

## **Avaliação da solubilidade e desintegração de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e compômeros em função de proteção superficial**

**José Carlos Rabelo RIBEIRO<sup>a</sup>, Ueide Fernando FONTANA<sup>b</sup>, Marcos Ribeiro MOYSÉS<sup>a</sup>,  
Andréa Candido dos REIS<sup>a</sup>, Sérgio Candido DIAS<sup>a</sup>, João Gustavo Rabelo RIBEIRO<sup>c</sup>**

<sup>a</sup>*Professor do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, UNINCOR  
37410-000 Três Corações - MG, Brasil*

<sup>b</sup>*Professor do Curso de Odontologia, Faculdade de Odontologia, FEB  
14783-226 Barretos - SP, Brasil*

<sup>c</sup>*Mestre e Doutorando em Reabilitação Oral, Área de Prótese, Faculdade de Odontologia,  
UNESP 14801-903 Araraquara - SP, Brasil*

Ribeiro JCR, Fontana UF, Moysés MR, Reis AC, Dias SC, Ribeiro JGR. Evaluation of the solubility and disintegration of resin modified glass ionomer cements and compomers using surface protection. Rev Odontol UNESP. 2006; 35(4): 247-252.

**Resumo:** O cimento de ionômero de vidro foi desenvolvido a partir da união de dois outros materiais, o cimento de silicato e o cimento policarboxilato de zinco. Mesmo com a evolução desses materiais, a propriedade solubilidade/desintegração ainda está pouco clara na literatura. O objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente a solubilidade e desintegração de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e de compômeros, bem como, a necessidade ou não de aplicação de agentes de proteção sobre suas superfícies. Os materiais utilizados foram: M1-Vitremer (3M Co.); M2-Fuji II LC (GC America Inc.); M3-Dyract (Dentsply); e M4-Compoglass (Vivadent). Os agentes de proteção superficial utilizados foram: P1-Fluroshield (Dentsply) e P2-Finishing Gloss (3M Co.). Estes materiais foram submetidos a testes de solubilidade e desintegração de acordo com a norma ISO 7489 de 1986. Aos resultados foram aplicadas transformações angulares e submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ) a dois critérios fixos e teste de homogeneidade. Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e os compômeros apresentaram diferentes valores de solubilidade e desintegração. O menor valor foi obtido pelo Dyract, seguido pelo Fuji II LC e Compoglass com valores intermediários e Vitremer com o maior valor. Concluiu-se que os materiais submetidos à proteção superficial apresentaram menores valores de solubilidade e desintegração que os não protegidos; os agentes protetores, Finishing Gloss e Fluroshield mostraram-se eficazes para proteção superficial dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e compômeros.

**Palavras-chave:** *Cimento de ionômero de vidro modificado por resina; compômero; solubilidade.*

**Abstract:** The glass ionomer cement was developed from two other materials, the silicate cement and the zinc polycarboxylate cement. Even though these materials have been enhanced since their creation, the solubility/disintegration properties are still not clear in the specific literature. This study main purpose was to evaluate the solubility and disintegration of resin modified glass ionomer cements as well as the necessity of using coating materials over their surface. M1-Vitremer (3M ESPE); M2-Fuji II LC (GC America Inc.); M3-Dyract (Dentsply); and M4-Compoglass (Vivadent) were used in this study. The coating materials used were P1-Fluroshield (Dentsply) and P2-Finishing Gloss (3M ESPE). These materials underwent solubility and disintegration tests according to ISO 7489 policies from 1986. The results were submitted to angular transformations and variance analysis and homogeneity test suggesting: the resin modified glass ionomer cements and compomers showed different solubility and disintegration rates, Dyract < Fuji II LC = Compoglass < Vitremer; the resin modified glass ionomer cements and compomers

submitted to the surface protection showed lower solubility and disintegration rates contrasted to the non-protected specimens; Finishing Gloss and Fluroshield demonstrated effective surface protection for resin modified glass ionomer cements and compomers.

**Keywords:** *Resin modified glass ionomer cement; compomer; solubility.*

## Introdução

O cimento de ionômero de vidro, ou cimento polialque-noato de vidro<sup>1,13,25</sup>, foi desenvolvido a partir da união de dois materiais que apresentavam certas propriedades desejáveis, mas que por si só mostravam algumas deficiências: o cimento de policarboxilato de zinco e o cimento de silicato<sup>15,16,25,30</sup>. Assim, o cimento de ionômero de vidro apresentaria um comportamento resultante desta fusão, mantendo as boas características dos dois outros cimentos<sup>25,32</sup>.

Estes cimentos podem ser divididos em três categorias principais: a primeira, representada pelos cimentos de ionômero de vidro convencionais; a segunda, representada pelos cimentos de ionômero de vidro reforçados por metais; e a terceira representada pelos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina<sup>21</sup>. Outra categoria de materiais são as resinas compostas modificadas por poliácidos, também conhecidas como compômeros, porém, erroneamente chamados de ionômeros de vidro uma vez que não apresentam a reação ácido-básica típica dos cimentos ionoméricos<sup>21</sup>.

Desde o início da década de 70, diversos pesquisadores têm desenvolvido pesquisas a respeito das propriedades inerentes ao cimento de ionômero de vidro<sup>2,3,15,25,32,36</sup>, buscando seu maior conhecimento e/ou desenvolvimento bem como suas indicações precisas<sup>26,32,36</sup>. Dentre estas propriedades, algumas como adesividade, ação anticariogênica, biocompatibilidade, ação antimicrobiana, opacidade e translucidez e solubilidade e desintegração.

Para a obtenção de bons resultados clínicos com cimentos de ionômero de vidro restauradores, procedimentos deveriam ser adotados objetivando evitar seu contato precoce com umidade ou seu ressecamento através de procedimentos de acabamento e polimento. A aplicação de uma proteção superficial sobre a restauração recém confeccionada, como vernizes, resinas fluidas, esmaltes para unha, agentes glazeadores e outros<sup>5-8,12,14,18-23,25,27,28,34</sup> poderiam ser citados como um destes procedimentos.

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para determinação da solubilidade e desintegração de cimentos de ionômero de vidro. De acordo com Wilson, McLean<sup>36</sup>, cada metodologia apresenta vantagens e desvantagens, sendo que a metodologia preconizada pela ISO 7489<sup>13</sup> de 1986 é adequada quando se deseja comparar materiais que apresentem mesmas características, como controle de qualidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente a solubilidade e desintegração de cimentos de ionômero de

vidro modificados por resina e de compômeros e determinar a necessidade ou não da utilização de proteção superficial sobre suas superfícies com objetivo de minimizar os efeitos de sinérese e embebição a que poderiam estar sujeitos.

## Material e método

Utilizaram-se dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina: M1-Vitremer (3M ESPE, St. Paul, MN- U.S.A.); M2-Fuji II LC (GC America INC- Alsip, IL, USA.); dois compômeros: M3-Dyract (Dentsply- York, PA, USA) e M4-Compoglass (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein); e dois materiais para proteção superficial: P1-Fluroshield (Dentsply - York, PA, USA) e P2-Finishing Gloss (3M ESPE, St. Paul, MN- U.S.A.). Os materiais M3 e M4 foram considerados como controle (são resinas compostas modificadas por poliácidos e segundo seus fabricantes não requerem proteção superficial). Os materiais utilizados, bem como a sua composição, podem ser visualizadas no Tabela 1.

Para realização dos testes de solubilidade e desintegração foram preparados oitenta e oito frascos de vidro com tampas plásticas de pressão, medindo 4 cm de diâmetro, 8 cm de altura e 2 cm de abertura, e consistia em sua imersão por 24 horas em solução sulfo-crômica, lavagem em água corrente por 24 horas e, por fim, lavagem com água destilada e deionizada<sup>9,25</sup>.

Para eliminação da umidade dos frascos, utilizou-se uma estufa marca "Olidéf" regulada a  $100 \pm 1$  °C, onde os frascos eram colocados por um período de 24 horas<sup>9</sup>. Para a secagem total, utilizou-se estufa "Fanen", regulada a  $150 \pm 5$  °C, por 55 minutos e, finalmente, os frascos foram colocados em dessecador durante 75 minutos, até atingir a temperatura ambiente, quando se realizou a pesagem inicial<sup>9,25</sup>.

Os materiais M1-Vitremer e M2-Fuji II LC são constituídos de pó e líquido e para determinação da proporção pó/líquido seguiram-se as recomendações dos fabricantes que estabeleciam 1 medida de pó para 1 gota de líquido. Com relação à medida da quantidade de líquido, foram utilizados os próprios dispensadores fornecidos pelos fabricantes uma vez que, após teste piloto, as gotas mostravam-se homogêneas, para cada dispensador, quando posicionados na vertical. Os demais materiais, M3-Dyract e M4-Compoglass, apresentam-se sob forma de pasta única.

**Tabela 1.** Materiais, composição e fabricantes dos ionômeros de vidro utilizados

Material	Composição	Fabricante/endereço
Compoglass	Pastas de dimetacrilatos, bário-fluorsilicato de vidro, óxidos, trifluoreto de itérbio, iniciadores, estabilizantes e pigmentos	Ivoclar Vivadent AG Bendererstrasse 2 9494 Schaan Principality of Liechtenstein, Deutsch
Dyract AP	Resinas polimerizáveis, resina TCB vidro de flúor-silicato de alumínio e estrôncio, fluoreto de estrôncio, foto iniciadores e estabilizadores	Dentsply World Deadquarters Susquehanna Commerce Center 21 W Philadelphia Street York, PA 17405-0872, USA
Fluoroshield	Bis-GMA uretano modificado, trietileno glicol di-metacrilato, borossilicato de alumínio e bário, ester tetracrilico ácido fosfórico, fluoreto de sódio, n-metil dietanolamina e canforoquinona	Dentsply World Deadquarters Susquehanna Commerce Center 21 W Philadelphia Street York, PA 17405-0872, USA
Vitremer (pó)	Fluoroaluminossilicato de vidro, polissulfeto de potássio, ácido ascórbico e pigmentos	3M ESPE 3M Corporate Headquarters 3M Center St. Paul, MN 55144-1000, USA
Vitremer (líquido)	Ácido poliacrílico modificado, grupos metacrilatos, água, HEMA e foto iniciadores	3M ESPE 3M Corporate Headquarters 3M Center St. Paul, MN 55144-1000, USA
Finishing gloss	Copolímeros, HEMA, etanol e foto iniciadores	3M ESPE 3M Corporate Headquarters 3M Center St. Paul, MN 55144-1000, USA
FUJI II LC (pó)	Alumino-silicato de vidro	GC America 3737W 127 <sup>th</sup> Street Alsip – IL – 60803, USA
FUJI II LC (líquido)	Ácido poliacrílico, 2-Hidroxietil metacrilato, 2,2,4, trimetil hexametileno dicarbonato e trietileno glicol dimetacrilato	GC America 3737W 127 <sup>th</sup> Street Alsip – IL – 60803, USA

De acordo com testes preliminares e planejamento estatístico, detectou-se a necessidade de sete repetições para cada condição experimental, perfazendo um total de 168 corpos-de-prova, confeccionados de acordo com sorteio aleatório realizado previamente.

Realizou-se a manipulação dos materiais de acordo com as recomendações dos fabricantes, e a matriz utilizada para obtenção dos corpos de prova foi obtida seguindo orientações contidas no item 6.6.1.2 das normas ISO 7489 de 1986<sup>13</sup>. Realizou-se a fotopolimerização dos corpos-de-prova por 40 segundos em cada face. A aplicação da proteção P1 ou P2 foi realizada através de pincéis descartáveis e a fotopolimerização realizada em cada face por 20 segundos, e eles foram levados para realização dos testes de determinação da solubilidade e desintegração.

Para realização dos testes de solubilidade e desintegração, procedeu-se da seguinte maneira: os corpos-de-prova, presos por um fio de aço inoxidável, foram pesados e introduzidos no interior de frascos de vidro que continham 50 mL de água destilada e deionizada, ficando suspensos pelo fio de aço preso na borda destes frascos, tampados com suas próprias tampas, sob pressão e levados a uma estufa de isopor regulada a uma temperatura de  $37 \pm 1$  °C, monitorada através de um termostato por 24 horas. Dentro da estufa instalou-se um aparelho agitador sobre o qual os frascos foram acomodados. O aparelho agitador ficava ligado por 24 horas ininterruptas na graduação “2” (90 rpm), padronizando a velocidade de agitação. Após este período, os frascos foram removidos e transferidos para estufas previamente reguladas para início do ciclo de evaporação, eliminação

da umidade e secagem total, como já descrito. Em seguida, armazenados em dessecadores por 75 minutos até atingir a temperatura ambiente e proceder a nova pesagem. Desta forma, o aumento de peso obtido resultava de resíduos do cimento solubilizado e desintegrado.

Para o cálculo dos valores de solubilidade e desintegração, para cada condição experimental, utilizou-se fórmula preconizada pela norma ISO 7489<sup>13</sup>, ítem 6.6.4, na qual os resultados eram expressos em porcentagem.

## Resultado e discussão

Os resultados de solubilidade e desintegração em porcentagem foram submetidos à transformação estatística, em arco seno (Tabela 2), e analisados por meio do modelo de análise de variância a dois critérios fixos, referentes a material, M1, M2, M3 e M4 e proteção superficial, P1 e P2 (Tabela 3).

Análise de variância mostrou haver variabilidade significativa para o fator “material”. Contrastes 2 a 2, mostraram que os materiais M2 e M4 apresentaram resultados semelhantes, o material M1 apresentou a maior solubilidade e desintegração e o material M3 a menor, de acordo com o teste de homogeneidade realizado (Tabela 4).

As propriedades e características dos cimentos de ionômero de vidro estão diretamente relacionadas com sua reação de presa. Essencialmente, são materiais cuja presa ocorre através de reação ácido/base que se inicia a partir da incorporação do pó ao líquido<sup>16,32,35,36</sup>. As partículas vítreas são atacadas pelo ácido havendo a liberação de íons cálcio e alumínio, e em seguida ocorrem ligações iônicas com precipitação de sais. Forma-se então uma estrutura de partículas de vidro circundadas por um sal na forma de gel<sup>32,33,36</sup>. Esta reação pode ser dividida em dois estágios<sup>20,32</sup>. No primeiro, a dissolução do vidro resulta na formação de cadeias de policarboxilato de cálcio. Este período, que se estende por 60 minutos após a manipulação do cimento, mostra ser o mais crítico em relação à contaminação por umidade (embebição). No segundo estágio da reação de presa formam-se cadeias de policarboxilato de alumínio,

mais resistentes e menos solúveis<sup>20,24</sup>. Durante este período, que pode estender-se de 24 horas até 6 meses após a manipulação<sup>20,24</sup>, o material mostra-se mais susceptível ao ressecamento (sinérese), gerando grande tensão nas ligações iônicas recém-formadas<sup>32</sup>.

Já os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina possuem a composição básica dos convencionais, além de pequena quantidade (4,5 a 6%) de monômeros resinosos como HEMA e Bis-GMA<sup>17,29</sup>. Nestes materiais, a reação ácido/base é complementada por um segundo processo de presa, a fotopolimerização. A partir da incorporação do pó ao líquido, a reação ácido/base inicia-se imediatamente estendendo-se mesmo após a fotopolimerização, mais lentamente, pois parte da água presente na composição do cimento foi substituída por monômeros resinosos, aumentando a resistência do material<sup>4</sup>. A menor sensibilidade à umidade é favorecida pela formação de uma rede de resina que protege o material, dificultando a troca de fluidos com o meio bucal<sup>17,18,31</sup>. De acordo com Mathis,

**Tabela 3.** Análise de variância a dois critérios fixos

Fonte de variação	g.l.	SQ	QM	RQM
Material	3	36,4725	12,1575	25,777*
Proteção	2	10,0921	5,0461	10,699*
Resíduo	78	36,7883	0,4716	
Total	83	83,3529		

\*significativo

**Tabela 4.** Médias e teste de homogeneidade para material (M)

Material	Média	Homogeneidade
M3	2,3681	*
M4	2,8348	*
M2	2,8762	*
M1	4,1433	*

**Tabela 2.** Resultados de solubilidade e desintegração, com transformação angular, segundo material (M) e proteção superficial (P)

P	P 0				P 1				P 2			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
$\gamma^1$	5,74	4,44	1,81	3,63	3,14	3,63	1,81	3,14	5,13	1,81	2,56	2,56
$\gamma^2$	4,80	3,63	3,63	3,63	5,13	2,56	2,56	2,56	3,63	1,81	1,81	3,14
$\gamma^3$	4,44	4,05	2,56	3,63	4,80	2,56	2,56	3,14	4,44	1,81	1,81	2,56
$\gamma^4$	5,74	4,05	2,56	2,56	4,05	1,81	2,56	2,56	3,63	2,56	1,81	2,56
$\gamma^5$	3,63	3,63	1,81	3,14	2,56	3,14	3,14	3,14	3,63	2,56	1,81	3,14
$\gamma^6$	5,74	3,14	2,56	1,81	3,14	2,56	3,63	2,56	3,14	3,14	2,56	3,14
$\gamma^7$	4,80	3,14	1,81	2,56	3,14	2,56	2,56	1,81	2,56	1,81	1,81	2,56

Ferracane<sup>17</sup> em 1989 e Um, Oilo<sup>31</sup> em 1992, esta rede é capaz de prevenir a ocorrência do processo de embebição nos ionômeros de vidro modificados por resina. Entretanto, esta rede de resina apresenta uma grande proporção de grupos funcionais hidrofílicos, comportando-se como um hidrogel sintético, capazes de absorver grande quantidade de água, provocando profundas alterações dimensionais e propriedades mecânicas insatisfatórias<sup>22</sup>. No caso dos compômeros que, na realidade, são resinas compostas modificadas por poliácidos, a quantidade de monômeros resinosos mostra-se maior<sup>17,29</sup>; portanto, estes materiais apresentam-se pouco susceptíveis à solubilidade e desintegração, o que pode ser verificado a partir dos resultados deste trabalho (Tabela 3).

A exemplo de outros cimentos odontológicos, os ionômeros de vidro também apresentam como característica inerente, solubilidade e desintegração em meio líquido<sup>3,6,10</sup>. A preocupação com este aspecto pode ser demonstrada através de alguns fabricantes que fornecem substâncias específicas para proteção de restaurações recém-confeccionadas.

A análise de variância, com relação ao fator “proteção superficial”, mostrou que houve variabilidade significativa, ou seja, diferentes níveis de proteção superficial apresentam solubilidade e desintegração distintas. De acordo com os testes de homogeneidade realizados, nota-se que os diferentes tipos de proteção, quando comparados com a ausência da mesma (P0), levaram a resultados distintos de solubilidade e desintegração, onde P1 e P2 apresentaram-se com comportamento semelhante (Tabela 5).

Sidhu, Watson<sup>29</sup>, em 1995, relataram a importância de proteção superficial para manutenção de equilíbrio hídrico durante a presa dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, que proporciona, ainda, selamento de suas imperfeições superficiais<sup>18</sup>.

Neste sentido, encontramos autores que indicam aplicação de agentes protetores os mais variados, como esmalte para unha<sup>7,27</sup>, silicone<sup>8</sup>, manteiga de cacau<sup>7</sup>, vaselina<sup>7,27</sup>, verniz<sup>7,8,12,14,23</sup>, resina fluida foto e quimicamente ativada<sup>8,11,12,14</sup> e selante de cicatrículas e fissuras<sup>5</sup>.

Agentes protetores como vernizes e vaselina foram empregados para proteção de cimentos de silicato<sup>9</sup> e de ionômero de vidro<sup>7,18,24</sup> porém, para diversos autores, mostravam-se inadequados para este fim<sup>7,8,12,27</sup>. Os vernizes apresentam em suas composições solventes altamente

voláteis que, depois de evaporados, deixam poros possibilitando a contaminação, por umidade. Apresentam também baixa resistência à desintegração<sup>7</sup>. A vaselina, mesmo apresentando resultados satisfatórios *in vitro*, era facilmente removida sob condições clínicas, não permanecendo ativa pelo tempo necessário<sup>7,27</sup>. Serra et al.<sup>27</sup> em 1994, observaram bons resultados com esmalte para unha, diferentemente de Earl et al.<sup>7</sup>, em 1985.

Os agentes protetores selecionados foram: FluroShield (Dentsply), selante de cicatrículas e fissuras fotopolimerizável e Finishing Gloss (3M Co.), resina fluida fotopolimerizável, indicada especificamente para proteção de restaurações realizadas com o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M Co.). A resina fluida foi selecionada por demonstrar melhor desempenho como agente de proteção superficial para os cimentos de ionômero de vidro<sup>7,8,11,12,14,18,19,29,34</sup>. Cho et al.<sup>5</sup>, em 1995, encontraram amostras de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina mais resistentes quando protegidas por selantes de cicatrículas e fissuras. Analisando a composição dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, encontramos uma quantidade de monômeros resinosos<sup>17,29</sup>, o que poderia proporcionar maior eficiência, com a utilização de agentes protetores também à base de resina. Sugere-se, portanto, união química entre o agente protetor e os monômeros resinosos presentes na formulação dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina. Este fato explicaria o bom comportamento dos dois agentes protetores, P1 (FluroShield) e P2 (Finishing Gloss), em diminuir a solubilidade e desintegração dos materiais estudados.

## Conclusão

De acordo com a metodologia empregada e resultados obtidos, julgou-se válido concluir que: os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e os compômeros apresentaram diferentes valores de solubilidade e desintegração, Dyract < Fuji II LC = Compoglass < Vitremer; os materiais, submetidos à proteção superficial, apresentaram menores valores de solubilidade e desintegração que os não protegidos; os agentes protetores, Finishing Gloss e Fluroshield mostraram-se eficazes para proteção superficial dos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina.

## Referências

1. American Dental Association. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. ANSI/ADA Specification nº 66 for dental glass ionomer cements. J Am Dent Assoc. 1989;119:205.
2. Atkinson AS, Pearson GJ. The evolution of glass-ionomer cement. Br Dent J. 1985;159:335-7.

**Tabela 5.** Médias e teste de homogeneidade para proteção superficial (P)

Proteção	Média	Homogeneidade
P2	2,6961	*
P1	2,9468	*
P0	3,5239	*

3. Beech DR, Bandyopadhyay S. A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. *J Oral Rehabil.* 1983;10:57-63.
4. Bourke AM, Walls AW, McCabe JF. Light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cements: the setting reaction. *J Dent.* 1992;20:115-20.
5. Cho E, Kopel H, White SN. Moisture susceptibility of resin-modified glass ionomer materials. *Quintessence Int.* 1995;26:351-8.
6. Crisp S, Lewis BJ, Wilson AD. Characterization of glass-ionomer cements 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. *J Dent.* 1980;8:68-74.
7. Earl MSA, Hume WR, Mount GJ. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. *Aust Dent J.* 1985;30:298-301.
8. Earl MSA, Mount GJ, Hume WR. The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glass-ionomer cement surface. II. *Aust Dent J.* 1989;34:326-9.
9. Fontana UF. Estudo da translucidez, solubilidade e desintegração do cimento de silicato protegido por selante. Influência do material, meio de imersão e tempo [Tese de Livre-Docência]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1977.
10. Gorodovsky S, Zidan O. Retentive strength, disintegration, and marginal quality of luting cements. *J Prosthet Dent.* 1992;68:263-74.
11. Hotta M, Hirukawa H. Abrasion resistance of restorative glass-ionomer cements with a light-cured surface coating. *Oper Dent.* 1994;19:42-6.
12. Hotta M, Hirukawa H, Yamamoto, K. Effect of coating materials on restorative glass-ionomer cement surface. *Oper Dent.* 1992;17:57-61.
13. International Standard Organization. Dental glass polyalkenoate cements (ISO 7489). Switzerland; 1986.
14. Lim KC. The microleakage of a glass ionomer cement using two methods of moisture protection. *Quintessence Int.* 1987;18:835-9.
15. McLean JW, Wilson AD. The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust Dent J.* 1977;22:31-6.
16. McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int.* 1994;25:587-9.
17. Mathis RS, Ferracane JL. Properties of a glass-ionomer / resin-composite hybrid material. *Dent Mater.* 1989;5:355-8.
18. Mount GJ. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper Dent.* 1994;19:82-90.
19. Mount GJ. Glass-ionomer cements and future research. *Am J Dent.* 1994;7:286-92.
20. Mount GJ, Makinson DF. Glass ionomer restorative cements: clinical implications of the setting reaction. *Oper Dent.* 1982;7:134-41.
21. Navarro MFL, Pascotto RC. Cimentos de ionômero de vidro – aplicações clínicas em odontologia. São Paulo: Artes Médicas; 1998.
22. Nicholson JW, Anstice HM, McLean JW. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. *Br Dent J.* 1992;173:98-101.
23. Ohara JW, Lentz DL, Taylor TJ. Surface characteristics of glass-ionomer cement when treated with cavity varnish. *Oper Dent.* 1989;14:133-5.
24. Phillips S, Bishop BM. An in vitro study of the effect of moisture on glass ionomer cement. *Quintessence Int.* 1985;16:175-7.
25. Ribeiro JCR. Estudo da solubilidade e desintegração de cimento de ionômero de vidro. Efeito de material, proporção e tempo [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1994.
26. Scherer W. Glass ionomer cements: current status and applications. *N Y S Dent J.* 1988;54(7):52-4.
27. Serra MC, Navarro MF, Freitas SF, Carvalho RM, Cury JA, Retief DH. Glass ionomer cement surface protection. *Am J Dent.* 1994;7:203-6.
28. Setchell DJ, Teo CK, Khun AT. The relative solubilities of four modern glass-ionomer cements. *Br Dent J.* 1985;158:220-2.
29. Sidhu SK, Watson, T.F. Resin-modified glass ionomer materials: a status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1995;8:59-67.
30. Smith DC. A new dental cement. *Br Dent J.* 1968;125:381-4.
31. Um CM, Oilo, G. The effect of early water contact on glass-ionomer cements. *Quintessence Int.* 1992; 23:209-14.
32. Walls AWG. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. *J Dent.* 1986;14:231-46.
33. Wasson EA, Nicholson JW. New aspects of the setting of glass-ionomer cements. *J Dent Res.* 1993;72:481-3.
34. Williamson RT. Protection of glass ionomer cements during the setting reaction. *J Prosthet Dent.* 1995;73:400-1.
35. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry the glass ionomer cement. *Br Dent J.* 1972;132:133-5.
36. Wilson AD, McLean JW. Glass-ionomer cement. Chicago: Quintessence Publishing; 1988.