

CATHERINE SCHMITZ ESPEZIM

**COMPORTAMENTO DE RESINAS COMPOSTAS E DE UM CIMENTO DE
IONÔMERO DE VIDRO RESINOSO APÓS DESAFIO EROSIVO - ESTUDO
IN VITRO.**

Tese de Doutorado

Florianópolis
2011

CATHERINE SCHMITZ ESPEZIM

**COMPORTAMENTO DE RESINAS COMPOSTAS E DE UM CIMENTO DE
IONÔMERO DE VIDRO RESINOSO APÓS DESAFIO EROSIVO - ESTUDO
IN VITRO.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Odontologia - Área de Concentração Odontopediatria.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Izabel Cristina Santos Almeida

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Jussara Karina Bernardon

Espezim, Catherine Schmitz, 1976-

E74 Comportamento de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso após desafio erosivo : estudo *in vitro*
Catherine Schmitz Espezim ; orientadora Izabel Cristina Santos Almeida ; co-orientadora Jussara Karina Bernardon. -- 2011.
79 f. : il. color. ; 21 cm

Tese (doutorado em Odontopediatria) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011

Inclui bibliografias

1. Odontopediatria. 2. Resinas dentárias. 3. Cimentos dentários de ionômero de vidro. I. Almeida, Izabel Cristina Santos. II. Bernardon, Jussara Karina. III. Título.

CDD (21. ed.) 617.645

CATHERINE SCHMITZ ESPEZIM

COMPORTAMENTO DE RESINAS COMPOSTAS E DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO RESINOSO APÓS DESAFIO EROSIVO - ESTUDO *IN VITRO*.

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do título de “Doutora em Odontologia”, área de concentração Odontopediatria, e aprovada em sua forma final pelo Curso de Pós - Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 02 de Setembro de 2011.

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini
Coordenador do curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Izabel Cristina Santos Almeida
Orientadora

Prof. Dr. Eduardo Grigollo Patussi
Membro

Prof. Dr^a. Carla Miranda
Membro

Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes
Membro

Prof. Dr^a. Joeci de Oliveira
Membro

DEDICO ESTA TESE

A meus pais, **Lauro e Vilma** e ao meu marido **Alexandre**, pelo carinho, amor e compreensão em todos os momentos. Sem vocês, percorrer os caminhos que escolhi e ter serenidade para enfrentar os obstáculos, seria impossível.

Aos meus filhos **Giulia e Luca**, razões da minha vida.

Amo vocês eternamente!

Agradecimentos especiais:

Às minhas irmãs, **Juliana** e **Letícia**, por todo carinho e apoio.

Aos meus sogros, **Heloísa** e **Paulo**, pelo apoio e disposição nos cuidados com a Giulia e o Luca. Obrigada de coração.

À minha orientadora, **Professora Dra. Izabel Cristina Santos Almeida**, pelos ensinamentos transmitidos durante toda minha formação profissional, por sua amizade e compreensão. Muito obrigada!

À minha co - orientadora, **Professora Dra. Jussara Karina Bernardon**, pelos seus ensinamentos, pela disponibilidade e amizade. Obrigada pelas valiosas contribuições.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, especialmente aos professores da Disciplina de Odontopediatria, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos professores, membros da comissão avaliadora desta Tese, que aceitaram o convite de contribuir para o aprimoramento do meu trabalho.

À Professora **Maria Cristina**, por realizar a análise estatística desta pesquisa.

Aos meus amigos do doutorado, **Alexandre, Carla, Helen, Karin, Maria Helena, Rui e Thaís**, pela amizade, companheirismo e bons momentos de convívio.

Às secretárias **Ana Maria, Beth e Ivalda**, pelo carinho, atenção e disponibilidade em ajudar.

Aos alunos do Curso de Pós-graduação em Química, **Joyce N. Dutra, Cristine D. Silveira** e **Edmar Martendal** pela manipulação das soluções utilizadas.

À **CERTI (Laboratório de Metrologia)** e seus funcionários **Rafael** e **Girlej**, por permitir que parte desta pesquisa fosse realizada dentro nas dependências deste laboratório.

À Professora **Dra. Marta Elisa**, do Departamento de Física, pelas análises em Microscopia de Força Atômica.

Ao funcionário do laboratório de pesquisa, **Lauro**, por seu auxílio durante a fase experimental desta pesquisa.

As empresas **3M** e **FGM**, pelo incentivo à pesquisa e colaboração por fornecerem gentilmente as resinas compostas para a pesquisa.

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta tese.

ESPEZIM, Catherine Schmitz. **Comportamento de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso após desafio erosivo - estudo *in vitro***. 2011. 79f. Tese (Doutorado em Odontologia - Área de Concentração Odontopediatria) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

Este estudo *in vitro* foi realizado com o objetivo de avaliar a microdureza, a rugosidade e a massa de resinas compostas (Filtek Z250/ 3M ESPE, Filtek Z350XT/ 3M ESPE, Opallis/ FGM, Filtek P90/ 3M ESPE) e de um cimento de ionômero de vidro resinoso (Vitremer/ 3M ESPE) após um desafio erosivo. Foram confeccionados 30 corpos de prova, com formatos cilíndricos (5,0 mm de diâmetro X 2,0 mm de espessura) de cada material. Para avaliar a microdureza Vickers, a rugosidade e a alteração da massa foram realizadas mensurações antes do desafio erosivo (inicial) e após o desafio erosivo (final). Para tal, utilizou-se um microdurômetro, com carga de 100g por 10s, um rugosímetro com parâmetro de medição Ra e uma balança eletrônica com precisão de 0,0001g, respectivamente. O desafio erosivo foi realizado com uma bebida tipo cola, 3 vezes ao dia por 5 minutos cada. Entre as imersões na bebida, os corpos de prova sofreram ciclagem de pH, no qual ficavam 3 horas diárias em uma solução desmineralizante e 21 horas em solução remineralizante. Tal procedimento foi realizado por 14 dias. Os dados foram analisados estatisticamente através dos testes ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). Apesar de ter sido observado um aumento na massa e uma diminuição na rugosidade, os resultados demonstraram que o desafio erosivo não interferiu estatisticamente nessas propriedades. Para a microdureza, as resinas compostas Filtek Z350XT, Filtek P90, Opallis e o ionômero Vitremer mostraram uma diminuição significativa após o desafio erosivo, no entanto para a Filtek Z250 a diminuição não foi significativa. Agrupando as três propriedades, microdureza, rugosidade e alteração de massa, mostraram-se mais estáveis após o desafio erosivo, a resina Filtek Z250 seguida da Filtek Z350XT, Filtek P90, Opallis e o Vitremer, sendo que este último apresentou diferença significativa quando comparado com as resinas compostas. Concluiu-se que o desafio erosivo não alterou a rugosidade e nem a massa dos materiais avaliados. No entanto para a microdureza, houve uma queda significativa do Vitremer e das resinas compostas, com exceção da Filtek Z250. Agrupando as três propriedades, constatou-se melhor estabilidade ao desafio erosivo para as resinas compostas.

Palavras-chave: Resinas Compostas. Cimentos de Ionômeros de Vidro. Erosão Dentária. Propriedades Físicas.

ESPEZIM, Catherine Schmitz. **Behaviour of composite resins and glass-ionomer resin cement after erosive challenge – an *in vitro* study.** 79f. Thesis (PhD in Dentistry - Pediatric Dentistry) - Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

This *in vitro* study was conducted to evaluate the microhardness, rugosity and mass of composite resins (Filtek Z250/ 3M ESPE, Filtek Z350XT/ 3M ESPE, Opallis/ FGM, Filtek P90/ 3M ESPE) and a glass-ionomer resin cement (Vitremer/ 3M ESPE) following erosive challenge. Thirty cylindrical samples (5.0 mm in diameter x 2.0 mm in thickness) were prepared for each material. To assess the changes in microhardness, rugosity and mass, measurements were made before (initial) and after (final) the erosive challenge. For doing so, a microhardness tester operating at a load of 100 g for 10 seconds, a roughness tester with Ra parameter and an electronic balance with precision of 0.0001 g were used, respectively. A cola beverage was used for erosive challenge, with the samples being immersed in it for 5 minutes three times a day. When not immersed, the samples were submitted to daily pH cycling in demineralising solution for 3 hours and in re-mineralising solution for 21 hours. This procedure was performed for 14 days. Data were statistically analysed by means of ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). Although increase in mass and decrease in rugosity were observed, the statistical results showed that erosive challenge did not interfere with physical properties. As for microhardness, composite resins Filtek Z350XT, Filtek P90 and Opallis as well as the glass-ionomer resin cement Vitremer showed significant decreases following the erosive challenge, but this was not found to be significant for Filtek Z250. Combining the three properties, microhardness, roughness and change in mass, were more stable after the erosive challenge, the resin Filtek Z250, followed by Filtek Z350XT, Filtek P90, Opallis and Vitremer, although the latter material had significant difference compared to the composite resins. One can conclude that erosive challenge affected neither rugosity nor mass of the materials studied. However, microhardness was found to be significantly reduced in Vitremer and composite resins, except for Filtek Z250. Considering the three properties as a whole, it was found better stability to the erosive challenge for composites resins.

Key-words: Composite Resins. Glass-ionomer Cements. Tooth Erosion. Physical Properties.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%: porcentagem
=: igual
>: maior
°C: grau Celsius
BisEMA: bisfenol A-etoxilatodimetacrilato
BisGMA: bisfenol-A diglicidil metacrilato
Bis-MA: Bisfenol-A metacrilato
Ca: cálcio
cm: centímetro
dp: desvio padrão
EGDMA: Etilenoglicol Dimetacrilato
g: gramas
h: hora
HEMA: 2-hidroxietil metacrilato
KCl: cloreto de potássio
LED: *light emitting diode* (diodo emissor de luz)
MEV: microscopia eletrônica de varredura
MFA: microscopia de força atômica
ml: mililitro
mM: mili mol
mm: milímetro
mm²: milímetro quadrado
mW/cm²: miliwatts por centímetro quadrado
n: número
nm: nanômetro
P: fósforo
pH: potencial do Hidrogênio
Ra: desvio aritmético médio (analisado em rugosímetro)
rpm: rotação por minuto
s: segundo
TE-EGDMA: Tetraetraetilenoglicol Dimetacrilato
TEGDMA: Trietilenoglicol Dimetacrilato
UDMA: Uretano Dimetacrilato
vol.: volume
µm: micrometro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 ARTIGO	23
2.1 Versão em português	23
2.2 Versão em inglês	38
REFERÊNCIAS	53
APÊNDICES	57
A - Metodologia Expandida	58
B - Banco de Dados.....	69
C - Análise Estatística	71
ANEXOS	72
A - Normas para Publicação do Artigo	73

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços no conhecimento dos processos destrutivos dos dentes, ainda há uma grande preocupação em relação à doença cárie, por ser esta, a mais prevalente na cavidade bucal. No entanto existem diversas formas de desgaste aos quais não somente os elementos dentais estão expostos, mas também as restaurações; dentre elas, o desgaste por atrição, o desgaste abrasivo, a abfração e o desgaste químico ou erosão dental (HEATH; WILSON, 1976; MAIR et al., 1996; GÖHRING; BESEK; SCHMIDLIN, 2002; LAMBRECHTS et al., 2006). Este último é definido como perda progressiva de tecido duro por processo químico que não envolve bactérias (AMAECHI; HIGHAM, 2005).

As causas da erosão dentária podem estar relacionadas tanto a fatores exógenos quanto a fatores endógenos. O primeiro está relacionado ao consumo excessivo de bebidas ácidas e sucos de frutas (JENSDOTTIR et al., 2006), que apresentam baixo pH, elevada acidez e ausência ou pouca quantidade de íons cálcio, flúor e fosfato em sua composição (LINNETT; SEOW, 2001; JAEGGI; LUSSI, 2006). A ingestão destas bebidas é a principal causa do aumento da prevalência da erosão dentária em crianças e adolescentes (LINNETT; SEOW, 2001; JAEGGI; LUSSI, 2006). O segundo está associado à exposição frequente dos dentes ao suco gástrico (JONES et al., 2002).

Quando o diagnóstico de erosão dentária é realizado, primeiramente instituem-se procedimentos para controlá-la, como remoção do agente causal e aplicações tópicas de flúor. Porém, quando há comprometimento estético, funcional ou a presença de dor, procedimentos restauradores estão indicados (LAMBRECHTS et al., 1996) para restabelecer a estrutura perdida, a função e controlar a sensibilidade (JAEGGI; GRUNINGER; LUSSI, 2006).

Conhecendo-se a etiologia complexa destas lesões, a escolha do material e da técnica restauradora pode ser um desafio (SIDHU; SHERRIFF; WATSON, 1997). Dentre os materiais de escolha têm-se os cimentos de ionômero de vidro resinosos e as resinas compostas (JAEGGI; GRUNINGER; LUSSI, 2006).

Por ser um material que libera flúor, o cimento de ionômero de vidro resinoso é amplamente utilizado em crianças e adolescentes (CROLL; NICHOLSON, 2002). Surgiu a partir do acréscimo de uma resina hidrofílica (HEMA), como um solvente, ao ionômero de vidro convencional, cujo objetivo foi melhorar suas propriedades mecânicas (SIDHU; WATSON, 1995), aumentar o tempo de trabalho com controle do processo fotoquímico de presa, acelerar o endurecimento da superfície (CATTANI-LORENTE et al., 1999; DAVIDSON, 2006) e melhorar o padrão de translucidez, podendo ser utilizado em áreas estéticas. Algumas propriedades positivas do cimento de ionômero de vidro convencional também estão presentes no resinoso, como: liberação de flúor e a adesão à estrutura dental, visto que a reação de presa do tipo ácido-base, também é observada no cimento de ionômero de vidro resinoso (MC CABE, 1998).

Estes materiais apresentam duas reações de presa, a ácido - base que começa após o início da mistura, com ligações cruzadas das cadeias de policarboxilato por íons metálicos provenientes do vidro. E a reação de polimerização da porção resinosa que ocorre através de grupos de metacrilatos após a ativação pela luz (MITRA, 1991) e que reduzem a sensibilidade à umidade e à desidratação associadas à lenta reação de presa convencional do ionômero (XIE et al., 2000; WANG; DARVELL, 2008; MANEENUT et al., 2010). Entretanto a reação ácido - base endurece e fortalece a matriz polimérica já formada (WAN, YAP, HASTINGS, 1999) e a integridade estrutural dos cimentos de ionômero de vidro resinosos dependem da interação entre as cadeias de poliacenoato e poli-HEMA (GEE et al., 1998).

No entanto, de acordo com Cattani- Lorente et al. (1999), Ellakuria et al. (2003) e Toledano et al. (2003), o HEMA pode levar a um significativo aumento na absorção de água e conseqüentemente aumento no volume do material, além de causar uma diminuição das propriedades mecânicas (CATTANI- LORENTE et al., 1999). Isto ocorre

por este ser um radical hidrofílico, que mantém as moléculas de água no interior das cadeias poliméricas através de pontes de hidrogênio e forças de Van der Waals (ORTEGREN et al., 2001; ANDRZEGEWSKA et al., 2003; FERRACANE, 2006).

As resinas compostas se destacam como material restaurador direto, pois permitem controle do tempo de trabalho (KAWAGUCHI; FUKUSHIMA; MIYAZAKI, 1994), fácil manuseio e inserção na cavidade, boas propriedades mecânicas e excelente estética. Por essas razões tem sido indicado como material para as mais diversas situações clínicas e constituem um sistema restaurador amplamente utilizado em dentes anteriores e posteriores (BOTTINO; FELLER, 1992; BARATIERI et al., 1995).

As resinas compostas são formadas predominantemente por uma matriz resinosa onde estão imersas partículas de carga inorgânicas, unidas por um agente de união (PEUTZFELDT, 1997; ALBERS, 2002). Na maioria das vezes, a matriz resinosa é composta por uma mistura de monômeros dimetacrilatos aromáticos e / ou alifáticos. Os componentes mais utilizados são: BisGMA, TEGDMA e UDMA. Além desses ainda podem estar presentes o BisEMA, Bis-MA, EGDMA, TE-EGDMA. O BisGMA, TEGDMA e UDMA formam estruturas de polímeros com grande número de ligações cruzadas (RAWLS; UPSHAW, 2005; FERRACANE, 2006).

Vários aspectos contribuíram para a melhoria destes materiais. Um deles foi o aumento na quantidade de partículas de carga, que proporcionou fortalecimento da resina composta frente aos esforços mastigatórios, melhorando dessa forma suas propriedades mecânicas (RAWLS; UPSHAW, 2005). Com o aumento no conteúdo inorgânico e diminuição da quantidade de matriz, houve uma redução na contração de polimerização dos materiais (MITRA; WU; HOLMES, 2003; BERNARDON, 2007). Outra modificação que contribuiu para aumentar a resistência ao desgaste da resina composta foi a redução no tamanho das partículas de carga (MANHART et al., 2000; LIM et al., 2002; MITRA; WU; HOLMES, 2003; TURSSI; FERRACANE; VOGEL, 2005).

Existem vários tipos de resinas compostas, classificadas de acordo com o tamanho médio das partículas de carga e na sua distribuição por tamanho. As tradicionais apresentam partículas grandes, entre 1 μm e 50 μm . Já as resinas compostas híbridas combinam partículas de carga de tamanho pequeno ou da categoria tradicional com micropartículas (partículas submicrométricas). Têm-se as híbridas de partículas grandes (partículas de vidro de 1-20 μm e de sílica de 0,04 μm), híbridas de partículas médias (partículas de vidro de 0,1-10 μm e de sílica de 0,04 μm), híbridas de micropartículas (partículas de vidro de 0,1-2 μm e de sílica de 0,04 μm), híbridas compactáveis (partículas médias/minipartículas com baixa fração volumétrica de carga) e híbridas de baixa viscosidade (partículas médias com distribuição refinada do tamanho das partículas). Resinas compostas que contenham fibras e/ou nanopartículas também são classificadas como híbridas. Já as microparticuladas podem apresentar apenas partículas de sílica de 0,04 μm , sendo classificadas como homogêneas, ou quando apresentam além de partículas de sílica, partículas de resina pré-polimerizadas sendo classificadas de heterogêneas (ANUSAVICE; PHILLIPS, 2005).

Estudos laboratoriais confirmam que a composição da resina composta influencia diretamente as suas propriedades físicas e mecânicas (SÖDERHOLM, 2001; MITRA; WU; HOLMES, 2003; TURSSI; FERRACANE; VOGEL, 2005; BERNARDON, 2007). Devem apresentar alta resistência ao desgaste, adaptação à estrutura dental, microdureza da mesma ordem de grandeza do esmalte e dentina; bem como estabilidade dimensional e resistência sob esforços mastigatórios, de maneira que permita procedimentos restauradores tecnicamente simples, esteticamente agradável em termos de cor e longevidade das restaurações (BOTTINO; FELLER, 1992).

Como se sabe, na cavidade bucal o processo de desgaste é complexo e que não pode ser atribuído a um único fator ou substância química (YAP et al., 2002). Existem relatos de degradação de restaurações de resina composta localizadas em áreas não expostas a forças abrasivas e de compressão, observação que sugere a ocorrência

apenas da degradação química (YAP et al., 2001). Os materiais restauradores ficam expostos a diversas substâncias provenientes da alimentação, como ingestão de bebidas e isto inclui uma variedade de compostos químicos como ácidos, bases, sais, álcoois e oxigênio (FERRACANE, 2006). Estes compostos podem provocar alterações nas propriedades dos materiais, como desgaste da matriz orgânica e o deslocamento das partículas inorgânicas, formando lacunas que tornam a superfície irregular e favorecem o acúmulo de placa bacteriana e pigmentações, que comprometem, conseqüentemente a longevidade das restaurações (COLETTI; PELUSO, 2000; PRAKKI et al., 2005; SARRETT; SOUZA et al., 2005).

Turssi et al. (2002) avaliaram o efeito da água destilada, saliva artificial e um modelo de ciclagem dinâmica de pH sobre a micromorfologia superficial de materiais resinosos (um cimento de ionômero de vidro resinoso, um compômero, uma resina microparticulada e uma microhíbrida). Observaram que os valores de rugosidade dos materiais aumentaram significativamente quando expostos à ciclagem de pH se comparados à água destilada e à saliva artificial. O cimento de ionômero de vidro resinoso apresentou a maior rugosidade em todos os meios de armazenamento. Observaram ainda, alteração micromorfométrica em aumento de 3000X para a resina microhíbrida (Filtek Z250), mostrando lacunas que podem ser atribuídas à degradação ao redor da matriz inorgânica ou do silano.

Da mesma forma, Souza et al. (2005) quando avaliaram *in vitro* uma resina composta microhíbrida em meios de imersão com diferentes pHs, observaram que a bebida energética, cujo pH foi o mais baixo em relação às outras (pH=3,5), causou um aumento linear na rugosidade da resina. E na análise ao microscópio eletrônico de varredura, apresentaram uma dissolução significativa da matriz resinosa. Já Wang et al. (2009) observaram que além de um aumento significativo na rugosidade superficial, também houve um aumento de massa em pesquisa na qual avaliaram a ação da solução de ácido láctico (pH=2,7), sobre a resina composta Z250 e os ionômeros de vidro convencionais, Ketac Molar, Fuji IX e Vitro Molar.

Wongkhantee et al. (2006) em pesquisa *in vitro* com o objetivo de determinar o efeito de alimentos e bebidas ácidas, dentre estes uma bebida à base de cola, sobre a resina Filtek Z250 e um ionômero de vidro resinoso (Fuji II LC), observaram que a resina apresentou uma queda na microdureza, salientando que somente para o ionômero de vidro resinoso o resultado foi significativo. Da mesma forma, Honório et al. (2008) avaliando o efeito de uma bebida tipo cola na dureza superficial do Vitremer e da resina Filtek Z250, observaram que a queda na dureza do Vitremer foi maior do que na Filtek Z250, com diferença estatística.

Quando avaliaram a ação do ácido láctico na microdureza de três resinas compostas, Carvalho et al. (2005), observaram que o meio ácido diminuiu significativamente a dureza de todas as resinas compostas testadas, sendo que a resistência ao ácido variou de acordo com o tipo de resina. Concluíram que quanto menor a porcentagem de carga em volume, maior a ação do ácido e menor a dureza da superfície.

Em investigação, no qual avaliaram o efeito de soluções ácidas na microdureza de alguns materiais restauradores, Aliping-Mckenzie et al. (2004) observaram que a Coca - Cola causou uma diminuição constante da microdureza do Vitremer.

Rios et al. (2008) numa pesquisa *in situ* e Francisconi et al. (2008) numa pesquisa *in vitro*, estudaram o efeito erosivo da Coca - Cola sobre diferentes materiais restauradores, e concluíram que o percentual de queda na microdureza entre a resina Filtek Z250 e o Vitremer, não foi estatisticamente significativo.

Yu et al. (2009) em estudo *in vitro*, avaliaram o efeito da erosão e da erosão seguida de abrasão por escovação em três resinas compostas, uma resina modificada por poliácido e um ionômero de vidro convencional. E observaram, em microscópio eletrônico, que a erosão causou a maior perda de substância em relação a abrasão e que, a

alteração mais significativa aconteceu quando erosão e abrasão estavam associadas.

Tendo em vista o aumento no consumo de bebidas ácidas pelas crianças e adolescentes e a interferência direta nas propriedades nos materiais restauradores, esta pesquisa *in vitro* teve como objetivo avaliar possíveis alterações na microdureza, na rugosidade e na alteração da massa de resinas compostas, com diferentes composições e de um cimento de ionômero de vidro resinoso, submetidos a um desafio erosivo.

2 ARTIGO

2.1 Versão em português

Comportamento de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso após desafio erosivo - estudo *in vitro*.

Espezim CS, Bernardon JK, Calvo MCM, Almeida ICS

Palavras-chave: resinas compostas, cimentos de ionômeros de vidro, erosão dentária, propriedades físicas.

Autora para correspondência: Catherine Schmitz Espezim
Rua Duarte Schutel, 181 apto 426- Centro- Florianópolis
CEP: 88.015-640 - SC - Brasil
Fone: +55 (0) 48 30253978
e-mail: cespezim@yahoo.com.br

RESUMO

Background: Bebidas ácidas tem interferência direta nas propriedades dos materiais restauradores.

Objetivo: Avaliar *in vitro* alterações na microdureza, na rugosidade e na massa de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso submetidos a um desafio erosivo.

Materiais e Métodos: Foram confeccionados corpos de prova (n=10), com formato cilíndrico (5,0 mm de diâmetro X 2,0 mm de espessura) da Filtek Z250/3M ESPE, Filtek Z350XT/3M ESPE, Filtek P90/3M ESPE, Opallis e Vitremer/FGM. Após leituras iniciais da microdureza, rugosidade e massa, os corpos de prova foram submetidos ao desafio erosivo, representado por 3 imersões diárias em bebida tipo cola por 5 minutos. Enquanto não estavam imersos na bebida, sofreram ciclagem de pH. Ao final, novas medidas de microdureza, rugosidade e massa foram feitas e os dados analisados pelos testes ANOVA e Tukey ($p < 0,05$).

Resultados: Observou-se redução, estatisticamente significativa, após desafio erosivo, na microdureza das resinas Filtek Z350XT, Filtek P90, Opallis e do ionômero Vitremer. A análise da rugosidade e da massa não mostrou alteração significativa. Agrupando-se as três propriedades, constatou-se melhor estabilidade ao desafio erosivo para as resinas compostas.

Conclusão: O desafio erosivo não alterou a rugosidade e nem a massa dos materiais avaliados. Para a microdureza, houve uma redução significativa do Vitremer e das resinas compostas, com exceção da Filtek Z250.

INTRODUÇÃO

Na cavidade bucal vários fenômenos estão associados ao desgaste dos dentes e dos materiais restauradores. Dentre eles, têm-se a abrasão, atrição, abfração e a erosão. Este último é definido como perda progressiva de tecido duro por um processo químico que não envolve bactérias [1]. Podendo ser causada por fatores exógenos, relacionado ao consumo frequente de bebidas ácidas e sucos de frutas [2], ou endógenos, quando dentes e restaurações estão expostos ao suco gástrico [3], por refluxo gastro-esofágico, vômitos ou exposição a ambientes ácidos. Segundo Jaeggi & Lussi [4] a prevalência da erosão dentária tem aumentado, sobretudo em crianças e adolescentes devido ao consumo frequente de produtos que apresentam pH baixo. No entanto deve-se ressaltar que o potencial erosivo de uma bebida não depende exclusivamente de seu pH, mas também da sua capacidade tampão alta, frequência e duração de ingestão [5].

Quando o diagnóstico de erosão dentária é realizado, primeiramente instituem-se procedimentos para controlá-la, como remoção do agente causal e aplicações tópicas de flúor. No entanto quando há comprometimento estético, funcional ou a presença de dor, procedimentos restauradores estão indicados [6] para restabelecer a estrutura perdida, função e controlar a sensibilidade [7].

Vários são os materiais utilizados para este fim, dentre eles têm-se os cimentos de ionômero de vidro resinosos e as resinas compostas. No entanto ainda existem questões sobre o comportamento destes materiais quando expostos a soluções ácidas, porque a maioria das pesquisas avalia o desgaste das restaurações através da abrasão por escovação. Entretanto Yu *et al.* [8] observaram que a perda de substâncias visualizada através de profilômetro foi maior quando os materiais restauradores foram submetidos à erosão do que à abrasão. Ainda observaram que, a erosão intensifica a perda de material restaurador quando este é também submetido à abrasão.

Considerando-se o aumento no consumo de bebidas ácidas, o aumento da prevalência da erosão em crianças e adolescentes e a influência direta destas sobre os materiais restauradores, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, *in vitro*, as alterações na microdureza, na rugosidade e na massa de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso submetidos a um desafio erosivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa *in vitro* foram avaliados materiais restauradores considerando-se indicação e utilização em restaurações diretas. Para tanto foi avaliado um cimento de ionômero de vidro resinoso e resinas compostas com diferentes composições (Tabela 1).

Confecção dos corpos de prova

Confeccionou-se um total de 30 corpos de prova para cada material restaurador, que foram analisados quanto à microdureza (n=10), à rugosidade (n=10) e à massa (n=10).

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando-se um dispositivo, feito com uma matriz bipartida em estrutura de aço inoxidável, com cinco perfurações medindo 5,0mm de diâmetro e 2,0mm de altura. Para o preenchimento, a matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro e uma fita matriz de poliéster (TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brasil). A resina composta foi inserida com uma espátula para compósitos em um único incremento e o cimento de ionômero de vidro resinoso, através da Centrix (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Após a inserção dos materiais, foram cobertos por uma fita matriz de poliéster e outra placa de vidro. Sobre o conjunto foi exercida uma pressão digital por 10s para uniformizar a superfície e possibilitar o extravasamento do excesso de material. Em

seguida, a placa de vidro foi deslocada para que a polimerização dos materiais fosse feita com o aparelho LED (Emitter C- Schuster- RS- Brasil), com comprimento de onda de 470nm, cuja potência foi mantida entre 1037-1090 mW/cm², por meio de um radiômetro (Radiômetro RD-7/ ECEL-Ribeirão Preto- SP). Utilizou-se o tempo preconizado pelos fabricantes para a fotoativação, que resultou em energia superior ao recomendado (12 J/cm²) [9] para uma polimerização máxima dos materiais. Após a fotopolimerização, os corpos de prova ficaram acondicionados em frascos escuros individualizados, imersos em água destilada e mantidos a 37°C em estufa por 24 horas.

Os corpos de prova que foram analisados quanto à microdureza superficial e rugosidade, foram agrupados e embutidos em resina acrílica para que o polimento fosse padronizado. Para tal, foram fixados em fita dupla-face (3M) e embutidos em tubos de PVC (2,5cm de diâmetro e 2cm de altura) com resina acrílica. Para o polimento utilizou-se lixas d'água com granulações 600, 1000, 1200, 1500 e disco de feltro e pastas de alumina de granulações 1 μ , 0,3 μ e 0,05 μ (Arotec), na velocidade de 600rpm em politriz (Panambra Struers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil) por 30s. Ao final de cada lixa e entre as etapas de polimento, os corpos de prova foram levados ao ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D) com água destilada por 5 minutos para a remoção dos resíduos provenientes do polimento.

Desafio erosivo

O desafio erosivo foi realizado com bebida do tipo cola, 3 vezes ao dia por 5 minutos. Antes e após a imersão, os corpos de prova foram lavados em água destilada por 10 segundos e secos com papel absorvente. E quando não estavam imersos na solução erosiva, foram expostos à ciclagem de pH. Que consistiu em 10 ciclos, nos quais os corpos de prova permaneceram diariamente a 37°C por 3 horas em solução desmineralizante e por 21 horas em solução remineralizante [10, 11]. Após o quinto dia os corpos de prova permaneceram na solução remineralizante por 48 horas, tendo sido trocadas para um novo ciclo de cinco dias [10, 11], totalizando 14 dias. Cada 1 mm do corpo de prova ficou imerso em 6,24 ml da solução desmineralizante e em 3,12 ml da solução remineralizante (Tabela 2).

Após o término do desafio erosivo, os corpos de prova foram lavados com água destilada e armazenados em recipientes plásticos fechados com água destilada e conservados em estufa até a realização das análises finais.

Análises da massa

Para a verificação da massa, os corpos de prova foram removidos dos frascos e secos, individualmente, com papel absorvente. Após a secagem, eram posicionados na região central do prato de uma balança eletrônica Bioprecisa (modelo FA 2104N- Ativa Química Com. Prod. p/Lab. Ltda., São Paulo, SP, Brazil), cuja massa é expressa em gramas e tem precisão de 0,0001g. Durante a pesagem, a porta da balança era fechada para evitar interferência do meio externo. Em virtude da expansão higroscópica, os corpos de prova foram pesados a cada intervalo de 24 horas por no máximo 15 dias, até que apresentassem valores semelhantes em 3 dias consecutivos. A partir destes 3 valores calculou-se a média aritmética e determinou-se a massa inicial (MI) e final (MF) dos corpos de prova. A alteração na massa foi obtida pelo cálculo da diferença entre a MF e MI.

Análises da microdureza

Para avaliação da microdureza utilizou-se um microdurômetro com ponta indentadora Vickers (Micro Hardness Tester; Shimadzu) com carga de 100g por 10s. Foram realizadas 5 indentações ao longo do diâmetro de cada corpo de prova (Figura 1). A média de microdureza inicial (DI) e final (DF) foi calculada a partir da média aritmética dos cinco valores.

Análises da rugosidade

Para o teste de rugosidade utilizou-se um Rugosímetro de bancada Taylor Hobson (EUA), através do parâmetro vertical Ra que expressa quantitativamente a rugosidade superficial em micrometro (μm). Foram feitas três leituras em cada amostra, tomadas no centro do corpo de provas e próximo às extremidades, formando três linhas paralelas, de forma livre e aleatória.

A média de rugosidade inicial (RI) e final (RF) foi calculada a partir da média aritmética dos três valores.

RESULTADOS

As médias de massa, expressas em gramas (g), de microdureza Vickers e de rugosidade, expressa em Ra (μm) de cada resina composta e do cimento de ionômero de vidro resinoso, antes e após o desafio erosivo foram comparadas com ANOVA e Tukey (Tabela 3).

Avaliou-se também, a comparação dos materiais quanto às diferenças percentuais observadas, antes e após o desafio erosivo, para massa (Figura 2) e microdureza (Figura 3).

A avaliação dos materiais em relação às três propriedades simultaneamente foi realizada a partir da conversão das medidas de massa, microdureza e rugosidade para uma escala monótona entre 0 e 1. Foram considerados os melhores valores: a menor alteração de massa, o maior valor de microdureza final e o menor valor de rugosidade final. As médias foram comparadas com análise de variância a um critério (ANOVA) (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, as resinas compostas Filtek Z350XT, Filtek P90, Opallis e o cimento de ionômero de vidro resinoso Vitremer, mostraram alteração quanto à microdureza após o desafio erosivo. No entanto, para a resina composta Filtek Z250, não houve significância estatística. Em relação às análises da massa e rugosidade não foram observadas alterações significativas.

Para o desafio erosivo utilizou-se uma bebida do tipo cola, porque além de apresentar baixo pH e baixa concentração de cálcio e flúor, é consumida com frequência [12]. As três imersões diárias, por 5 minutos cada, foi estabelecida para simular um alto risco para erosão dentária [13]. Além da ciclagem de pH para simular um baixo desafio ácido em relação à alimentação [10].

Em relação à microdureza, o desafio erosivo, proporcionou uma redução significativa para as resinas FilteK Z350XT, Opallis, Filtek P90 e para o Vitremer. A Filtek Z250 apesar de ter apresentado uma redução no valor médio, este não foi estatisticamente significativo, resultado similar ao encontrado por Wongkhantee *et al.* [14]. Para as resinas, esta redução pode estar relacionada à perda das partículas de carga, à degradação tanto do agente de união (silano) quanto da matriz resinosa [15]. A ação dos ácidos sobre as resinas compostas ocorre provavelmente devido à interação solvente-

polímero. Ao entrarem em contato com o polímero, os ácidos substituem as ligações secundárias entre as macromoléculas e diminuem a interação entre elas, fazendo com que uma molécula de polímero deixe de interagir com a outra e com isso ocorra a diminuição da microdureza do material [16]. Esta diminuição ocorre com maior rapidez naquelas resinas onde a porcentagem de carga é menor [17]. Outro aspecto que também pode estar relacionado à diminuição da microdureza é a solubilidade e absorção de água pelos materiais, visto que a água se difunde na matriz, causa sua degradação e reduz as propriedades mecânicas [18].

Em relação ao cimento de ionômero de vidro resinoso, a redução significativa na microdureza, similar aos estudos de Aliping- Mckenzie, Linden e Nicholson [19], Silva *et al.* [20] e Honório *et al.* [21], pode ser explicada pela dissolução da matriz resinosa periférica às partículas de vidro e pode ser resultado da dissolução da camada de hidrogel [22]. Por apresentar o HEMA, monômero que está presente em forma de hidrogel nas matrizes polimerizadas, sua natureza hidrofílica favorece elevada absorção de água [23] e por consequência diminuição na qualidade de suas propriedades.

A redução da microdureza em percentual mostrou: Vitremer >Opallis> P90> Z350XT> Z250. Resultado contrário ao encontrado por Francisconi *et al.* [24] e Rios *et al.* [25], que não observaram diferença estatística na porcentagem de redução da microdureza entre a Z250 e o Vitremer. Isto pode ser justificado pela metodologia. Além dos diferentes períodos de exposição ao desafio erosivo e à ciclagem de pH, no estudo *in situ* de Francisconi *et al.* [24], ainda tiveram o efeito protetor das proteínas salivares. E a redução no percentual da microdureza para a resina Filtek Z350XT decorreu provavelmente da perda de maior quantidade de carga, uma vez que houve degradação do silano e deslocamento dos nanoaglomerados.

Quanto à microdureza, as médias em ordem decrescente foram: Filtek Z350XT > Filtek Z250 > Opallis> Filtek P90 > Vitremer. Resultado relacionado à porcentagem do volume de partículas de carga presentes nas resinas. A Filtek Z350XT apresenta maior porcentagem de carga inorgânica em volume (63,3%), seguida da Filtek Z250 (60%), Opallis (58%) e Filtek P90 (55%).

Considerando a massa, observou-se um aumento para todos os materiais restauradores (Opallis> Vitremer> Filtek Z250> Filtek P90> Filtek Z350XT), apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre eles. Isso provavelmente ocorreu em virtude da incorporação de água durante o período em que as amostras ficaram imersas. Esta absorção de água e o comportamento de solubilidade dos materiais resinosos dependem da composição da matriz [26]. O HEMA, por exemplo, é um componente hidrófilo das matrizes à base de metacrilato, por esta razão, materiais que apresentam maior percentual de HEMA, tendem a absorver mais água [27]. Por outro lado, resina com matriz à base de silorano, como a Filtek P90, absorve pouca água, característica que provavelmente justifica o pequeno aumento de sua massa.

A avaliação da rugosidade mostrou que as resinas compostas se comportaram de forma semelhante: todas apresentaram redução após o desafio erosivo, embora sem diferença estatística. Resultado contrário ao estudo de Souza *et al.* [16] e Wang *et al.* [27] que observaram um aumento na rugosidade de resinas compostas após imersão em solução ácida. Esta diferença pode ter ocorrido em virtude da diferença de composição das soluções, bem como o maior tempo de exposição a estas, nesses estudos. Braga *et al.* [28], constataram contudo, que a Coca - Cola foi a bebida ácida que menos causou alteração na rugosidade superficial dos materiais testados. Importante salientar que o potencial erosivo de uma bebida ácida, não depende exclusivamente de seu pH, mas também é fortemente influenciado pela titulação, pelas propriedades de quelação do ácido, frequência e duração de ingestão [5].

Quanto ao Vitremer, observou-se um aumento na rugosidade, justificado pelos elos insuficientes entre a ligação cruzada da rede polialquenóide e correntes poliméricas que agem aumentando a susceptibilidade a sua degradação [29].

Após o desafio erosivo, observou-se em relação à rugosidade que: Z250=P90=Opallis<Z350=Vitremmer. Sugere-se que determinados materiais são capazes de oferecer resistência ao desgaste, devido à presença de nanopartículas na composição [30]. No entanto frente aos resultados desta pesquisa, supõe-se que os nanoaglomerados podem ter sido deslocados após o desafio erosivo, com conseqüente formação de depressões na superfície (Figuras 4 e 5).

CONCLUSÃO

O desafio erosivo não interferiu na massa e nem na rugosidade dos materiais analisados. No entanto para a análise da microdureza observou-se uma queda significativa para o Vitremmer e para as resinas compostas, com exceção da Filtek Z250. Considerando o agrupamento das três propriedades, constatou-se um melhor comportamento após o desafio erosivo para as resinas compostas.

BULLETS POINTS

- *O que este artigo acrescenta: (What this paper adds)*

Contribui para o conhecimento de propriedades importantes de materiais restauradores frente a um desafio erosivo.

- *Por que este artigo é importante para os odontopediatras: (Why this paper is important to paediatric dentists)*

Em virtude do aumento da erosão dentária em crianças e adolescentes, associado ao consumo de bebidas ácidas, este estudo ajuda o Odontopediatra a conhecer o comportamento de materiais restauradores usados habitualmente em clínica, quando exposto a uma bebida ácida.

REFERÊNCIAS

1. Amaechi BT, Higham SM. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. *J Dent.* 2005; 33: 243-52.
2. Jensdottir T, Holbrook P, Nauntofte B, et al. Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices. *J Dent Res.* 2006; 85: 226–30.
3. Jones L, Lekkas D, Hunt D, McIntyre J, et al. Studies on dental erosion: an in vivo–in vitro model of endogenous dental erosion-its application to testing protection by fluoride gel application. *Aust Dent J.* 2002; 47: 304–8.
4. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 44–65.
5. Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Scharer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res.* 1995; 29: 349-54.
6. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigão J, et al. Restorative therapy for erosive lesions. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 229-40.
7. Jaeggi T, Gruninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 200–214.
8. Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, et al. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent.* 2009; 37: 913-22.
9. Calheiros FC, Kawano Y, Stansbury JW, et al. Influence of radiant exposure on contraction stress, degree of conversion and mechanical properties of resin composites. *Dent Mater.* 2006; 22: 799- 803.
10. Ten Cate JM, Duijsters PPE. Alternating desmineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res.* 1982; 16(3): 201-10.

11. Featherstone JDB, O'Reilly MN, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: Leasch SA, editors. Factors relating to desmineralization and remineralization of the teeth. Oxford: IRL; 1986. p. 23-34.
12. Lussi A, Jaeggi T, Zero T. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004; 38: 34–44.
13. Rios D, Honório HM, Magalhães AC, et al. Effect of salivary stimulation on erosion subjected or not to abrasion in human and bovine enamel: an in situ/ex vivo study. *Caries Res.* 2006; 40: 218–23.
14. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, et al. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006; 34: 214-220.
15. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, et al. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater.* 1990; 6: 123-8.
16. Souza NC, Pozzobon RT, Susin AH, et al. Evaluation of surface roughness of one composite resin. *RGO.* 2005; 53:71-4.
17. Carvalho JC, Torres CR, Araújo RM, et al. Influence of lactic acid on microhardness of composites. *RGO.* 2005; 53: 7-11.
18. Örtengren U, Andersson F, Elgh U, et al. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent.* 2001; 29: 35-41.
19. Aliping-Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 1046-52.
20. Silva KG, Pedrini D, Delbem CAB, et al. Microhardness and fluoride release of restorative materials in different media storage. *Braz Dent J.* 2007; 18: 309-13.
21. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, et al. Effect of prolonged pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2008; 35: 947-53.
22. Turssi CP, Hara AT, Serra MC, et al. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 864–871.
23. Ellakuria J, et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin modified versus conventional glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2003; 19: 286-90.
24. Franciscone LF, Honório HM, Rios D, et al. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent.* 2008; 33: 203-8.
25. Rios D, Honório HM, Francisconi LF, et al. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent.* 2008; 36: 152-7.
26. Örtengren U, Wellendorf H, Karlsson S, et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1106-15.
27. Wang L, Cefaly DF, Santos JL, et al. In vitro interactions between lactic acid solution and art glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 274-79.
28. Braga SRM, Garone Netto N, Soler JMP, et al. Degradation of the restorative materials used in non-carious cervical lesions. *RGO.* 2010; 58: 431-6.
29. Turssi CP, Hara AT, Magalhães CS, et al. Influence of storage regime prior to abrasion on surface topography of restorative materials. *J Biomed Mat Res.* 2002; 65: 227-32.
30. Mitra SB, Wu D, Holmes B. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134: 1382-90.

Tabelas

Tabela 1. Materiais utilizados na pesquisa, descritos de acordo com as instruções do fabricante.

<i>MATERIAL/ FABRICANTE</i>	<i>FILTEK Z250/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK Z350XT/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK P90/ 3M ESPE</i>	<i>OPALLIS/ FGM</i>	<i>VITREMER/ 3M ESPE</i>
CLASSIFICAÇÃO	Híbrida	Nanoparticulada	Híbrida	Híbrida	Ionômero de vidro resinoso
COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ORGÂNICA	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	Silorano	BISGMA, BIS-EMA, TEGDMA	Pó: cristais de Fluoralumínio-silicato, persulfato de potássio, ácido ascórbico Líquido: ácido polialcenóico, grupos metacrilatos, água, HEMA, canforoquinona
TIPO DE PARTÍCULAS INORGÂNICAS	Zircônia e Sílica	Sílica e Zircônia	Quartzo	Vidro de Ba/Al Silicato e Dióxido de silício	
TAMANHO DAS PARTÍCULAS	0,01-3,5µ Tam. Médio 0,6µ	4-11nm Nanoaglomerado 0,6-10µ	0,1-2µ	4nm a 0,3µ Tam. Médio 0,5µ	
CONTEÚDO DE CARGA	60% vol.	63,3% vol.	55% vol.	58% vol.	
COR	B1	B1B	B2	B0,5	PEDO
TEMPO DE FOTOATIVACÃO	20s	20s	20s	120s	40S
LOTE	7PE	N166903	139697	181008	0818200175

Tabela 2. Composição das soluções utilizadas na ciclagem de pH.

<i>SOLUÇÃO DESMINERALIZANTE</i>	<i>SOLUÇÃO REMINERALIZANTE</i>
Tampão de acetato 75mM	Tampão TRIS 0,1M
pH 4,3	pH 7,0
2,0 mM Ca	1,5 mM de Ca
2,0 mM P	0,9 mM de P
	150 mM de KCl

Tabela 3. Média, desvio padrão e comparação das médias nos tempos “antes” e “após” o desafio erosivo em relação à massa, microdureza e rugosidade.

MATERIAL	Antes Média	DP	Após média	DP	p
Análise da massa					
Z250	0,0898 ^a	0,0031	0,0903 ^x	0,0031	0,7315
Z350XT	0,0896 ^a	0,0033	0,0896 ^x	0,0033	0,9894
P90	0,0885 ^a	0,0023	0,0887 ^x	0,0021	0,7880
Opallis	0,0895 ^a	0,0035	0,0913 ^x	0,0037	0,2715
Vitremer	0,0816 ^b	0,0054	0,0822 ^y	0,0055	0,8040
Análise da dureza					
Z250	99,910 ^a	6,867	95,960 ^x	8,716	0,2751
Z350XT	103,220 ^a	4,707	97,610 ^x	2,831	0,0046
P90	63,980 ^c	3,457	57,780 ^w	1,901	0,0001
Opallis	84,090 ^b	4,904	69,930 ^y	4,631	0,0000
Vitremer	50,690 ^d	5,286	37,940 ^z	4,952	0,0000
Análise da rugosidade					
Z250	0,0486 ^a	0,0127	0,0406 ^x	0,0083	0,1128
Z350XT	0,2757 ^c	0,1743	0,2671 ^y	0,1697	0,9129
P90	0,0557 ^a	0,0299	0,0439 ^x	0,0081	0,2450
Opallis	0,1246 ^{ab}	0,1055	0,1186 ^x	0,1071	0,9012
Vitremer	0,2600 ^{bc}	0,1420	0,2844 ^y	0,1226	0,6855

Letras iguais são equivalentes estatisticamente.

DP- desvio padrão

p- significância

Tabela 4. Valores de Médias compostas pela massa, microdureza e rugosidade dos 5 materiais analisados.

MATERIAL	Média	DP
Z250	0,922 ^A	0,028
Z350XT	0,819 ^{a,b}	0,085
P90	0,745 ^{a,b}	0,101
OPALLIS	0,684 ^{b,c}	0,080
VITREMER	0,515 ^C	0,129

Letras iguais são equivalentes estatisticamente.

DP= desvio padrão

p= significância

FIGURAS

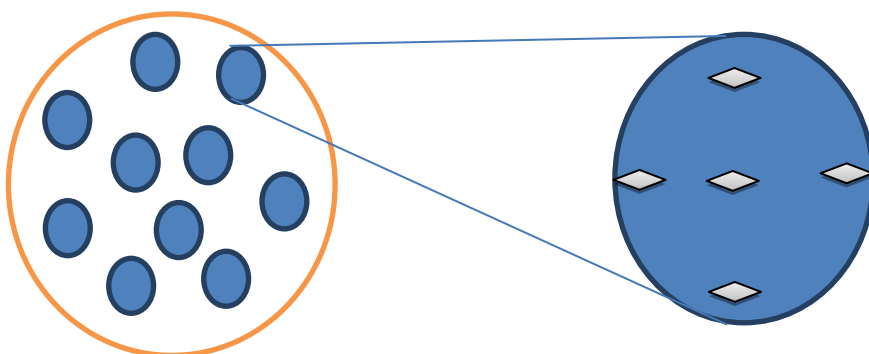


Figura 1. Esquema das indentações *Vickers* realizadas nos corpos de prova.

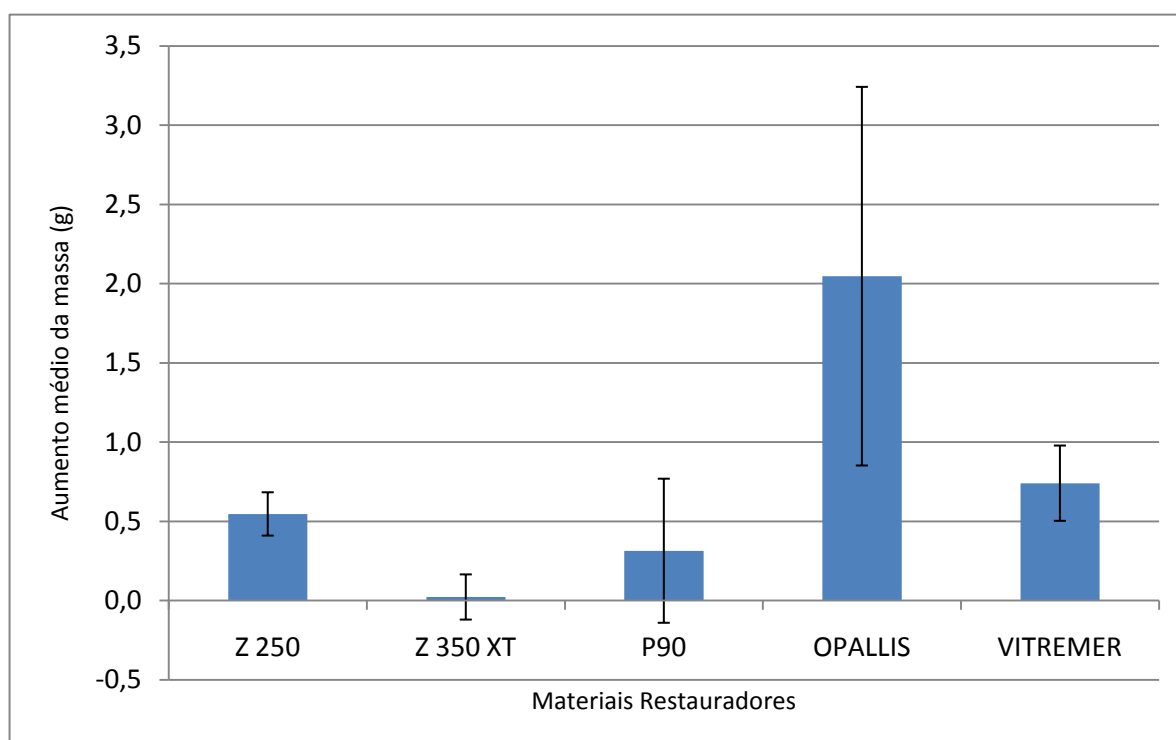


Figura 2. Gráfico de barras: Valores médios dos aumentos percentuais de massa (g), com intervalo de confiança, observados após o desafio erosivo dos 5 materiais analisados.

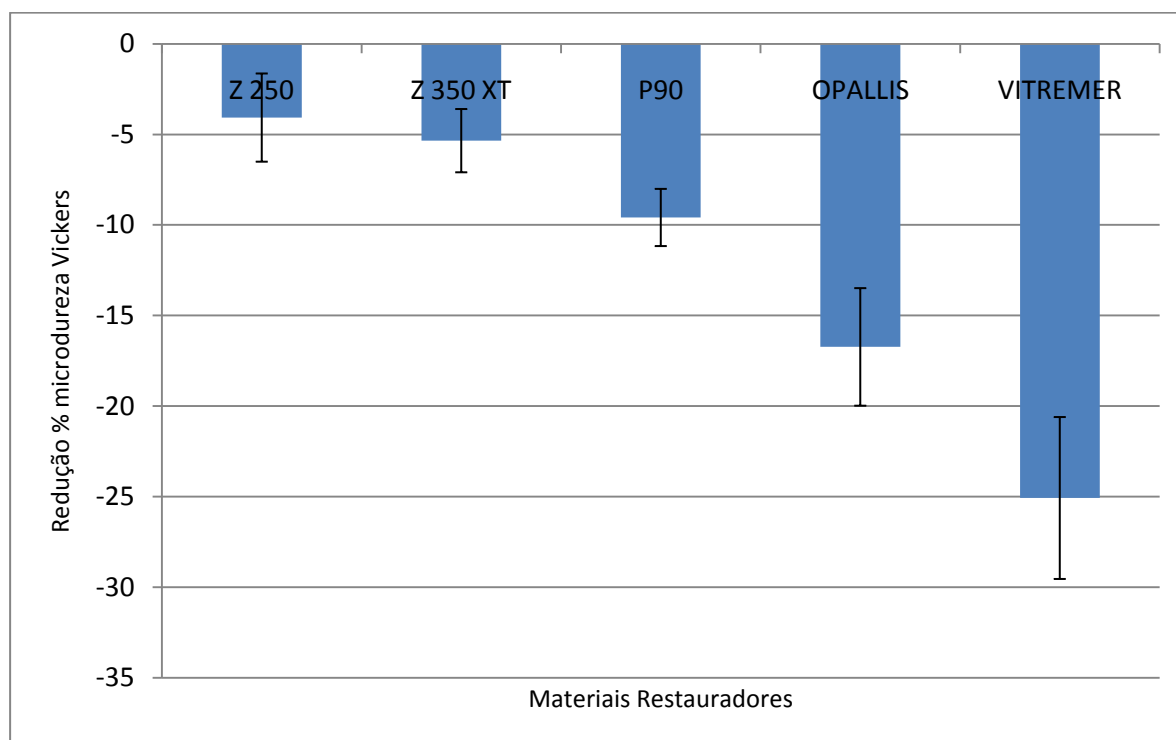


Figura 3. Gráfico de barras: Valores médios das reduções percentuais de microdureza Vickers, com intervalo de confiança, observados após o desafio erosivo dos 5 materiais analisados.

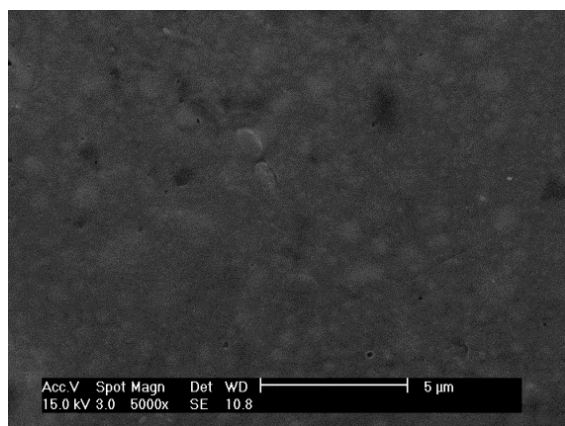


Figura 4A

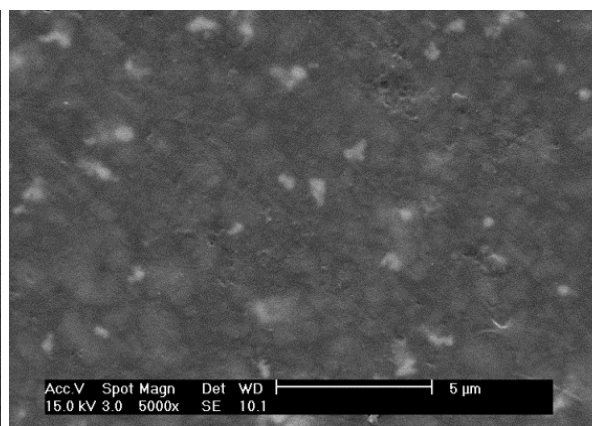


Figura 4B

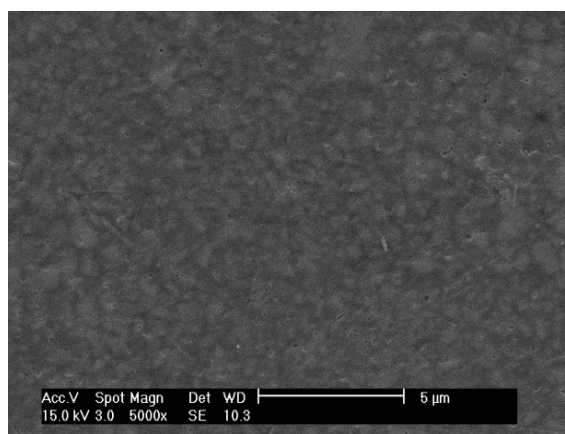


Figura 4C

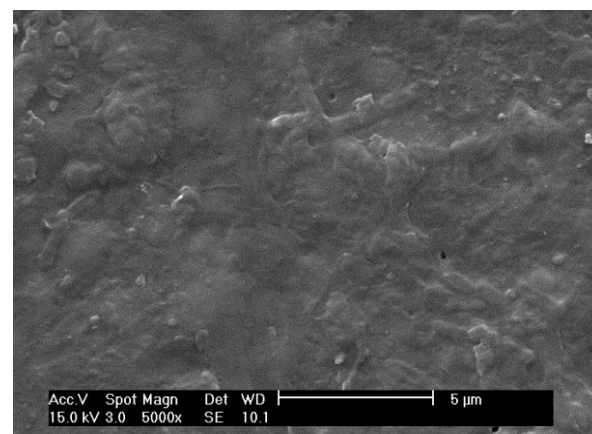


Figura 4D

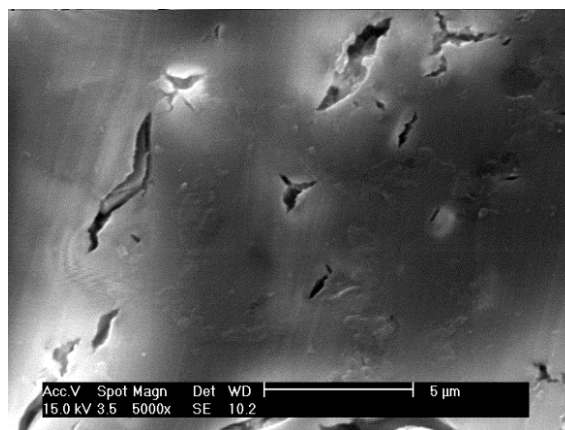


Figura 4E

Figura 4. Fotomicrografias ilustrativas da superfície dos materiais restauradores após o desafio erosivo (aumento 5000x). Figura 4A- Filtek Z250, Figura 4B- Filtek P90, Figura 4C- Opallis, Figura 4D- Filtek Z350XT, Figura 4E- Vitremer.

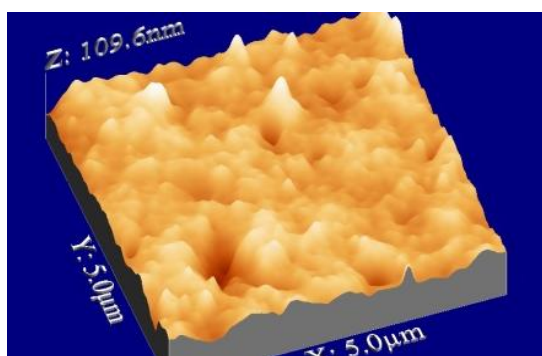


Figura 5A

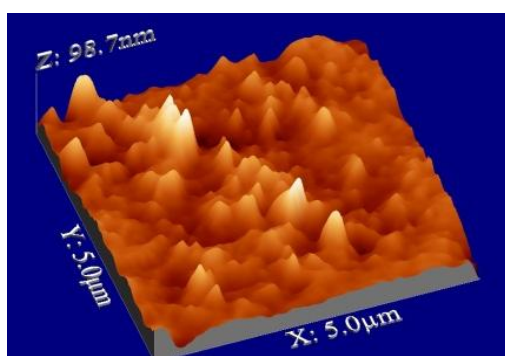


Figura 5B

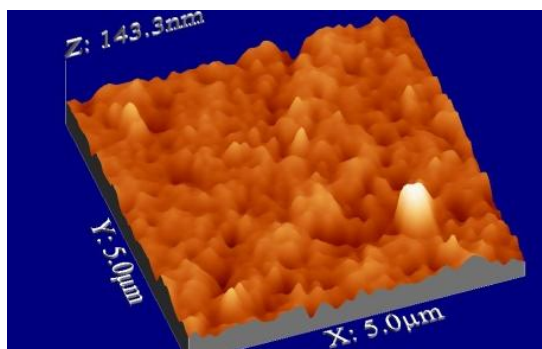


Figura 5C

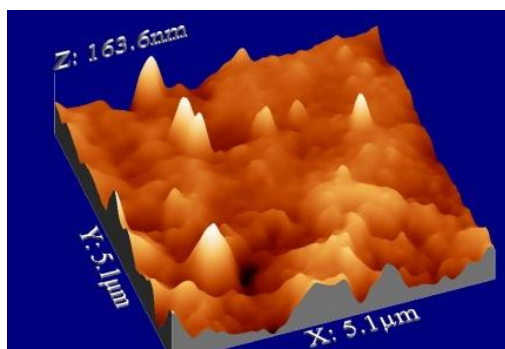


Figura 5D

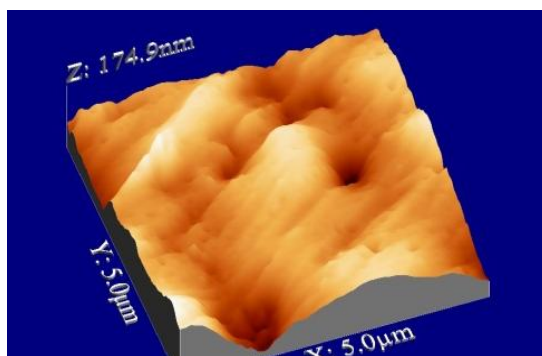


Figura 5E

Figura 5. Imagens por microscopia de força atômica das superfícies dos materiais restauradores após o desafio erosivo. Figura 5A- Filtek Z250, Figura 5B- Filtek P90, Figura 5C- Opallis, Figura 5D- Filtek Z350XT, Figura 5E- Vitremer.

ARTIGO**2.2 Versão em inglês****Behaviour of composite resins and glass-ionomer resin cement after erosive challenge – an *in vitro* study**

Espezim CS, BernardonJK , Calvo MCM, Almeida ICS

Key-words: Composite resins, glass ionomer cements, tooth erosion, physical properties.

Corresponding author: Catherine Schmitz Espezim
Rua Duarte Schutel, 181 apto 426- Centro- Florianópolis
CEP: 88.015-640 - SC - Brasil
Fone: +55 (0) 48 30253978
e-mail: cespezim@yahoo.com.br

ABSTRACT

Background: Acidic beverages has a direct interference in the properties of restorative materials

Objective: To evaluate *in vitro* the changes in microhardness, rugosity and mass of composite resins and of a glass-ionomer resin cement submitted to erosive challenge.

Materials & Methods: Ten cylindrical samples (5.0 mm diameter x 2.0 mm thickness) were prepared from Filtek Z250/ 3M ESPE, Filtek Z350XT/ 3M ESPE, Filtek P90/ 3M ESPE, Opallis/ FGM e Vitremer/ 3M ESPE. After the initial reading of microhardness, rugosity and mass, the samples were submitted to erosive challenge which consisted of three daily immersions in cola beverage for 5 minutes. Out of immersion, the samples were submitted to pH cycling. At the end of the erosive challenge, microhardness, rugosity and mass were measured again and the resulting data were analysed by means of ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$).

Results: Statistically significant reduction in microhardness was observed in the composite resins Filtek Z350XT, Filtek P90, and Opallis as well as in the glass-ionomer Vitremer following the erosive challenge. Analysis of rugosity and mass showed no significant changes. Considering the three physical properties as a whole, it was found better stability to the erosive challenge for composites resins.

Conclusion: Erosive challenge influenced neither the rugosity nor the mass of the materials evaluated. As for the microhardness, it was observed a significant reduction for glass-ionomer cement and composite resins, except for Filtek Z250.

INTRODUCTION

Several phenomena are associated with the erosion of teeth and restorative materials within the oral cavity. Amongst them, one can cite abrasion, attrition, abfraction and erosion. This latter is defined as being the progressive loss of hard tissue as a result of chemical process involving no bacteria [1]. In fact, erosion can be caused by either exogenous factors related to frequent consumption of acidic beverages and fruit juices [2], or endogenous factors in which teeth and restorations are exposed to gastric juice [3] resulting from gastro- esophageal reflux, vomit or exposure to acidic environment. According to Jaeggi & Lussi [4] the prevalence of dental erosion has increased, mainly in children and adolescents due to the regular consumption of products presenting low pH level. However, it should be emphasised that the erosive potential of a beverage does not depend exclusively on its pH, but also on its buffer capacity and ingestion frequency and duration [5].

When dental erosion is diagnosed, procedures aimed to control it are usually carried out, such as removal of the causal agent and topical application of fluoride. However, when aesthetic or functional improvement as well as pain are present, restorative procedures are indicated [6] to re-establish structure, function and control sensibility [7].

There are several materials used for this purpose, such as glass-ionomer resin cement and composite resins. However, the behaviour of these materials when exposed to acidic solutions has still been questioned as most studies assess wear of the restorations by means of brushing abrasion. However, Yu *et al.* [8] observed that loss of substance visualised through profilometer was found to be greater for restorative materials submitted to erosion than for those submitted to abrasion.

Considering the increase in the consumption of acidic beverages, the increase in the erosion prevalence in children and adolescents and the direct influence of these on the restorative materials, the objective of the present *in vitro* study was to assess possible changes in microhardness, rugosity and mass of composite resins and a glass-ionomer resin cement submitted to erosive challenge.

MATERIALS & METHODS

Restorative materials were selected for the present *in vitro* study by taking into account indication and direct usage of restorations. Therefore, a glass-ionomer resin cement and composite resins with different compositions (Table 1).

Sample Preparation

A total of 30 samples were prepared for each restorative material, which were then analysed in terms of microhardness (n = 10), rugosity (n = 10) and mass (n = 10).

The samples were prepared by using a device consisting of a bipartite matrix mounted on a structure made of stainless steel with five perforations of 5.0 mm in diameter and 2.0 mm in height. The matrix was then positioned on glass plate with a polyester matrix tape (TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brazil) for filling. The composite resin was inserted by using a spatula in one increment, whereas the glass-ionomer resin cement was inserted by using a Centrix syringe (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brazil).

After inserting the materials, they were covered with polyester matrix tape and another glass plate. A digital pressure was exerted on the set for 10 seconds in order to make the surface uniform and allow extravasations of the material in excess. Next, the glass plate was shifted so that the materials could be polymerised with a LED device (Emitter C- Schuster- RS- Brazil) with a wavelength of 470nm, operating at potency between 1037-1090 mW/cm², which was gauged by means of a radiometer (Radiômetro

RD-7/ ECE, Ribeirão Preto - SP). Photoactivation time was established according to the respective materials' manufacturers, resulting in energy superior to that (12 J/cm^2) [9] recommended for maximum polymerisation of the materials. After photopolymerisation, the samples were stored in individual dark flasks, immersed in distilled water, and kept at 37°C in stove for 24 hours.

The samples analysed for microhardness and rugosity were grouped and then inserted into acrylic resin in order to standardise the polishing procedure. For doing so, the samples were attached to double-face adhesive tape (3M) and inserted into PVC tubes (2.5 cm in diameter x 2.0 cm in height) containing acrylic resin. Fine sandpapers with 600, 1000, 1200 and 1500 grits, felt disc, and alumina pastes with 1μ , 0.3μ and 0.05μ (Arotec) were used to polish the samples by means of a polishing machine (Panambra Struers DP-10- Panambra, São Paulo, Brasil) at speed of 600 rpm for 30 s. Before replacing each sandpaper and between the polishing steps, the samples were placed in distilled water and submitted to ultrasound (UltrasonicCleaner, 1440D) for 5 minutes to remove any residue produced by the polishing procedure.

Erosive Challenge

The erosive challenge was performed by immersing the samples in cola beverage for 5 minutes three times a day. Before and after each immersion, the samples were washed in distilled water for 10 seconds and dried with absorbing paper. When not immersed, the samples remained exposed to pH cycling (10 cycles) everyday at 37°C in demineralising solution for 3 hours and in re-mineralising solution for 21 hours [10, 11]. After the fifth day, the samples remained 48 hours in re-mineralising solution, which was then replaced for another 5-day cycle [10, 11], thus totalising 14 days. Each 1 mm^2 of the sample was immersed in 6.24 ml of demineralising solution and in 3.12 ml of re-mineralising solution (Table 2).

After the erosive challenge, the samples were washed with distilled water and stored in plastic containers with distilled water for storage in stove until final analyses.

Analysis of Mass

The samples were weighed by using an electronic balance, Bioprecisa, model FA 2104N (Ativa Química Com. Prod. p/Lab. Ltda., São Paulo, SP, Brazil), whose mass is expressed in grams with a precision of 0.0001g. Mass was measured with the samples being previously dried on absorbing paper and positioned individually in the centre of the balance pan. Because of the hygroscopic expansion, the value of the mass was considered after obtaining of a constant value from three consecutive weightings. For doing so, all samples were weighted on a daily basis for up to 15 days. The arithmetic mean was calculated from the last three values, and initial (IM) and final (FM) masses of the samples were also determined. Changes in the mass of the samples was obtained by calculating the difference between IM and FM.

Analysis of Microhardness

A microhardness tester with Vickers indenter tip (Shimadzu) operating at a load of 100g for 10 seconds was used for assessment of the microhardness. Five indentations were made along the diameter of each sample (Figure 1). The mean values for initial (ID) and final (FD) microhardness was calculated from the arithmetic mean of the five values.

Analysis of Rugosity

The rugosity test was performed with a Taylor-Hobson roughness tester, with the vertical parameter expressing quantitatively the surface rugosity in micrometer (μm). Three readings were made for each sample, that is, passing through the centre of the sample and next the extremities, thus forming three parallel lines freely and randomly.

The mean values for initial (IR) and final (FR) rugosity was calculated from the arithmetic mean of the three values.

RESULTS

The mean values of mass, expressed in grams (g), microhardness and rugosity, expressed in Ra (μm), for each composite resin and for the glass-ionomer resin cement obtained before and after erosive challenge were compared by using ANOVA and Tukey's test (Table 3).

It was also assessed the comparison between the materials regarding percentage differences in mass (Figure 2) and microhardness (Figure 3) found before and after the erosive challenge.

The assessment of the materials regarding the three physical properties simultaneously was performed by converting the mean values of mass, microhardness and rugosity for a monotonous scale ranging from 0 to 1. The best values were considered as follows: the lowest mass change, the highest value for final microhardness, and the lowest value of final rugosity. The mean values were compared by using one-way analysis of variance (ANOVA) (Table 4).

DISCUSSION

Amongst the materials assessed in the present study, the composites resins Filtek Z350XT, Filtek P90, and Opallis and glass-ionomer resin cement Vitremer showed changes in their microhardness when exposed to erosive challenge, although Filtek Z250 had no significant change. With regard to the analyses of mass and rugosity, no significant changes were observed.

For erosive challenge a cola beverage was used because of its low pH and low concentration of calcium and fluoride, besides being frequently consumed [12]. The three daily immersions for 5 minutes each were established in order to simulate a high risk of dental erosion [13], whereas the pH cycling was aimed to simulate a weak-acid challenge in terms of alimentation [10].

With regard to the microhardness, the erosive challenge caused a significant decrease in this physical property of the composite resins FilteK Z350XT, Opallis and Filtek P90 as well as of the glass-ionomer resin cement Vitremer. However, Filtek Z250 had no statistically significant decrease despite the reduction in mean value, a result similar to that found by Wongkhantee et al. [14]. As for the resins, such a decrease may be related to the loss of load particles and degradation of both bonding agent (silane) and matrix [15]. The action of the acids on composite resins relies upon the interaction between solvent and polymer. In contact with polymers, the acids replace the secondary bonds existing between the macromolecules and decrease the interaction between them, thus not allowing the polymer molecules to interact with each other, which reduced the microhardness of the material [16]. Such a decrease occurs more quickly in those resins whose charge percentage is lower [17]. Another aspect which may be related to the decreased microhardness is the water solubility and absorption of the materials, since water penetrates into the matrix and causes its degradation, impairing its mechanical properties as a result [18].

With regard to the glass-ionomer resin cement, the significant reduction in microhardness was similar to that found by McKenzie, Linden & Nicholson [19], Silva et al. [20] and Honorio et al. [21], which may be explained by both dissolution of the resin matrix surrounding the glass particles and dissolution of the hydrogel layer [22]. Because of the presence of HEMA, a hydrogel monomer within polymerised matrices, the hydrophilic nature of the glass-ionomer resin cement favours high water absorption [23], which causes a decrease in the quality of its properties.

If we consider the decrease in microhardness in terms of percentage, the following was observed: Vitremer > Opallis > P90 > Z350XT > Z250. This finding, however, does not correspond to that reported by Francisconi et al. [24] and Rios et al. [25], who observed no statistical difference in the percentage of microhardness reduction between Filtek Z250 and Vitremer. This discrepancy can be explained by the methodology. Besides the different periods of exposure to erosive challenge as well as to pH cycling, Francisconi et al. [24] also had the protective effect of the salivary proteins in their *in situ* study. The decreased microhardness of the Filtek Z350XT was probably due to a greater loss of load as silane was degraded and nano-agglomerates dislocated.

In decreasing order, the mean values of the microhardness were the following: Filtek Z350XT > Filtek Z250 > Opallis > Filtek P90 > Vitremer. This is a result related to the percentage volume of load particles in the resins. Filtek Z350XT had the highest percentage volume of inorganic load (63.3%), followed by Filtek Z250 (60%), Opallis (58.0%), and Filtek P90 (55%).

With regard to the mass, there was an increase in all restorative materials in the following order: Opallis > Vitremer > Filtek Z250 > Filtek P90 > Filtek Z350XT, although no statistically significant difference was observed between them. This may have occurred due to the incorporation of water during the period in which the samples were immersed. Such water absorption and solubility behaviour of resin materials depends on the matrix composition [26]. HEMA, for example, is a hydrophilic component of methacrylate-based matrices, and for this reason, those materials presenting higher percentage of HEMA tend to absorb more water [23]. On the other hand, resins with silorane-based matrix (e.g. Filtek P90) absorb less water, a feature probably explaining the small increase in the mass of these materials.

Assessment of the rugosity showed that composite resins behave in a similar way: all presented reduction in their roughness following erosive challenge, despite the lack of statistical difference. However, this result is not corroborated by studies conducted by Souza et al. [16] and Wang et al. [27], who observed an increase in rugosity of composite resins after their immersion in acidic solution. Such a difference may have occurred due to the different components of the solutions as well as to the longer exposure time. Braga et al. [28] found, nevertheless, that Coke-Cola was the acidic beverage causing less change in surface roughness of the material tested. It is important to emphasise that the erosive potential of acidic beverages does not depend exclusively on their pH, but also on titration, chelating properties, frequency and ingestion duration (5).

With regard to the glass-ionomer resin cement, it was observed an increase in rugosity, explained by the insufficient bounds between the cross-links of the poly-alkaloid network and the polymeric chains, which act by increasing the susceptibility to degradation, particularly in acidic media [29].

After the erosive challenge, the rugosity of the materials was found to be the following: Z250 = P90 = Opallis < Z350 = Vitremer. One can suggest that certain materials can offer resistance to wear because of the presence of nano-particles in their composition [30]. However, in view of the results obtained in the present study, it is thought that nano-agglomerates may have been dislocated following the erosive challenge, with consequent formation of depressions on the surface (Figures 4 and 5).

CONCLUSIONS

The erosive challenge interfered with neither mass nor rugosity of the materials evaluated. Nevertheless, analysis of the microhardness showed significant reduction for the glass-ionomer resin cement Vitremer as well as for the composite resins, except for Filtrek Z250. Considering the three properties as a whole, it was found that the composite resins presented improved behaviour following the erosive challenge.

BULLET POINTS

What this paper adds

This article contributes to the knowledge on certain properties of restorative materials submitted to erosive challenge.

Why this paper is important to paediatric dentists

Because of the increased dental erosion in children and adolescents, in association with the consumption of acidic beverage, the present study helps the paediatric dentists to know the behaviour of restorative materials exposed to acidic beverage and which are usually used in the clinical setting.

REFERENCES

1. Amaechi BT, Higham SM. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. *J Dent.* 2005; 33: 243-52.
2. Jensdottir T, Holbrook P, Nauntofte B, et al. Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices. *J Dent Res.* 2006; 85: 226–30.
3. Jones L, Lekkas D, Hunt D, McIntyre J, et al. Studies on dental erosion: an in vivo–in vitro model of endogenous dental erosion-its application to testing protection by fluoride gel application. *Aust Dent J.* 2002; 47: 304–8.
4. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 44–65.
5. Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Scharer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res.* 1995; 29: 349-54.
6. Lambrechts P, Van Meerbeek B, Perdigão J, et al. Restorative therapy for erosive lesions. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 229-40.
7. Jaeggi T, Gruninger A, Lussi A. Restorative therapy of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 200–214.
8. Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, et al. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent.* 2009; 37: 913-22.
9. Calheiros FC, Kawano Y, Stansbury JW, et al. Influence of radiant exposure on contraction stress, degree of conversion and mechanical properties of resin composites. *Dent Mater.* 2006; 22: 799- 803.
10. Ten Cate JM, Duijsters PPE. Alternating desmineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res.* 1982; 16(3): 201-10.
11. Featherstone JDB, O'Reilly MN, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: Leasch SA, editors. *Factors relating to desmineralization and remineralization of the teeth.* Oxford: IRL; 1986. p. 23-34.
12. Lussi A, Jaeggi T, Zero T. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004; 38: 34–44.
13. Rios D, Honório HM, Magalhães AC, et al. Effect of salivary stimulation on erosion subjected or not to abrasion in human and bovine enamel: an in situ/ex vivo study. *Caries Res.* 2006; 40: 218–23.

14. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, et al. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent.* 2006; 34: 214-220.
15. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, et al. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater.* 1990; 6: 123-8.
16. Souza NC, Pozzobon RT, Susin AH, et al. Evaluation of surface roughness of one composite resin. *RGO.* 2005; 53:71-4.
17. Carvalho JC, Torres CR, Araújo RM, et al. Influence of lactic acid on microhardness of composites. *RGO.* 2005; 53: 7-11.
18. Örtengren U, Andersson F, Elgh U, et al. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent.* 2001; 29: 35-41.
19. Aliping-Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson JW. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 1046-52.
20. Silva KG, Pedrini D, Delbem CAB, et al. Microhardness and fluoride release of restorative materials in different media storage. *Braz Dent J.* 2007; 18: 309-13.
21. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, et al. Effect of prolonged pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2008; 35: 947-53.
22. Turssi CP, Hara AT, Serra MC, et al. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 864–871.
23. Ellakuria J, et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin modified versus conventional glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2003; 19: 286-90.
24. Franciscone LF, Honório HM, Rios D, et al. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent.* 2008; 33: 203-8.
25. Rios D, Honório HM, Francisconi LF, et al. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent.* 2008; 36: 152-7.
26. Örtengren U, Wellendorf H, Karlsson S, et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1106-15.
27. Wang L, Cefaly DF, Santos JL, et al. In vitro interactions between lactic acid solution and art glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17: 274-79.
28. Braga SRM, Garone Netto N, Soler JMP, et al. Degradation of the restorative materials used in non-cariou cervical lesions. *RGO.* 2010; 58: 431-6.
29. Turssi CP, Hara AT, Magalhães CS, et al. Influence of storage regime prior to abrasion on surface topography of restorative materials. *J Biomed Mat Res.* 2002; 65: 227-32.
30. Mitra SB, Wu D, Holmes B. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc.* 2003; 134: 1382-90.

TABLES

Table 1. Materials used in the study and their description according to manufacturer's recommendations.

<i>MATERIAL/ MANUFACTURER</i>	<i>FILTEK Z250/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK Z350XT/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK P90/ 3M ESPE</i>	<i>OPALLIS/ FGM</i>	<i>VITREMER/ 3M ESPE</i>
CATEGORY	Híbrido	Nanofilled	Híbrido	Híbrido	Resin-modified glass ionomer
ORGANIC MATRIX	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	Silorano	BISGMA, BIS-EMA, TEGDMA	Powder: crystals fluoralumíniosilicato, persulphate potassium, ascorbic acid Liquid: acid polialcénico, methacrylate groups water, HEMA, canforoquinone
TIPE INORGANIC FILLER	Zirconia e Silica	Nanosilica e zirconia/silica nanoclusters	Quartz	Glass Ba/Al Silicate e Silicone dioxide	
MEAN PARTICLE SIZE	0,01-3,5 μ	4-11nm nanoclusters 0,6-10 μ	0,1-2 μ	4nm a 0,3 μ	
FILLER LOAD	60% vol.	63,3% vol.	55% vol.	58% vol.	
COLOR	B1	B1B	B2	B0,5	PEDO
TIME PHOTO-POLYMERIZATION	20s	20s	20s	120s	40S
BATCH	7PE	N166903	139697	181008	0818200175

Table 2. Composition of the solution used for pH cycling.

<i>DEMINERALISING SOLUTION</i>	<i>RE-MINERALISING SOLUTION</i>
Acetate buffer 75mM	TRIS buffer 0,1M
pH 4,3	pH 7,0
2,0 mM Ca	1,5 mM de Ca
2,0 mM P	0,9 mM de P
	150 mM de KCl

Table 3. Mean, standard deviation, and comparison of the mean values obtained before and after erosive challenge regarding mass, microhardness and rugosity.

MATERIAL	Before		After		p
	Mean	DP	Mean	DP	
Analysis of mass					
Z250	0,0898 ^a	0,0031	0,0903 ^x	0,0031	0,7315
Z350XT	0,0896 ^a	0,0033	0,0896 ^x	0,0033	0,9894
P90	0,0885 ^a	0,0023	0,0887 ^x	0,0021	0,7880
Opallis	0,0895 ^a	0,0035	0,0913 ^x	0,0037	0,2715
Vitremer	0,0816 ^b	0,0054	0,0822 ^y	0,0055	0,8040
Analysis of microhardness					
Z250	99,910 ^a	6,867	95,960 ^x	8,716	0,2751
Z350XT	103,220 ^a	4,707	97,610 ^x	2,831	0,0046
P90	63,980 ^c	3,457	57,780 ^w	1,901	0,0001
Opallis	84,090 ^b	4,904	69,930 ^y	4,631	0,0000
Vitremer	50,690 ^d	5,286	37,940 ^z	4,952	0,0000
Analysis of rugosity					
Z250	0,0486 ^a	0,0127	0,0406 ^x	0,0083	0,1128
Z350XT	0,2757 ^c	0,1743	0,2671 ^y	0,1697	0,9129
P90	0,0557 ^a	0,0299	0,0439 ^x	0,0081	0,2450
Opallis	0,1246 ^{ab}	0,1055	0,1186 ^x	0,1071	0,9012
Vitremer	0,2600 ^{bc}	0,1420	0,2844 ^y	0,1226	0,6855

Equal letters mean statistical equivalence

DP- standard deviation

p- significance

Table 4. Mean values for mass, microhardness and rugosity of the 5 materials studied.

MATERIAL	Mean	DP
Z250	0,922 ^A	0,028
Z350XT	0,819 ^{a,b}	0,085
P90	0,745 ^{a,b}	0,101
OPALLIS	0,684 ^{b,c}	0,080
VITREMER	0,515 ^C	0,129

Equal letters mean statistical equivalence

DP- standard deviation

p- significance

FIGURES

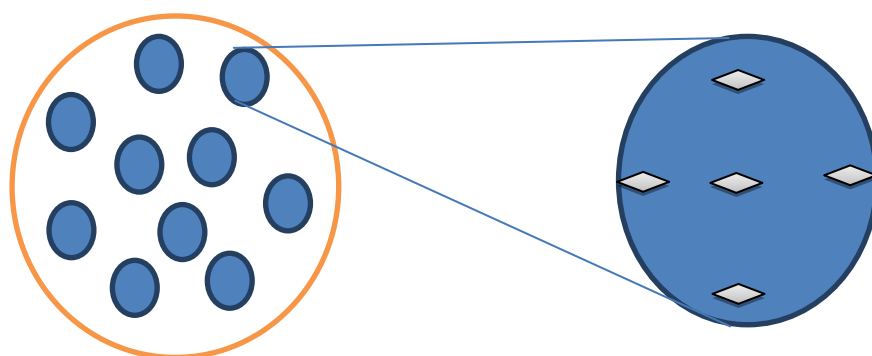


Figure 1. Schema of the Vickers indentations made on the samples.

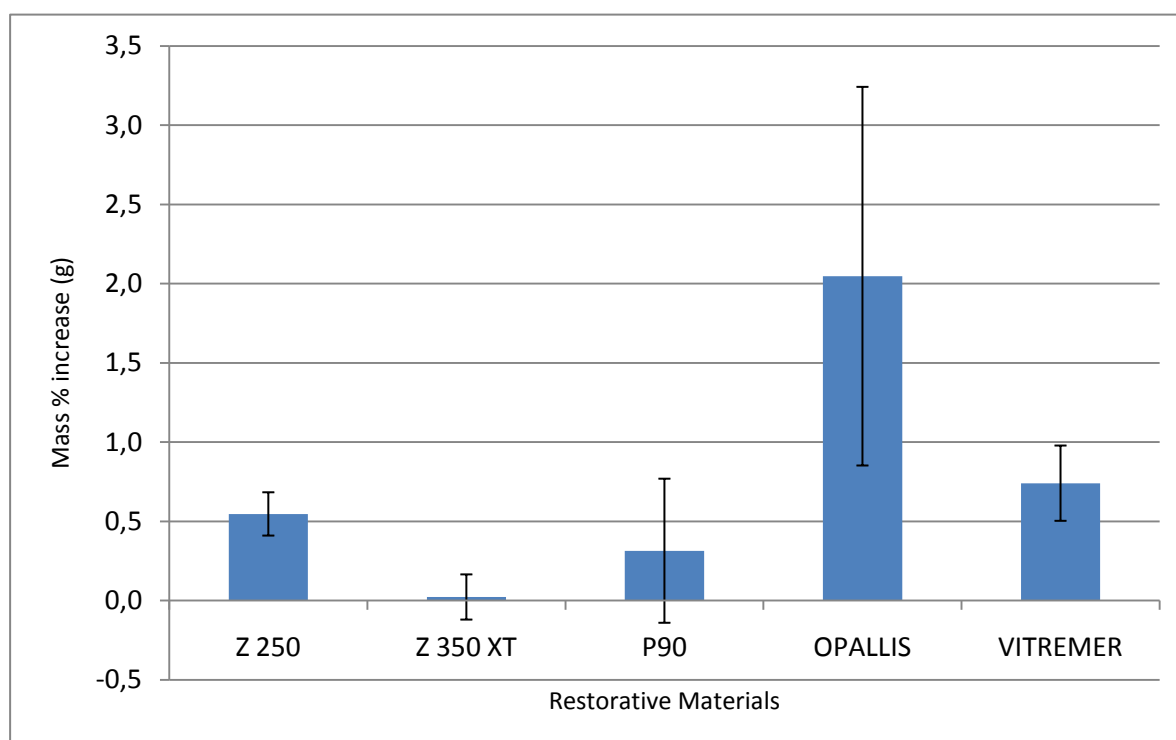


Figure 2. Bar Graf: Mean values of the mass percentage increase (in grams), with confidence interval, observed after erosive challenge of the 5 materials studied.

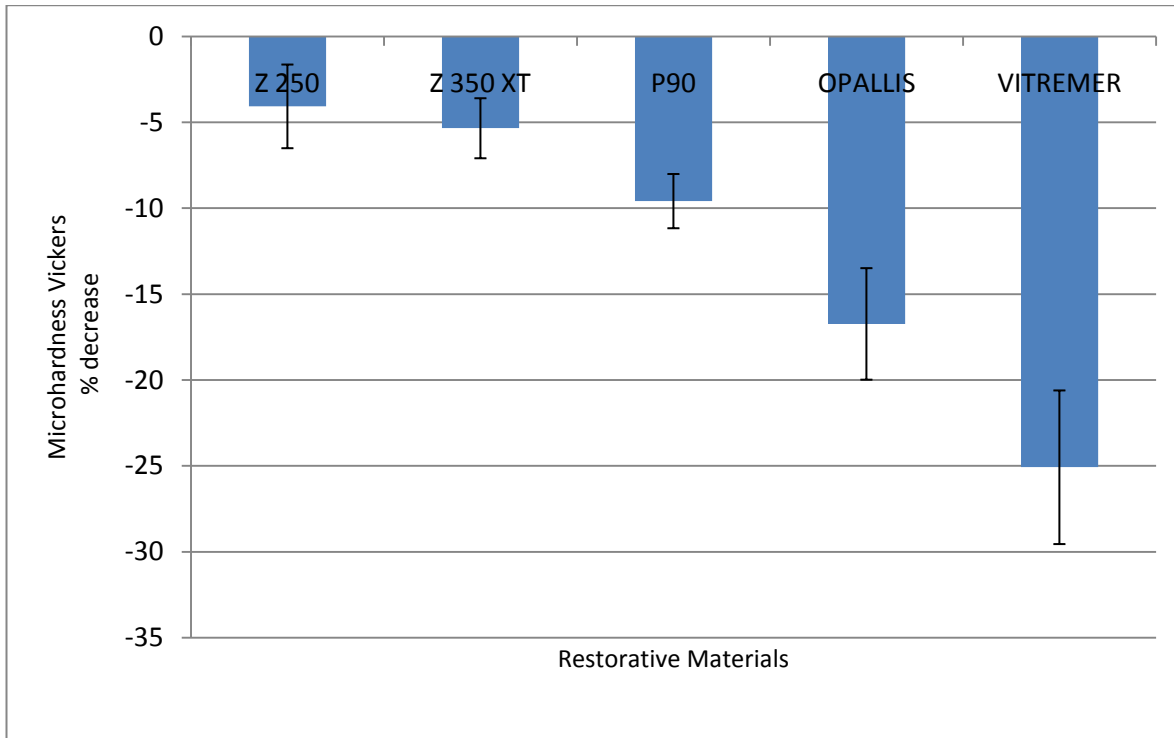


Figure 3. Bar Graf: Mean values of the microhardness percentage decrease, with confidence interval, observed after erosive challenge of the 5 materials studied.

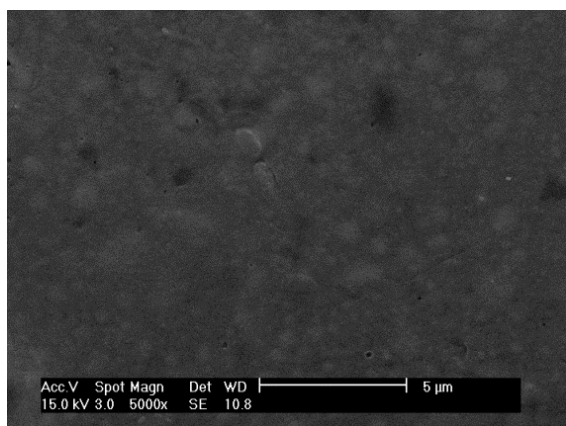


Figure 4A

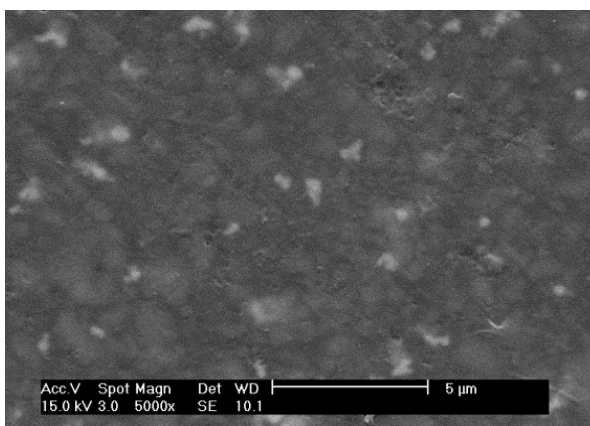


Figure 4B

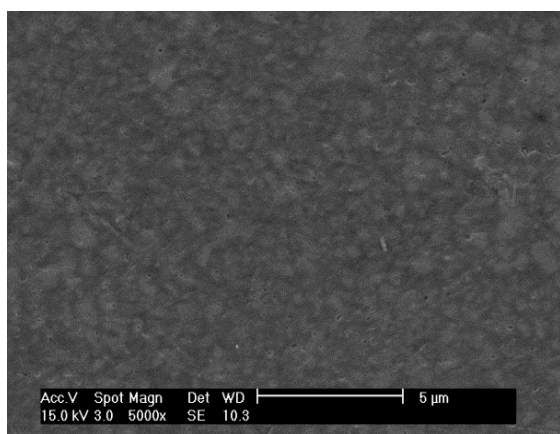


Figure 4C

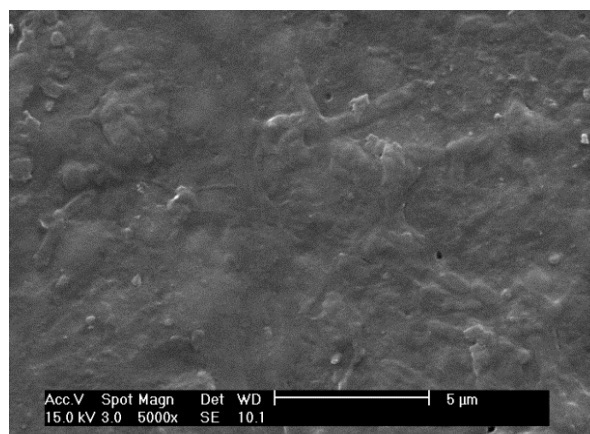


Figure 4D

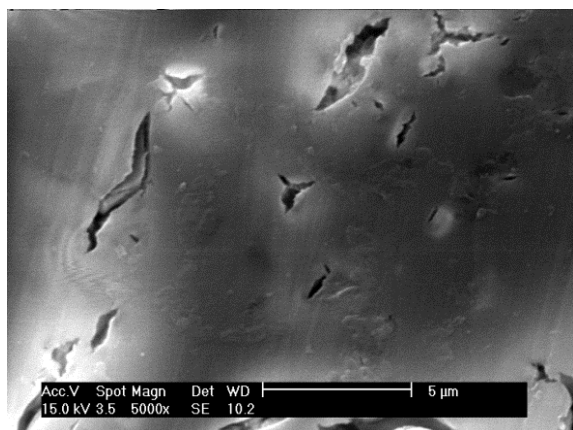


Figure 4E

Figure 4. Microphotograph illustrating the surface of restorative materials after the erosive challenge (magnification of 5000x). Figure 4A- Filtek Z250, Figure 4B- Filtek P90, Figure 4C- Opallis, Figure 4D- Filtek Z350XT, Figure 4E- Vitremer.

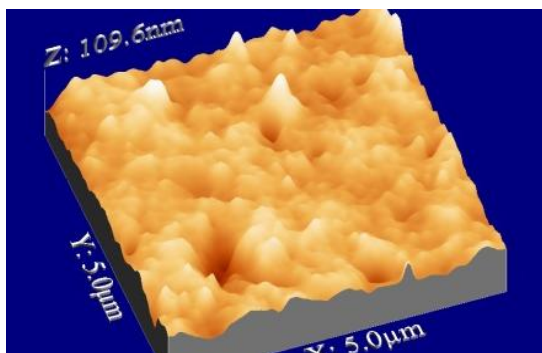


Figure 5A

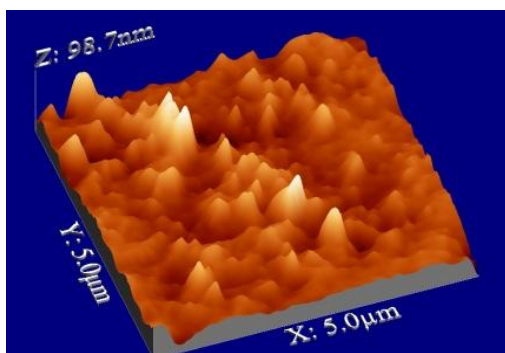


Figure 5B

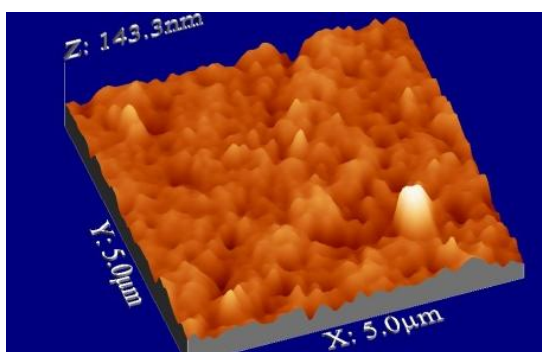


Figure 5C

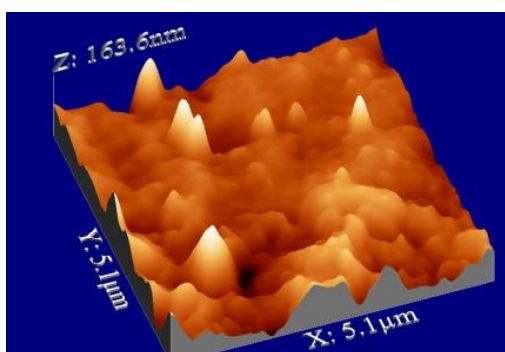


Figure 5D

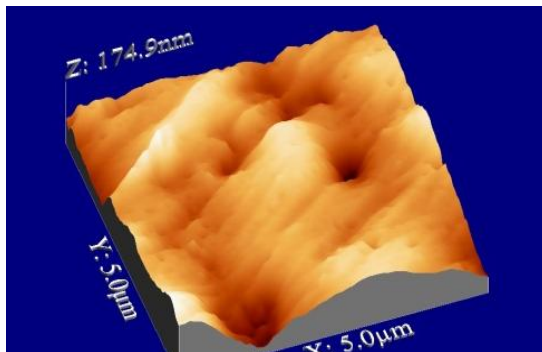


Figure 5E

Figure 5. Images by atomic force microscopy of the surfaces of restorative materials after the erosive challenge. Figure 5A- Filtek Z250, Figure 5B- Filtek P90, Figure 5C- Opallis, Figure 5D- Filtek Z350XT, Figure 5E- Vitremer.

REFERÊNCIAS¹

- ALBERS, H. F. **Tooth-colored restorative: principles and techniques**. 9. ed. Hamilton: BC Decker, 2002. 302p.
- ALIPING-MCKENZIE, M.; LINDEN, R. W. A.; NICHOLSON, J. W. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 31, p. 1046- 1052, 2004.
- AMAECHI, B. T.; HIGHAM, S. M. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. **Journal of Dentistry**, v. 33, p. 243-52, 2005.
- ANDRZEGEWSKA, E. et al. Effect of polyacid aqueous solutions on photocuring of polymerizable components of resin modified glass ionomer cements. **Dental Materials**, v. 19, p. 501-509, 2003.
- ANUSAVICE, Kenneth J.; PHILLIPS, Ralph Wesley. **Phillips materiais dentarios**. 11. ed. Rio de Janeiro (RJ): ELSEVIER, 2005.
- BARATIERI, L. N. et al. **Estética: restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados**. São Paulo: Editora Santos, 1995.
- BERNARDON, J. K. **Avaliação comparativa das propriedades físico-mecânicas de diferentes resinas compostas**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BOTTINO, M. A.; FELLER, R. C. **Atualização na clínica odontológica: o dia-a-dia do clínico geral**. 15.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1992.
- BRADEN, M. et al. **Polymeric Dental Materials**. Tokio: Springer, 1997.
- CALHEIROS, F. C. et al. Influence of radiant exposure on contraction stress, degree of conversion and mechanical properties of resin composites. **Dental Materials**, v. 22, n. 9, p. 799- 803, 2006.
- CARVALHO, J. C. et al. Influence of lactic acid on microhardness of composites. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 53, p. 7-11, 2005.
- CATTANI-LORENTE, M. A. et al. Effect of water on the physical properties of resinmodified glass ionomer cements. **Dental Materials**, v. 15, n. 1, p. 71- 78, 1999.
- CROLL, T. P.; NICHOLSON, J. W. Glass-ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. **Pediatric Dentistry**, v. 24, p. 423, 2002.
- DAVIDSON, C.L. Advances in glass-ionomer cements. **Journal Applied Oral Science**, v.14 Suppl, p. 3- 9, 2006.
- ELLAKURIA, J. et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin modified versus convencional glass ionomer cements. **Dental Materials**, v. 19, p. 286-290, 2003.
-

FEATHERSTONE, J. D. B. et al. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In: Leasch SA, editors. **Factors relating to desmineralization and remineralization of the teeth**. Oxford: IRL, 1986. p. 23-34.

FERRACANE, J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, v. 22, p. 211- 222, 2006.

FRANCISCONE, L. F. et al. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. **Operative Dentistry**, v. 33, p. 203-208, 2008.

GEE, A. J. et al. Structural integrity of resin-modified glass ionomers as affected by delay or omission of light activation. **Journal of Dental Research**, v. 77, n. 8, p.1658-1666, 1998.

GÖHRING, T. N.; BESEK, M. J.; SCHMIDLIN, P. R. Attritional wear and abrasive surface alterations of composite resin materials *in vitro*. **Journal of Dentistry**, v. 30, n. 2/3, p. 119-127, 2002.

HEATH, J. R.; WILSON, H. J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. **Journal of Oral Rehabilitation**, v.3, n. 2, p. 121-138, 1976.

HONÓRIO, H. M. et al. Effect of prolonged pH cycling on different restorative materials. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 35, p. 947- 953, 2008.

JAEGGI, T.; GRUNINGER, A.; LUSSI, A. Restorative therapy of erosion. **Monographs Oral Science**, v.20, p. 200–214, 2006.

JAEGGI, T.; LUSSI, A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. **Monographs Oral Science**, v. 20, p. 44–65, 2006.

JENSDOTTIR, T. et al. Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices. **Journal Dental Research**, v.85, p. 226–30, 2006.

JONES, L. et al. Studies on dental erosion: an in vivo–in vitro model of endogenous dental erosion—its application to testing protection by fluoride gel application. **Australian Dental Journal**, v.47, p. 304–8, 2002.

KAWAGUCHI, M.; FUKUSHIMA, T.; MIYAZAKI, K. The relationship between curedepth and transmission coefficient of visible-light-activated resin composites. **Journal of Dental Research**, v. 2, n. 73, p. 516-525, 1994.

LAMBRECHTS, P. et al. How to simulate wear? Overview of existing methods. **Dental Materials**, v. 22, n. 8, p. 693- 701, 2006.

LAMBRECHTS, P. et al. Restorative therapy for erosive lesions. **European Journal Oral Science**, v. 104, n. 2, p. 229-240, 1996.

LIM, B. S. et al. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. **Dental Materials**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 2002.

LINNETT, V.; SEOW, W. K. Dental erosion in children: a literatures review. **Pediatric Dentistry**, v. 23, p. 37-43, 2001.

- MAIR, L. H. et al. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. **Journal of Dentistry**, v. 24, n. 1-2, p. 141- 148, 1996.
- MANEENUT, C. et al. The repair potential of resin-modified glass-ionomer cements. **Dental Materials**, v. 26, n. 7, p. 659- 665, 2010.
- MANHART, J. et al. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. **Dental Materials**, v. 16, n. 1, p. 33-40, 2000.
- MC CABE, J. Resin modified glass-ionomers. **Biomaterials**, v. 19, p. 521- 527, 1998.
- MITRA, S. B. Adhesion to dentin and physical properties of a light cured glass-ionomer liner/ base. **Journal of Dental Research**, v. 70, n. 1, p. 72- 74, 1991.
- MITRA, S. B.; WU, D.; HOLMES, B.N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **The Journal of the American Dental Association**, v. 6, n. 6, p. 351- 358, 2003.
- ORTENGREN, U. et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, p. 1106- 1115, 2001.
- PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. **European Journal of Oral Science**, v. 105, n. 2, p. 97-116, 1997.
- PRAKKI, A. et al. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. **Journal of Dentistry**, v. 33, n. 2, p. 91- 98, 2005.
- RAWLS, H. R.; UPSHAW, J. E. **Resinas Compostas**. In: Anusavice KA, editors. Phillips, materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Cap15, p.375-417.
- RIOS, D. et al. In situ effect of an erosive challenge on diferente restorative materials and on enamel adjacente to these materials. **Journal of Dentistry**, v. 36, p. 152- 157, 2008.
- SARRETT, D. C.; COLETTI, D. P.; PELUSO, A. R. The effects of alcoholic beverages on composite wear. **Dental Materials**, v.16, n. 1, p. 62- 67, 2000.
- SIDHU, S. K.; SHERRIFF, M.; WATSON, T. F. In vivo changes in roughness of resin-modified glass ionomer materials. **Dental Materials**, v.13, p. 208-213, 1997.
- SIDHU, S. K.; WATSON T. F. Resin-modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. **American Journal of Dentistry**, v. 8, n. 1, p. 59- 67, 1995.
- SÖDERHOLM, K. J. Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. **European Journal of Oral Science**, v. 109, n. 4, p. 273-281, 2001.
- SOUZA, N. C. et al. Evaluation of surface roughness of one composite resin. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 53, n. 1, p. 71- 74, 2005.
- TEN CATE, J. M.; DUIJSTERS, P. P. E. Alternating desmineralization and remineralization of artificial enamel lesions. **Caries Research**, v.16, n. 3, p. 201-210, 1982.
-

TOLEDANO, M. et al. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. **Journal of Dentistry**, v. 31, p. 43-50, 2003.

TURSSI, C. P. et al. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 29, p. 864–871, 2002.

TURSSI, C. P. et al. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 6, p.576-584, 2001.

TURSSI, C. P.; FERRACANE, J. L.; VOGEL, K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. **Biomaterials**, v. 26, n. 24, p. 4932-4937, 2005.

WAN, A. C. A.; YAP, A. U. J.; HASTINGS, G. W. Acid-base complex reactions in resin-modified and glass ionomer cements. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 48, p 700-704, 1999.

WANG, L. et al. In vitro interactions between lactic acid solution and art glass-ionomer cements. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, p. 274- 279, 2009.

WANG, L. et al. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. **Journal of Esthetic Restorative Dentistry**, v. 16, n. 5, p. 303- 314, 2004.

WANG, Y.; DARVELL, B. W. Failure behavior of glass ionomer cement under Hertzian indentation. **Dental Materials**, v.24, n.9, p. 1223-1229, 2008.

WONGKHANTEE, S. et al. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. **Journal of Dentistry**, v. 34, p. 214-220, 2006.

XIE, D. et al. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. **Dental Materials**, v. 16, n. 2, p. 129-138, 2000.

YAP A. U. et al. Chemical degradation of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 28, n. 11, p. 1015- 1021, 2001.

YAP A. U. et al. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 29, n. 1, p. 87-97, 2002.

YU H. et al. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. **Journal of Dentistry**, v.37, p. 913-922, 2009.

¹ Baseada na NBR-6023 de ago. de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

APÊNDICES

APÊNDICE A METODOLOGIA EXPANDIDA

Nesta pesquisa *in vitro* foram avaliados materiais restauradores considerando-se indicação e utilização em restaurações diretas. Para tanto foi avaliado um cimento de ionômero de vidro resinoso e resinas compostas com diferentes composições nas cores utilizadas na Odontopediatria (Figura 1). Informações referentes a cada um dos materiais estão descritas na Tabela 1.



Figura 1- Materiais restauradores utilizados na pesquisa.

Tabela 1. Materiais utilizados na pesquisa, descritos de acordo com as instruções do fabricante.

<i>MATERIAL/ FABRICANTE</i>	<i>FILTEK Z250/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK Z350XT/ 3M ESPE</i>	<i>FILTEK P90 3M ESPE</i>	<i>OPALLIS/ FGM</i>	<i>VITREMER/ 3M ESPE</i>
CLASSIFICAÇÃO	Híbrida	Nanoparticulada	Híbrida	Híbrida	Ionômero de vidro resinoso
COMPOSIÇÃO DA MATRIZ ORGÂNICA	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	BISGMA, UDMA, BIS-EMA, TEGDMA	Silorano	BISGMA, BIS-EMA, TEGDMA	Pó: cristais de fluoralumíniosilicato, persulfato de potássio, ácido ascórbico Líquido: ácido polialcenóico, grupos metacrilatos, água, HEMA, canforoquinona
TIPO DE PARTÍCULAS INORGÂNICAS	Zircônia e Sílica	Agregado e Aglomerado e não agregado e não aglomerados de sílica e zircônia	Quartzo	Vidro de Ba/Al Silicato e Dióxido de silício	
TAMANHO DAS PARTÍCULAS	Variando entre 0,01-3,5 μ Tam. Médio 0,6 μ	4-11nm Nanoaglomerado variando entre 0,6-10 μ	Variando entre 0,1-2 μ	Variando 4nm a 0,3 μ Tam. Médio 0,5 μ	
CONTEÚDO DE CARGA	60% vol.	63,3% vol.	55% vol.	58% vol.	
COR	B1	B1B	B2	B0,5	PEDO
TEMPO DE FOTOATIVAÇÃO	20s	20s	20s	120s	40S
LOTE	7PE	N166903	139697	181008	0818200175

Confeção dos corpos de prova

Confeccionou-se um total de 30 corpos de prova para cada tipo de material restaurador, que foram analisados quanto à microdureza (n=10), à rugosidade (n=10) e à massa (n=10) (Figura 2).

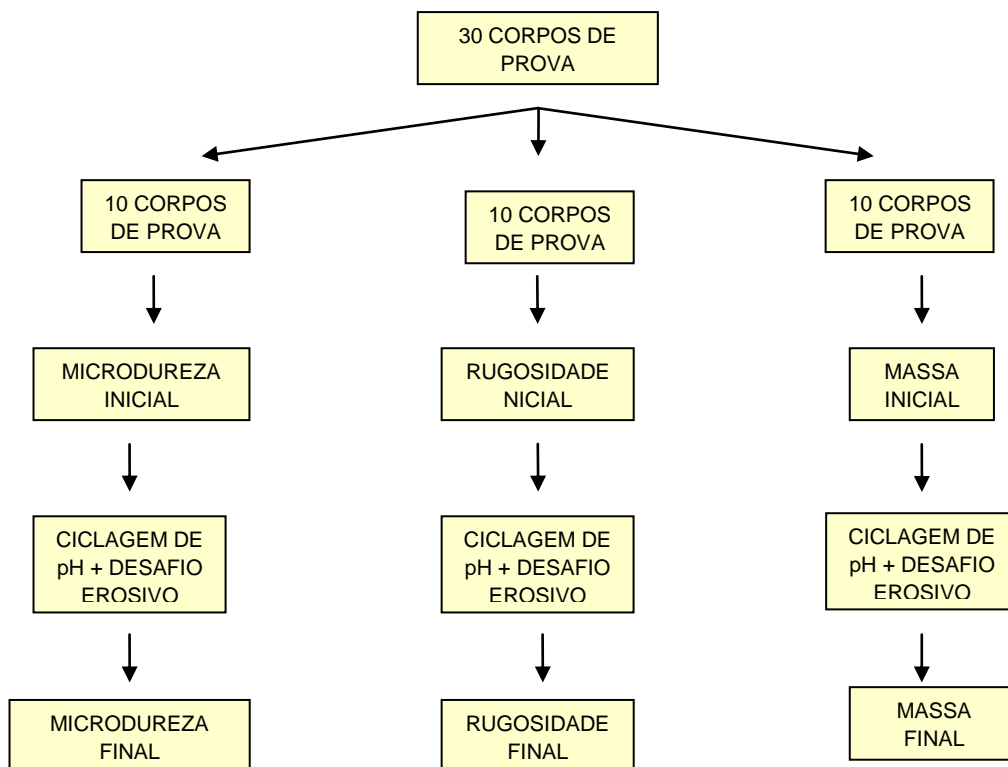


Figura 2 - Desenho esquemático da metodologia.

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando-se um dispositivo, feito com uma matriz bipartida em estrutura metálica de aço inoxidável, com cinco perfurações de dimensões, 5,0mm de diâmetro e 2,0mm de altura (Figura 3). Para o preenchimento, a matriz foi posicionada sobre uma placa de vidro e uma fita matriz de poliéster (TDV Dental Ltda., Pomerode, SC, Brasil). A resina composta foi então inserida com o auxílio de uma espátula para compósitos em um único incremento (Figura 4) e o cimento de ionômero de vidro resinoso, através da Centrix (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) (Figura 5).



Figura 3 – Matriz bipartida em aço inoxidável.

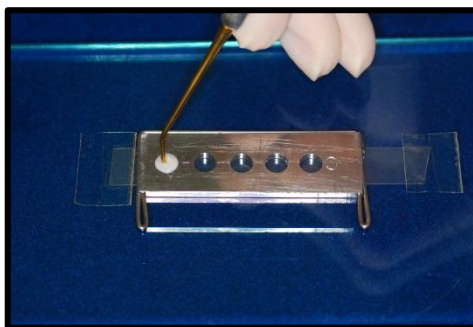


Figura 4 – Inserção da resina composta.

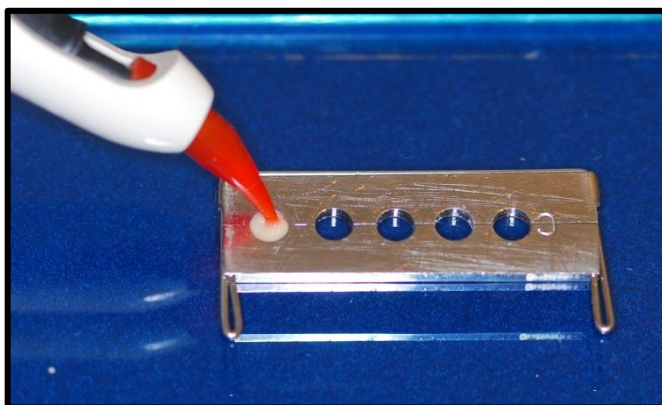


Figura 5 – Inserção do cimento de ionômero de vidro resinoso.

Após a inserção dos materiais, foram cobertos por uma fita matriz de poliéster e outra placa de vidro. Sobre o conjunto foi exercida uma leve pressão digital por 10s para uniformizar a superfície e possibilitar o extravasamento do excesso de material (TURSSI et al., 2001). Em seguida, a placa de vidro foi deslocada para que a polimerização dos materiais fosse feita com o aparelho LED (Emitter C- Schuster- RS- Brasil) (Figura 6) cuja potência foi mantida entre 1037-1090 mW/cm², por meio de um radiômetro (Radiômetro RD-7/ ECEL-Ribeirão Preto- SP).



Figura 6- Aparelho de LED Emitter C.

Utilizou-se o tempo preconizado pelos fabricantes para a fotoativação, que resultou em energia superior ao recomendado (12 J/cm^2) (CALHEIROS et al., 2006) para uma polimerização máxima dos materiais.

Uma vez polimerizados, os corpos de prova foram removidos da matriz por pressão digital, realizada no sentido da base para a superfície, com o objetivo de evitar a ocorrência de trincas e fraturas na superfície.

Após a fotopolimerização os corpos de prova ficaram acondicionados em frascos escuros individualizados, imersos em água destilada e mantidos a 37°C em estufa por 24 horas para a completa polimerização (Figura 7).

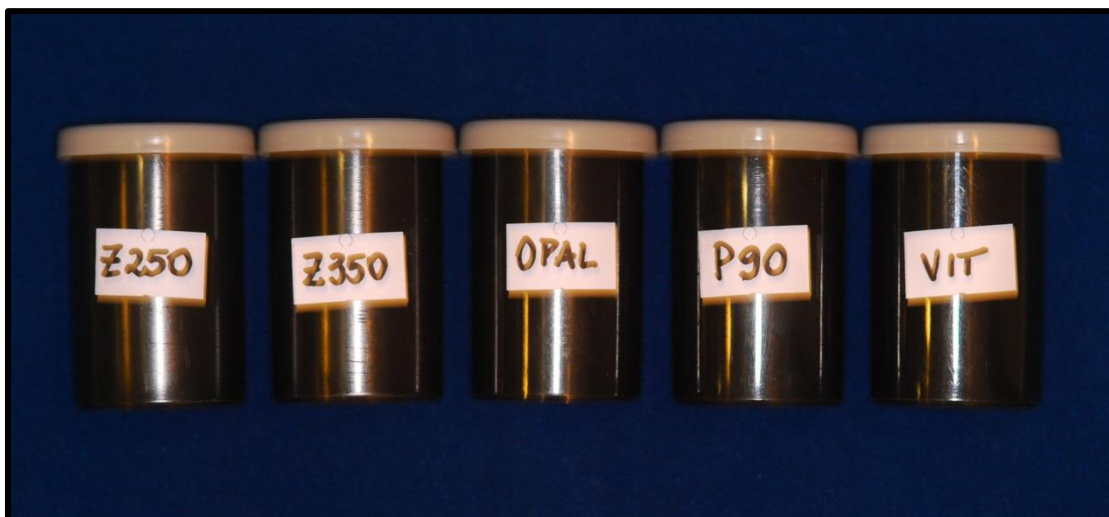


Figura 7- Frasco escuro utilizado para o armazenamento dos corpos de prova.

Após 24h, foram removidas as saliências laterais das amostras com lixas d'água de granulação 600 (3M do Brasil, Sumaré, SP, Brasil), manualmente à seco.

Os corpos de prova que foram analisados quanto à microdureza superficial e rugosidade, foram agrupados e embutidos em resina acrílica para que o polimento fosse padronizado. Para tal, foram fixados em fita dupla-face (3M) e embutidos em tubos de PVC (2,5cm de diâmetro e 2cm de altura) com resina acrílica (Figura8).



Figura 8- Embutimento dos corpos de prova em resina acrílica.

Para o polimento utilizou-se lixas d'água com granulações 600, 1000, 1200, 1500 e disco de feltro e pastas de alumina de granulações 1μ , $0,3\mu$ e $0,05\mu$ (Arotec), na velocidade de 600rpm em politriz (Panambra DP-10- Struers) por 30s (Figura 9).



Figura 9- Polimento dos corpos de prova.

Ao final de cada lixa e entre as etapas de polimento, os corpos de prova foram levados ao ultrassom (Ultrasonic Cleaner 1440D) com água destilada, por 5 minutos para a remoção dos resíduos provenientes do polimento.

Em todos os momentos da manipulação dos corpos de prova utilizou-se uma pinça clínica para evitar a contaminação com oleosidade ou outras substâncias indesejáveis.

Desafio erosivo

O desafio erosivo foi realizado com bebida do tipo cola, 3 vezes ao dia por 5 minutos (Figura 10). Antes e após a imersão, os corpos de prova foram lavados em água destilada por 10 segundos e secos com papel absorvente. E quando não estavam em contato com a solução erosiva, foram expostos à ciclagem de pH (Figura 11). Que consistiu em 10 ciclos, nos quais os corpos de prova permaneceram diariamente a 37°C por 3 horas em solução desmineralizante e por 21 horas em solução remineralizante (TEN CATE; DUIJSTERS, 1982; FEATHERSTONE et al., 1986) (Tabela 2). Após o quinto dia os corpos de prova permaneceram na solução remineralizante por 48 horas, tendo sido trocadas para um novo ciclo de cinco dias (TEN CATE; DUIJSTERS, 1982; FEATHERSTONE et al., 1986), totalizando 14 dias (Figura 12). Cada 1mm do corpo de prova ficou imerso em 6,24ml da solução desmineralizante e em 3,12ml da solução remineralizante.

Após o término do desafio erosivo, os corpos de prova foram lavados com água destilada e armazenados em recipientes plásticos fechados com 100% de umidade e conservados em estufa até a realização das análises finais.

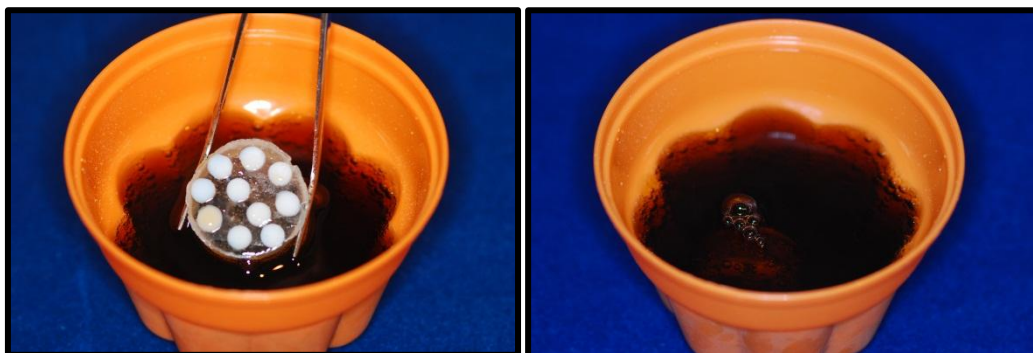


Figura 10 – Desafio erosivo- imersão em bebida tipo cola.



Figura 11 – Ciclagem de pH- imersão nas soluções DES e RE.

Tabela 2 - Composição das soluções utilizadas para ciclagem de pH.

<i>SOLUÇÃO DESMINERALIZANTE</i>	<i>SOLUÇÃO REMINERALIZANTE</i>
Tampão de acetato 75mM	Tampão TRIS 0,1M
pH 4,3	pH 7,0
2,0 mM Ca	1,5 mM de Ca
2,0 mM P	0,9 mM de P
	150 mM de KCl

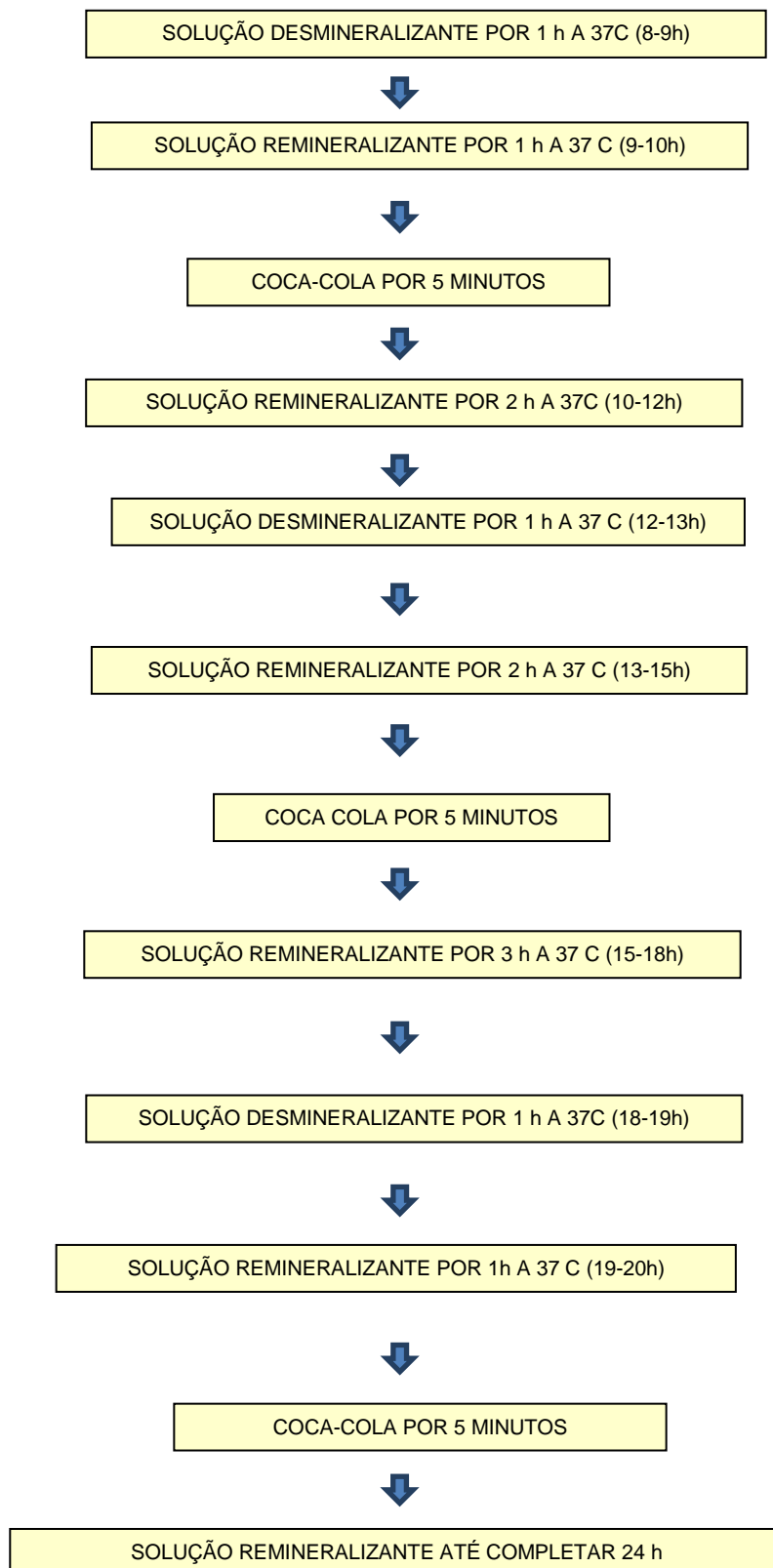


Figura 12- Desenho esquemático do desafio erosivo.

Análises de massa

Os corpos de prova foram pesados em uma balança eletrônica Bioprecisa, modelo FA 2104N (Ativa Química Com. Prod. p/Lab. Ltda., São Paulo, SP, Brazil) (Figura 13), cuja massa é expressa em gramas e tem precisão de 0,0001g. Para a verificação da massa, os espécimes foram secos com papel absorvente e posicionados individualmente na região central do prato da balança. Em virtude da expansão higroscópica, o valor da massa foi considerado após a obtenção de um valor constante de 3 pesagens consecutivas. Para tal, todos os corpos de prova foram pesados diariamente por até 15 dias. A partir dos três últimos valores calculou-se a média aritmética e determinou-se a massa inicial (MI) e final (MF) dos espécimes (WANG et al., 2004). A alteração na massa dos corpos de prova foi obtida através do cálculo da diferença entre a MF e MI.

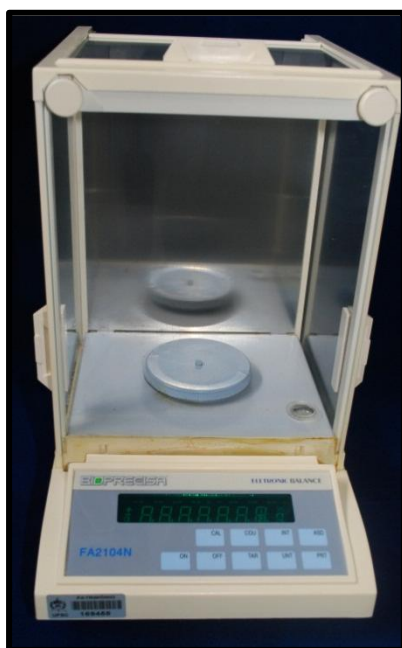


Figura 13- Balança eletrônica utilizada para a determinação da massa dos corpos de prova.

Análises da microdureza

A microdureza foi verificada através de um microdurômetro com ponta indentadora Vickers (Micro Hardness Tester; Shimadzu) com carga de 100g por 10s (Figura 14). Foram realizadas 5 indentações ao longo do diâmetro de cada corpo de prova (Figura 15). A média de microdureza inicial (DI) e final (DF) foi calculada a partir da média aritmética dos cinco valores.



Figura 14 – Microdurômetro utilizado para a determinação das microdurezas.

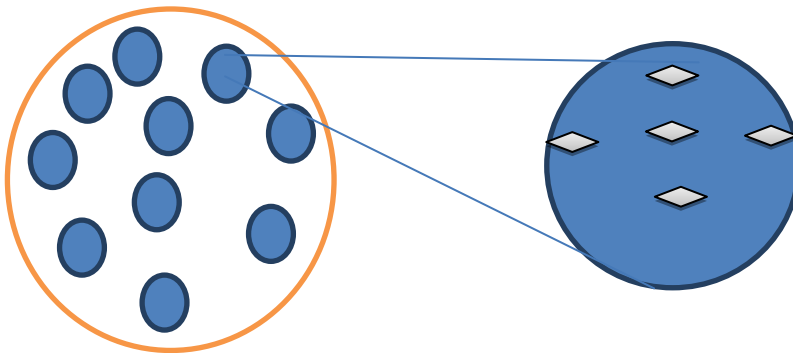


Figura 15 – Esquema das indentações realizadas nos corpos de prova.

Análises da rugosidade

O teste de rugosidade foi realizado pelo Rugosímetro de bancada Taylor Hobson (Figura 16), através do parâmetro vertical Ra que expressa quantitativamente a rugosidade superficial em micrometro (μm). Foram feitas três leituras em cada amostra tomadas de forma a passar pelo centro da superfície e próximo às extremidades, formando três linhas paralelas, de forma livre e aleatória.

A média de rugosidade inicial (RI) e final (RF) foi calculada a partir da média aritmética dos três valores.

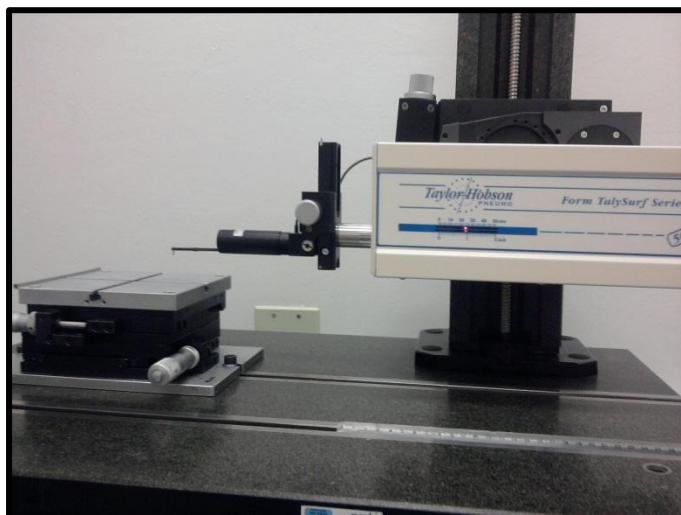


Figura 16 – Rugosímetro de bancada.

APÊNDICE B BANCO DE DADOS

MATERIAL	TEMPO	MASSA	DUREZA	RUGOSIDADE
250Z	ANTES	0,0901	99,4	0,0364
250Z	ANTES	0,0931	107	0,0408
250Z	ANTES	0,0823	102,8	0,0484
250Z	ANTES	0,0883	102,1	0,0408
250Z	ANTES	0,0915	97,1	0,0695
250Z	ANTES	0,0913	98,2	0,0673
250Z	ANTES	0,0929	84,8	0,0322
250Z	ANTES	0,088	97,2	0,0429
250Z	ANTES	0,0911	110,6	0,0495
250Z	ANTES	0,0898	99,9	0,0582
250Z	DEPOIS	0,0909	97,6	0,0381
250Z	DEPOIS	0,0939	105	0,0333
250Z	DEPOIS	0,0829	98,6	0,0358
250Z	DEPOIS	0,0889	99,6	0,0451
250Z	DEPOIS	0,0919	92,9	0,0486
250Z	DEPOIS	0,0917	93,3	0,0412
250Z	DEPOIS	0,0933	73,5	0,0564
250Z	DEPOIS	0,0883	96,8	0,0452
250Z	DEPOIS	0,0914	102,5	0,0331
250Z	DEPOIS	0,0901	99,8	0,0291
350Z	ANTES	0,086	109,3	0,4067
350Z	ANTES	0,0945	105,6	0,3769
350Z	ANTES	0,0882	98,2	0,0462
350Z	ANTES	0,0861	94,1	0,0575
350Z	ANTES	0,0917	106,6	0,2462
350Z	ANTES	0,0872	101,4	0,1669
350Z	ANTES	0,0929	99,8	0,2981
350Z	ANTES	0,0934	107,1	0,6341
350Z	ANTES	0,0897	104,7	0,3054
350Z	ANTES	0,0862	105,4	0,2187
350Z	DEPOIS	0,0858	101,3	0,3559
350Z	DEPOIS	0,0943	96,4	0,4314
350Z	DEPOIS	0,0879	95,2	0,0581
350Z	DEPOIS	0,0861	92,9	0,0514
350Z	DEPOIS	0,0917	96	0,1681
350Z	DEPOIS	0,0875	98,4	0,1287
350Z	DEPOIS	0,093	96,3	0,3817
350Z	DEPOIS	0,0935	102	0,5634
350Z	DEPOIS	0,09	99,8	0,3119
350Z	DEPOIS	0,0863	97,8	0,2208
90P	ANTES	0,0879	59,1	0,0449
90P	ANTES	0,0888	60,8	0,0389
90P	ANTES	0,0919	63,5	0,0403
90P	ANTES	0,0914	68	0,0569
90P	ANTES	0,088	68,2	0,1356
90P	ANTES	0,0877	65,7	0,0706
90P	ANTES	0,0843	62,9	0,0482
90P	ANTES	0,086	59,7	0,0366
90P	ANTES	0,0881	63,8	0,0374
90P	ANTES	0,0904	68,1	0,0472
90P	DEPOIS	0,0876	55,2	0,0406
90P	DEPOIS	0,0889	55,5	0,0457
90P	DEPOIS	0,0921	58,9	0,0633

90P	DEPOIS	0,0915	58,3	0,0373
90P	DEPOIS	0,0879	60,5	0,0383
90P	DEPOIS	0,0885	59,1	0,039
90P	DEPOIS	0,0852	57,8	0,0509
90P	DEPOIS	0,0866	55	0,04
90P	DEPOIS	0,0894	58,3	0,0455
90P	DEPOIS	0,0895	59,2	0,0381
OPALIS	ANTES	0,085	81,6	0,0305
OPALIS	ANTES	0,0899	81,7	0,1169
OPALIS	ANTES	0,0916	80,9	0,3101
OPALIS	ANTES	0,0934	90	0,2804
OPALIS	ANTES	0,085	89,3	0,1597
OPALIS	ANTES	0,0953	82,3	0,0673
OPALIS	ANTES	0,0895	85	0,0358
OPALIS	ANTES	0,0896	75,2	0,0253
OPALIS	ANTES	0,0854	91,1	0,0395
OPALIS	ANTES	0,0902	83,8	0,1807
OPALIS	DEPOIS	0,086	71	0,03
OPALIS	DEPOIS	0,0912	72,9	0,1359
OPALIS	DEPOIS	0,0924	65,1	0,346
OPALIS	DEPOIS	0,093	70,2	0,1745
OPALIS	DEPOIS	0,0868	76	0,2229
OPALIS	DEPOIS	0,0969	60,4	0,0555
OPALIS	DEPOIS	0,0957	72,1	0,0323
OPALIS	DEPOIS	0,091	68,2	0,0218
OPALIS	DEPOIS	0,0874	74,7	0,0279
OPALIS	DEPOIS	0,0927	68,7	0,1395
VITRE	ANTES	0,0876	47,7	0,1916
VITRE	ANTES	0,0867	64,1	0,2351
VITRE	ANTES	0,0862	49,6	0,1996
VITRE	ANTES	0,0753	46,9	0,1575
VITRE	ANTES	0,0775	46,5	0,2697
VITRE	ANTES	0,0861	49,1	0,1951
VITRE	ANTES	0,0809	52,2	0,5508
VITRE	ANTES	0,0839	54,1	0,1735
VITRE	ANTES	0,0722	47,3	0,4867
VITRE	ANTES	0,0797	49,4	0,1403
VITRE	DEPOIS	0,088	31,3	0,2172
VITRE	DEPOIS	0,0876	47,8	0,265
VITRE	DEPOIS	0,0868	33,1	0,192
VITRE	DEPOIS	0,0762	39,8	0,2551
VITRE	DEPOIS	0,078	40,1	0,2244
VITRE	DEPOIS	0,0868	36,2	0,1913
VITRE	DEPOIS	0,0818	39,3	0,6083
VITRE	DEPOIS	0,0848	42	0,2978
VITRE	DEPOIS	0,0722	36,9	0,3368
VITRE	DEPOIS	0,08	32,9	0,2562

APÊNDICE C ANÁLISE ESTATÍSTICA

As alterações de massa, dureza e rugosidade superficial dos 10 corpos de prova foram verificadas estatisticamente através da análise de variância a um critério (ANOVA).

Para avaliar os materiais em relação às três características simultaneamente, foi realizada a conversão das medidas observadas de massa, microdureza e rugosidade para escala monótona [0,1]. Essa conversão foi realizada com as fórmulas que seguem:

a) quando o valor maior é o melhor (microdureza final):

$$\frac{[(\text{valor observado}) - (\text{menor valor da distribuição})]}{\text{amplitude total do intervalo de valores}}$$

b) quando o valor menor é o melhor (rugosidade final e diferença de massa):

$$\frac{[(\text{maior valor da distribuição}) - (\text{valor observado})]}{\text{amplitude total do intervalo de valores}}$$

Foram comparados os resultados dos 30 (trinta) corpos de prova para cada material– 10 com medidas convertidas [0,1] de massa, 10 com as medidas convertidas [0,1] de microdureza e 10 com as medidas convertidas [0,1] de rugosidade - com análise de variância a um critério (ANOVA).

As comparações individuais foram realizadas com Teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas com nível de significância de 5%.

ANEXOS

ANEXO A – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DO ARTIGO

International Journal of Paediatric Dentistry

Content of Author Guidelines: [1. General](#), [2. Ethical Guidelines](#), [3. Manuscript Submission Procedure](#), [4. Manuscript Types Accepted](#), [5. Manuscript Format and Structure](#), [6. After Acceptance](#).

Relevant Documents: [Sample Manuscript](#), [Exclusive Licence Form](#)

Useful Websites: [Submission Site](#), [Articles published in International Journal of Paediatric Dentistry](#), [Author Services](#), [Wiley-Blackwell's Ethical Guidelines](#), [Guidelines for Figures](#).

1. GENERAL

International Journal of Paediatric Dentistry publishes papers on all aspects of paediatric dentistry including: growth and development, behaviour management, prevention, restorative treatment and issue relating to medically compromised children or those with disabilities. This peer-reviewed journal features scientific articles, reviews, clinical techniques, brief clinical reports, short communications and abstracts of current paediatric dental research. Analytical studies with a scientific novelty value are preferred to descriptive studies.

Please read the instructions below carefully for details on the submission of manuscripts, the journal's requirements and standards as well as information concerning the procedure after acceptance of a manuscript for publication in *International Journal of Paediatric Dentistry*. Authors are encouraged to visit [Wiley-Blackwell Author Services](#) for further information on the preparation and submission of articles and figures.

In June 2007 the Editors gave a presentation on [How to write a successful paper](#) for the *International Journal of Paediatric Dentistry*.

2. ETHICAL GUIDELINES

2.1 Authorship and Acknowledgements

Authorship: Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript have been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal.

International Journal of Paediatric Dentistry adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE authorship criteria authorship should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

It is a requirement that all authors have been accredited as appropriate upon submission of the manuscript. Contributors who do not qualify as authors should be mentioned under Acknowledgements.

Acknowledgements: Under acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study and any potential conflict of interests if appropriate. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included.

Note to NIH Grantees: Pursuant to NIH mandate, Wiley-Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to Pub Med Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate

2.2. Ethical Approvals

Experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association **Declaration of Helsinki** (version, 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

2.3 Clinical Trials

Clinical trials should be reported using the CONSORT guidelines available at www.consort-

[statement.org](#). A [CONSORT checklist](#) should also be included in the submission material.

International Journal of Paediatric Dentistry encourages authors submitting manuscripts reporting from a clinical trial to register the trials in any of the following free, public clinical trials registries: www.clinicaltrials.gov, <http://clinicaltrials.ifpma.org/clinicaltrials/>, <http://isrctn.org/>. The clinical trial registration number and name of the trial register will then be published with the paper.

2.4 DNA Sequences and Crystallographic Structure Determinations

Papers reporting protein or DNA sequences and crystallographic structure determinations will not be accepted without a Genbank or Brookhaven accession number, respectively. Other supporting data sets must be made available on the publication date from the authors directly.

2.5 Conflict of Interest and Source of Funding

Authors are required to specify the source of funding for their research when submitting a paper. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included. Authors are also required to disclose any possible conflict of interest. These include financial conflict of interest (for example patent, ownership, stock ownership, consultancies, speaker's fee). The information should be disclosed under Acknowledgements.

2.6 Appeal of Decision

Authors who wish to appeal the decision on their submitted paper may do so by emailing the editorial office with a detailed explanation for why they find reasons to appeal the decision.

2.7 Permissions

If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the Publishers.

2.8 Copyright Assignment

Authors are no longer required to assign copyright in their paper. Instead authors are required to assign the exclusive licence to publish their paper to Wiley-Blackwell, BSPD and the IAPD. Assignment of the exclusive licence is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless licence has been assigned. (Papers subject to government or Crown copyright are exempt from this requirement; however, the form still has to be signed). A completed [Exclusive Licence Form](#) (ELF) must be received by the Production Editor before any manuscript can be published. Authors must send the completed original CTA by regular mail upon receiving notice of manuscript acceptance, i.e., do not send the CTA at submission. Faxing or e-mailing the CTA does not meet requirements.

The CTA should be mailed to:

Enrico Jay Ventura
Production Editor
Wiley-Blackwell
Wiley Services Singapore Pte Ltd
600 North Bridge Road
#05-01 Parkview Square
Singapore 188778

or scanned by email to ipd@wiley.com

Correspondence to the journal is accepted on the understanding that the contributing author licences the publisher to publish the letter as part of the journal or separately from it, in the exercise of any subsidiary rights relating to the journal and its contents.

For questions concerning copyright, please visit [Wiley-Blackwell's Copyright FAQ](#)

2.9 Online Open

OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley InterScience, as well as deposited in the funding agency's preferred archive.

For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: <https://wileyonlinelibrary.com/onlineopen>

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be

accepted or rejected based on their own merit.

3. MANUSCRIPT SUBMISSION PROCEDURE

Articles for the *International Journal of Paediatric Dentistry* should be submitted electronically via an online submission site. Full instructions and support are available on the site and a user ID and password can be obtained on the first visit. Support is available by phone (+1 434 817 2040 ext. 167) or [here](#). If you cannot submit online, please contact Isabel Martinez in the Editorial Office by telephone (+44 (0)1865 476519) or by e-mail IPDedoffice@wiley.com

3.1. Getting Started

Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 5.5 or higher, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4 or higher) and go to the journal's online submission site: <http://mc.manuscriptcentral.com/ijpd>

*Log-in or, if you are a new user, click on 'register here'.

*If you are registering as a new user.

- After clicking on 'Create Account', enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.

- Enter your institution and address information as appropriate, and then click 'Next.'

- Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID), and then select your area of expertise. Click 'Finish'.

*If you are already registered, but have forgotten your log in details, enter your e-mail address under 'Password Help'. The system will send you an automatic user ID and a new temporary password.

*Log-in and select 'Author Center'.

3.2. Submitting Your Manuscript

After you have logged into your 'Author Center', submit your manuscript by clicking on the submission link under 'Author Resources'.

* Enter data and answer questions as appropriate.

* You may copy and paste directly from your manuscript and you may upload your pre-prepared covering letter. **Please note** that a separate *Title Page* must be submitted as part of the submission process as a 'Supplementary File Not for Review' and should contain the following:

- Word count (excluding tables)
- Authors' names, professional and academic qualifications, positions and places of work. They must all have actively contributed to the overall design and execution of the study/paper and should be listed in order of importance of their contribution
- Corresponding author address, and telephone and fax numbers and email address

* Click the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.

* You are required to upload your files.

- Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.

- Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.

- When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload Files' button.

* Review your submission (in HTML and PDF format) before completing your submission by sending it to the Journal. Click the 'Submit' button when you are finished reviewing.

3.3. Manuscript Files Accepted

Manuscripts should be uploaded as Word (.doc) or Rich Text Format (.rft) files (not write-protected) plus separate figure files. GIF, JPEG, PICT or Bitmap files are acceptable for submission, but only high-resolution TIF or EPS files are suitable for printing. The files will be automatically converted to HTML and a PDF document on upload and will be used for the review process. The text file must contain the entire manuscript including title page, abstract, text, references, tables, and figure legends, but no embedded figures. In the text, please reference figures as for instance 'Figure 1', 'Figure 2' to match the tag name you choose for the individual figure files uploaded. Manuscripts should be formatted as described in the Author Guidelines below. Please note that any manuscripts uploaded as Word 2007 (.docx) will be automatically rejected. Please save any.docx file as .doc before uploading.

3.4. Review Process

The review process is entirely electronic-based and therefore facilitates faster reviewing of manuscripts. Manuscripts will be reviewed by experts in the field (generally two reviewers), and the Editor-in-Chief makes a final decision. *The International Journal of Paediatric Dentistry* aims to forward reviewers' comments and to inform the corresponding author of the result of the review

process. Manuscripts will be considered for 'fast-track publication' under special circumstances after consultation with the Editor-in-Chief.

3.5. Suggest a Reviewer

International Journal of Paediatric Dentistry attempts to keep the review process as short as possible to enable rapid publication of new scientific data. In order to facilitate this process, please suggest the names and current email addresses of a potential international reviewer whom you consider capable of reviewing your manuscript and their area of expertise. In addition to your choice the journal editor will choose one or two reviewers as well.

3.6. Suspension of Submission Mid-way in the Submission Process

You may suspend a submission at any phase before clicking the 'Submit' button and save it to submit later. The manuscript can then be located under 'Unsubmitted Manuscripts' and you can click on 'Continue Submission' to continue your submission when you choose to.

3.7. E-mail Confirmation of Submission

After submission you will receive an e-mail to confirm receipt of your manuscript. If you do not receive the confirmation e-mail after 24 hours, please check your e-mail address carefully in the system. If the e-mail address is correct please contact your IT department. The error may be caused by some sort of spam filtering on your e-mail server. Also, the e-mails should be received if the IT department adds our e-mail server (uranus.scholarone.com) to their whitelist.

3.8. Manuscript Status

You can access ScholarOne Manuscripts any time to check your 'Author Center' for the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

3.9. Submission of Revised Manuscripts

Revised manuscripts must be uploaded within 2 months of authors being notified of conditional acceptance pending satisfactory revision. Locate your manuscript under 'Manuscripts with Decisions' and click on 'Submit a Revision' to submit your revised manuscript. Please remember to delete any old files uploaded when you upload your revised manuscript. All revisions must be accompanied by a cover letter to the editor. The letter must a) detail on a point-by-point basis the author's response to each of the referee's comments, and b) a revised manuscript highlighting exactly what has been changed in the manuscript after revision.

4. MANUSCRIPT TYPES ACCEPTED

Original Articles: Divided into: Summary, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Bullet points, Acknowledgements, References, Figure legends, Tables and Figures arranged in this order. The summary should be structured using the following subheadings: Background, Hypothesis or Aim, Design, Results, and Conclusions and should be less than 200 words. A brief description, in bullet form, should be included at the end of the paper and should describe What this paper adds and Why this paper is important to paediatric dentists.

Review Articles: may be invited by the Editor.

Short Communications: should contain important, new, definitive information of sufficient significance to warrant publication. They should not be divided into different parts and summaries are not required.

Clinical Techniques: This type of publication is best suited to describe significant improvements in clinical practice such as introduction of new technology or practical approaches to recognised clinical challenges.

Brief Clinical Reports: Short papers not exceeding 800 words, including a maximum of three illustrations and five references may be accepted for publication if they serve to promote communication between clinicians and researchers. In contrast to original articles, contributions to this section will not undergo peer-review but will be assessed by the editorial team. If the paper describes a genetic disorder, the OMIM unique six-digit number should be provided for online cross reference (Online Mendelian Inheritance in Man).

A paper submitted as a Brief Clinical Report should include the following:

- a short **Introduction** (avoid lengthy reviews of literature);
- the **Case report** itself (a brief description of the patient/s, presenting condition, any special investigations and outcomes);
- a **Comment** which should highlight specific aspects of the case(s), explain/interpret the main findings and provide a scientific appraisal of any previously reported work in the field.

Letters to the Editor: Should be sent directly to the editor for consideration in the journal.

5. MANUSCRIPT FORMAT AND STRUCTURE

5.1. Format Language:

The language of publication is English. Authors for whom English is a second language must have their manuscript professionally edited by an English speaking person before submission to make sure the English is of high quality. It is preferred that manuscript is professionally edited. A list of independent suppliers of editing services can be found at http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication

5.2. Structure The whole manuscript should be double-spaced, paginated, and submitted in correct English. The beginning of each paragraph should be properly marked with an indent.

Original Articles (Research Articles): should normally be divided into: Summary, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Bullet points, Acknowledgements, References, Figure legends, Tables and Figures arranged in this order.

Summary should be structured using the following subheadings: Background, Hypothesis or Aim, Design, Results, and Conclusions.

Introduction should be brief and end with a statement of the aim of the study or hypotheses tested. Describe and cite only the most relevant earlier studies. Avoid presentation of an extensive review of the field.

Material and methods should be clearly described and provide enough detail so that the observations can be critically evaluated and, if necessary repeated. Use section subheadings in a logical order to title each category or method. Use this order also in the results section. Authors should have considered the ethical aspects of their research and should ensure that the project was approved by an appropriate ethical committee, which should be stated. Type of statistical analysis must be described clearly and carefully.

(i) Experimental Subjects: Experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association [Declaration of Helsinki](#) (version 2008) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

(ii) Clinical trials should be reported using the CONSORT guidelines available at www.consort-statement.org. A [CONSORT checklist](#) should also be included in the submission material.

International Journal of Paediatric Dentistry encourages authors submitting manuscripts reporting from a clinical trial to register the trials in any of the following free, public clinical trials registries: www.clinicaltrials.gov, <http://clinicaltrials.ifpma.org/clinicaltrials/>, <http://isrctn.org/>. The clinical trial registration number and name of the trial register will then be published with the paper.

(iii) DNA Sequences and Crystallographic Structure Determinations: Papers reporting protein or DNA sequences and crystallographic structure determinations will not be accepted without a Genbank or Brookhaven accession number, respectively. Other supporting data sets must be made available on the publication date from the authors directly.

Results should clearly and concisely report the findings, and division using subheadings is encouraged. Double documentation of data in text, tables or figures is not acceptable. Tables and figures should not include data that can be given in the text in one or two sentences.

Discussion section presents the interpretation of the findings. This is the only proper section for subjective comments and reference to previous literature. Avoid repetition of results, do not use subheadings or reference to tables in the results section.

Bullet Points should include two headings:

*What this paper adds and

*Why this paper is important to paediatric dentists.

*Provide maximum 3 bullets per heading.

Review Articles: may be invited by the Editor. Review articles for the *International Journal of Paediatric Dentistry* should include: a) description of search strategy of relevant literature (search terms and databases), b) inclusion criteria (language, type of studies i.e. randomized controlled trial or other, duration of studies and chosen endpoints, c) evaluation of papers and level of

evidence. For examples see:

Twetman S, Axelsson S, Dahlgren H et al. Caries-preventive effect of fluoride toothpaste: a systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica* 2003; 61: 347-355.

Paulsson L, Bondemark L, Söderfeldt B. A systematic review of the consequences of premature birth on palatal morphology, dental occlusion, tooth-crown dimensions, and tooth maturity and eruption. *Angle Orthodontist* 2004; 74: 269-279.

Clinical Techniques: This type of publication is best suited to describe significant improvements in clinical practice such as introduction of new technology or practical approaches to recognised clinical challenges. They should conform to highest scientific and clinical practice standards.

Short Communications: Brief scientific articles or short case reports may be submitted, which should be no longer than three pages of double spaced text, and include a maximum of three illustrations. They should contain important, new, definitive information of sufficient significance to warrant publication. They should not be divided into different parts and summaries are not required.

Acknowledgements: Under acknowledgements please specify contributors to the article other than the authors accredited. Please also include specifications of the source of funding for the study and any potential conflict of interests if appropriate. Suppliers of materials should be named and their location (town, state/county, country) included.

5.3. References

A maximum of 30 references should be numbered consecutively in the order in which they appear in the text (Vancouver System). They should be identified in the text by bracketed Arabic numbers and listed at the end of the paper in numerical order. Identify references in text, tables and legends. Check and ensure that all listed references are cited in the text. Non-refereed material and, if possible, non-English publications should be avoided. Congress abstracts, unaccepted papers, unpublished observations, and personal communications may not be placed in the reference list. References to unpublished findings and to personal communication (provided that explicit consent has been given by the sources) may be inserted in parenthesis in the text. Journal and book references should be set out as in the following examples:

1. Kronfol NM. Perspectives on the health care system of the United Arab Emirates. *East Mediter Health J.* 1999; 5: 149-167.
2. Ministry of Health, Department of Planning. Annual Statistical Report. Abu Dhabi: Ministry of Health, 2001.
3. Al-Mughery AS, Attwood D, Blinkhorn A. Dental health of 5-year-old children in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Community Dent Oral Epidemiol* 1991; 19: 308-309.
4. Al-Hosani E, Rugg-Gunn A. Combination of low parental educational attainment and high parental income related to high caries experience in preschool children in Abu Dhabi. *Community Dent Oral Epidemiol* 1998; 26: 31-36.

If more than 6 authors please, cite the three first and then et al. When citing a web site, list the authors and title if known, then the URL and the date it was accessed (in parenthesis). Include among the references papers accepted but not yet published; designate the journal and add (in press). Please ensure that all journal titles are given in abbreviated form.

We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting. EndNote reference styles can be searched for here: www.endnote.com/support/enstyles.asp. Reference Manager reference styles can be searched for here: www.refman.com/support/rmstyles.asp.

5.4. Illustrations and Tables

Tables: should be numbered consecutively with Arabic numerals and should have an explanatory title. Each table should be typed on a separate page with regard to the proportion of the printed column/page and contain only horizontal lines.

Figures and illustrations: All figures should be submitted electronically with the manuscript via ScholarOne Manuscripts (formerly known as Manuscript Central). Each figure should have a legend and all legends should be typed together on a separate sheet and numbered accordingly with Arabic numerals. Avoid 3-D bar charts.

Preparation of Electronic Figures for Publication: Although low quality images are adequate for review purposes, print publication requires high quality images to prevent the final product being blurred or fuzzy. Submit EPS (lineart) or TIFF (halftone/photographs) files only. MS PowerPoint and Word Graphics are unsuitable for printed pictures. Do not use pixel-oriented programmes. Scans (TIFF only) should have a resolution of 300 dpi (halftone) or 600 to 1200 dpi (line drawings)

in relation to the reproduction size (see below). EPS files should be saved with fonts embedded (and with a TIFF preview if possible).

For scanned images, the scanning resolution (at final image size) should be as follows to ensure good reproduction: lineart: >600 dpi; half-tones (including gel photographs): >300 dpi; figures containing both halftone and line images: >600 dpi.

Further information can be obtained at Wiley-Blackwell's guidelines for figures: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>. Check your electronic artwork before submitting it: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/eachecklist.asp>.

Permissions: If all or parts of previously published illustrations are used, permission must be obtained from the copyright holder concerned. It is the author's responsibility to obtain these in writing and provide copies to the publisher.