

Avaliação da rugosidade superficial e análise morfológica de cimentos de ionômero de vidro: influência do armazenamento em saliva artificial

Evaluation of surface roughness and morphological analysis of glass ionomer cements: influence of storage in artificial saliva

Renally Bezerra Wanderley e LIMA^{a*}, Julyana de Araújo OLIVEIRA^b, Laís César de VASCONCELOS^b, Ana Karina Maciel ANDRADE^b, Rosângela Marques DUARTE^b

^aFaculdade de Odontologia, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, SP, Brasil

^bUFPB – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil

Resumo

Introdução: O desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro (CIVs) proporcionou vantagens aos procedimentos restauradores diretos devido a suas propriedades, como adesão química à estrutura dentária e liberação de flúor. No entanto, o ambiente bucal pode promover condições capazes de alterar a superfície deste material. **Objetivo:** Avaliar a rugosidade superficial e a morfologia de superfície de quatro cimentos de ionômero de vidro (Ketac Molar Easy Mix, Vitremer, Vitro Molar e Maxxion), quando imersos em diferentes soluções de saliva artificial. **Material e método:** Dez amostras de cada material foram confeccionadas e a rugosidade superficial foi avaliada antes e após imersão em saliva artificial ácida e neutra, durante 28 dias, por meio de um rugosímetro (Surftest SJ - 40), e a análise morfológica deu-se através de microscopia eletrônica de varredura. Os valores médios de rugosidade foram submetidos aos testes de Kruskal-Wallis e de Wilcoxon, além do teste de Mann Whitney, com nível de significância de 5%. **Resultado:** Os valores de rugosidade foram maiores estatisticamente após a imersão em saliva ácida e neutra para todos os materiais, exceto o Vitromolar, que não apresentou diferença estatística entre as médias de rugosidade antes e após imersão em saliva neutra. O Maxxion R apresentou estatisticamente maiores valores de rugosidade quando comparado aos outros materiais após imersão em saliva neutra e ácida. **Conclusão:** A rugosidade superficial dos cimentos de ionômero de vidro aumentou após imersão em saliva neutra e ácida para a maioria dos cimentos estudados. A solução de armazenagem ácida promoveu aumento da rugosidade superficial para o Maxxion R e o Vitro Molar.

Descritores: Cimentos de ionômeros de vidro; propriedades de superfície; saliva.

Abstract

Introducion: The development of glass ionomer cements brought advantages to direct restorative procedures due to properties such as chemical adhesion to dental structure and fluoride release. Nevertheless, oral environment may provide conditions which can alter material surface. **Objective:** To evaluate surface roughness and surface morphology of four glass ionomer cements (Ketac Molar Easy Mix, Vitremer, Vitro Molar e Maxxion) when immersing on different artificial saliva. **Material and method:** Ten specimens of each material were fabricated and surface roughness was measured before and after immersion on neutral and acid artificial saliva for 28 days using a rugosimeter (Surftest SJ-40) and microscopy analysis by scanning electron microscopy. Roughness data were analyzed statistically by Kruskal-Wallis test, Wilcoxon test and Mann Whitney test, at 5% significance level. **Result:** Roughness values were statistically higher after immersion on neutral and acid artificial saliva for all materials, except for Vitromolar that did not presented no statistical difference between roughness values before and after immersion on neutral saliva. The Maxxion R presented statistically higher roughness values compared to all materials after immersion on neutral and acid artificial saliva. **Conclusion:** The superficial roughness of glass ionomer cement increased after immersion on neutral and acid artificial saliva for most of the materials. Acid storage solution promoted a greater increase in surface roughness after immersion of the specimens for Maxxion and Vitro Molar.

Descriptors: Glass ionomer cements; properties of surface; saliva.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro por Wilson, Kent¹ teve por objetivo combinar as boas propriedades do cimento de silicato e do cimento de poliacrilato de zinco. Os cimentos de silicato possuem propriedades anticariogênicas devido à liberação de flúor, enquanto o cimento de poliacrilato de zinco possui a capacidade de adesão à estrutura dentária e ocasiona pouca irritação pulpar². O cimento de ionômero de vidro apresenta, portanto, vantagens sobre os materiais restauradores convencionais por possuir adesividade à hidroxiapatita, propriedades anticariogênicas devidas à liberação de flúor e compatibilidade biológica, além de coeficiente de expansão térmico linear semelhante ao da estrutura dentária^{3,4}. A capacidade de adesão do ionômero de vidro ao dente ocorre devido à troca de íons entre o material e a estrutura dentária, algo único na Odontologia e de extremo valor⁵. Devido ao CIV apresentar esta e outras propriedades, como liberação de flúor, este cimento pode ser utilizado como material restaurador em alguns procedimentos clínicos (tratamento restaurador atraumático)⁶.

O sucesso clínico dos procedimentos restauradores odontológicos em longo prazo no meio oral é dependente de vários fatores, dentre os quais a resistência ao desgaste e a rugosidade de superfície dos materiais odontológicos. Estes são importantes critérios para determinar e prever a deterioração de materiais restauradores². Além disso, a rugosidade de superfície do material restaurador influencia no acúmulo de placa bacteriana nas margens da restauração, favorecendo a criação de condições ambientais adequadas ao desenvolvimento da doença cárie e da inflamação gengival^{2,7}.

Estudos *in vitro*^{8,9} utilizam diferentes soluções (saliva artificial, ácidos) na tentativa de mimetizar os processos químicos e a degradação dos materiais restauradores no ambiente oral. Prévia pesquisas avaliaram o efeito de diferentes soluções na rugosidade de superfície de cimentos de ionômero de vidro. Os resultados demonstraram aumento dos valores de rugosidade após armazenamento em saliva artificial e soluções ácidas, assim como outros estudos submetem cimentos de ionômero de vidro a soluções com diferentes valores de pH. Os materiais restauradores demonstram alteração quanto a durabilidade, resistência e coloração, quando utilizadas soluções de

pH baixo em contato com esses materiais, bem como se observou a formação de uma superfície rugosa que leva a uma diminuição da tolerância biológica e a um aumento do acúmulo de placa¹⁰.

Dessa forma, a avaliação das propriedades dos materiais restauradores é necessária para nortear a escolha de um adequado material, que proporcione a durabilidade clínica da restauração. A rugosidade de superfície é uma propriedade importante e deve ser estudada, principalmente após imersão do material em diferentes soluções de armazenagem, com a finalidade de conhecer o comportamento do material frente aos desafios orais.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade superficial e a morfologia de superfície de três cimentos de ionômero de vidro convencionais (Ketac Molar Easy Mix, Vitro Molar e Maxxion R) e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer), após imersão em saliva artificial (ácida e neutra).

As hipóteses nulas deste estudo foram: 1) A rugosidade superficial e a morfologia de superfície dos cimentos de ionômero de vidro não seriam influenciadas pela imersão em saliva artificial (ácida e neutra); 2) Não haveria diferença na rugosidade de superfície entre os cimentos de ionômero de vidro antes e após a imersão em saliva artificial (neutra e ácida); 3) Não haveria diferença na rugosidade superficial entre a imersão em saliva neutra e saliva ácida.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais utilizados neste estudo, juntamente com sua composição e seu fabricante, estão listados no Quadro 1.

Dez espécimes de cada material foram confeccionados seguindo as recomendações dos fabricantes. Em seguida, foram divididos aleatoriamente em dois grupos com cinco espécimes (n=5), de acordo com o tipo de saliva artificial: saliva artificial ácida (pH crítico 5,0) e saliva neutra (pH 7,0), para o armazenamento durante 28 dias.

Para a confecção dos espécimes, foi utilizada uma matriz de nylon com cavidade central de 10 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Antes da manipulação dos materiais, os mesmos foram pesados em balança analítica para padronização do proporcionamento de pó e líquido. Após a manipulação, o material foi inserido na cavidade central da matriz, até o seu total preenchimento; em seguida,

Quadro 1. Materiais, classificação, fabricante e descrição da composição

Material/ Lote	Fabricante	Composição do pó	Composição do líquido	Classificação
Ketac Molar Easy mix	3M ESPE	Vidro de fluorsilicato de alumínio, lantânio e cálcio, ácido poliacrílico, eudragit, ácido tartárico, ácido sórbico, ácido benzoico e pigmentos	Água, copolímero de ácido acrílico e ácido maleico, ácido tartárico e ácido benzoico	CIV convencional
Maxxion R	FGM	Vidro de aluminofluorsilicato, ácido poliacrílico, fluoreto de cálcio e água	Ácido poliacrílico	CIV convencional
Vitremmer	3M ESPE	Cristais de fluorossilicato, persulfato de potássio, ácido ascórbico e pigmentos	Ácido poliacrílico, grupos metacrilatos, água, HEMA, canforquinona	CIV modificado por resina
Vitro Molar	DFL	Silicato de bário e alumínio, ácido poliacrílico desidratado e óxido de ferro	Ácido poliacrílico, ácido tartárico e água destilada	CIV convencional

inseriu-se uma das extremidades de uma fita dental de 4 cm antes da presa do material. Na superfície da matriz, foi posicionada a tira matriz de poliéster, a fim de se obter maior lisura superficial padronizada, e lâmina de vidro, sendo que se colocou sobre esta um peso de 250 gramas, para planificar a superfície. A fotoativação foi realizada com aparelho de luz XL 2500 (3M ESPE), com intensidade de energia de 400 mW/cm², durante 40 segundos, para o cimento modificado por resina - Vitremer. Os espécimes foram armazenados em umidificador a 37 °C e 100% de umidade relativa, por 24 horas, para posterior realização do ensaio de rugosidade inicial. Para os grupos nos quais não foi realizada a fotoativação, o espécime foi removido da matriz após 20 minutos e armazenado conforme descrito acima.

Após o período de 24 horas, os espécimes foram submetidos ao ensaio de rugosidade inicial em rugosímetro (Surftest SJ - 401 - Mitutoyo, Japão), sendo realizadas três leituras na superfície de cada espécime, sendo a média registrada. Para realização do ensaio de rugosidade, os seguintes parâmetros de teste foram utilizados: tolerância - valores extremos a serem considerados na leitura (T mínimo = 0,001 µm; T máximo = 8,00 µm); limite de tracejamento - extensão real percorrida pelo apalpador (Lt = 4,0 mm); limite da extensão considerada na leitura (Lm = 4,2 mm); *Cut off* - filtragem, minimizando a interferência de ondulação da superfície (Lc = 0,8 mm). Os espécimes para o ensaio de rugosidade de superfície foram individualmente adaptados sobre uma placa de vidro com cera utilidade, com o auxílio de uma prensa e carga de 0,5 kgf durante 3 s. Em seguida, foram levados ao rugosímetro com as seguintes condições de teste: Lc - 0,8 mm e velocidade de 0,5 mm/s. A leitura considerada foi a média aritmética entre picos e vales (RA), percorridos numa trajetória realizada pelo apalpador mecânico de 4,0 mm. Em cada espécime, foram feitas aleatoriamente três leituras em cada espécime, totalizando 15 leituras iniciais por material, antes da imersão nas soluções de saliva.

Para o armazenamento dos espécimes nas soluções de saliva, os mesmos foram armazenados em recipientes plásticos de poliestireno (34 mm × 20 mm), com tampa flexível. Na tampa do recipiente, foi utilizada cera utilidade para fixar o fio de nylon e manter o espécime suspenso sem tocar nas paredes do mesmo. Em cada recipiente, foram colocados 5 mL da solução de saliva (ácida ou neutra), sendo trocada diariamente. Os recipientes plásticos contendo os espécimes imersos nas soluções de saliva foram mantidos em estufa a 37 °C durante 28 dias. O pH da saliva foi ajustado com solução de ácido glacial acético^{11,12}.

Antecedendo o período de imersão, três espécimes de cada grupo foram moldados com silicona por adição (Elite H-D, Zhermack, Itália) pesada e leve, pela técnica do reembasamento ou dupla moldagem. Em seguida, foram confeccionados modelos (réplicas dos espécimes) com resina epóxica para análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV- LEO 1430, Carl Zeiss, Jena, Germany). Precedendo a análise ao microscópio eletrônico de varredura, cada espécime (réplica) recebeu cobertura de liga de ouro-paládio, sob alto vácuo, para observação ao MEV. As imagens foram examinadas com uma magnificação de 20× a 500×, com uma voltagem de 15 kV.

O ensaio de rugosidade final foi realizado em um rugosímetro (Surftest SJ -401 - Mitutoyo, Japão), após o período de armazenagem

de 28 dias, nas soluções de saliva. As novas medições da rugosidade de superfície foram realizadas em rugosímetro, nas mesmas condições descritas anteriormente, totalizando 15 leituras por material, assim como novas réplicas em resina epóxi foram confeccionadas para análise em MEV.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, para comparar os cimentos de ionômero de vidro em cada tipo de saliva, e ao teste de Mann Whitney, para verificar as diferenças entre os materiais dois a dois, com as devidas penalizações. O teste de Wilcoxon foi feito para comparar as médias dos valores de rugosidade antes e após a imersão na saliva. Para analisar as diferenças nas médias dos valores de rugosidade dos materiais na saliva neutra e ácida, antes e após a imersão, foi realizado o teste de Mann Whitney. Todos os testes estatísticos foram realizados no nível de 5% de significância.

RESULTADO

Os resultados deste estudo demonstraram estatisticamente maiores valores de rugosidade após imersão em saliva neutra para todos os materiais, exceto o Vitromolar, que não apresentou diferença estatística entre as médias de rugosidade antes e após imersão em saliva neutra. Na comparação dos valores de rugosidade entre os materiais, nenhuma diferença estatística foi observada para as médias dos valores de rugosidade entre o Ketac Easy e o Vitremer, antes da imersão em saliva neutra. No entanto, os valores de rugosidade para esses materiais diferiram estatisticamente comparados aos valores dos Maxxion R e Vitromolar, que não diferiram estatisticamente entre si. Após imersão em saliva neutra, nenhuma diferença estatística foi observada para as médias dos valores de rugosidade entre o Ketac Easy e o Vitremer. Porém, os valores de rugosidade para esses materiais diferiram estatisticamente quando comparados aos valores dos cimentos Maxxion R e Vitromolar, que diferiram estatisticamente entre si (Tabela 1).

Em relação à saliva ácida, as médias dos valores de rugosidade foram maiores estatisticamente após imersão nessa saliva, para todos os cimentos. Nenhuma diferença estatística foi observada para as médias dos valores de rugosidade entre o Ketac Easy e o Vitremer antes da imersão em saliva ácida. No entanto, os valores de rugosidade para esses materiais diferiram estatisticamente quando comparados aos valores de Maxxion R e Vitromolar, que não diferiram estatisticamente entre si. Após imersão em saliva ácida, nenhuma diferença estatística foi observada para as médias dos valores de rugosidade entre o Ketac Easy e o Vitremer. Porém, os valores de rugosidade para esses materiais diferiram estatisticamente, quando comparados aos valores de Maxxion R e Vitromolar, que diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2).

Os valores de rugosidade de superfície apresentados pelos materiais antes da imersão em saliva artificial ácida não diferiram estatisticamente quando comparados aos valores em saliva neutra, conforme demonstrado na Tabela 3.

Após a imersão nas soluções de saliva ácida e neutra, os valores de rugosidade de superfície foram estatisticamente maiores após imersão em saliva ácida, comparados aos valores da saliva neutra apenas para os cimentos Maxxion R e Vitromolar (Tabela 4).

De acordo com as micrografias obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura, foi possível observar alterações no padrão micromorfológico da superfície dos cimentos Vitro Molar e Maxxion R, após o armazenamento em ambas as soluções de saliva. Essas alterações

foram mais significantes e perceptíveis microscopicamente após a imersão dos espécimes em saliva artificial ácida. As alterações de superfície observadas podem ser explicadas pela degradação dos componentes dos materiais em saliva artificial (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Média e desvio padrão da rugosidade (Ra) antes e após a imersão na saliva neutra

MATERIAL	ANTES	APÓS	P
KETAC EASY MIX	0,153 (0,028)Aa	0,168 (0,026)Ab	0,043
VITREMER	0,163 (0,012)Aa	0,179 (0,010)Ab	0,043
MAXXION	0,334 (0,031)Ba	0,407 (0,034)Bb	0,043
VITROMOLAR	0,277 (0,028)Ba	0,311 (0,016)Ca	0,138

Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatisticamente significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes, nas linhas.

Tabela 2. Média e desvio padrão da rugosidade (Ra) antes e após a imersão na saliva ácida

MATERIAL	ANTES	APÓS	P
KETAC EASY MIX	0,148 (0,021)Aa	0,170 (0,014)Ab	0,043
VITREMER	0,162 (0,008)Aa	0,184 (0,006)Ab	0,042
MAXXION	0,332 (0,040)Ba	0,487 (0,027)Bb	0,043
VITROMOLAR	0,281 (0,020)Ba	0,408 (0,023)Cb	0,043

Letras maiúsculas diferentes significam diferença estatisticamente significativa nas colunas e letras minúsculas diferentes, nas linhas.

Tabela 3. Média e desvio padrão de rugosidade dos materiais na saliva neutra e ácida antes da imersão

MATERIAL	SALIVA NEUTRA	SALIVA ÁCIDA	P
KETAC EASY MIX	0,153 (0,028)a	0,148 (0,021)a	p>0,05
VITREMER	0,163 (0,012)a	0,162 (0,008)a	p>0,05
MAXXION	0,334 (0,031)a	0,332 (0,040)a	p>0,05
VITROMOLAR	0,277 (0,028)a	0,281 (0,020)a	p>0,05

Letras minúsculas iguais significam ausência de diferença estatisticamente significativa.

Tabela 4. Média e desvio padrão de rugosidade dos materiais na saliva neutra e ácida após imersão

MATERIAL	SALIVA NEUTRA	SALIVA ÁCIDA	P
KETAC EASY MIX	0,168 (0,026)a	0,170 (0,014)a	p>0,05
VITREMER	0,179 (0,010)a	0,184 (0,006)a	p>0,05
MAXXION	0,407 (0,034)a	0,487 (0,027)b	0,016
VITROMOLAR	0,311 (0,016)a	0,408 (0,023)b	0,08

Letras minúsculas diferentes significam presença de diferença estatisticamente significativa.

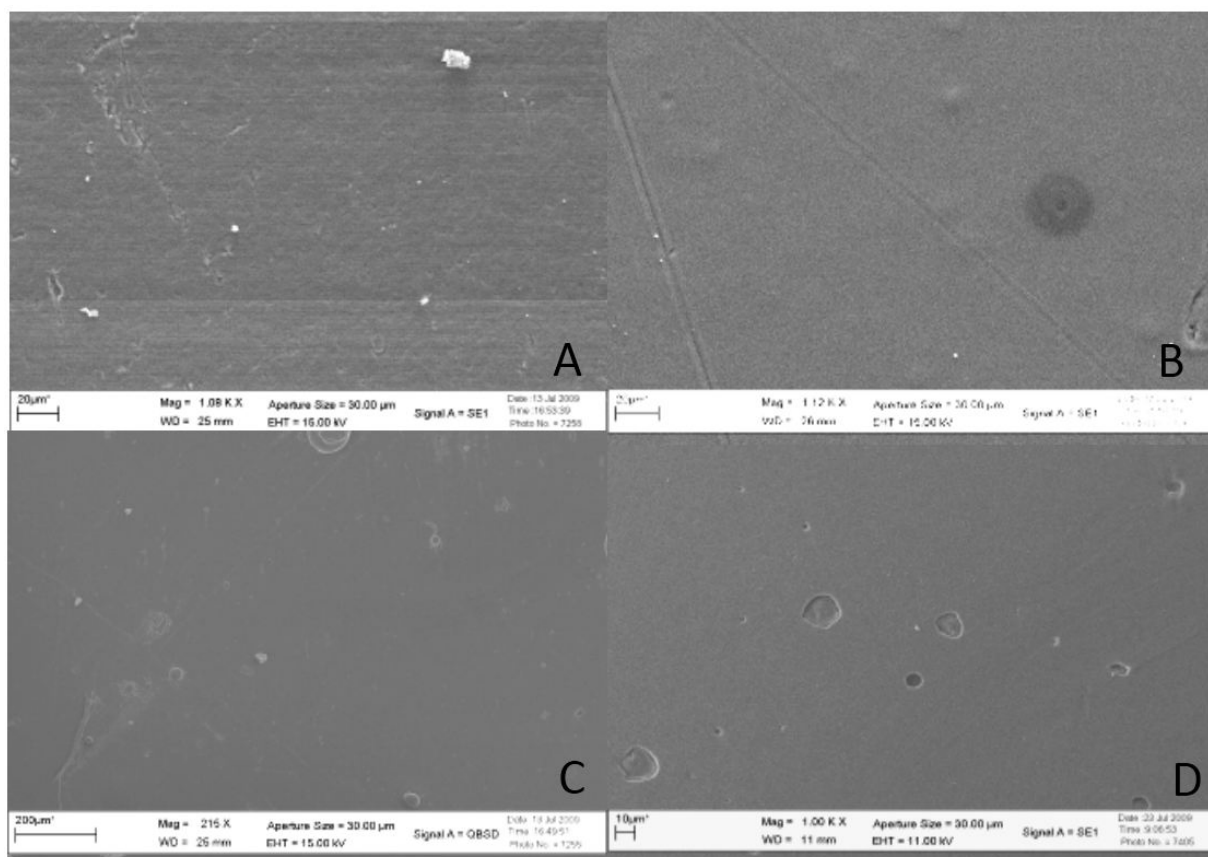


Figura 1. Fotomicrografia eletrônica de varredura do cimento de ionômero de vidro Maxxion R (A), Vitromolar (B), KetacMolar Easy Mix (C) e Vitremer (D), caracterizando a morfologia de superfície antes do armazenamento nas soluções de saliva.

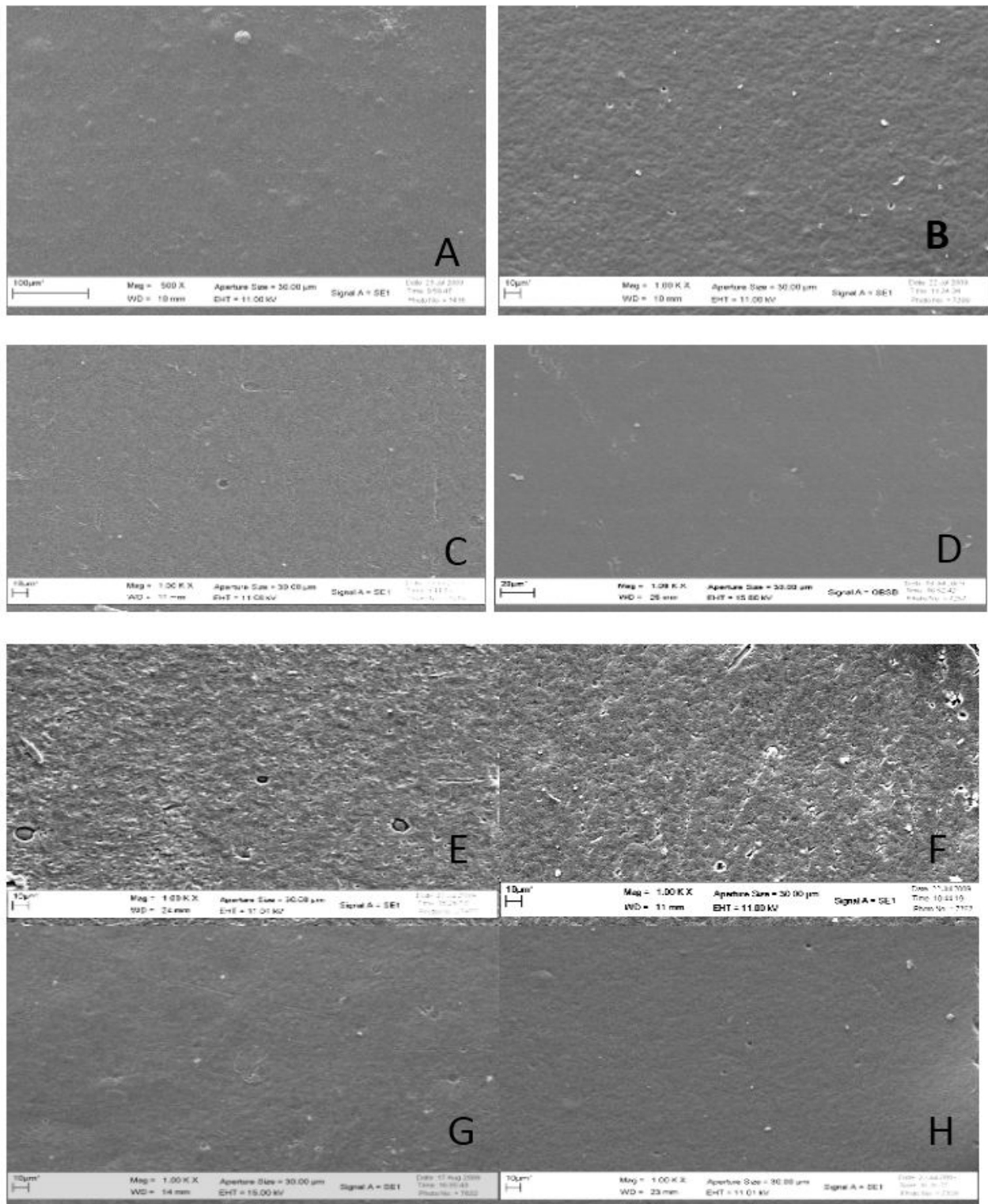


Figura 2. Fotomicrografia eletrônica de varredura dos cimentos de ionômero de vidro Maxxion R (A) e Vitromolar (B) após imersão em saliva neutra (pH=7,0) e após imersão em saliva ácida (pH=5,5) (Maxxion R (E) e Vitromolar (F), demonstrando alterações da morfologia de superfície para esses dois materiais. Para os cimentos KetacMolar Easy Mix (C) e Vitremer (D), após imersão em saliva neutra (pH=7,0), nenhuma alteração na morfologia de superfície foi observada na análise do MEV, assim como para KetacMolar Easy Mix (G) e Vitremer (H), após imersão em saliva ácida (pH=5,5).

DISCUSSÃO

As características superficiais de restaurações utilizando cimento de ionômero de vidro são particularmente importantes, uma vez que superfícies rugosas podem promover uma colonização bacteriana mais rápida². Na tentativa de simular *in vitro* o ambiente

oral e, conseqüentemente, os processos químicos envolvidos, este estudo utilizou saliva artificial (neutra e ácida) como solução de armazenamento para os espécimes de cimentos de ionômero de vidro durante 28 dias, assim como foi realizada a análise da rugosidade de superfície para presumir e ponderar a deterioração dos materiais após imersão nas soluções de saliva¹³.

De acordo com os resultados observados neste estudo, a primeira hipótese nula foi rejeitada. O fator “meio de imersão” foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$) e, conseqüentemente, os valores de rugosidade de superfície foram influenciados pelo armazenamento nas soluções de saliva neutra e ácida. Os valores de rugosidade aumentaram após imersão em saliva neutra para todos os materiais, exceto o Vitromolar, que não apresentou diferença estatística entre as médias de rugosidade antes e após imersão em saliva neutra. Em relação à saliva ácida, as médias dos valores de rugosidade foram maiores estatisticamente após imersão em saliva ácida para todos os cimentos. Assim, pode-se presumir uma degradação da superfície dos cimentos de ionômeros de vidro avaliados após imersão em saliva artificial. Os cimentos de ionômero de vidro são sensíveis à erosão hídrica, provavelmente devido à hidrólise dos componentes do material, o que é aparentemente agravado em ambiente oral, pela ação de compostos salivares. Este fenômeno pode ser explicado por uma provável eluição de componentes não reagidos e um efeito degradante no interior do material, o que aumenta a rugosidade de superfície¹⁰.

A resistência à degradação de um material é dependente de sua composição química, estrutura vítrea, concentração e peso molecular do ácido carboxílico, e a proporção pó/líquido^{14,15}. Com relação ao efeito das soluções de armazenamento nas propriedades dos materiais, a literatura reporta a existência de uma troca de íons com o meio até que o equilíbrio osmótico seja alcançado entre a superfície do material e a solução de armazenagem¹⁶. Musanje, Darvell¹⁷ consideram que materiais restauradores apresentam uma maior solubilidade quando armazenados em saliva artificial do que em água deionizada devido à presença de componentes iônicos que levam a uma degradação corrosiva do material, sendo ainda esta solubilidade diretamente proporcional ao tempo de armazenagem. Ao avaliar o efeito de variações de pH de soluções desmineralizantes sobre a superfície de materiais restauradores, como o cimento de ionômero de vidro, Silva et al.¹⁸ demonstraram que as propriedades de superfície de tais materiais foram bastante influenciadas pelo pH, o que destaca a importância de se realizarem experimentos *in vitro* que simulem desafios comparáveis àqueles que ocorrem *in vivo*. Briso et al.⁹, com o intuito de simular o consumo frequente de bebidas ácidas, comprovaram o efeito de soluções ácidas da dieta, como refrigerantes, sobre o aumento da rugosidade de superfície de materiais restauradores, como os cimentos de ionômero de vidro. Outro estudo¹⁹ também constatou que, com a diminuição do pH, a dureza dos materiais restauradores pode ser diminuída, enquanto que a rugosidade da superfície e a solubilidade tendem a aumentar.

A segunda hipótese nula foi rejeitada, devido ao fator “material” ter sido estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Assim, os valores de rugosidade diferiram estatisticamente entre os materiais antes e após a imersão em saliva artificial (neutra e ácida). Os valores de rugosidade para o Ketac Easy e o Vitremer não diferiram estatisticamente entre si, antes e após a imersão em salivas neutra e ácida. Porém, esses materiais apresentaram menores valores estatisticamente quando comparados aos materiais Maxxion R e Vitromolar. Esse resultado pode ser atribuído à diferença na composição química dos materiais, o que representa um importante papel nas propriedades de sorção, solubilidade e rugosidade dos cimentos de ionômero de vidro²⁰⁻²². O Ketac Easy e o Vitremer são produzidos pelo mesmo fabricante (3M-ESPE) e isso pode justificar

a semelhança no comportamento desses dois materiais. Por outro lado, Maxxion R apresentou estatisticamente os maiores valores de rugosidade, seguido do Vitromolar. Estes achados corroboram com os resultados de Momesso et al.¹³, em que o Maxxion R apresentou maiores valores médios de rugosidade. Este fato pode ser atribuído ao tamanho e à forma das partículas de vidro na superfície, pois maiores tamanhos médios de partículas confere uma menor resistência ao desgaste superficial. Além disso, a rugosidade pode estar relacionada a uma combinação de fatores, que incluem as características da matriz, a proporção do tamanho das partículas inorgânicas de vidro, a exposição destas partículas inorgânicas e a formação de bolhas de ar durante preparação do material²³.

Nesta pesquisa, foram utilizadas como soluções de armazenagem as salivas artificiais ácida e neutra, com o objetivo de simular *in vitro* possíveis alterações de pH da cavidade oral. Os resultados evidenciaram maiores alterações de superfície do cimento após imersão em saliva artificial ácida, a qual tornou o material, portanto, mais susceptível à falha clínica, quando comparada à solução de pH neutro, rejeitando a terceira hipótese nula. Este resultado está de acordo com outros estudos²⁴, os quais observaram um aumento da solubilidade do cimento de ionômero de vidro convencional - o que pode promover alterações superficiais do material - à medida que ocorria redução do pH médio da saliva artificial utilizada como meio de armazenagem. Em outro estudo²⁵, também foram encontradas diferenças estatísticas significantes ao comparar a solubilidade de diversos cimentos odontológicos estocados em salivas ácida, neutra e básica, uma vez que o meio ácido foi o de maior expressividade no aumento da solubilidade, enquanto as amostras mantidas em pH neutro mantiveram-se estáveis.

Conforme observado nos resultados deste trabalho, os cimentos de ionômero de vidro são susceptíveis à degradação de superfície provocada pelas soluções de saliva artificial. Este fato foi comprovado pelo aumento da rugosidade superficial e das alterações superficiais visíveis em micrografias eletrônicas. No entanto, estes resultados podem variar em condições *in vivo*, devido a oscilações do pH no meio bucal, em virtude da produção de ácidos por micro-organismos do biofilme dental durante o metabolismo dos carboidratos provenientes da dieta. Portanto, alterações nas propriedades dos cimentos ionoméricos e modificações na superfície podem propiciar maior desgaste superficial, o que tem influência considerável sobre a degradação *in vivo* dos materiais restauradores¹⁹. Dessa forma, uma limitação dos CIVs está relacionada com a ação de soluções com baixo pH, as quais podem deteriorar a superfície do material²⁶.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, os valores de rugosidade superficial dos cimentos de ionômero de vidro aumentaram após imersão em saliva neutra e ácida, para a maioria dos materiais estudados.

Constatou-se uma maior rugosidade superficial para o grupo Maxxion, seguido do grupo Vitro Molar, antes e após a imersão em saliva artificial ácida e neutra.

A solução de armazenagem ácida promoveu um maior aumento da rugosidade superficial após a imersão dos espécimes do grupo Maxxion, seguido do Vitro Molar, quando comparada à solução de armazenagem neutra.

REFERÊNCIAS

1. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Chem Technol Biotechnol*. 1971 Nov;21(11):313. <http://dx.doi.org/10.1002/jctb.5020211101>.
2. Silva RC, Zuanon ACC. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for Atraumatic Restorative Treatment (ART). *Braz Dent J*. 2006;17(2):106-9. PMID:16924335. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402006000200004>.
3. Carvalho JR Jr, Guimarães LF, Correr-Sobrinho L, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Evaluation of solubility, desintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Braz Dent J*. 2003;14(2):114-8. PMID:12964655. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402003000200008>.
4. Paradella TC. Cimentos de ionômero de vidro na odontologia moderna. *Rev Odontol UNESP*. 2004;33(4):157-61.
5. Mount GJ. Atlas de cimento de ionômero de vidro: guia para o clínico. 2. ed. São Paulo: Santos; 1999.
6. Tyas MJ. Clinical evaluation of glass ionomer cement restorations. *J Appl Oral Sci*. 2006;14(spe Supl):10-3. PMID:19089080. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572006000700003>.
7. Pedrini D, Gaetti-Jardim E Jr, Mori GG. Influência da aplicação de flúor sobre a rugosidade superficial do ionômero de vidro Vitremer e adesão microbiana a este material. *Pesqui Odontol Bras*. 2001 Mar;15(1):70-6. PMID:11705319. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-74912001000100013>.
8. Yip HK, To WM. An FTIR study of the effects of artificial saliva on the physical characteristics of the glass ionomer cements used for art. *Dent Mater*. 2005 Aug;21(8):695-703. PMID:16026664. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.009>.
9. Briso ALF, Caruzo LP, Guedes APA, Catelan A, Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent*. 2011;36(4):397-402. PMID:21827225. <http://dx.doi.org/10.2341/10-356-L>.
10. Lucena MCM, Gomes RV, Santos MCMS. Avaliação da rugosidade superficial da resina composta filtek Z350 3M/ espe de baixa viscosidade exposta a enxaguatórios com e sem álcool. *Odontol Clín-Cient*. 2010 Mar;9(1):59-64.
11. Munack J, Haubert H, Dogan S, Geurtsen W. Effects of various storage media on surface hardness and structure of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Clin Oral Investig*. 2001 Dec;5(4):254-9. PMID:11800439. <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-001-0136-1>.
12. Aliping-McKenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of saliva on surface hardness and water sorption of glass-ionomers and "compomers". *J Mater Sci Mater Med*. 2003 Oct;14(10):869-73. PMID:15348524. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025630609544>.
13. Momesso MGC, Silva RC, Imparato JCP, Molina C, Navarro RS, Ribeiro SJL. "In vitro" surface roughness of different glass ionomer cements indicated for ART restorations. *Braz J Oral Sci*. 2010;9(2):77-80.
14. Wilson AD, Crisp S, Abel G. Characterisation of glass ionomer cements 4: effect of molecular weight on physical properties. *J Dent*. 1977 Jun;5(2):117-20. PMID:269134. [http://dx.doi.org/10.1016/0300-5712\(77\)90070-7](http://dx.doi.org/10.1016/0300-5712(77)90070-7).
15. Wilson AD, Hill RG, Warrens CP, Lewis BG. The influence of polyacid molecular weight on some properties of glass ionomer cements. *J Dent Res*. 1989 Feb;68(2):89-94. PMID:2918140. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345890680021401>.
16. Martin N, Jedykiewicz NM, Fisher AC. Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dent Mater*. 2003 Mar;19(2):77-86. PMID:12543112. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00015-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00015-5).
17. Musanje L, Darvell BW. Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dent Mater*. 2003 Jul;19(5):414-22. PMID:12742437. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(02\)00085-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(02)00085-4).
18. Silva KG, Pedrini D, Delbem AC, Cannon M. Effect of pH variations in a cycling model on the properties of restorative materials. *Oper Dent*. 2007 Jul-Aug;32(4):328-35. PMID:17695604. <http://dx.doi.org/10.2341/06-89>.
19. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2011 Oct;23(5):315-22. PMID:21977954. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00453.x>.
20. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F, Payan J, Meyer JM. Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Dent Mater*. 1999 Jan;15(1):21-32. PMID:10483392. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00010-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00010-X).
21. Prakki A, Cilli R, Mondelli RF, Kalachandra S, Pereira JC. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J Dent*. 2005 Feb;33(2):91-8. PMID:15683889. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2004.08.004>.
22. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater*. 2006 Mar;22(3):211-22. PMID:16087225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.05.005>.
23. Yip KH, Peng D, Smales RJ. Effects of APF gel on the physical structure of compomers and glass ionomer cements. *Oper Dent*. 2001 May-Jun;26(3):231-8. PMID:11357564.
24. Saleem M, Haq IU. Comparison of solubility of zinc phosphate and glass ionomer cement in artificial saliva of varying pH values (in vitro study). *Pak Oral Dent J*. 2011 Jun;31(1):231-4.
25. Yanikoğlu N, Yeşil Duymuş Z. Evaluation of the solubility of dental cements in artificial saliva of different pH values. *Dent Mater J*. 2007 Jan;26(1):62-7. PMID:17410894. <http://dx.doi.org/10.4012/dmj.26.62>.
26. Mohamed-Tahir MA, Yap AU. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *Oper Dent*. 2004 Sep-Oct;29(5):586-91. PMID:15470882.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Renally Bezerra Wanderley e Lima, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Av. Limeira, 901, 13414-903 Piracicaba - SP, Brasil, e-mail: renallywanderley@gmail.com

Recebido: Setembro 15, 2016
Aprovado: Janeiro 18, 2017