

ESTUDO COMPARATIVO DA DUREZA SUPERFICIAL
DE CIMENTOS IONOMÉRICOS RESTAURADORES
SUBMETIDOS A CONDIÇÕES DE UMIDADE
E DESSECAMENTO

Jaqueline Braga Barbosa CERQUEIRA-LEITE*

Elisa Maria Aparecida GIRO**

Carlos Alberto dos Santos CRUZ***

- RESUMO: Neste trabalho comparamos cimentos ionoméricos quanto à dureza superficial (Vickers), quando submetidos a condições de umidade e dessecação logo após a presa inicial. Foram utilizados 100 corpos-de-prova, 25 para cada um dos 4 cimentos ionoméricos restauradores testados, sendo 3 modificados (Vitremmer, VariGlass VLC e Dyract) e um convencional (Vidrion R). Os corpos-de-prova foram submetidos a cinco condições experimentais: C₁ – análise imediata, C₂ – dessecação por 10 minutos + 24 horas em água destilada, C₃ – dessecação por 10 minutos + proteção + 24 horas em água destilada, C₄ – 24 horas em água destilada, C₅ – proteção + 24 horas em água destilada. Os resultados obtidos permitiram concluir que o VariGlass VLC apresentou maior dureza superficial, seguido pelo Dyract e Vitremmer que não diferiram estatisticamente entre si, sendo os menores valores obtidos pelo Vidrion R. A proteção da umidade por 24 horas permitiu aumento significativo na dureza superficial, quando comparada aos valores imediatamente após a presa inicial. A umidade reduziu significativamente a dureza superficial no cimento ionomérico convencional, no entanto o Vitremmer e o Dyract não se mostraram sensíveis à umidade, enquanto o VariGlass VLC apresentou redução da dureza superficial, embora menos significativa do que a do Vidrion R. O desseca-

* Aluna do Curso de Pós-Graduação em Odontopediatria – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

** Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

*** Departamento de Materiais Dentários e Prótese – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

mento não alterou significativamente a dureza superficial dos materiais, com exceção do Vidrion R, que se tornou mais duro quando dessecado.

- PALAVRAS-CHAVE: Cimentos de ionômeros vítreos; dureza.

Introdução

Atualmente a odontologia tem dado enfoque à prevenção procurando meios de evitar e controlar o desenvolvimento da cárie. Essa preocupação levou os pesquisadores a estudarem vários materiais, dentre eles o cimento de ionômero de vidro, que apresenta propriedades anticariogênicas^{5, 6, 9, 20, 21, 31} e de adesividade físico-química às estruturas dentárias.^{1, 2, 3, 5, 9, 11, 28, 30, 37}

Os cimentos de ionômero de vidro convencionais apresentam reação de presa prolongada e constituída por vários estágios simultâneos.^{5, 17, 29, 37} A partir da mistura de seus componentes ocorre a reação ácido-base, que extrai íons metálicos como o cálcio e o alumínio das partículas de vidro e induz à geleificação pela formação de uma massa de sais metálicos insolúveis envolvendo as partículas que não reagiram.^{5, 29}

A completa maturação do cimento pode levar semanas ou meses,^{8, 38} embora os estágios iniciais sejam mais críticos e susceptíveis à hidratação ou à desidratação, o que pode comprometer o desempenho clínico do material,^{16, 39} reduzindo significativamente sua resistência mecânica, dureza superficial e resistência ao desgaste, podendo levar ao manchamento, à abrasão e, provavelmente, à formação de placa, além de provocar a perda de translucidez.^{10, 19, 22, 23, 29}

Vários estudos, ao longo dos últimos anos, têm sido realizados, com o intuito de aperfeiçoar o material, procurando garantir as suas principais propriedades desejáveis.^{7, 27, 28, 29} Como resultado, surgiu a geração dos cimentos de ionômero de vidro modificados, viabilizada pela adição de 18% a 20% em peso de monômeros resinosos ao líquido, sendo a principal resina introduzida o HEMA (2-hidroxietil-metacrilato).^{7, 18, 28} São conhecidos como cimentos de presa dual,^{7, 28} e o efeito da fotopolimerização sobre a reação ácido-base não é bem esclarecido, podendo variar com o tipo de material.⁷

Tem sido relatado que os cimentos modificados^{14, 25} apresentam vantagens e desvantagens sobre os convencionais, podendo apresentar melhora em algumas propriedades e também incorporar os inconvenientes característicos das resinas compostas.^{25, 36} Ressaltamos, portanto, a

importância das pesquisas atuais, procurando elucidar as qualidades e limitações dos cimentos ionoméricos modificados, bem como o seu comportamento em relação aos convencionais, em diversos aspectos clínicos.

Proposição

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a dureza superficial de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer), e duas resinas compostas modificadas por poliácidos (VariGlass VLC e Dyract) submetidos a condições de umidade e dessecação, imediatamente após a fotopolimerização, comparando-os a um cimento de ionômero de vidro convencional (Vidrión R).

Material e método

1 Confeção dos corpos-de-prova

A avaliação da dureza superficial foi realizada em quatro materiais ionoméricos restauradores disponíveis no mercado nacional (Tabela 1).

Para a obtenção dos corpos-de-prova, foram utilizadas matrizes cilíndricas de resina acrílica confeccionadas a partir de um molde de silicone com uma cavidade circunferencial na região central de 4 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade.

Tabela 1 – Descrição dos materiais

Produto/Fabricante	Apresentação	Reação de presa	Cor	Classificação (McLean et al.) ²⁴
M1 Vidrión R (S. S. White)	Pó/ Líquido	Ácido-base	U	cimento de ionômero de vidro convencional (CIV)
M2 Vitremmer (3M)	Pó/ Líquido	ácido-base + polimerização química e fotoquímica	C ₂	CIV modificado por resina

Produto/Fabricante	Apresentação	Reação de presa	Cor	Classificação (McLean et al.) ²⁴
M3 VariGlass VLC (Dentsply)	Pó/ líquido	polimerização fotoquímica	U	resina composta modificada por poliácidos
M4 Dyract (Dentsply)	pasta única	polimerização fotoquímica	C ₂	resina composta modificada por poliácidos

A proporção pó-líquido foi obtida a partir do peso médio de 10 medidas volumétricas de pó em relação ao peso médio de 10 gotas de líquido (Quadro 1), com exceção do Vitremer, para o qual o fabricante já apresenta, nas instruções, a proporção em peso, e do Dyract, que se apresenta na forma de pasta e encapsulado.

Quadro 1 – Proporção pó-líquido em peso

Vidrion R	2,59 : 1
Vitremer	2,5 : 1
VariGlass VLC	3,36 : 1

Os materiais foram espatulados com instrumento metálico em papel impermeável, seguindo as instruções dos fabricantes, e inseridos nas cavidades das matrizes em um único incremento com auxílio de uma espátula metálica para inserção (Duflex) e em volume que permitia ligeiro excesso, tomando-se cuidado para evitar a inclusão de bolhas de ar. O Dyract, como já se apresenta na forma de pasta e em cápsulas, foi introduzido através de seringa Centrix.

Em seguida, foi adaptada sobre os corpos-de-prova uma tira de poliéster (3M), e sobre esta uma lâmina de vidro de 2 mm de espessura submetida à pressão produzida por um peso de 1 kg, para permitir a padronização do escoamento do excesso de material. Para os cimentos modificados (Vitremer, VariGlass VLC e Dyract), o peso foi apoiado em um anel de fundição adaptado com uma abertura lateral de 2,5 cm x 4 cm, para um correto posicionamento da ponta do aparelho fotopolimeriza-

dor, que foi colocada diretamente sobre a lâmina de vidro por um tempo de 40 segundos.

O aparelho usado para a fotopolimerização foi o Curing Light XL 1000 (3M), sendo a intensidade de luz medida no início da confecção dos corpos-de-prova e a cada 8 polimerizações, utilizando-se um radiômetro Curing Radiometer (Model 100 – P/N 10503 serial nº 108557 – Demetron Research Corp.) para garantir a padronização da quantidade de luz emitida, que ficou em torno de 530mW/cm².

Para o Vidrion R, por ser um material de ativação química, foi aguardado um tempo de 7 minutos para sua presa inicial. Em seguida, para todos os materiais foi removida a tira de poliéster, e o excesso extravasado sobre a matriz de resina acrílica foi deslocado por meio de lâmina de bisturi nº 15.

Foram preparados 100 corpos-de-prova, 25 para cada material, submetidos a cinco condições experimentais (Quadro 2), tendo sido a seqüência de confecção determinada por um sorteio aleatório. O dessecação provocado nas condições C₂ e C₃ foi feito por meio da aplicação de jato de ar constante por 10 minutos. Para proteger o material da umidade (condição C₃) e do dessecação e umidade (condição C₅), as restaurações foram cobertas com uma camada espessa de vaselina sólida e lâmina de vidro de 2 mm de espessura, sendo os corpos-de-prova vedados em toda a sua extensão com cera rosa nº 7.

Os corpos-de-prova foram mantidos em água destilada e em estufa a 37°C por 24 horas, exceto os da condição C₁, que foram analisados imediatamente após a remoção da tira de poliéster.

Quadro 2 – Condições experimentais

C ₁ – Análise imediata
C ₂ – Dessecação por 10 minutos + 24 horas em água destilada
C ₃ – Dessecação por 10 minutos + proteção + 24 horas em água destilada
C ₄ – 24 horas em água destilada
C ₅ – Proteção + 24 horas em água destilada

2 Avaliação da dureza

Para a avaliação da dureza, na superfície de cada corpo-de-prova foram demarcadas duas diagonais, com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15, dividindo-o em 4 quadrantes. Em seguida, os corpos-de-prova foram levados ao aparelho de teste de dureza (Otto Wolpert – Werke GMBH), equipado com diamante Vickers e com tempo de aplicação de 30 segundos, utilizando carga de 100 g. Em cada quadrante foram realizadas três impressões na superfície do material, perfazendo um total de 12 em cada corpo-de-prova, com a finalidade de compensar a variabilidade das medidas, uma vez que os materiais utilizados apresentavam natureza heterogênea.

O diamante Vickers apresenta a base quadrada e a forma piramidal, sendo assim, a impressão sobre o material produziu um quadrado, e a média das leituras das duas diagonais em micrometros foi convertida em um valor de dureza, com base na fórmula fornecida pelo fabricante, sendo os valores em micrometros (μm) e de dureza inversamente proporcionais.

Aos dados foi aplicada a análise de variância, com o objetivo de verificar a significância das variáveis de interesse, bem como os seus efeitos interativos.

Resultado

Os resultados do presente trabalho estão expressos nas Tabelas 2 a 4 e nos Gráficos de 1 a 3.

A análise de variância apresentada na Tabela 3 mostra que as variáveis “material” e “condição” são altamente significativas, com margem de erro inferior a 10^{-4} (0,01%). A mesma conclusão pode ser tirada com relação ao efeito interativo entre essas duas variáveis, com margem de erro também inferior a 10^{-4} (0,01%).

Tabela 2 – Valores obtidos de dureza Vickers segundo Material e Condição

continuação

Material	Condição				
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
Vidrión R M ₁	13,45	8,51	32,88	8,33	22,11
	18,64	4,19	38,18	6,85	21,20
	15,80	7,63	37,16	4,81	31,27
	12,02	6,37	28,35	6,48	24,92
	11,87	8,31	34,79	6,42	29,63
Vitremer M ₂	24,95	37,92	44,96	32,93	41,26
	26,60	34,71	43,35	39,33	37,88
	24,12	40,97	38,58	34,31	37,24
	27,89	37,15	45,64	35,08	40,21
	31,32	35,42	37,99	37,35	42,37
VariGlass VLC M ₃	42,68	33,98	57,33	35,18	53,27
	38,89	42,41	51,21	21,09	50,73
	43,73	31,62	45,41	29,38	45,85
	43,95	38,08	55,24	38,03	55,71
	39,97	31,89	52,40	28,49	46,94
Dyr+-act M ₄	24,92	39,58	35,63	40,85	45,03
	25,42	37,24	40,46	41,53	37,30
	24,54	43,19	34,30	35,97	41,11
	31,46	33,56	42,67	38,24	40,24
	28,13	27,16	42,60	35,74	43,74

Tabela 3 – Análise de variância aplicada aos dados da Tabela 2

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Fo	Nível de significância
Material	8588,60	3	2862,87	210,67	< 0,0001*
Condição	3880,60	4	970,15	71,39	< 0,0001*
Interação Material x Condição	2145,82	12	178,82	13,16	< 0,0001*

Resíduo	1087,13	80	13,59
Varição total	15702,15	99	

* variáveis significativas

Quanto à variável “material”, podemos observar no Gráfico 1 que o M₃ (VariGlass VLC), que possui a maior dureza média, produziu um incremento em relação ao material M₁ (Vidrion R), de 139%. Porém, quando comparado aos materiais M₂ (Vitremer) e M₄ (Dyract), houve um

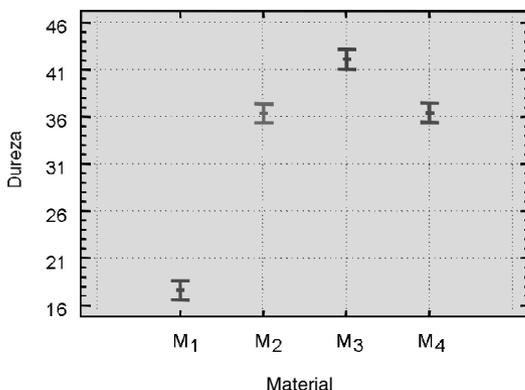


GRÁFICO 1 – Intervalos das médias de dureza Vickers para os diversos níveis da variável “material”, com nível de significância de 95%.

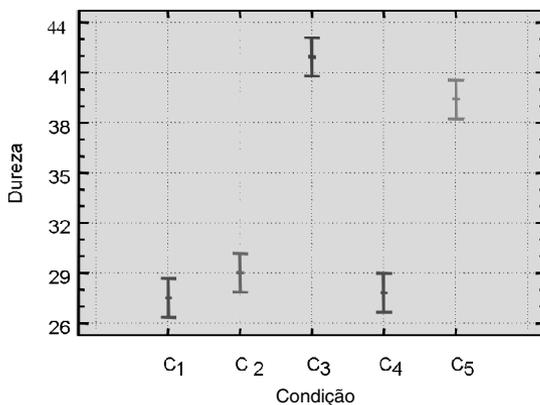


GRÁFICO 2 – Intervalos das médias de dureza Vickers para os diversos níveis da variável “condição”, com nível de significância de 95%.

incremento de apenas 17%. Observa-se, também, que não há diferença significativa entre M_2 (Vitremer) e M_4 (Dyract).

O incremento na dureza média, obtido quando se utiliza a condição C_3 (dessecamento por 10 min + proteção + 24 h em água destilada), com-

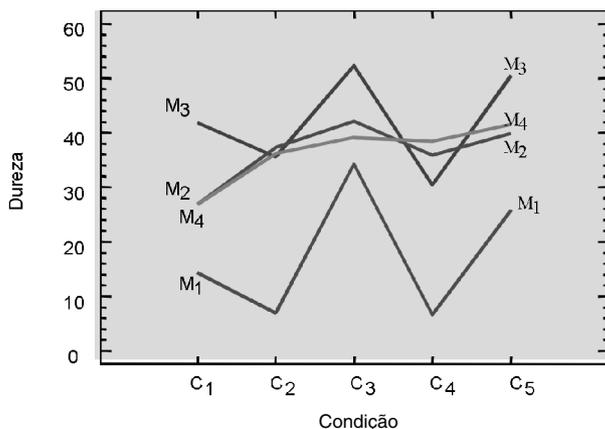


GRÁFICO 3 – Resultados dos efeitos interativos entre as variáveis “material” e “condição”.

parada à condição C_1 (análise imediata), é de 52%, o que representa um ganho de aproximadamente 14,44 unidades. Resultado próximo a este, 43% de incremento é obtido quando se compara C_5 (proteção + 24 h em água destilada) a C_1 (análise imediata). As condições C_2 (dessecamento por 10 min + 24 h em água destilada) e C_4 (24 h em água destilada) não mostraram incremento significativo de dureza quando comparadas à condição C_1 (análise imediata). Em relação a C_5 (proteção + 24 h em água destilada) apresentaram uma redução da dureza média de 26,4% e 29,4%, respectivamente. Esses resultados podem ser observados no Gráfico 2.

Como observado na análise de variância, há efeitos interativos entre as variáveis “material” e “condição”. Portanto, faz-se necessário analisar as duas variáveis conjuntamente, de forma a identificar a combinação que mostra melhores resultados (Gráfico 3).

As combinações que apresentaram as maiores durezas foram M_3C_3 (52,32) e M_3C_5 (50,50) e as menores foram M_1C_2 (7,002) e M_1C_4 (6,578).

A combinação M_3C_3 produziu um aumento de aproximadamente 24% na dureza, quando comparada ao efeito isolado de M_3 (VariGlass

VLC) e C₃ (dessecação 10 min + proteção + 24 h em água destilada). Portanto, ocorreu um efeito sinérgico entre essas duas variáveis nas condições anteriormente especificadas.

Também foi observado que a redução no valor médio de dureza para o material M₃ (VariGlass VLC) na condição C₄ (24 h em água destilada) em relação a C₅ (proteção + 24 h em água destilada) foi cerca de seis vezes maior que para os materiais M₂ (Vitremmer) e M₄ (Dyract), nas mesmas condições.

De acordo com a Tabela 4, o Vidrion R (M₁) apresentou o maior coeficiente de variação, o que indica que, em relação à dureza superficial, ele foi o mais sensível às influências das diversas condições às quais os materiais foram submetidos. O Vitremmer (M₂) e o Dyract (M₄) foram semelhantes entre si e mostraram os menores coeficientes de variação, portanto foram os menos sensíveis. O VariGlass (M₃), por sua vez, mostrou maior sensibilidade que o Vitremmer (M₂) e o Dyract (M₄), no entanto esta foi muito menor do que aquela do Vidrion R (M₁).

Tabela 4 – Análise do coeficiente de variação

Material	Média geral de dureza	Desvio padrão	Coeficiente de variação
M ₁	17,61	12,14	0,83 (83%)
M ₂	36,38	5,78	0,16 (16%)
M ₃	42,14	9,40	0,22 (22%)
M ₄	36,42	5,66	0,16 (16%)

Discussão

A análise da dureza superficial tem sido usada como metodologia para avaliar e comparar o comportamento da estrutura dental e de materiais odontológicos quando estes são submetidos a diversas condições e tratamentos, fornecendo dados a respeito de perda ou ganho mineral nos tecidos dentais ou variação na consistência, e, conseqüentemente, nas propriedades finais dos materiais.

Neste trabalho, o emprego do teste de dureza Vickers permitiu comparar o comportamento de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer) e duas resinas compostas modificadas por poliácidos (VariGlass VLC e Dyract) ao de um cimento de ionômero de vidro convencional (Vidrion R), quando submetidos a condições de umidade e

dessecação, logo após a fotopolimerização ou a reação de presa inicial, respectivamente.

Desde o início do desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro, sabe-se que eles apresentam grande susceptibilidade à umidade e ao dessecação até que sua reação de presa se complete. Para evitar alterações, as restaurações devem ser protegidas com tira matriz por no mínimo 4 minutos, embora o material demore aproximadamente 60 minutos para apresentar suficiente resistência à umidade e ao dessecação.²⁹

Neste trabalho, avaliou-se a dureza superficial dos cimentos iônicos, imediatamente e 24 horas após a mistura. A análise imediata (C₁) revelou os menores valores de dureza superficial, o que vem comprovar a continuação da reação após a presa inicial, resultando em aumento na dureza, tanto no cimento de ionômero de vidro convencional como nos modificados.

Quando os corpos-de-prova não foram protegidos, antes da colocação em água destilada por 24 horas (Condições C₂ e C₄), mostraram dureza superficial próxima à dos analisados imediatamente (C₁), evidenciando que a proteção superficial contra a umidade foi fundamental para a manutenção do processo de endurecimento dos materiais. Além disso, constatou-se que o cimento de ionômero de vidro convencional (Vidrion R) foi o mais sensível à umidade.

Segundo McKinney et al.,²³ quando espécimes de ionômero de vidro convencional são armazenados em água, antes da presa final, a continuação da reação de presa parece compensar o amolecimento ou a plastificação decorrentes da incorporação de água, não ocorrendo aumento nem diminuição acentuados da dureza com o tempo.

Earl et al.¹⁷ ressaltaram que, quando o cimento é mantido isolado por tempo suficiente na cavidade bucal, os resultados são superiores, sendo os melhores aqueles obtidos com a proteção realizada com as resinas fluidas fotopolimerizáveis Visio-bond e Heliobond, que mostraram um menor ângulo de contato com a superfície dos cimentos de ionômero de vidro. O comportamento insatisfatório das resinas fluidas quimicamente ativadas foi justificado pelo efeito de inibição da reação de presa pelo oxigênio na superfície da resina, levando à perda dos componentes que não reagiram, particularmente os monômeros diluentes, deixando uma superfície porosa. Os vernizes, específicos ou não, falharam em eliminar o movimento de água e se tornaram porosos com a evaporação do solvente.

Yao et al.³⁹ encontraram significativa diferença na dureza Vickers entre os cimentos protegidos da umidade até 24 horas depois da mistura e aqueles protegidos somente durante a presa inicial e posteriormente colocados em água. Observaram que a dureza aumenta com o passar do tempo mesmo após 24 horas e atinge estabilidade relativa aos 40 dias, o que está de acordo com os achados de Crisp et al.,¹³ Earl & Ibbetson,¹⁵ e Earl et al.¹⁶ Isso significa que o cimento pode, ainda, estar apresentando trocas iônicas nesse período, sugerindo que a proteção da umidade seja feita por pelo menos 24 horas, para atingir presa concomitantemente com uma dureza máxima.

Neste trabalho, quando foi comparada a análise imediata (C₁) com a análise dos corpos-de-prova protegidos adequadamente e colocados em água destilada a 37°C por 24 horas (C₅), observou-se um incremento de aproximadamente 43% na dureza superficial dos cimentos estudados. Por outro lado, quando se comparou a condição C₄ (24 h em água destilada, sem proteção) com a condição C₅ (proteção + 24 h em água destilada), verificou-se que a primeira provocou uma redução de 29,4% na dureza média em relação a C₅.

Com relação à perda de água dos cimentos de ionômero de vidro, Earl et al.¹⁶ constataram que ela ocorre de forma mais acentuada na primeira hora e que, após uma semana, existe pouca ou nenhuma perda aparente.

Quando foram comparados os corpos-de-prova submetidos às condições C₃ e C₅, observou-se que aqueles com dessecamento de 10 minutos antes da proteção superficial para posterior colocação em água (condição C₃) mostraram valores médios de dureza estatisticamente iguais aos que não foram dessecados antes da proteção. Nas condições C₂ e C₄, nos espécimes colocados na água sem proteção, o dessecamento também não provocou alterações significativas nos valores médios de dureza.

Os cimentos modificados por resina têm um mecanismo de presa dual envolvendo a reação ácido-base do poliácido com o vidro, que se processa de forma mais lenta do que no cimento convencional, sendo esta desaceleração em razão da substituição de parte da água por HEMA, com conseqüente diminuição da água disponível para a reação química.³⁶ A polimerização por luz visível protege a reação ácido-base dos problemas de balanço hídrico, estabilizando o cimento.²⁸ Cabe à reação química finalizar o endurecimento e aumentar a resistência de uma matriz de polímero já formada pela fotopolimerização.³⁶

Os cimentos de ionômero de vidro modificados contêm, ainda, ácidos poliacrílicos que copolimerizam outras resinas, assim como participam da reação de presa convencional, permitindo a interação entre as fases ionomérica e resinosa.¹² Segundo Um & Öilo,³⁴ esses cimentos têm a vantagem de uma presa rápida pela fotopolimerização inicial, que os protege da destruição acentuada pelo contato precoce com a água.

Além disso, os cimentos modificados por resina apresentam maior resistência à compressão, fratura e dureza superficial, menor fragilidade e solubilidade, enquanto a adesão não foi alterada.^{12, 26, 32, 35} Mathis & Ferracane²⁵ sugeriram que a resina atua como um fator de reforço, e a cadeia de reações cruzadas relativamente hidrofóbica formada pela polimerização do dimetacrilato contribui para a redução da solubilidade em água.

No presente estudo, os cimentos de ionômero de vidro modificados apresentaram valores médios de dureza superficial significativamente maiores do que o quimicamente ativado (Vidrion R). No entanto, os autores concordam com Andrade et al.² quando afirmam que o VariGlass VLC apresentou maior dureza dentre os cimentos modificados, pois obteve-se com este material um incremento na dureza de cerca de 17% em relação ao Vitremer (M₂) e ao Dyract (M₄), os quais não mostraram diferença significativa entre si.

Mathis & Ferracane²⁵ ressaltam, ainda, o fato de que é preciso realizar estudos a fim de verificar se a adição mínima de resinas contribui para o aumento da contração do material durante a presa, o que pode comprometer a integridade marginal tão apreciada nos cimentos de ionômero de vidro. Segundo Attin et al.⁴, os cimentos modificados por resina apresentam maior contração de presa do que os convencionais e, quando armazenados em água, apresentam expansão. Entretanto, Momoi et al.²⁶ ressaltam que eles são mais resistentes, flexíveis e resilientes, e apresentam menores falha e deterioração do que os convencionais.

Cho et al.¹² e Tsuruta & Viohl³³, ao compararem os dois tipos de cimento de ionômero de vidro em situações de umidade e dessecação, mostraram que os modificados por resina são menos afetados do que os convencionais, embora todos os materiais tenham exibido alguma sensibilidade à umidade. Seus resultados também revelaram que o dessecação produziu espécimes mais resistentes à tração diametral.

Ao analisar os efeitos interativos das variáveis “condição” e “material”, observou-se os maiores valores de dureza para o material Vari-

Glass VLC (M_3), nas condições C_3 (dessecação + proteção + 24 h em água) e C_5 (proteção + 24 h em água), enquanto os menores valores foram obtidos com o cimento convencional Vidrion R (M_1), nas condições C_2 e C_4 , que envolveram a colocação em água sem proteção. Observou-se, também, que, entre os cimentos ionoméricos modificados, o VariGlass VLC (M_3) se mostrou significativamente mais sensível à umidade do que o Vitremer (M_2) e o Dyract (M_4), confirmando, mais uma vez, que a proteção superficial é fundamental para um melhor desempenho, tanto do cimento convencional quanto dos modificados por resina.

Embora o dessecação tenha provocado aumento significativo da dureza superficial do cimento de ionômero de vidro convencional, e não tenha alterado de forma significativa a dureza dos cimentos ionoméricos modificados, não é possível concluir se ele propicia ou não a formação de trincas e rugosidades superficiais que podem prejudicar o desempenho dos materiais estudados.

Por esse motivo sugere-se complementação para este trabalho, para que se possam estabelecer com maior segurança as melhores condições de trabalho para os cimentos de ionômero de vidro.

Conclusão

- O VariGlass VLC apresentou os maiores valores de dureza superficial, seguido pelos materiais Dyract e Vitremer, que não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre si, enquanto os menores valores foram observados com o Vidrion R.
- Quando os materiais estudados foram protegidos da umidade, houve aumento significativo na dureza superficial, comparando-se a análise imediata com aquela realizada após 24 horas.
- A umidade provocou redução significativa da dureza superficial para o cimento de ionômero de vidro convencional, Vidrion R. No entanto, dentre os materiais modificados, o Vitremer e o Dyract não mostraram sensibilidade à umidade, enquanto o VariGlass VLC apresentou redução da dureza superficial, com menor grau de significância do que o Vidrion R.
- O dessecação não provocou alteração significativa da dureza superficial dos materiais, com exceção para o ionômero de vidro convencional (Vidrion R), que se tornou mais duro quando dessecado.

Agradecimento

A Pedro Carlos Oprime, pela análise estatística, e a Maria Helena Matsumoto Komasti Leves, pela revisão bibliográfica.

CERQUEIRA-LEITE, J. B. B., GIRO, E. M. A., CRUZ, C. A. dos S. Comparative study of superficial hardness of glass ionomer cement for filling submitted to humidity and desiccation conditions. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.28, n.1, p.119-135, 1999.

- **ABSTRACT:** In this work, glass ionomer cements were compared by their superficial hardness (Vickers), when submitted to humidity conditions and desiccation, right after the initial set. One hundred samples were used, being 25 of them for each of the four cements tested, being three resin-modified glass ionomer cements (Vitremer, VariGlass VLC and Dyract) and a conventional one (Vidrion R), subdivided in 5 experimental conditions: C₁ – immediate analysis, C₂ – desiccation for 10 minutes + 24 hours in distilled water, C₃ – desiccation for 10 minutes + protection + 24 hours in distilled water, C₄ – 24 hours in distilled water, C₅ – protection + 24 hours in distilled water. The obtained results allow to conclude that VariGlass VLC presented the major superficial hardness, followed by Dyract and Vitremer that did not differ statistically one from the other, being the minor values obtained by Vidrion R. A protection from humidity for 24 hours permitted the significant increase of the superficial hardness, when compared to the immediate values after the initial set. The humidity decreased significantly the superficial hardness in the conventional ionomer cement, therefore the Vitremer and Dyract did not show to be sensitive to humidity, although the VariGlass VLC presented decreasing of the superficial hardness, but less significant than the Vidrion R. The desiccation has not changed significantly the superficial hardness of these materials, with the exception of the Vidrion R that became harder when desiccated.

- KEYWORDS: Glass ionomer cements; hardness.

Referências bibliográficas

- 1 ABOUSH, Y. E. Y., JENKINS, C. B. G. An evaluation of the bonding of the glass ionomer restoratives to dentine and enamel. *Br. Dent. J.*, v.161, p.179-84, 1986.
- 2 ANDRADE, M. F. et al. Estudo da dureza superficial dos cimentos de ionômero de vidro. *Robrac*, v.4, n.12, p.10-3, 1994.
- 3 ATKINSON, A. S., PEARSON, G. J. The evolution of glass-ionomer cements. *Br. Dent. J.*, v.159, p.335-7, 1985.
- 4 ATTIN, T. et al. Curing shrinkage and volumetric changes of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent. Mater.*, v.11, p.359-62, 1995.
- 5 BARATIERI, L. N., CHIODI NETTO, J., NAVARRO, M. F. L. Cimentos de ionômero de vidro. I. Composição, reação de presa, tipos e principais características. *Odontol. Mod.*, v.13, p.20-5, 1986.
- 6 BENELLI, E. M. et al. In situ anticariogenic potential of glass ionomer cement. *Caries Res.*, v.27, p.280-4, 1993.
- 7 BOURKE, A. M., WALLS, A. W., McCABE, J. F. Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. *J. Dent.*, v.20, p.115-20, 1992.
- 8 BRACKETT, W. W., JOHNSTON, W. M. Relative microhardness of glass ionomer restorative materials as an indicator of finishing time. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.118, p.599-602, 1989.
- 9 CARNEIRO, M. M. et al. Avaliação de agentes de proteção superficial para cimento de ionômero de vidro. *Rev. Bras. Odontol.*, v.52, n.3, p.12-5, 1995.
- 10 CAUSTON, B. E. The physico-mechanical consequences of exposing glass ionomer cements to water during setting. *Biomaterials*, v.2, p.112-5, 1981.
- 11 CHAN, D. C. N., REINHARDT, J. W., SCHULEIN, T. M. Bond strengths of restorative materials to dentin. *Gen. Dent.*, v.33, p.236-8, 1985.
- 12 CHO, E., KOPEL, H., WHITE, S. N. Moisture susceptibility of resin-modified glass ionomer materials. *Quintessence Int.*, v.26, p.351-8, 1995.
- 13 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.*, v.8, p.68-74, 1980.
- 14 CROLL, T. P., KILLIAN, C. M. Visible light-hardened glass ionomer resin cement restorations for primary teeth: new developments. *Quintessence Int.*, v.23, p.679-82, 1992.
- 15 EARL, M. S. A., IBBETSON, R. J. The clinical disintegration of a glass-ionomer cement. *Br. Dent. J.*, v.25, p.287-91, 1986.

- 16 EARL, M. S. A., HUME, W. R., MOUNT, G. J. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. *Aust. Dent. J.*, v.30, p.298-301, 1985.
- 17 EARL, M. S. A., MOUNT, G. J., HUME, W. R. The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass ionomer cement surface II. *Aust. Dent. J.*, v.34, p.326-9, 1989.
- 18 ELIADES, G., PALAGHIAS, G. In vitro characterization of visible light-cured glass ionomer liners. *Dent. Mater.*, v. 9, p.198-203, 1993.
- 19 FORSS, H., SEPPÄ, L., LAPPALAINEN, R. In vitro abrasion resistance and hardness of glass-ionomer cements. *Dent. Mater.*, v.7, p.36-9, 1991.
- 20 GASPARINI, D., SERRA, M. C., CURY, J. A. Effect of fluoride on secondary caries around glass ionomer or composite. *J. Dent. Res.*, v.70, sp. issue, p.492, 1991. (Abstract 1808).
- 21 HATTAB, F. N., MOK, N. Y. C., AGNEW, E. C. Artificially formed carieslike lesions around restorative materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.118, p.193-7, 1989.
- 22 MCKINNEY, J. E., ANTONUCCI, J. M., RUPP, N. W. Wear and microhardness of glass-ionomer cements. *J. Dent. Res.*, v.66, p.1134-9, 1987.
- 23 MCKINNEY, J. E., ANTONUCCI, J. M., RUPP, N. W. Wear and microhardness of a silver-sintered glass-ionomer cement. *J. Dent. Res.*, v.67, p.831-5, 1988.
- 24 McLEAN, J. W., NICHOLSON, J. W., WILSON, A. D. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.*, v.25, p.587-9, 1994.
- 25 MATHIS, R. S., FERRACANE, J. L. Properties of a glass-ionomer/ resin-composite hybrid material. *Dent. Mater.*, v.5, p.355-8, 1989.
- 26 MOMOI, Y. et al. Flexural properties of resin-modified "hybrid" glass-ionomers in comparison with conventional acid-base glass-ionomers. *Dent. Mater. J.*, v.14, p.109-19, 1995.
- 27 MOUNT, G. J. Restoration with glass-ionomer cement: requirements for clinical success. *Oper. Dent.*, v.6, p.56-65, 1981.
- 28 _____. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper. Dent.*, v.19, p.82-90, 1994.
- 29 MOUNT, G. J., MAKINSON, O. F. Glass-ionomer restorative cements: clinical implications of the setting reaction. *Oper. Dent.*, v.7, p.134-41,1982.
- 30 PEUTZZFELDT, A., ASMUSSEN, E. Effect of polyacrylic acid treatment of dentin on adhesion of glass ionomer cement. *Acta Odontol. Scand.*, v.48, p.337-41, 1990.
- 31 SERRA, M. C., CURY, J. A. The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. *Quintessence Int.*, v.23, p.143-7, 1992.

- 32 SIDHU, S. K., WATSON, T. F. Resin-modified glass ionomer materials: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am. J. Dent.*, v.8, p.59-67, 1995.
- 33 TSURUTA, S., VIOHL, J. Influence of storage humidity on hardness of light-cured glass polyalkenoate cements. *Dent. Mater. J.*, v.15, p.51-7, 1996.
- 34 UM, C. M., ÖILO, G. The effect of early water contact on glass-ionomer cements. *Quintessence Int.*, v.23, p.209-14, 1992.
- 35 UNO, S., FINGER, W. J., FRITZ, U. Long-term mechanical characteristics of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Dent. Mater*, v.12, p.64-9, 1996.
- 36 WILSON, A. D. Resin-modified glass-ionomer cements. *Int. J. Prosthodont.*, v.3, p.425-9, 1990.
- 37 WILSON, A. D., KENT, B. E. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. *Br. Dent. J.*, v.132, p.133-5, 1972.
- 38 WILSON, A. D., PADDON, J. M., CRISP, S. The hydration of dental cements. *J. Dent. Res.*, v.58, p.1065-71, 1979.
- 39 YAO, K. et al. Effect of water isolation and early finishing on hardness of glass-ionomer cements. *J. Osaka Dent. Univ.*, v.24, p.141-7, 1990.