

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**SYLVIO PALERMO GEVAERD**  
**CIRURGIÃO DENTISTA**

**ESTUDO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS: RESISTÊNCIA À**  
**COMPRESSÃO E COMPRESSÃO DIAMETRAL DE UMA RESINA**  
**COMPOSTA MODIFICADA POR POLIÁCIDO (COMPÔMERO)**

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas para  
obtenção do Grau de Mestre  
em Materiais Dentários

200107172

**Piracicaba 2000**

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SECÇÃO CIRCULANTE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**SYLVIO PALERMO GEVAERD**  
CIRURGIÃO DENTISTA

**ESTUDO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS: RESISTÊNCIA À  
COMPRESSÃO E COMPRESSÃO DIAMETRAL DE UMA RESINA  
COMPOSTA MODIFICADA POR POLIÁCIDO (COMPÔMERO)**

Orientador Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83  
CPG 05/03/2004  
Assinatura do Orientador

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba da Universidade  
Estadual de Campinas para  
obtenção do Grau de Mestre  
em Materiais Dentários

**Piracicaba 2000**

° CHAMADA: UNICAMP  
 G337e  
 Ex.  
 OMBO BC/ 44351  
 ROC. 16-392101  
 C  D   
 REC# R\$ 11,00  
 DATA 10/05/01  
 1.º CPD

CM-00155170-1

### Ficha Catalográfica

G337e Gevaerd, Sylvio Palermo.  
 Estudo de propriedades mecânicas : resistência à compressão e compressão diametral de uma resina composta modificada por poliácido (compômero). / Sylvio Palermo Gevaerd. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2000.  
 viii, 42f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins.  
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Água – Armazenamento. I. Martins, Luís Roberto Marcondes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

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



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 15 de Dezembro de 2000, considerou o candidato SYLVIO PALERMO GEVAERD aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

2. Prof. Dr. RENATO GUGICH

3. Prof. Dr. LUIS ALEXANDRE MAFFEI SARTINI PAULILLO

Dedico este trabalho

À minha mãe Belkis pelo apoio incondicional nos caminhos da vida e ao meu pai Arly (*in memoriam*) pelo estímulo profissional e exemplo empreendedor.

À Norma, Juliano, Leila e Mariana por fazerem parte desta realização.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao orientador professor Dr. Luís Roberto Marcondes Martins pela, cordialidade e disponibilidade pessoal, orientação técnica e apoio na realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Aos professores, Telmo Mezadri e Elizabeth Bottan, pela amizade e a estímulo para a realização do curso.

Aos amigos Miguel Scotti, Gilson V. Barbosa e Valdemir Rosa pela contribuição na discussão e elaboração do método.

Ao professor Ivan Rudek pela disponibilidade, paciência e amizade na realização do ensaio de laboratório.

Ao Prof. Roberto R. Mollerli pela amizade e apoio, sem o que este trabalho não teria sido realizado

A Selma Koga e Ana Paula N. Newton Marlene Falcão pela colaboração e ajuda.

Ao professor Joel Bley Sobrinho pelas sugestões e apoio.

Ao professor Casimiro Martins Filho e ao grupo de colegas de mestrado pela solidariedade e amizade.

Ao professor Lourenço Correr Sobrinho, Coordenador do curso pela atenção e dedicação, essenciais para o êxito deste projeto.

A Universidade do Vale do Itajaí UNIVALI , a Faculdade de Odontologia de Piracicaba, a Universidade Federal do Paraná e a Secretaria Municipal da Saúde de Curitiba pela oportunidade de realização do mestrado.

# SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
1. INTRODUÇÃO.....	03
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
3. PROPOSIÇÃO.....	22
4. MATERIAL E MÉTODO.....	23
4.1 Material.....	23
4.2 Método.....	24
5. RESULTADOS.....	29
5.1 Análise dos dados.....	29
5.2 Tabelas e gráficos.....	29
6. DISCUSSÃO.....	33
7. CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo estudar a resistência à compressão e resistência à compressão diametral de uma resina composta modificada por poliácido (compômero). O estudo foi realizado com vinte corpos de prova de 4,0mm de diâmetro e 6,0mm de altura nos tempos de 10 minutos após a fotopolimerização e de 24 horas, com armazenamento em água à temperatura de 37°C. Foi utilizada uma máquina de ensaio Universal EMIC DL 500 com velocidade de 0,75 mm/min para determinar o valor em MPa (Mega Pascal) necessário para fratura do material. Os resultados foram submetidos ao teste de "t" ao nível de 5% de significância. Verificou-se que ocorreu aumento na resistência à compressão após 24 horas com armazenamento em água e pequeno aumento na resistência à compressão diametral, sem diferença estatística significativa. Os resultados nos permitiram concluir que ocorre endurecimento do material após armazenamento em água por 24 horas.

Palavras Chave: **Resina Composta Modificada por Poliácido – Resistência à Compressão e Compressão Diametral – Armazenamento em Água.**

## ABSTRACT

The aim of the present study is to survey the mechanical properties – compressive strength and diametral compressive strength – of a polyacid-modified composite resin (compomer). The specimens used in this study were 4.0mm in diameter and 6.0mm in height. They were tested at two different times: 10 minutes after light curing and also after being stored in water for 24 hours at 37°C. A Universal testing machine EMIC DL 500 at the speed of 0.75 mm/min was used to determine the necessary strength to fracture the material. The results were submitted to t Student analysis at a 0.5% significance level. After 24 hours of storage in water an increase in the compressive strength was observed. It was also observed a slight increase in the diametral compressive strength, however it was not statistically significant. The results allowed us to conclude that the material is hardened after 24 hours of storage in water.

Keywords: **compomer – compressive strength – diametral compressive strength– storage in water**

## 1. INTRODUÇÃO

A ciência odontológica no que diz respeito ao desenvolvimento e utilização de materiais restauradores, vem ao longo dos anos pesquisando soluções que aliem liberação de flúor, resistência, biocompatibilidade, estética e, mais recentemente, adesividade, com o objetivo de preservar as estruturas dentais.

A introdução das resinas restauradoras a partir da implementação da técnica do condicionamento ácido do esmalte e mais tarde com o desenvolvimento de resinas compostas que, utilizando novas gerações de adesivos, alcançam união aceitável com esmalte e dentina revolucionaram os materiais dentários restauradores (Baratieri et al., 1993) inaugurando uma nova era no tratamento odontológico restaurador.

Nos anos 80, houve a incorporação à prática clínica do referencial científico da doença cárie, reconhecendo-a como infecto-contagiosa (Weyne, 1986) e que através do ciclo dinâmico de perda e ganho mineral que ocorre no esmalte dentário denominado processo desmineralização/remineralização (des/re) (Thilstrup & Fejerskov, 1995) promove danos às estruturas dentais. Assim, aponta-se como necessária a potencialização dos fatores que contribuem para o equilíbrio deste processo, dentre eles a obtenção de níveis adequados de flúor na cavidade bucal, por sua comprovada capacidade de equilibrar perda mineral. A partir daí, um novo componente foi agregado aos requisitos exigidos dos materiais

restauradores, que contribua para manter o equilíbrio no processo des/re na cavidade bucal, através da liberação de flúor, (Cury, 1993).

A apresentação por Wilson & Kent (1972) do cimento de ionômero de vidro que reuniu propriedades como adesividade, biocompatibilidade, estética e liberação de flúor, sugerido como material restaurador e base para resinas compostas e amálgama, indicou a possibilidade da utilização de materiais restauradores que contribuíssem para o controle da doença cárie. Várias tentativas foram realizadas no sentido de melhorar as propriedades mecânicas do cimento de ionômero de vidro para otimizar sua utilização. A primeira que efetivamente melhorou os resultados foi a incorporação de monômeros dimetacrilato e/ou ligações carbono-carbono não saturadas que aperfeiçoaram significativamente as propriedades mecânicas dos cimentos após a presa, resultando no material denominado de ionômero de vidro modificado por resina (McLean et al., 1994), dando início ao desenvolvimento dos chamados materiais restauradores híbridos.

A evolução das pesquisas e a incorporação de novos tipos de monômeros ao cimento do ionômero de vidro, levaram ao lançamento dos “compômeros”. (Gordon, 1997; Peultzfedt et al, 1997; Hamid et al, 1998; Irie & Nakai, 1998; El Kalla, 1999; Nicholson & Mackenzie, 1999; Ruse, 1999). Este material foi apresentado pelo fabricante como uma nova classe de material dentário que combinaria os benefícios dos compósitos (“comp”) e o dos ionômeros de vidro (“ômero”) (Burguess et al, 1994; Ruse, 1999). McLean et al, (1994), em função de sua estrutura química, preponderadamente, apresentando

características das resinas compostas convencionais, recomendaram a denominação de “resinas compostas modificadas por poliácidos” para estes materiais.

Estudos que estabeleceram um “continuum” para os materiais que se encontram entre o cimento de ionômero de vidro e as resinas compostas, foram realizados, comparando suas propriedades físicas e químicas para melhor orientar sua utilização (Attin et al, 1999; Gladys et al., 1997). Nestes estudos, algumas propriedades são consideradas como de importância em sua avaliação: a capacidade de liberação de flúor e resistência à compressão e à compressão diametral. Apesar de tais estudos, surgiram controvérsias com relação aos valores obtidos para o módulo de elasticidade, resistência à compressão, a fratura e dureza nas pesquisas, e seu desempenho clínico foi avaliado de maneira confusa “*in vivo*” (Ruse, 1999).

Ainda segundo Phillips e Anusavice 1998, existe a possibilidade de que falhas que ocorrem na utilização clínica de materiais frágeis estejam relacionadas a baixa resistência à tração, que é determinada através do teste de compressão diametral.

O estudo das características físicas e mecânicas deste novo material, notadamente aquelas voltadas para avaliação do grau de resistência à compressão e tração através de forças aplicadas que reproduzem o esforço da mastigação (El-Kalla, 1999), pode se constituir em informação importante para sua indicação clínica principalmente em áreas de esforço oclusal.

Este trabalho tem por objetivo estudar a resistência á compressão e compressão diametral da resina composta modificada por poliácido (compômero) de marca Dyract Ap, contribuindo para determinar sua correta utilização clinica ao mesmo tempo analisando a proposição do fabricante que á indica para uso em todas as classes anteriores e posteriores (Dentsply 1997).

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Peyton & Craig no capítulo de propriedades físicas e mecânicas do livro materiais restauradores dentais 1971 relatam que a resistência à compressão é importante em muitos materiais restauradores usados em técnicas e restaurações dentárias. A resistência à compressão é mais útil na comparação de materiais quebradiços e usualmente fracos sob tensão e que, por causa disso, não são empregados aonde predominam forças tensionais. Certas características observadas em materiais submetidos à tensão são também observadas quando um material está sob compressão. Quando uma estrutura é submetida à compressão, é importante reconhecer que a quebra do corpo pode ocorrer como resultado de complexas pressões por ele sofridas. Um cilindro, e não um cubo ou bloco retangular, é o tipo mais aceitável de amostra de teste para compressão da maior parte dos materiais.

Weyne, 1986 a partir da análise de experimento realizado em 1960 que utilizando animais de laboratório com e sem cárie separadamente, quando colocados em comum, aponta o surgimento de cárie nos animais antes sem cárie, em função de transmissão da microbiota cariogênica. A partir disso, observa - se que a cárie é doença infecciosa e transmissível modulada por fatores ambientais, que se estabelece muito antes da perda mineral no esmalte que dá origem às

cavidades. Sugere a necessidade de controle das causas primárias da doença antes de tratamentos restauradores.

Baratieri relata no capítulo restaurações com resinas compostas de seu livro *Dentística Procedimentos Preventivos e Restauradores 1993* que grandes progressos na dentística restauradora foram realizados com o surgimento da técnica de condicionamento ácido do esmalte e das resinas compostas. Com o lançamento dos cimentos de ionômero de vidro e de resinas que possuem grande adesão a esmalte e dentina, as técnicas restauradoras tornam-se cada vez mais conservadoras. As resinas autopolimerizáveis foram introduzidas na Alemanha na década de 1930, seu desempenho clínico apresentava problemas com relação à estabilidade da cor e adaptação marginal precária. O grande salto no desenvolvimento deste material ocorreu a partir de 1960, quando os pesquisadores juntaram a resina epóxica com a resina acrílica resultando no Bis-Gma (bisfenol glicidil metacrilato). A maior parte dos materiais lançados após este experimento utilizam o mesmo princípio. A constituição básica das resinas compostas é feita de uma matriz orgânica com carga inorgânica e de um agente de união, geralmente o silano. O processo de ativação da polimerização destes materiais pode ser realizado de duas maneiras: quimicamente ou através de luz ultravioleta ou visível.

Burgess, *et al.*, 1994, analisando as propriedades e usos dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, constataram que além das propriedades dos cimentos de ionômero de vidro tradicionais (adesão à estrutura

do dente e ao metal, liberação de flúor, biocompatibilidade e isolamento térmico) os materiais híbridos resina-ionômero possuem resistências compressivas e diametrais iniciais significativamente maiores, são mais resistentes à umidade e ao dessecamento e tem seu acabamento facilitado. Analisando o acabamento de superfície em corpos de prova submetidos a diversos sistemas de acabamento, através da medida de rugosidade (Ra), os efeitos da variação na proporção pó-líquido, a força de resistência ao cisalhamento, o coeficiente de expansão térmico linear e a liberação de flúor, concluíram que estes materiais não são apenas outra categoria de material que de alguma forma se parece tanto com os cimentos de ionômeros de vidro quanto com as resinas compostas. Ao invés disto, eles formam um espectro que transpõe a distância entre estes dois materiais tradicionais. A sua translucidez estética é muito superior aos cimentos de ionômero de vidro que os precederam, esta característica e a liberação de flúor fazem deles fortes candidatos a serem o material de escolha para a restauração de lesões classe III e classe IV.

Em 1994 McLean, et al., analisando controvérsias e incorreções técnicas nas denominações de novos materiais desenvolvidos a partir do cimento do ionômero de vidro, recomendaram a adoção de nomenclatura apropriada para os novos materiais híbridos, aqueles que endurecem, em parte através de uma reação ácido-base e em parte através de polimerização fotoquímica; de cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Portanto, uma característica essencial destes materiais é que eles endurecem no escuro, o que isoladamente não é

suficiente para definí-los como tal, entretanto, o insucesso no endurecimento no escuro é prova de que o material não é cimento de ionômero de vidro. Para os materiais nos quais encontramos vidro capaz de se decompor em ácido, possivelmente algum ácido polimérico, mas em quantidades insuficientes para promover uma polimerização ácido-base no escuro, sugerem o termo resina composta modificada por poliácido. Como forma de distinguir entre os materiais que são inteiramente ou em sua maioria cimentos de ionômeros de vidro com suas propriedades características e aqueles materiais que são inteiramente ou em sua maioria resinas compostas, com suas características bastante diferenciadas.

O Oral Health em 1995, publicou informações sobre um novo conceito na dentística restauradora moderna, utilizando dados do Simpósio “Dyract Novas Aplicações em Dentística” ocorrido em Vancouver em 1994. Estas informações comparando cimentos de ionômero de vidro e resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros), afirmam que ambos os materiais possuem vantagens e limitações que os distinguem e às situações clínica em que seu uso é indicado. Afirmam ainda, que as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) em função de suas propriedades situam-se entre os cimentos de ionômero de vidro e as resinas compostas. Tais afirmações tomaram por base dados sobre: vedamento marginal, resistência mecânica, fadiga, abrasão e estudos clínicos. A resistência mecânica do Dyract foi determinada em uma série de medidas após 24 horas da fotopolimerização. O resultado encontrado para a resistência à compressão foi de 245 MPa e para a resistência à compressão

diametral de 47 MPa. O artigo conclui baseado nas avaliações realizadas que o Dyract combina os benefícios dos cimentos de ionômero de vidro, incluindo liberação de flúor com as possibilidades de utilização e estética das resinas compostas.

Gladys, *et al.*, 1996 realizando caracterização físico-mecânica comparativa entre novos materiais restauradores híbridos e os materiais restauradores de cimento de ionômero de vidro e resinas compostas, utilizando máquina desenvolvida para determinar resistência a fratura sob pressão e fadiga de materiais dentários, obtiveram valor de 138,8 MPa para armazenamento a seco e de 138,0 MPa para armazenamento em água destilada à 35°C por um mês para o Dyract. Este resultado foi observado apenas para este material, em todos os outros ocorreu diminuição da resistência após absorção de água, embora não tenha ocorrido o mesmo em relação a sua resistência à fadiga em que ele se equivale aos materiais híbridos e aos compósitos micro-aglutinados.

Peutzfeldt, *et al.*, em 1997, comparando a dureza de superfície através do teste de dureza Rockwell e o desgaste "*in vitro*" utilizando máquina que reproduz o esforço da mastigação, de cimentos de ionômero de vidro convencionais, cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, resinas modificadas por poliácidos (compômeros) e resinas compostas procuraram testar possível correlação entre a dureza de superfície e o desgaste "*in vitro*".

A classificação dos materiais segundo o resultado apresentado com relação à dureza crescente é a seguinte:

cimento de ionômero de vidro modificado por resina < cimento de ionômero de vidro convencional e resina composta modificada por poliácido (compômero) < resina composta quanto ao desgaste crescente

resina composta < cimento de ionômero de vidro < resina composta modificada por poliácido < cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

Para os autores o fato de os cimentos de ionômero de vidro convencionais serem mais duros do que os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e também mais resistente do que estes e as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) contrasta com o que seria esperado dos relatos acerca, por exemplo, das medidas de resistência diametral. Concluem, com base em seus achados, que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e as resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros) não são superiores aos cimentos de ionômero de vidro sob todos os aspectos.

Irie & Nakai em 1998 estudaram as propriedades mecânicas de resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros), dentre eles o Dyract, comparativamente a um cimento de ionômero de vidro modificado por resina e uma resina composta microaglutinada. Para tanto, analisaram a resistência à flexão, módulo de elasticidade, módulo de resistência e alterações no peso e distinção dos corpos de prova com absorção de água, imediatamente, pós-fotoativação e armazenados em água à 37°C por uma semana. Os resultados

obtidos pelos autores indicam valores maiores para as resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros) após uma semana de armazenamento em água em comparação com os imediatamente pós-fotoativação. Atribuíram o comportamento das resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) as características e sua composição e ao sistema de polimerização da matriz. A introdução de um monômero ácido que contém dois grupos carboxílicos acidíferos e dois grupos metacrilatos polimerizáveis tornando possível a polimerização dos radicais livres através de fotoativação e na presença de água, uma reação ácido-base. Justificam do ponto de vista químico os resultados obtidos. Concluem afirmando que os testes de flexão demonstraram que as resinas compostas modificadas por poliácidos são mais fortes que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina e uma resina composta microaglutinada quando testadas imediatamente após a fotoativação e após uma semana armazenado em água à 37°C.

Gordon em 1997, analisando cimento de ionômero de vidro modificado por resina e resina composta modificada por poliácido (compômero) quanto à aceitabilidade e indicação de uso, afirma que as características de trabalho dos ionômeros modificados por resina são entre razoáveis e boas e são mais difíceis de utilização do que as resinas compostas e as resinas compostas modificadas por poliácido (compômero) em função de sua viscosidade e de seu preparo, que necessita de mistura, seja mecanicamente ou com triturador. Os compômeros possuem resistência moderada (menor que as resinas compostas); resistência ao

desgaste moderada (menor do que as resinas compostas); propriedades estéticas aceitáveis, características de expansão-contração relativamente boas; adesão à estrutura do dente e/ou à resina composta e liberação de flúor. As características de trabalho das resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) que se assemelham às de adesivos são consideradas pelo autor como excelentes. Possuem consistência semelhantes aos adesivos e não são viscosos, podendo ser facilmente adaptados a qualquer variedade de necessidades restauradoras sem dificuldades técnicas. A fotoativação é efetuada da maneira normal e o acabamento é simples. Quanto às características físicas, são similares aos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Ambos os materiais possuem características de resistência física um pouco menos aceitáveis do que as resinas compostas e apresentam resistência moderada ao desgaste. Ambos liberam flúor, embora as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) liberem menos, podendo ser utilizados na técnica mista. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina devem ser utilizados quando o preparo não é acessível à luz. As resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros) são mais fáceis de utilizar e devem ser empregados em quase todas as outras situações restauradoras nas quais suas propriedades físicas forem adequadas.

Hamid, *et al.*, em 1998 em virtude de poucos estudos a respeito dos componentes potencialmente deletérios que podem ser liberados pelos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e resina composta modificada por

poliácido. Realizaram estudo para identificar e quantificar qualquer componente liberado por sete cimentos de ionômero de vidro fotoativados e resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros). Os efeitos gerais dos materiais restauradores são benéficos entretanto eles também apresentam alguns riscos de efeitos adversos, para os pacientes e para os profissionais de saúde, sendo os dois principais, toxicidade e alergia. Sabe-se que tanto as resinas compostas quanto as resinas adesivas liberam na fase aquosa adjacente monômeros que não sofreram reação e que estes difundem-se através da dentina até e espaço da polpa. Utilizando método da cromatografia apenas um componente conhecido foi detectado, o 2- hidróxietil metacrilato (HEMA). Outros componentes se presentes não foram detectados pelo método de análise utilizado. A difusão do HEMA para o Dyract não mostrou diferença estatística significativa em relação aos demais materiais testados. Sendo que as maiores médias de liberação foram observadas para todos os materiais nos tempos iniciais até trinta e dois minutos, os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram maior nível de liberação.

Meyer, *et al.*, 1998 realizaram estudos para determinar propriedades físicas de três resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) e compará-las a uma resina composta e dois cimentos de ionômero de vidro: um convencional e outro modificado por resina. Para os testes mecânicos, resistência à compressão diametral, módulo de elasticidade e resistência à flexão, foram utilizados corpos de prova de 4mm de diâmetro e 6mm de altura armazenados em

três condições diferentes: seco, úmido e imerso em água. As três resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros) testadas neste estudo apresentaram propriedades muito similares. Quando comparadas aos ionômeros de vidro convencionais e àqueles modificados por resina, elas apresentaram resistência significativamente maior com valores entre 23 e 44 MPa e um módulo de elasticidade e resistência a flexão similar, exceto para um material. Com base nos resultados, os autores afirmam que parece bastante claro que as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) comportam-se mais como resinas compostas do que como cimentos de ionômero de vidro. Dentre outras propriedades, os valores mais elevados da resistência mecânica e a liberação de flúor severamente reduzida são os sinais de uma relação mais próxima com os compósitos, muito embora o comportamento geral *“in vitro”* dos três produtos testados, os mesmos devem ainda ser considerados um tanto inferiores ao comportamento das resinas compostas incluídas neste estudo para fins de comparação. Sugere-se, então, que as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) não possam ser simplesmente usadas como substitutas das resinas compostas na aplicação clínica.

Kusunoki, *et al.*, 1998, pesquisando a adaptação marginal à cavidades dentinárias restauradas com resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros), estabeleceram comparação para resistência à compressão com resina composta, cimento de ionômero de vidro e cimento de ionômero de vidro modificado por resina, utilizando os tempos de dez minutos, sessenta minutos, um

dia, sete dias e quatorze dias pós-fotopolimerização e armazenamento imediato em água a 37°C. Encontraram para estes tempos, os valores de 171,5 MPa, 206,6 MPa, 208,9 MPa, 232,7 MPa e 239,3 MPa, respectivamente no Dyract, valores estes, superiores aos cimentos de ionômero de vidro e cimento de ionômero de vidro modificado por resina e inferiores às resinas compostas e ao segundo compômero pesquisado.

Nicholson & Al Sarheed em 1998 avaliando alterações na armazenagem de resinas compostas modificadas por poliácido (compômeros) em dois meios: seco e aquoso a 0,9% NaCl, todos a 37°C, para cimentos que apresentam reação ácido-base desencadeada por água, determinado com 24 horas, sete dias e trinta dias, encontraram para o Dyract os valores respectivamente de:

meio aquoso 192,4 MPa 225,0 MPa 221,0 MPa; meio seco 225,7 MPa 223,1 MPa 268,6 MPa

E para compoglass:

meio aquoso 200,5 MPa 207,5 MPa 224,1 MPa; meio seco 195,2 MPa 237,2 MPa 265,5 MPa

Concluíram a partir dos resultados que não houve diferença significativa no armazenamento em ambiente aquoso, enquanto que o aumento em meio seco entre um e trinta dias é significativo para ambos os materiais.

Ruse em 1999 após análise crítica da literatura que avaliou estrutura interna, propriedades e processamento das resinas compostas, cimentos dentários e cimentos de ionômero de vidro, comentou que as resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) apresentadas no mercado como uma nova classe de materiais dentários, na realidade pertencem à classe dos compósitos dentários em função de sua estrutura e propriedades. Afirma também que foram relatados para este material, módulos menores de elasticidade à flexão, resistência à compressão, resistência à flexão, resistência à fratura e dureza, bem como taxas de desgaste significativamente maiores, quando comparados a compostos híbridos testados clinicamente. Ainda, que seu desempenho clínico tenha recebido avaliações confusas em testes "in vivo", nenhuma questão de biocompatibilidade foi associada a seu uso. Exceção se faz a respeito da preocupação com a liberação do 2- hidroxietil-metacrilato (HEMA).

Em 1999, El-Kalla & Garcia-Godoy comparando propriedades mecânicas de resinas modificadas por poliácido (compômeros), cimento de ionômero de vidro modificado por resina e uma resina composta, utilizando corpos de prova cilíndricos de 9,0mm de altura e 4,0mm de diâmetro em ambiente seco obtiveram valores para Dyract de 202,0 MPa e para compoglass de 228,0 MPa para resistência à compressão. Estes resultados situam estes materiais quanto ao teste mencionado entre o cimento de ionômero de vidro modificado por resina e a resina composta híbrida estudada.

El-Kalla em 1999 examinou a adaptação marginal de três resinas modificadas por poliácido em cavidades classe I e V nas margens cavo-superficiais e dentro da cavidade, e o efeito do condicionamento ácido à cavidade sobre a adaptação marginal ao esmalte, dentina e cimento. O autor encontrou adaptação justa das três resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) nas margens cavo-superficiais esmalte-restaurador e cimento restaurador, exceto com cavidades classe V não submetidas a ataque ácido restauradas com Dyract. A integridade marginal de materiais restauradores poliméricos depende de diversos fatores, incluindo a contração da polimerização, a adesão à estrutura do dente, a absorção de água, o coeficiente de expansão térmica, as cargas mecânicas e a degradação marginal. Apesar dos resultados obtidos com este estudo não poderem ser diretamente extrapolados para situações clínicas, eles fornecem algumas informações a respeito do desempenho das resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros) avaliados, concluindo que os materiais apresentam profunda adaptação marginal e são promissores para a restauração de dentes decíduos.

Em 1999, Nicholson & McKenzie estudaram as propriedades de uma resina composta modificada por poliácido e de dois cimentos de vedação de ionômero de vidro modificadas por resina relataram que os materiais usados há mais tempo como cimentos de restauração são o fosfato de zinco e os cimentos de policarboxilato de zinco ambos sendo cimentos ácido-base e, como tais, são endurecidos por neutralização. Entretanto, nos últimos anos outros materiais

foram desenvolvidos e usados nesta aplicação; a saber, cimentos de ionômero de vidro de resina modificada e resinas compostas modificadas por poliácidos. Ambos são, em certa medida, polimerizáveis (McLean, et al., 1994) e suas características essenciais são:

Cimentos de ionômero de vidro de resina modificada apresentam a maior parte das características dos cimentos de ionômero de vidro originais, isto é, um componente decisivo da reação de endurecimento é uma reação de neutralização entre um ácido solúvel em água e um vidro básico pulverizado. Isto é suplementado por uma reação de polimerização envolvendo monômeros, usualmente 2-hidroxietil metacrilato (HEMA). Podem haver adicionalmente ramos enxertados na estrutura poliácida que terminam em grupos não-saturados, tornando possível desta forma que o polímero acidífero encadeie-se na matriz polimerizada .

Resinas compostas modificadas por poliácidos, também conhecidas como compômeros, endurecem completamente por um mecanismo de polimerização por adição e são muito similares a resinas compostas convencionais. Entretanto, elas contêm um monômero adicional que possui grupos funcionais ácidos, porém não em quantidade suficiente para tornar a molécula solúvel em água. Uma vez polimerizados os monômeros e expostos à saliva, estes grupos ácidos fazem a resina absorver umidade, ativando assim uma reação ácido-base entre os grupos funcionais acídicos e o revestimento básico de vidro. No armazenamento contínuo em água este processo de neutralização não contribui para a resistência (Nicholson & Al Sarheed 1998), mas cria um

componente semelhante ao cimento de onde pode ocorrer a liberação de flúor. Tal liberação de flúor tende a ocorrer em um nível menor do que aquele de um ionômero de vidro ou de um ionômero de vidro de resina modificada, e sua importância clínica ainda não foi determinada. Foram examinadas as seguintes propriedades no presente estudo: tempo de trabalho e endurecimento, resistência à compressão em intervalos de tempo variáveis de 24 horas a um ano, com armazenamento em diferentes meios aquosos, conteúdos solúveis em água, equilíbrio na absorção de água e coeficiente de difusão. O Dyract-Cem apresentou pequena variação na resistência e na absorção de água entre os vários meios de armazenamento diferente do relatado por Nicholson & Al Sarheed em 1998 para o restaurador Dyract.

Attin, *et al.*, 1999 comparando as propriedades de materiais restauradores de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e duas resinas compostas modificadas por poliácidos (compômeros), encontraram diferenças marcantes nas propriedades físicas. Afirmam que a resistência a compressão do cimento de ionômero de vidro modificado por resina foi significativamente inferior às resinas compostas híbridas e para o Dyract, as propriedades são similares às das resinas híbridas nos testes efetuados. Utilizando amostras armazenadas em água após 24 horas de fotopolimerização, o valor da resistência à compressão foi de 255,6 MPa.

### 3. PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho foi estudar a resistência à compressão e a resistência à compressão diametral de uma resina composta modificada por poliácido (compômero), nos tempos de 10 minutos e 24 horas após a fotopolimerização armazenada em água destilada à temperatura de 37° C

## 4. MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Material

Neste estudo foi utilizada uma resina composta modificada por poliácido de marca Dyract AP. A descrição técnica encontra-se no quadro 1 e a ilustração da apresentação comercial na figura 1.

Quadro 1 Descrição Técnica do Material

Marca	Lote	Fabricante	Composição
Dyract AP	9908000277	Dentsply/Detrey	Vidro estrôncio flúor silicato, dimetacrilatos, ácidos dicarboxílicos

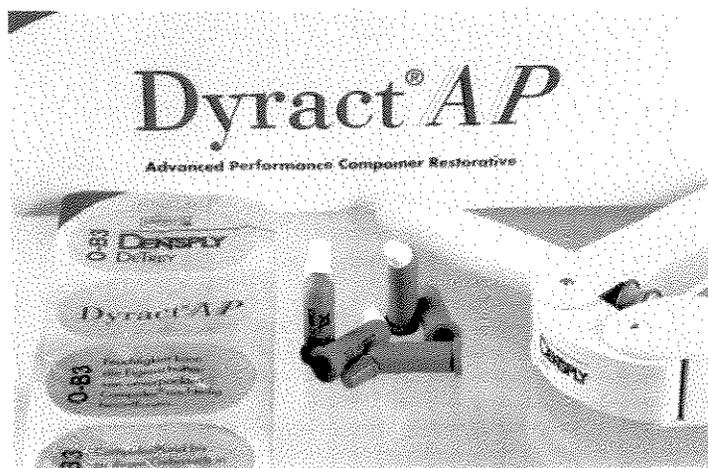


Figura 1 : Ilustração da resina composta modificada por poliácido (compômero) de marca Dyract® AP

## 4.2 Método

### Preparo dos corpos de prova

Para realizar os testes foram confeccionados vinte corpos de prova divididos em dois grupos: dez para o teste de resistência à compressão e dez para o teste de compressão diametral. Em ambos os grupos, foram feitos dois sub-grupos de cinco corpos - de - prova: o primeiro sub-grupo, para avaliação em dez minutos após a polimerização e o segundo grupo, para a avaliação em 24 horas. O material foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Dentsply) à temperatura ambiente de 25°C e inserido em matriz especialmente confeccionada em teflon com 10,0 cm de diâmetro e 6,0 mm de espessura, aonde foram confeccionadas cinco cavidades de formato cilíndrico com medidas internas de 6,0 mm de altura e diâmetro de 4,0 mm, presa a uma placa de vidro por uma presilha (fig. 2).

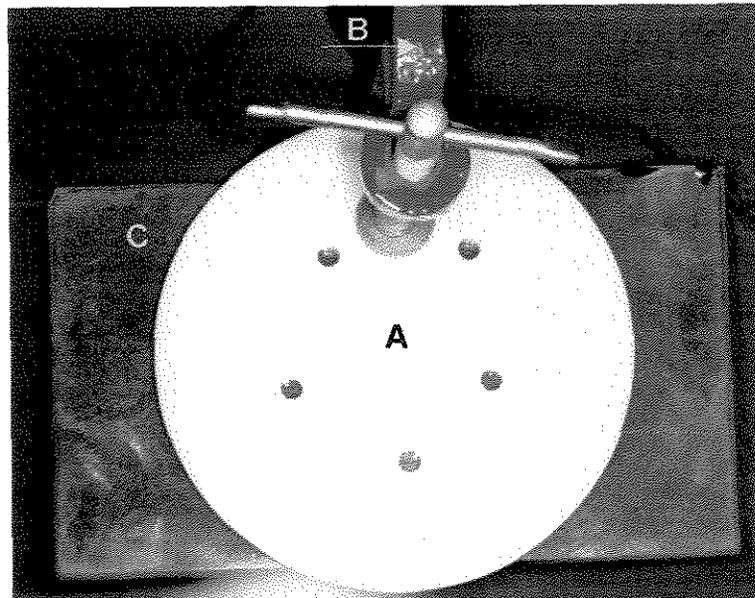


Figura 2: Ilustração da matriz confeccionada em teflon (A) cotendo cinco cavidades onde o material foi inserido e fotopolimerizado, presa por uma presilha (B) à placa de vidro (C).

Cada corpo-de-prova de forma cilíndrica com 4,0 mm de diâmetro e 6,0 mm de altura foi obtido através da inserção do material nas cavidades da matriz com a seringa do tipo centrix em dois incrementos de 3,0 mm, em seguida ao segundo incremento o material era regularizado com espátula para que a superfície ficasse plana. Após cada incremento o material foi fotopolimerizado por vinte segundos com o aparelho Ultralux de intensidade de luz de  $600\text{mW}/\text{cm}^2$ , aferido em radiometro. Em seguida, o material foi removido da matriz e fotopolimerizado novamente por quarenta segundos e medido com paquímetro digital para confirmar as medidas. (Fig. 3).

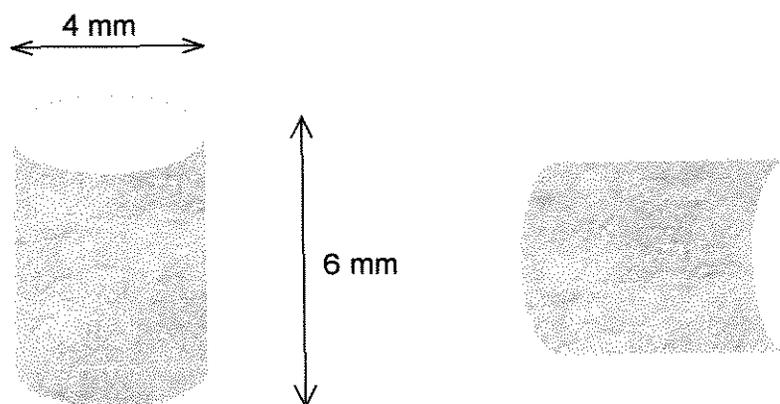


Figura 3: Ilustração de amostras dos corpos-de-prova.

## Resistência à Compressão

Os corpos de prova após 10' em número de cinco foram levados um a um sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal Emic (modelo DL500 – célula de carga trd 24 software mtest, versão 2.00) com velocidade de 0,75 mm/min em posição vertical sendo submetido a pressão até a fratura do material quando então era registrada a força em MPa. Utilizando a fórmula :  $(\text{kgf})/\pi.R^2$  onde  $\pi$ =constante e  $R$ =raio da base do círculo( Fig.:4)

Em seguida cinco corpos - de - prova foram armazenados em estufa a 37°C por 24 horas em água destilada e em seguida levados um a um sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal Emic (modelo DL500 – célula de carga trd 24 software mtest, versão 2.00) com velocidade de 0,75 mm/min, em posição vertical, sendo submetido a pressão até a fratura do material quando então era registrada a força utilizando a fórmula carga  $(\text{kgf})/\pi.R^2$  onde  $\pi$ =constante e  $R$ =raio da base do círculo (Fig.: 4).

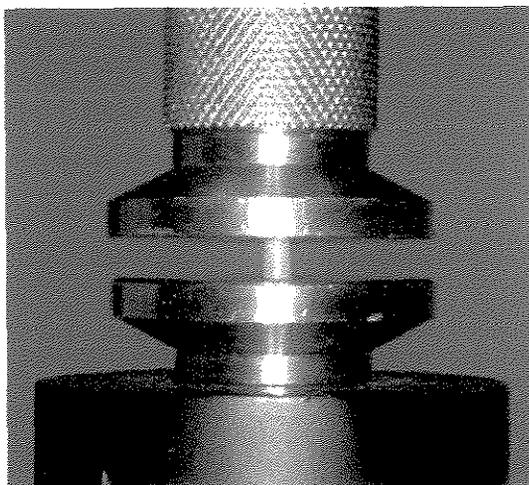


Figura 4: Ilustração ensaio de resistência à compressão, mostrando o corpo de prova cilíndrico sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal EMIC.

## Resistência à Compressão Diametral

Os corpos-de-prova após 10' de fotopolimerização em número de cinco foram levados um a um sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal Emic (modelo DL500 – célula de carga trd 24 software mtest, versão 2.00) com velocidade de 0,75 mm/min em posição horizontal sendo submetido a pressão até a fratura do material quando então era registrada a tensão em MPa. utilizando a fórmula:  $2 \times \text{carga} / \pi \times d \times h$  onde  $\pi$ =constante,  $d$ =diâmetro do corpo de prova e  $h$ =altura do corpo de prova (Fig.: 5)

Em seguida cinco corpos-de-prova foram armazenados em estufa a 37°C por 24 horas imersos em água destilada e em seguida levados um a um sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal Emic (modelo DL500 – célula de carga trd 24 software mtest, versão 2.00) com velocidade de 0,75 mm/min em posição horizontal sendo submetido a pressão até a fratura do material quando então era registrada a tensão utilizando a fórmula:  $2 \times \text{carga} / \pi \times d \times h$  onde  $\pi$ =constante,  $d$ =diâmetro do corpo de prova e  $h$ =altura do corpo de prova (Fig.: 5)

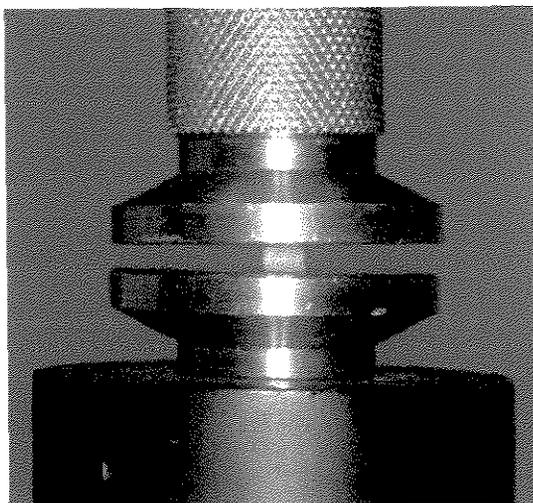


Figura 5: Ilustração ensaio de resistência à compressão diametral, mostrando o corpo de prova cilíndrico sobre a plataforma plana da máquina de ensaio universal EMIC.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada através de estudo estatístico descritivo apresentada em tabelas e ilustrada em gráficos.

A força média em MPa foi analisada pelo teste t Student com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). Foi calculado também o desvio padrão.

### 5.2 Tabelas e gráficos

Os valores em MPa determinados para fratura dos corpos-de-prova nos tempos 10' e 24 horas no teste de resistência à compressão encontram-se descritos na tabela 1

Tabela 1: Valores de fratura dos corpos-de-prova em MPa

10'	24 horas
107,7	103
81,87	119,4
87,9	102
93,72	118
86,42	106,6

Os valores em MPa determinados para fratura dos corpos-de-prova nos tempos 10' e 24 horas no teste de resistência à compressão diametral encontram-se descritos na tabela 2

Tabela 2: Valores de fratura dos corpos-de-prova em MPa

	10'	24 horas
	53,39	46,09
	58,93	80,17
	47,96	78,9
	41,59	50,65
	51,8	44,99

As médias da força necessária para fraturar o material em MPa: nos tempos 10' e 24 horas e o respectivos desvios padrão para o teste de resistência à compressão encontram-se na tabela 3.

Tabela 3: Médias da resistência à compressão em MPa

	10'		24 Horas	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Resistência à compressão	91,5 b	9,99	109,8a	8,32

Médias com letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de t Student ( $p < 0,05$ )

A tabela 4 expressa as médias da força necessária à fratura do material em MPa nos tempos inicial e 24 horas e os respectivos desvios padrão para o teste de resistência à compressão diametral.

Tabela 4: Médias da resistência à compressão diametral em MPa.

	10'		24 Horas	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Resistência à compressão diametral	50,7a	6,45	60,2a	17,82

Médias com letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de t Student ( $p < 0,05$ )

Os gráficos 1 e 2 ilustram a comparação das forças médias necessárias para a fratura do material nos tempos: 10' e 24 horas para os testes de resistência à compressão e resistência à compressão diametral.

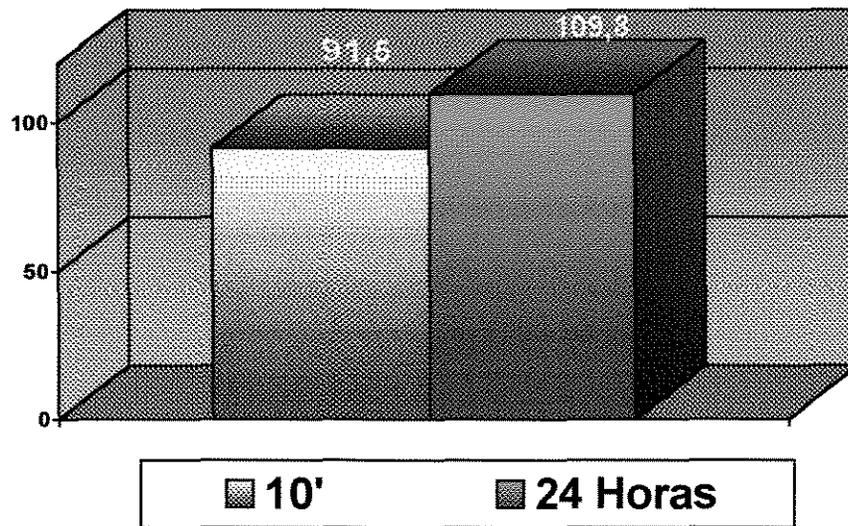


Gráfico 1: Ilustração gráfica das médias em MPa da resistência à compressão

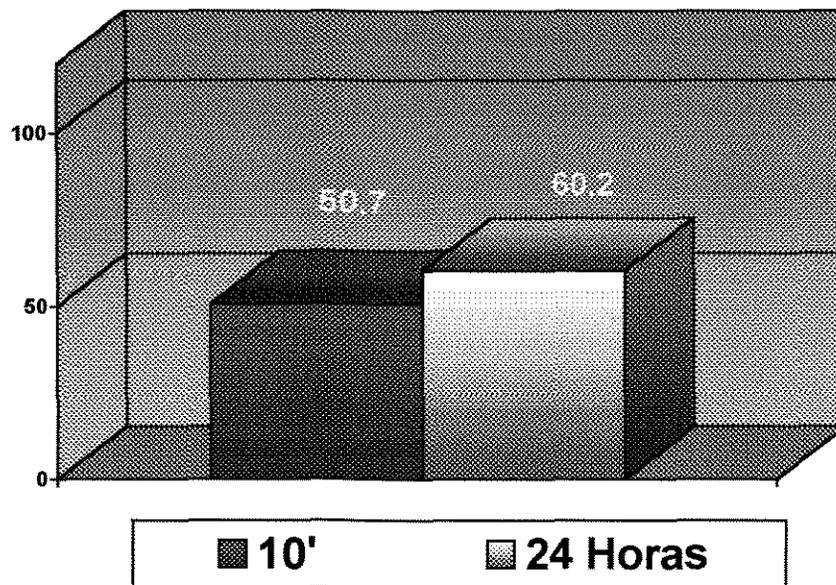


Gráfico 2: Ilustração gráfica das médias em MPa da resistência à compressão diametral .

## 6. DISCUSSÃO

A apresentação pelos fabricantes dos materiais restauradores híbridos que contêm componentes essenciais dos ionômeros de vidro convencionais quimicamente ativados e das resinas compostas fotoativadas, têm por objetivo superar as desvantagens dos cimentos de ionômero de vidro convencionais dentre elas a baixa resistência ao desgaste, preservando suas vantagens clínicas (Gladys, *et al.*, 1997).

A adição da polimerização de resina junto a reação ácido-base nos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, resultou em propriedades mecânicas significativamente melhores para os novos materiais denominados resinas modificadas por poliácido (compômeros) aumentando sua resistência, e, situando-os entre aqueles e as resinas compostas (Peutzfeldt *et al.*; 1997).

Os valores médios das forças em MPa obtidos neste trabalho no teste de resistência à compressão nos tempos: 10' e após 24 horas (Tabela 3 e Gráfico 1) se concentram em faixa pouco abaixo dos valores encontrados na literatura. Com relação aos tempos 10' e após 24 horas, os valores obtidos apresentaram variação, sendo que a força média para fratura após 24 horas é maior que a inicial, coincidindo com o encontrado por diversos autores.

Dados publicados no Oral Health (1995), sobre informações de simpósio sobre o uso do Dyract, relatam o valor de 245 MPa 24 horas após a polimerização. Attin *et al.* 1999 obtiveram valor para o Dyract de 255,6 MPa para

a resistência à compressão após 24 horas, armazenando em água corpos-de-prova de 4,0mm de diâmetro por 6,0mm de altura; fotopolimerizados por sessenta segundos e após submetidos a nova polimerização em forno laboratorial para este fim sem informar o tempo, para complementar o processo.

Relata ainda a partir dos resultados de seu trabalho que a maioria dos materiais testados exibiu uma diminuição na dureza em profundidade de polimerização, isto é, da superfície que recebeu ativação por luz até a base das amostras e que para a maioria, a espessura dos incrementos em uma cavidade não deve exceder 2,0mm afim de atingir a dureza inicial máxima.

Provavelmente a diferença na metodologia, como a exposição maior à luz após a retirada do molde, contribuindo para polimerização mais homogênea (mais profunda) do corpo-de-prova, explique o maior valor da resistência à compressão encontrado.

Nicholson & Al Sarheed, 1998 comparando os mesmos materiais nos tempos de 24 horas, uma semana e um mês em meio seco e aquoso de NaCl a 0,9% obtiveram para o Dyract 192,4 MPa, 225,0 MPa e 221 MPa. Afirmam que nenhum dos dois materiais ficou mais resistente em condições aquosas comparando 24 horas e trinta dias, concluindo que o efeito de absorção de água é de manter a resistência à compressão próxima ao valor obtido em 24 horas. Este resultado sugere aumento entre a resistência inicial e em 24 horas como este trabalho.

Kusunoki, *et al.*, 1998, determinaram resistência à compressão, inicial de 171,5 MPa e 208,9 após 24 horas, embora com valores maiores que este

trabalho provavelmente em decorrência do método; tempos diferentes de fotopolimerização e volume do corpo-de-prova em formato de cone com a base medindo 6,0mm, o topo 4,0mm e 6,0mm de altura. Encontraram a mesma relação entre o valor inicial menor, aumentando após armazenamento em água por 24 horas como este estudo.

De forma semelhante ao que observaram Nicholson & McKenzie em 1999, quando estudando as propriedades dos cimentos de vedação, utilizando entre outros o Dyract-Cem, para armazenamento em água, comparando os tempos de 24 horas, uma semana, um mês, três meses, seis meses, um ano, encontraram pequena variação na resistência à compressão. Muito embora haja diferença na finalidade e composição do material, os resultados obtidos pelos autores confirmam a assertiva de que a denominada reação ácido-base secundária que ocorreria após a polimerização do material, seja responsável por proporcionar maior resistência.

El Kalla & Garcia-Godoy ainda em 1999, utilizando corpos-de-prova com 9,0mm de altura e 4,0mm de diâmetro, determinaram força de 202,0 MPa para o Dyract imediatamente após a fotopolimerização. O tempo de fotopolimerização de 160 segundos e o volume dos corpos-de-prova, provavelmente interferiram no resultado obtido em relação ao valor maior para fratura do material do que este trabalho.

Os resultados obtidos para o teste de resistência à compressão diametral neste trabalho (Tabela 4 e Gráfico 2) no tempo de 10' não difere dos poucos apresentados na literatura. As informações do simpósio sobre o novo

conceito da dentística restauradora moderna no Oral Health (1995) que relata o valor de 47,0 MPa para o Dyract, 24 horas após fotopolimerização. Com relação ao armazenamento em água por 24 horas, este estudo não encontrou diferença estatística, para os valores em MPa obtidos em relação ao tempo inicial, muito embora tenha ocorrido aumento na força necessária para fraturar o material, em contraposição ao valor que Meyer *et al.* em 1998 obtiveram para amostras de 4,0mm de diâmetro por 6,0mm de altura armazenadas em água por 24 horas de 32 Mpa. Provavelmente a diferença na forma de polimerização dos corpos-de-prova, somente enquanto estavam na matriz, explique o valor menor obtido.

Os resultados de ambos os testes realizados neste trabalho quando armazenados em água por 24 horas apontam aumento na resistência, com significância estatística na resistência à compressão e sem significância no teste de resistência à compressão diametral, divergindo nos valores encontrados por alguns autores, porém concordando com o que parece ser o ponto central das discussões que é a possibilidade do endurecimento ocorrido no material ter sido ocasionado por uma reação secundária do tipo ácido-base produzida entre os íons metálicos liberados pelo vidro e os grupos carboxílicos acidíferos introduzidos na composição do material através de um monômero ácido, ativada na presença de água. (Oral Health 1995, Irie & Nakai 1997). Os resultados provavelmente contribuirão com subsídios para sua indicação clínica e conseqüentemente, suas possibilidades no processo de promoção de saúde bucal. As variações nos métodos tais como: tamanho do corpo-de-prova e tempo de polimerização, composição do meio aquoso e velocidade da máquina teste utilizados na

avaliação da resistência pelos diversos autores podem explicar as diferenças nos valores encontrados entre eles e este trabalho.

## 7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

Ocorreu aumento na resistência à compressão do material quando armazenado em água a 37°C por 24 horas, estatisticamente significativa.

Não houve diferença com significado estatístico entre os tempos de 10' e 24 horas para resistência à compressão diametral .

O aumento nos valores da força necessária à fratura do material na resistência à compressão após armazenamento em água a 37°C por 24 horas, indicam que ocorre um aumento na resistência do material nestas condições.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \*

1. ATTIN, T., VATASCHKI, M., HELLWIG, E., Properties of Resin-modified Glass-Ionomer Restorative Materials and Two Polyacid-modified Resin Composite Materials. *Quintessence Int*; Berlin, v. 27, p. 203-209, 1999.
2. BARATIERI, L. N. *et al.*. *Dentística: procedimentos preventivos e restauradores*. Rio de Janeiro, Livraria Editora Santos, 1993. 509 p
3. BURGESS, O. J., NORLING, B., SUMMITT, J., Resin Ionomer Restorative Materials: the new generation. *Journal of Esthetic Dentistry*, Hamilton, v.6, n. 5, p. 207-215, 1994.
4. CURY, J. A. Uso do flúor. In: BARATIERI, L. N. *et al.*. *Dentística: procedimentos preventivos e restauradores*. Livraria Editora Santos, São Paulo. p. 43-47, 1993.
5. Dentsply Detrey. Dyract<sup>R</sup> AP. Manual de Introduções. Konstane, Germany. p. 38 1997
6. EL-KALLA, H. I., GODOY-GARCIA, F. Mechanical Properties of Compomer Restorative Materials. *Operative Dentistry*, Indianapolis, n. 24, p. 2-8, 1999.

---

\* De acordo com a NBR-6023 de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

7. EL-KALLA, H. I. Marginal Adaptation of Compomers in Class I and Cavities in Primary Molars. Am. J. Dent; San Antonio, v. 12. n. 1, Feb 1999.
8. FLOYD, A. P., CRAIG, R. G. Restorative Dental Materials 4 Ed. Saint Louis, Molby Company, 1971 535 p.
9. GLADYS,S.,VANMEERBEEK,B.,LAMBRECHTS,T.,VANNERIE,G..Comparative Physico-Mechanical Characterization of New Hibrid Restorative Materials with Conventional Glass - Ionomer and Resin Composite Restorative Materials. J. Dent. Res., Chicago, v. 76, n. 4, p. 883-894, Apr. 1997.
10. GORDON, J. C., Compomers Vs. Resin-Reinforced Glass Ionomers JADA, Chicago, v. 128, p. 479-480, Apr. 1997.
11. HAMID, A., OKAMOTO ,A. ,IWAKU,M.,HUME,R.H., Component Release from Light-Activated Glass Ionomer and Compomer Cements. J. Oral Rehabil., Oxford, v. 25, p. 94-99, 1998.
12. IRIE, M., NAKAI, H., Flexural Properties and Swelling after Storage in Water of Polyacid-Modified Composite Resin (Compomer). Dent. Mat. J., Tokyo, v. 17, n. 1, p. 77-82, 1998.
13. KUSUNOKI, M., ITOH,K.,HISAMITSU, H.,WAKUMOTO,S., Marginal Adaptation of Comercial Compomers in Dentin Cavity. Dent Mat. J., Tokyo, v. 17, n. 4, p. 321-327, 1998.

14. MCLEAN, W. J., NICHOLSON, W. J., WILSON, D. A.. Proposed Nomenclature for Glass-Ionomer Dental Cements and Related Materials. Quintessence Int., Berlin, v. 25, n. 9, p. 587-589, 1994.
15. MEYER, J. M., CATTANI-LORENTE, M. A., DUPUIS, V., Compomers: Between Glass-Ionomer Cements and Composites. Biomaterials, Oxford, v. 19, p. 529-539, 1998.
16. New concept in modern restorative dentistry. Oral Health, Bethesda, MD, v. 1995 85 (2), suppl 1-4, Feb. 1995.
17. NICHOLSON, W. J., AL SARHEED, M. Changes on Storage of Polyacid Modified Composite Resins. J. Oral Rehabil, Oxford, V. 25, p. 616-620, 1998.
18. NICHOLSON, W. J., MCKENZIE, A. M., The Properties of Polymerizable Luting Cements. J. Oral Rehabil, Oxford, v. 26, p. 767-774, 1999.
19. PEUTZFELDT, A., GARCIA -GODOY, F., ASMUSSEN, E., Surface Hardness and Wear of Glass Ionomers and Compomers. AMJ Dent., San Antonio, v. 10, n. 1, Feb. 1997.
20. PHILLIPS, R. W. Materiais Dentários Anusavice, J. K. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1998 412 p.
21. RUSE, D. N. What is a "Compomer"? J. Can. Assoc., Ottawa, v. 65, n. 9, p. 500-504, Oct. 1999.

22. THYLSTRUP, A. FEJERSKOV, O. Cariologia Clínica. ed. Livraria e Editora Santos, São Paulo. p. 235-238, 1995
23. WILSON, A. D., KENT, B. E. A New Translucent Cement for Dentistry. Br. Dent. J., London, v. 132, n. 4, p. 133-135, Feb. 1972.
24. WEYNE, S. O Estudo da Cárie: o diagnóstico da atividade da cárie, a descoberta dos pacientes de alto risco. Rev. Bras. Odont., Rio de Janeiro. v. 5, p. 36-49, 1986.