - CRISP, S.& WILSON, A.D. Reactions in glass ionomer cements: II. The precipitation reaction. J. dent. Res., 53(6): 1420-5, 1974.
- 8 - CRISP, S.; LEWIS, B.G.; WILSON, A.D. Characterization of glass-ionomer cements: 6. a study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. J. Dent., 8(1): 68-74, 1980.

- 9 - _____ - LEWIS, B.G.; WILSON, A.D. Chemistry of erosion. J. dent. Res., 55(6): 1032-41, 1976.
- 10 - GARCIA-GODOY, F. Glass ionomer materials in class II composite resins restorations: to etch or not to etch? Quintessence Int., 19(3): 241-2, 1988.
- 11 - HINOURA, K.; MOORE, B.K.; PHILLIPS, R.W. Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins. J. Am. dent. Ass., 114(2): 167-72, 1987.
- 12 - JOYNT, R.B.; WILLIAMS, D.; DAVIS, E.L.; WIECZKOWSKI, G. Effects of etching time on surface morphology and adhesion of a posterior resin to glass-ionomer cement. J. prosth. Dent., 61(3): 310-4, 1989.
- 13 - KENT, B.E.; LEWIS, B.G.; WILSON, A.D. The properties of a glass ionomer cement. Br. dent. J., 135(2): 322-6, 1973.
- 14 - MCLEAN, J.W.; POWIS, D.R.; PROSSER, H.J.; WILSON, A.D. The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. Br. dent. J., 158(8): 410-4, 1985.
- 15 - ÖILO, G. Early erosion of dental cements. Scand. J. dent. Res., 92(6): 539-43, 1984 .
- 16 - PHAIR, C.B.; ZIDAN, O.; GOMEZ-MARIN, O.; HAN, S. Marginal gap formation in the composite resins/glass ionomer cement class V restoration. Dent. Mater, 4(4): 134-8, 1988.
- 17 - PIZZORNO, N.B. & RIBAS, L.M.T. Solubilidad de un ionómero y de un silicato. Revta Asoc. odont. argent., 72(2): 36-7, 1984.

- 18 - PLUIM, L.J.; ARENDS, J.; HAVINGA, P.; JONGEBLOED, W.L.; STOKROOS, I. Quantitative cement solubility experiments "in vivo". J. oral Rehab., 11(2): 171-9, 1984.
- 19 - QUIROZ, L. & LENTZ, D.L. Laboratory evaluation of etching time on three different glass ionomers. J. dent. Res., 66 (special issue): 131, 1987.
- 20 - SETCHELL, D.J.; TEO, C.K.; KHUN, A.T. The relative solubility of four modern glass-ionomer cements. Br.dent. J., 158(6): 220-2, 1985.
- 21 - SMITH, G.E. Surface deterioration of glass-ionomer cement during acid etching: an SEM evaluation. Operative Dent., 13(1): 3-7, 1988.
- 22 - _____ & SÖDERHOLM, K.M. The effect of surface morphology on the shear bond strength of glass ionomer to resin. Operative Dent., 13(4): 168-72, 1988.
- 23 - SNEED, W.D. & LOOPER, S.W. Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. Dent. Mater., 1(4): 127-8, 1985.
- 24 - SUBRATA, G. & DAVIDSON, C.L. The effect of various surface treatments on the shear strength between composite resin and glass-ionomer cement. J. Dent., 17(1): 28-32, 1989.
- 25 - WALLS, A.W.G. Glass polyalkenoate (glass ionomer) cements: a review. J. Dent., 14(6): 231-46, 1986.
- 26 - _____; MCCABE, J.F.; MURRAY, J.J. The effect of variation in pH of the eroding solution upon the erosion resistance of glass poly-alkenoate (ionomer) cements. Br. dent. J., 164(5): 141-4, 1988.

- 27 - WEXLER, G. & BEECH, D.R. Bonding of a composite restorative material to etched glass ionomer cement. Aust. dent. J., 33(4): 313-8, 1988.
- 28 - WILSON, A.D. Dental silicate cements: VII. an alternative liquid cement formers. J. dent. Res., 47(6): 1133-6, 1968.
- 29 - _____. Specification test for the solubility and desintegration of dental cements: a critical evaluation of its meaning. J. dent. Res., 55(5): 721-9, 1976.
- 30 - _____ & KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry the glass ionomer cement. Br. dent. J., 132(15): 133-5, 1972.