

# Influência de substâncias com pH ácido sobre a microdureza de resinas compostas

Tatiana Moroz Leite  
Larissa Alves Bohaienko  
Mariely Luciano  
Gibson Luiz Pillati  
Stella Kossatz Pereira

## RESUMO

Resinas compostas são materiais restauradores estéticos amplamente utilizados na Odontologia, e mudanças de pH podem promover alterações superficiais nesses compósitos, comprometendo suas características iniciais. O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito de bebidas com baixo pH sobre o compósito de nanopartículas ICE (SDI) e o de micropartículas Durafill VS (Heraeus Kulzer). Os materiais foram avaliados quanto à microdureza superficial obtida por meio de ensaio de microdureza Vickers. Foram confeccionados quinze corpos-de-prova com 11 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, de cada material restaurador. Os corpos-de-prova foram mantidos em condições de armazenamento nas seguintes substâncias: Gatorade® (pH 2,8) ; Coca-Cola® (pH 2,4) e água destilada (pH 6,0; grupo controle) sob temperatura de 37°C, sendo os meios de imersão trocados a cada 24 horas. Cinco corpos-de-prova de cada material foram imersos nas bebidas testadas e acompanhados por períodos de 24 horas, 7, 14 e 21 dias. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância Multifatorial e teste Tukey. Houve diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) para o fator meio, material e tempo, bem como para a interação entre estes. A água destilada resultou em maiores valores de microdureza, seguida da Coca-Cola® e Gatorade®. Os maiores valores de microdureza foram obtidos no baseline, seguido de 7, 14 e 21 dias. Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os tempos 14 e 21 dias. Concluiu-se que o compósito nanoparticulado obteve melhores resultados e que pH ácido associado a tempo de imersão progressivo altera significativamente a microdureza superficial dos compósitos avaliados.

**Palavras-chave:** Materiais dentários. Resinas compostas. Concentração de íons de hidrogênio.

---

**Tatiana Moroz Leite** é aluna do curso de Mestrado em Odontologia – Dentística Restauradora – Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Paraná.

**Larissa Alves Bohaienko** é cirurgiã-dentista graduada na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Paraná.

**Mariely Luciano** é cirurgiã-dentista graduada na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Paraná.

**Gibson Luiz Pillati** é professor Doutor da disciplina de Periodontia do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Paraná.

**Stella Kossatz Pereira** é professora Doutora da disciplina de Dentística Restauradora do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG – Paraná.

**Endereço para correspondência:** Tatiana Moroz Leite. Rua Aleixo Garcia, 88, apto. 1B – CEP: 84035-630 – Ponta Grossa/PR. E-mail: tatimoroz@yahoo.com.br

Stomatos	Canoas	v.16	n.30	p.21-32	jan./jun. 2010
----------	--------	------	------	---------	----------------

## Influence of substances with acid pH on composite resins microhardness

### ABSTRACT

Resin composites are aesthetic restorative materials widely used in Dentistry and changes in pH can promote amendments in composite surface, compromising their initial characteristics. The aim of this study was to evaluate, *in vitro*, the effect of low pH beverages on two commercially available materials, the composite resins ICE (SDI) and Durafill VS (Heraeus Kulzer). The materials were evaluated for surface microhardness obtained by Vickers microhardness testing. Fifteen samples were prepared with 11 mm diameter and 2 mm thick, each restorative material. The samples were kept in storage conditions of the following substances: Gatorade® (pH 2,9); Coca-Cola® (pH 2,2) and distilled water (pH 6,0; control group) under temperature of 37 ° C, and the environment of immersing exchanged every 24 hours. Five samples of each material were immersed in the beverages tested and monitored for periods of 24 hours, 7, 14 and 21 days. The results were submitted to multifactorial analysis of variance and Tukey test. There were statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) for factors environment, material and time, and for the interaction between them. The distilled water resulted in higher values of microhardness, followed by Coca-Cola® and Gatorade®. The highest values of microhardness were obtained at baseline, followed by 7, 14 and 21 days. There was no statistically significant difference ( $p > 0,05$ ) between the times of 14 and 21 days. It was concluded that the nanocomposite better results and that the acidic pH associated with progressive immersion time significantly alter the microhardness of the composites evaluated.

**Keywords:** Dental materials. Composite resins. Hydrogen-ion concentration.

### INTRODUÇÃO

A estética tem conquistado um importante papel em nossa sociedade. Assim, pode-se observar uma grande valorização na utilização das resinas compostas visando satisfazer as necessidades estéticas no tratamento restaurador. Para se obter êxito neste procedimento, diversos requisitos devem ser observados a fim de garantir maior longevidade da restauração e o sucesso clínico do tratamento restaurador adesivo direto.

Uma dieta rica em substâncias de baixo pH pode acarretar não apenas a erosão do esmalte (causada pela dissolução de cálcio e fósforo) e a predisposição à cárie, mas também comprometer o bom desempenho de restaurações estéticas, causando a degradação das mesmas e a consequente perda das propriedades físicas e mecânicas, limitando o seu emprego clínico a longo prazo (Yap et al., 2001).

Ortengren et al. (2001) consideram que o pH do meio influencia na sorção e solubilidade das resinas compostas, assim como o tipo de matriz orgânica empregada que é um material resinoso plástico que forma uma fase contínua e se une às partículas de carga. As matrizes orgânicas podem ser sílico-orgânicas, Bis-GMA ou poliuretanas.

Fatores presentes na cavidade oral podem diminuir o pH a níveis críticos (abaixo de 5,5), como os microrganismos cariogênicos, bebidas e alimentos ácidos, composição salivar, o que pode influenciar nas propriedades dos materiais restauradores (Moura, Santos-Pinto, 1995; Freitas et al., 1998; Turssi et al., 2001).

O baixo valor de pH afeta a resistência de materiais restauradores em termos de decomposição da matriz e da interação com as partículas de carga (Luiz, 2007).

O refrigerante Coca-Cola® com pH 2,2 (Fushida, Cury, 1999) e o repositor hidroeletrólítico Gatorade® com pH 2,9 (Sobral et al., 2000), podem desencadear processo erosivo sobre a superfície dental e sobre a superfície de restaurações de resinas compostas.

Estudos têm sido realizados na tentativa de avaliar a ação ácida sobre a superfície de materiais restauradores estéticos (Freitas et al., 1998; Mohamed-Thair, Auj, 2004; Souza et al., 2005). Yap et al. (2001) investigando o efeito de diferentes meios químicos na microdureza superficial de resinas compostas. Estes autores observaram que a degradação é dependente da composição da resina utilizada, e tanto solventes orgânicos, quanto ácidos fracos, em meio aquoso, podem degradar a resina composta. As matrizes das resinas compostas são sensíveis a ácidos orgânicos e a vários constituintes da dieta. Fendas nas partículas inorgânicas dos compósitos e desintegração da interface resina-partícula (silano) podem ocorrer sob determinadas condições do meio bucal.

Freitas et al. (1998) testaram duas hipóteses na tentativa de explicar o efeito destruidor dos ácidos sobre os compósitos: a reação desses com a resina composta, determinando o rompimento da molécula de polímero (hidrólise ácida) e a dissolução ou o intumescimento da matriz de resina pela sorção de líquidos. Com a diminuição da microdureza superficial da resina composta, poderá ocorrer o insucesso da restauração, devido a uma colonização bacteriana associada a uma higienização deficiente. Willershausen et al. (1999) observaram que microrganismos, tais como *S. mutans*, *S. oralis* e *A. naeslundii* aderem firmemente aos materiais resinosos.

Em relação aos compósitos, suas propriedades físicas e mecânicas são amplamente influenciadas pela quantidade, tamanho e distribuição de suas partículas. Manhart et al. (2000) comprovaram que a fração volumétrica das partículas inorgânicas se correlaciona diretamente com a resistência mecânica do material e que o alto conteúdo de finas partículas melhora a resistência e a dureza das resinas compostas. As resinas de micropartículas possuem carga de aproximadamente 0,04 µm de diâmetro (sílica coloidal) e se caracterizam por serem extremamente políveis, vítreas e estéticas. Entretanto, são frágeis e com menor resistência à fratura. As resinas nanoparticuladas possuem cargas com dimensão entre 0,1 e 150 nm (Terry, 2004). Esta tecnologia está presente em diversos compósitos odontológicos restauradores modernos, entre eles, o compósito ICE (SDI), que segundo o fabricante, possui uma combinação de nanotecnologia e hibridização, resultando em maior resistência mecânica.

A introdução de resinas compostas nanoparticuladas no mercado, e a grande utilização de compósitos microparticulados em tratamentos restauradores estéticos, juntamente com a alta ingestão de bebidas ácidas, instigou a elaboração dessa pesquisa com o propósito de avaliar o efeito da ação de substâncias de baixo pH sobre a microdureza superficial de resinas compostas.

## METODOLOGIA

Para o estudo utilizou-se duas marcas comerciais de resinas compostas, uma com micropartículas: Durafill VS (Heraeus Kulzer) e outra com nanopartículas ICE (SDI). As duas resinas compostas utilizadas foram da cor A2.

Os corpos-de-prova foram confeccionados em matriz metálica, para evitar dispersão da luz através das mesmas (Cotrina et al., 2003).



FIGURA 1 – Matriz metálica circular utilizada para confecção dos corpos-de-prova.

A matriz era de formato circular, conforme figura 1, com cavidade interna de 11 mm de diâmetro e 2mm de espessura, seu diâmetro coincidia com o diâmetro da ponta ativa do aparelho fotopolimerizador. Esse procedimento foi adotado para que a intensidade de luz fosse igual em todo o corpo-de-prova.

Previamente ao preenchimento da cavidade da matriz com cada um dos materiais em teste, uma fina película de vaselina líquida foi aplicada com ajuda de uma haste de algodão para isolar a resina composta do metal e facilitar a remoção dos corpos-de-prova após a realização do experimento (Godoy, 2008).

Em seguida, a matriz metálica foi colocada sobre uma placa de vidro com uma tira de poliéster interposta entre esta e a matriz. A resina composta foi inserida no interior da cavidade em um único incremento com uma espátula Thompson n° 6 tomando-se cuidado para evitar a inclusão de bolhas de ar (Figura 2).



FIGURA 2 – Inserção do material restaurador na matriz metálica.

Após a inserção do material, colocou-se acima da matriz uma outra tira de poliéster e uma placa de vidro (Delgado, 2008; Godoy, 2008). Posicionou-se a placa de vidro superior sobre a matriz, sem compressão, apenas com o peso da própria placa. Este procedimento permitiu o escoamento do excesso de material e a obtenção de uma superfície plana e uniforme com a matriz metálica (Pereira et al., 2000; Silva et al., 2002), o que facilitou o registro da microdureza superficial sem haver necessidade de procedimentos de acabamento e polimento (Pereira et al., 2000). A placa de vidro permaneceu apoiada sobre a matriz durante 25 segundos, tempo que permitiu obter uma superfície lisa (Figura 3).

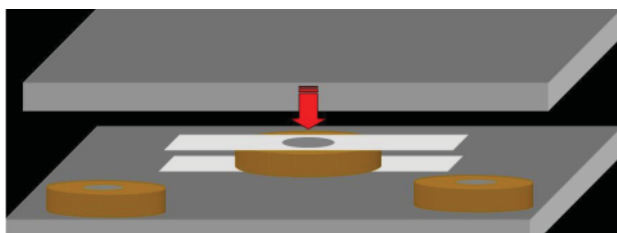


FIGURA 3 – Desenho esquemático demonstrando a confecção dos corpos-de-prova.

A seguir, removeu-se a placa de vidro superior e posicionou-se a ponta ativa do aparelho fotopolimerizador à base de LEDs (LEDEMETRON I/Kerr) diretamente sobre a tira de poliéster durante 40 segundos, polimerizando o material, conforme desenho esquemático da figura 4 (Pereira et al., 2001; Cotrina et al., 2003; Delgado, 2004).

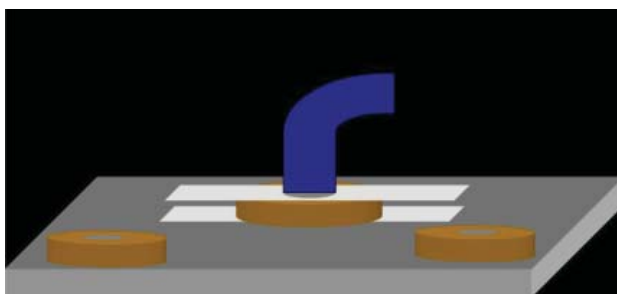


FIGURA 4 – Desenho esquemático demonstrando a fotopolimerização dos corpos-de-prova.

O aparelho à base de LEDs foi utilizado com a bateria em carga máxima durante a polimerização dos corpos-de-prova. A intensidade de luz foi monitorada com um radiômetro manual para LEDs (Kondortech) antes e após a polimerização dos corpos-de-prova e verificou-se que a intensidade de luz manteve-se constante durante todo o experimento (1.100 mW/cm<sup>2</sup>).

Após a fotoativação, os corpos-de-prova foram identificados, diferenciando-se a superfície de topo e esta foi dividida em quatro quadrantes determinados com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº. 15.

A seguir, todos os corpos-de-prova foram armazenados em recipientes à prova de luz e em água destilada em estufa a  $37^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24 horas até a realização do primeiro ensaio de microdureza superficial. O primeiro ensaio foi realizado com o Microdurômetro (HMV Shimadzu – Japão) aplicando-se uma carga de 50g com tempo de permanência de 30 segundos no primeiro quadrante, onde foram realizadas três indentações. Após a leitura inicial de microdureza, os corpos-de-prova foram divididos em 6 grupos com 5 corpos-de-prova cada e foram submetidos à ação de diferentes substâncias, por distintos períodos de tempo, conforme descrito no Quadro 1. Os meios de imersão foram trocados a cada 24 horas (Luiz, 2007), sendo que em cada troca o potencial hidrogeniônico (pH) das substâncias era determinado por meio de pHmêtro digital (Modelo pH 21/ Hanna Instruments), utilizando-se 40ml de cada solução. O pH final foi obtido pelo cálculo da média das medições: 2,8; 2,4 e 6,0 para o repositores hidroeletrólítico, o refrigerante e a água destilada, respectivamente.

RESINAS COMPOSTAS	GRUPOS	MEIOS DE IMERSÃO	INTERVALO DE TEMPO LEITURA DE DUREZA			
			24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
ICE	Grupo 1	Imersão Diária por 1 hora em Água Destilada	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
	Grupo 2	Imersão Diária por 1 hora em Coca-Cola®	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
	Grupo 3	Imersão Diária por 1 hora em Gatorade®	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
DURAFILL VS	Grupo 4	Imersão Diária por 1 hora em Água Destilada	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
	Grupo 5	Imersão Diária por 1 hora em Coca-Cola®	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)
	Grupo 6	Imersão Diária por 1 hora em Gatorade®	24 Horas (T0)	7 Dias (T1)	14 Dias (T2)	21 Dias (T3)

QUADRO 1 – Grupos em que os corpos-de-prova foram divididos e intervalos de tempo para a leitura da microdureza.

Os corpos-de-prova foram expostos aos meios de imersão (Quadro 1) durante 21 dias, por 1 hora diária, seguindo as 23 horas restantes em repouso na água destilada (Souza et al., 2005). Nos períodos de tempo de 7, 14 e 21 dias foram realizados os ensaios de microdureza nos corpos-de-prova, sendo feito o ensaio no quadrante 2 no tempo de 7 dias, no quadrante 3 no tempo de 14 dias e no quadrante 4 em 21 dias, da mesma maneira como foi realizado no primeiro quadrante (Figura 5).



FIGURA 5 – Superfície do corpo-de-prova dividada em quatro quadrantes, com as respectivas indentações (adaptado de Souza et al., 2005).

A variável microdureza foi avaliada utilizando-se o teste de Análise de Variância Multifatorial, com pós-teste de Tukey, levando-se em consideração os seguintes fatores: material, tempo e meio de armazenagem. Todos os testes foram realizados com auxílio do programa SPSS 13.0 para Windows, adotando-se como nível de significância o valor de 0,05.

## RESULTADOS

A aplicação da Análise de Variância Multifatorial demonstrou haver diferenças estatisticamente significantes para o fator meio, material e tempo, bem como para a interação entre estes fatores.

A resina composta ICE (SDI) apresentou maior microdureza do que o material Durafill VS (Heraeus Kulzer). A aplicação do teste de Tukey demonstrou que o meio de armazenagem em água destilada resultou em maiores valores de microdureza, seguido dos meios Coca-Cola® e Gatorade®.

A Tabela 1 mostra os valores das médias e desvio padrão para a variável microdureza levando-se em conta os fatores meio de armazenagem, material e tempo.

TABELA 1 – Valores das médias e desvio padrão para a variável microdureza levando-se em conta os fatores meio de armazenagem, material e tempo.

	GRUPOS		24 Horas		7 Dias		14 Dias		21 Dias	
			Média	Desvio-Padrão	Média	Desvio-Padrão		Desvio-Padrão		
ICE	1	Água Destilada	57,37	5,31	56,38	4,93	55,11	5,22	55,56	6,73
	2	Coca-Cola®	58,09	4,90	51,93	7,65	45,86	6,67	40,75	4,93
	3	Gatorade®	58,40	4,07	48,70	6,22	41,02	5,41	38,01	6,29
Durafill VS	4	Água Destilada	33,24	2,71	30,90	2,77	26,86	3,77	26,22	4,64
	5	Coca-Cola®	31,88	2,67	28,87	2,04	25,19	3,52	26,05	2,63
	6	Gatorade®	33,69	3,21	28,22	2,10	21,89	2,90	23,16	3,59

Os maiores valores de microdureza foram obtidos no baseline, seguido de 7, 14 e 21 dias. Apenas não houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos de 14 e 21 dias ( $p>0,05$ ).

No Gráfico 1 observa-se a representação das médias e desvio padrão dos valores de microdureza segundo resina, tempo e meio de armazenagem.

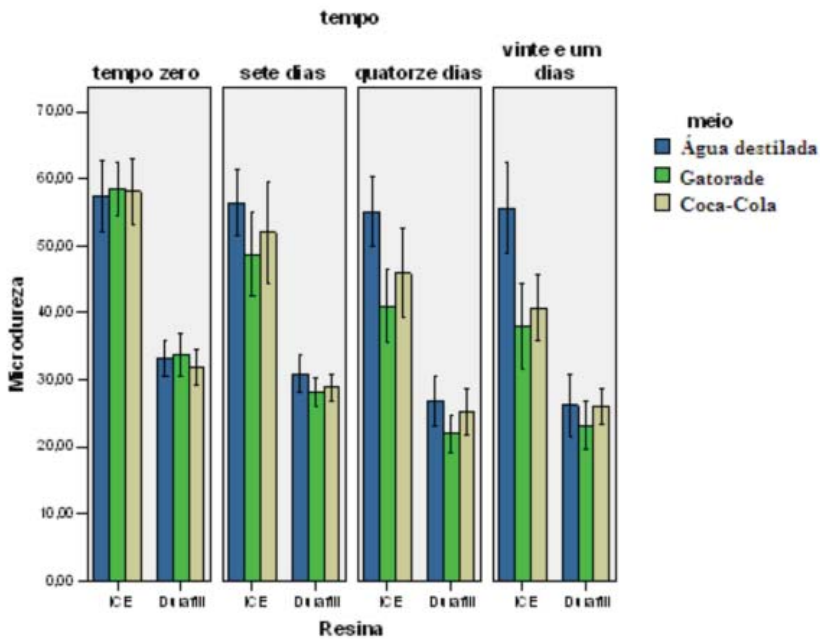


GRÁFICO 1 – Representação das médias e desvio padrão dos valores de microdureza segundo resina, tempo e meio de armazenagem.



## DISCUSSÃO

Com o aumento do uso de materiais restauradores estéticos, surgiram também preocupações acerca da degradação destes materiais, justificando a realização de diversos experimentos sobre o assunto (Abu-Bark et al., 2001; Mohamed-Thair, Auj, 2004; Aliping-Mckenzie et al., 2004; Souza et al., 2005; Bagheri et al., 2007).

Pesquisas têm demonstrado que o dano às restaurações de resina composta no meio bucal ocorre tanto na presença como na ausência do estresse mastigatório, sugerindo que a degradação é devido à somatória de fatores: estresse, composição do material e substâncias químicas a que são submetidos (Roulet, Walti, 1984).

O componente químico da matriz orgânica pode interferir na degradação das resinas compostas. No caso das resinas empregadas neste estudo, todas possuíam o Uretano Dimetacrilato (UDMA) associado ou não a outros componentes químicos, impossibilitando a comparação do desempenho das mesmas em função do agente químico da matriz orgânica. Kao (1989) verificou que a presença de UDMA torna as resinas compostas mais susceptíveis aos solventes simuladores da alimentação do que o Bisfenol Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), pois o mesmo UDMA apresenta um grupamento de característica polar, chamado uretano, o qual aumenta a sua hidrofília, causando assim maior sorção de água (Carvalho et al., 2005).

O ensaio de dureza empregado na pesquisa foi o de Vickers e se baseia na resistência que o material oferece à penetração de uma pirâmide de diamante de base quadrada e ângulo entre faces de 136°, sob uma determinada carga, consistindo numa reação permanente, sendo proporcional à ductibilidade, resistência e desgaste de um material. (Yap et al., 2001).

De acordo com os resultados obtidos, o menor valor de microdureza inicial foi observado para a resina composta Durafill Vs (Heraeus Kulzer) e está relacionado com o tipo e a quantidade de carga inorgânica em sua composição (Nagayassu et al., 2003). Esse compósito apresenta 40% de carga inorgânica em volume, sendo suas partículas de carga constituídas de dióxido de silício. Já o compósito ICE (SDI) apresenta 61% de carga inorgânica em volume e suas partículas são constituídas de aluminossilicato de estrôncio. A resina composta ICE (SDI), mesmo possuindo maior porcentagem de carga em volume, sofreu maior redução da microdureza, em contraposição com Carvalho et al. (2005) que relataram ocorrer maior redução nos compósitos onde a porcentagem de carga em volume é menor.

De acordo com os resultados obtidos, a microdureza superficial inicial de todos os corpos-de-prova foi maior e apresentou diferença estatisticamente significante quando comparada com a microdureza dos mesmos após 14 dias.

A redução da microdureza dos corpos-de-prova expostos aos meios de imersão ácidos foi maior que a observada nos espécimes expostos à água destilada. Essa maior diminuição nos valores de microdureza pode ser justificada pela ação erosiva e deletéria das substâncias ácidas que atuaram nas resinas compostas degradando sua matriz resinosa

e expondo as partículas de carga inorgânica. A ação dos ácidos sobre as resinas estaria fundamentada na interação solvente-polímero. Os mesmos, ao entrarem em contato com o polímero substituem as ligações secundárias entre as macromoléculas (pontes de hidrogênio) e diminuem a interação entre elas, fazendo com que uma molécula do polímero deixe de interagir com a outra e, com isso, ocorra à diminuição da dureza do material (Bagheri et al., 2007).

A pequena redução da microdureza nos grupos imersos somente em água destilada se explica pelo fato dos polímeros das resinas compostas serem susceptíveis à absorção de solventes, particularmente a água (Browning, Dennison, 1996). A molécula de solvente força as cadeias poliméricas a se partirem, causando a degradação hidrolítica da interface entre carga e resina. Segundo Bagheri et al. (2007), a água destilada pode facilmente penetrar na rede polimérica das resinas compostas causando a separação da união carga-matriz.

A aplicação do teste de Tukey demonstrou que o meio de armazenagem em água destilada resultou em maiores valores de microdureza, seguido dos meios Coca-Cola® e Gatorade®. A natureza dos diferentes constituintes presentes na Coca-Cola® (pH 2,4) e Gatorade® (pH 2,8) poderia explicar como pHs tão próximos promovem reduções diferentes sobre a microdureza das resinas compostas estudadas. Aliping-Mckenzie et al. (2004), ao submeterem restaurações de cimento ionomérico de vidro à Coca-Cola® e ao suco de maçã, observaram que este promoveu dissolução total das amostras após o período de exposição de um ano, mesmo sendo o seu pH (3,4) maior que o da Coca-Cola® (pH 2,4). Esta, por sua vez, promoveu apenas considerável perda de dureza superficial.

Bagheri et al. (2007) expuseram amostras de materiais restauradores estéticos às bebidas: vinho tinto (pH 3,7), café (pH 5,01) e chá (pH 5,38), e verificaram que o café e o chá promoveram alterações na rugosidade superficial mais expressivas que o vinho, apesar do valor de pH deste ter sido o menor

Faz-se necessário realizar pesquisa sobre os demais constituintes das bebidas analisadas que podem estar influenciando na capacidade erosiva destas, bem como a realização de estudos clínicos acerca do tema para constatação da real degradação das resinas compostas.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o efeito do pH ácido associado ao tempo de imersão progressivo alterou significativamente a microdureza e que a resina de nanopartículas apresentou maiores valores de microdureza.

Sabendo-se da maior ou menor susceptibilidade dos materiais restauradores estéticos às variações do pH no meio bucal, é fundamental que o profissional esteja atento à seleção do material, devendo levar em consideração histórias de refluxo gástrico, de distúrbios alimentares e de alto consumo de dieta ácida de cada paciente, a fim de se obter maior desempenho clínico das restaurações.

É preciso levar em consideração que solventes ou substâncias químicas podem comprometer a dureza das resinas compostas, em maior ou menor grau, dependendo da composição das mesmas e do tempo de exposição ao produto. Desta forma, a durabilidade das restaurações é diretamente proporcional ao tipo de alimentos ingeridos, frequência e hábitos de higiene bucal.

## REFERÊNCIAS

- Abu-Bark N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Evaluation of the surface roughness of compomer by laser scanning microscopy. *Dent Mater J* 2001;20(2):172-80.
- Aliping-Mckenzie M, Linden RWA, Nicholson. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and compomers. *J Oral Rehabil* 2004; 31(11):1046-52.
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas MJ. Surface characteristics of aesthetic restorative materials: an SEM study. *J Oral Rehabil* 2007;34(1):68-76.
- Browning WD, Dennison JB. A survey of failure modes in composite resin restorations. *Oper Dent* 1996;21(4):160-6.
- Carvalho JC, Torres CR, Araújo RM, Carvalho JPB, Araújo MAM. Influência do ácido láctico sobre a microdureza de resinas compostas. *RGO* 2005;53(1):7-11.
- Cotrina DAL, Souza MA, Pereira SK, Gomes MO, Gomes JC. Efeito de diferentes Sistemas de Fotopolimerização na Microdureza de uma Resina Composta. *Rev Ibero Am Odontol Estet Dent* 2003;2(8):348-57.
- Delgado, L. Avaliação da microdureza superficial de resinas compostas extra claras fotopolimerizadas por luz halógena e LEDs e descrição das características dos aparelhos fotopolimerizadores. [Dissertação]. Ponta Grossa: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2004.
- Delgado LC. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz. Oral Res* 2008;22(3):205-10.
- Freitas FJG, de Goes SCMF, Morais EAN. Ação de ácidos sobre a resina composta. *RGO* 1998;46(4):201-4.
- Fushida CE, Cury JA. Estudo in situ do efeito da frequência de ingestão de Coca-Cola na erosão do esmalte-dentina e reversão pela saliva. *Rev Odontol Univ São Paulo* 1999;13(2):127-34.
- Godoy EDP. Avaliação da capacidade de polimerização e elevação de temperatura produzida por aparelhos fotopolimerizadores. [Dissertação]. Ponta Grossa: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.
- Kao EC. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater* 1989;5:201-8.
- Luiz BKM. Resinas Compostas Fotoativadas: Propriedades micro e macroscópicas após cura e armazenadas em meios que simulam dieta. [Tese]. Florianópolis: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina; 2007.
- Manhart J, Kunzelmann KH, Cheen HY. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mat* 2000;16:33-40.

Mohamed-Thair MA, Auj Y. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *Oper Dent* 2004;29(5):586-91.

Moura MS, Santos-Pinto LAM. Avaliação in vitro do efeito das aplicações tópicas de flúor fosfato acidulado sobre materiais odontológicos. *Rev ABO Nac* 1995;3(3): 194-7.

Nagayassu MP, Umetsubo LS, Barbosa SH, Valera MC, Araújo MAM. Rugosidade superficial de resinas compostas após a imersão em meio ácido. *RGO* 2003;51(2):89-94.

Ortengren V, Anderson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behavior of three composite resin materials. *J Dent* 2001;29:35-41.

Pereira SK, Porto ALC, Mendes DJA. Avaliação da dureza superficial de uma resina composta híbrida em função de cor, tempo de exposição, intensidade de luz e profundidade do material. *J Bras Clín Estet Odontol* 2000;4:63-67.

Pereira SK, Porto ALC, Mendes DJA. Efeitos de diferentes sistemas de fotopolimerização na dureza superficial da resina composta. *J Bras Clin Estet Odontol* 2001;5(26):156-61.

Roulet JF, Walti C. Influence of oral fluid on composite resins and glass ionomer cement. *J Prosth Dent* 1984;52:182-6.

Silva VE, Araújo AP, Franciosconi SAP. Adaptação marginal e dureza de resinas compostas. Influência de métodos de fotoativação. Avaliação da Adaptação com moldes de elastômeros. *Rev FOB* 2002;10:7-16.

Sobral MAP, Luz MAA de C, Gama-Teixeira A, Garone Netto N. Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. *Pesqui Odontol Bras* 2000;14(4): 406-10.

Souza NCS, Pozzobon RT, Susin AH, Jaeger F. Avaliação da Rugosidade Superficial de Uma Resina Composta. *RGO* 2005;53(1):71-4.

Terry DA. Applications of nanotechnology. *Pract Proced Aesthet Dent* 2004;16(3): 220-2.

Turssi CP, Magalhães CS, Serra MC. Surface roughness assessment of resin-based materials during brushing preceded by pH-cycling simulations. *Oper Dent* 2001;26: 576-84.

Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehab* 2001;28:1015-21.

Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dental Materials* 2000; 20: 370 – 376.

Willershhausen B, Callaway A, Ernst CP, Stender E. The influence of oral bacteria on the surface of resin-based restorative materials: an in vitro study. *Int Dent. J* 2004;49(4):231-9.

**Recebido em:** 23/04/2010

**Aprovado em:** 30/06/2010