

EFEITO DE REPOSITORES HIDROELETROLÍTICOS SOBRE A MICRODUREZA DE RESINAS COMPOSTAS

Effect on hydroelectrolytic reposition microhardness of composite resins

Jiordanne Araújo Diniz¹, Rosenês Lima dos Santos¹, Germana Coeli de Farias Sales¹, Estela Santos Gusmão², Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo¹.

¹ Departamento de Clínica e Odontologia Social, Faculdade de Odontologia, UFPB Universidade Federal da Paraíba, 58.059-900 João Pessoa-PB, Brasil.

² Departamento de Medicina Oral, Faculdade de Odontologia, UPE Universidade de Pernambuco, 54753-220 Camaragibe-PE, Brasil.

Palavras chave:

Resina Composta, Repositores Hidroeletrólitos, Microdureza.

RESUMO

Objetivo: Verificar o efeito de repositores hidroeletrólitos sobre a microdureza de resinas compostas. **Materiais e Método:** Por meio de um estudo *in vitro*, foram confeccionados dezesseis espécimes de resina composta, das marcas Rok®, Herculite Classic®, Filtek TM P-60® e EstelitΣ®, na cor B2, com dimensões de 5 mm de diâmetro e 2 mm de altura. Os espécimes foram obtidos através de incrementos de 2mm e fotopolimerização final por 20s. Os espécimes foram expostos à ação de três repositores hidroeletrólitos comerciais, Marathon Sport®, Taeq Esporte® e Gatorade® (sabor uva), e a saliva artificial num período de três semanas. Previamente foram mensurados o pH endógeno de cada bebida, através do pH – metro digital. Realizou-se a análise de microdureza Vickers das resinas a cada semana de exposição. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial teste de Kruskal-Wallis. **Resultados:** As marcas comerciais de resinas compostas apresentaram diferença estatisticamente significativas nos valores de microdureza após 1, 2 ou 3 semanas. **Conclusão:** Os repositores hidroeletrólitos exerceram influência sobre a microdureza das resinas compostas.

Descriptors:

Composite Resin, Hydroelectrolyte Repositores, Microhardness

ABSTRACT

Aim: To investigate the effect of electrolyte replacers on the microhardness of composite resins. **Materials and Methods:** Using an *in vitro* study, sixteen specimens were fabricated composite resin brands Rok®, Herculite® Classic, Filtek TM P-60® and EstelitΣ, color B2, with dimensions of 5 mm in diameter and 2 mm in height. The specimens were obtained in increments of 2 mm and final curing for 20s. The specimens were exposed to the action of three different hydroelectrolyte repositores, Marathon® Sport, Sport Taeq® and Gatorade® (grape flavor), artificial saliva and within three weeks. Previamente we measured the endogenous pH of each beverage by pH - meter type. Analysis was performed Vickers microhardness of resins each week exposure. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics using the Kruskal-Wallis test. **Results:** The commercial maracas composites showed statistically significant difference in hardness values after 1, 2 or 3 weeks. **Conclusion:** The electrolyte replacers had an influence on the microhardness of resins

825

AUTORA CORRESPONDENTE:

Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo.
Praça João Pessoa, n16, Centro, Rio Tinto – Paraíba. Cep 58297000.
Fone 83-88406517
e-mail: vivi_mfigueiredo@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A mudança no hábito alimentar e comportamental da população brasileira nas últimas décadas tem atraído a atenção da comunidade científica. Atualmente durante a prática de exercícios físicos ocorre a frequente ingestão de repositores hidroeletrólitos ou isotônicos, refrigerantes e sucos de frutas. Isto devido a perda de líquido por transpiração e redução do fluxo salivar. Estudos *in vitro* demonstraram que a ingestão frequente de frutas e bebidas ácidas pode provocar a perda da estrutura dental por erosão¹⁻⁴.

A literatura relata que o processo erosivo, causado pelo elevado consumo de alimentos e bebidas ácidas (baixo pH), resulta em lesões não cáries do tipo erosão sobre o tecido dental mineralizado^{1,4-10}, como também a degradação

da microdureza, aumento da rugosidade superficial e manchamento dos materiais restauradores¹¹⁻¹⁶.

O consumo de repositores hidroeletrólitos tem aumentado e sido popularizado entre praticantes de exercícios físicos, adolescentes e adultos jovens³. O pH dessas bebidas está em torno de 3,5¹⁷, considerado bastante ácido, em relação ao pH crítico de desmineralização (pH=5,5) para o esmalte dental¹ e alterações nos materiais restauradores^{11,12}.

Os efeitos causados sob o ponto de vista da frequência de ingestão destas bebidas sobre a resina composta não são tão documentados na literatura, dada a grande diversidade estrutural de resinas compostas presentes no mercado. Desta maneira, tomando como base o aumento do consumo de bebidas esportivas na população, e no baixo

pH das mesmas, este estudo objetivou analisar a microdureza de diferentes marcas de resinas compostas, com composição química diferenciada, após exposição a bebidas isotônicas. A hipótese a ser testada é que a composição química das resinas compostas influenciará os valores de microdureza, após a exposição aos isotônicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo *in vitro* foram analisadas quatro marcas comerciais de resinas compostas, indicadas para dentes posteriores, todas na cor B2 (Quadro 1); três repositores hidroeletrólitos: Marathon Sport®, Taea Esporte® e Gatorade®; todos no sabor uva; e a saliva artificial. Esta apresentou a seguinte composição química: cloreto de potássio 0,625%; cloreto de sódio 0,865%; cloreto de magnésio 0,056%; cloreto de cálcio 0,166%; fosfato de potássio dibásico 0,804%; fosfato de potássio monobásico 0,326%; sorbitol 70%; benzoato de sódio 1%; CMC 2% e água destilada 24,158%, e apresentava pH 6.

Quadro 1: Resinas compostas analisadas, composição, lote e fabricante.

RESINAS	COMPOSIÇÃO	LOTE	FABRICANTE
EstelitΣ	<u>Matriz:</u> Bis-GMA e TEGDMA; <u>Carga inorgânica:</u> 71% do volume de sílica e zircônia; tamanho das partículas de 0,1 a 3,0 µm. <u>Resina Microhibrida</u>	EW61618	Tokuyama Dental, Japão
Filtek™ P-60	<u>Matriz:</u> BIS-GMA, UDMA e BIS-EMA; <u>Carga inorgânica:</u> 61% do volume de sílica, óxido de alumínio e de zircônia; tamanho das partículas de 0,01 a 3,5 µm. <u>Resina Microhibrida</u>	122686	3M ESPER, USA
Herculite Classic	<u>Matriz:</u> BIS-GMA e TEGDMA, pigmentos de óxido de ferro; <u>Carga inorgânica:</u> 59% do volume de vidro de borossilicato de alumínio; sílica coloidal; tamanho das partículas médio – 0,6 µm. <u>Resina Microhibrida</u>	3055032	Kerr Corporation, USA
Rok	<u>Matriz:</u> UDMA; <u>Carga inorgânica:</u> 67,7% de silicato de estrôncio e alumínio; tamanho das partículas de 40 nm a 2,5 µm. <u>Resina Híbrida</u>	080521	SDI Limited Bayswater, Australia

826

Confecção dos Espécimes

Confeccionou-se quatro discos de cada marca comercial de resina composta, o que resultou em 16 espécimes, através de matrizes de latão com diâmetro interno de 5 mm e 2 mm de altura, de acordo com a especificação nº 27 da ADA - American Dental Association¹⁸. Os orifícios das matrizes foram devidamente vaselinados, e a resina inserida em incremento único de 2mm. A resina composta foi fotopolimerizada com luz LED (Radii - SDI®, São Paulo-SP/ Brasil) por 20s. A irradiância do equipamento foi monitorada por radiômetro (Radii - SDI.), com comprimento de onda entre 440-480nm. Após a confecção, os espécimes foram armazenados em recipientes com água destilada em temperatura ambiente, por 24 hs.

Desafio Ácido

Os espécimes de cada marca comercial de resina composta foram divididos aleatoriamente em 4 grupos teste (Tabela 1), expostos a saliva artificial e aos três isotônicos em teste, durante 30 segundos, com intervalos de 10 minutos entre uma exposição e outra, resultando em 5 repetições diárias, num período de 3 semanas. Durante o período de não exposição, os espécimes eram mantidos em saliva artificial e em estufa à temperatura de 37°C^{8,9,19,20}.

Tabela 1: Distribuição de grupos testes do experimento.

Grupos Experimentais	Solução de Exposição	Resina Composta
MAS	Marathon Sport®	Rok, EstelitΣ, Filtek™, P-60, Herculite Classic
TAE	Taea Esporte®	Rok, EstelitΣ, Filtek™, P-60, Herculite Classic
GAT	Gatorade®	Rok, EstelitΣ, Filtek™, P-60, Herculite Classic
SAA	Saliva artificial	Rok, EstelitΣ, Filtek™, P-60, Herculite Classic

Os espécimes estiveram imersos em saliva artificial para reproduzir *in vitro* a propriedade tampão da saliva sobre variações de pH dos ciclos ácidos semanais¹⁹. A armazenagem dos corpos de prova em estufa bacteriológica à 37°C (temperatura estimada da boca) a fim de reproduzir o meio bucal^{11,21}.

Mensuração do pH

O pH endógeno dos isotônicos foi determinado pelo pH-metro digital Orion 720+ (Thermo Electron Corporation, Waltham-Massachusetts/USA), este aparelho foi calibrado em soluções tampão padrão com pH 7,0 e pH 4,0. Inicialmente, foram realizadas três medidas em cada bebida, logo após serem abertas, e o pH final foi determinado pela média aritmética dos valores obtidos, Marathon Sport® (3,174), Taeq Esporte® (3,020) e Gatorade® (3,021).

Microdureza

A análise de microdureza foi realizada através de cinco indentações paralelas com 100µm de distância no espécime, com o penetrador tipo Vickers, utilizando uma carga de 100g, por um tempo de 15s, através do microdurômetro (HMV MicroHardness Tester - Shimadzu), obtendo uma média das indentações a cada análise semanal⁷. Foi mensurada a microdureza dos espécimes a cada semana de exposição aos grupos testes após 5 hs de armazenamento, e operador que realizou as análises era cego.

Análise Estatística

Os dados foram registrados na forma de banco de dados do programa de informática SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*), versão 15.0, e analisados por meio de estatística não-paramétrica, a microdureza das resinas compostas imersas nos isotônicos foi comparada entre si, através do teste de Kruskal-Wallis por cada período de tempo.

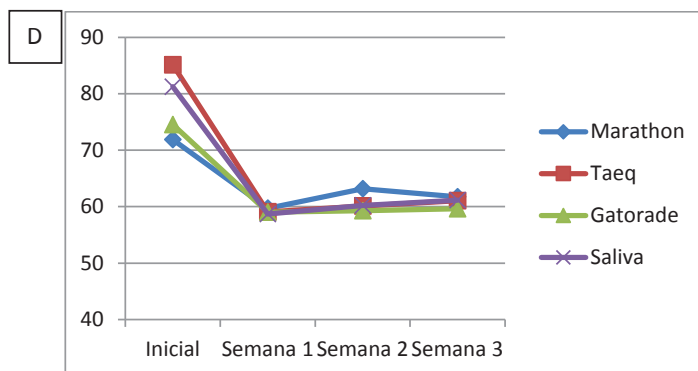
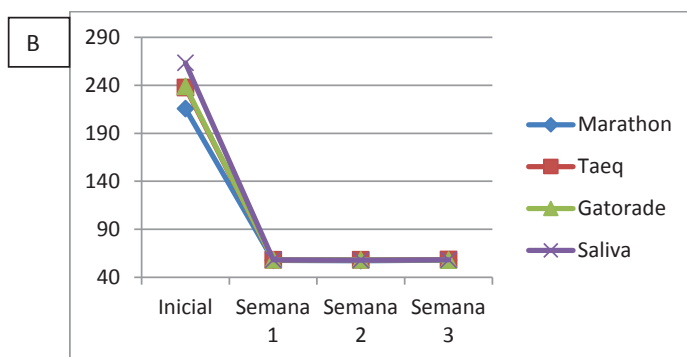
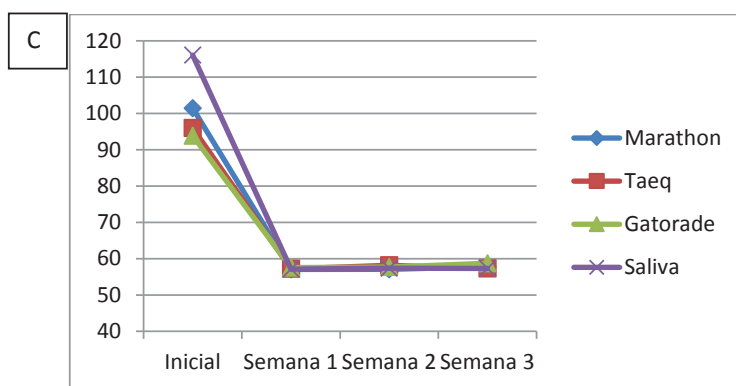
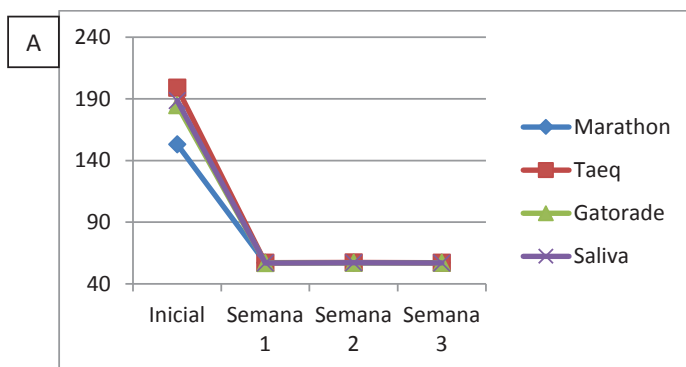
RESULTADOS

A microdureza avaliada na primeira semana observou-se que as resinas Rok e Esterlite não sofreram influência dos isotônicos, no entanto as resinas P-60 e Herculite, foram identificadas alterações significativas. Durante a segunda semana, a única resina que não apresentou diferenciação em função dos isotônicos foi a Rok, enquanto que as demais a ação dos isotônicos foi estatisticamente significativa. Por fim, na terceira semana, observou-se diferença estatisticamente significativa para as resinas Rok e Herculite, enquanto as resinas P-60 e Esterlite não sofreram influência significativa dos isotônicos. As resinas compostas durante as três semanas apresentaram diferenças significativas na solubilidade em todos os isotônicos ($p < 0,05$). (Tabela 2) (Figura 1)

Tabela 2: Valores médios de microdureza das resinas compostas após a ação dos repositores hidroeletrólítico e *p*-valor.

Resina Compostas - Tempos de Exposição Marathon Sport		Repositores Hidroeletrólítico				Kruskal-Wallis	
		Taeq Esporte	Gatorade		Saliva		
Rok	Inicial	153,27	199,01	184,99	188,68	$\chi^2=5,194$; $p=0,158$	
	1 semana	57,16	57,20	57,03	57,02	$\chi^2=1,156$; $p=0,764$	
	2 semana	57,11	57,31	57,06	57,17	$\chi^2=6,280$; $p=0,099$	
	3 semana	57,14	57,26	57,05	57,01	$\chi^2=10,853$; $p=0,013^*$	
P-60	Inicial	215,64	237,68	238,82	263,31	$\chi^2=7,297$; $p=0,063$	
	1 semana	57,54	58,10	58,27	58,16	$\chi^2=8,897$; $p=0,031^*$	
	2 semana	57,23	58,17	58,27	57,87	$\chi^2=11,229$; $p=0,011^*$	
	3 semana	57,85	58,46	58,03	58,13	$\chi^2=5,000$; $p=0,172$	
Herculite	Inicial	101,46	95,98	93,87	116,08	$\chi^2=12,234$; $p=0,007^*$	
	1 semana	57,04	57,20	57,54	57,11	$\chi^2=13,569$; $p=0,004^*$	
	2 semana	57,07	58,21	57,67	57,37	$\chi^2=14,520$; $p=0,002^*$	
	3 semana	57,81	57,27	58,71	57,30	$\chi^2=16,109$; $p=0,001^*$	
Esterlite	Inicial	71,89	85,16	74,56	81,27	$\chi^2=8,874$; $p=0,031^*$	
	1 semana	59,71	59,08	59,02	58,07	$\chi^2=2,120$; $p=0,548$	
	2 semana	63,19	60,10	59,28	60,21	$\chi^2=11,571$; $p=0,009^*$	
	3 semana	61,73	61,08	59,62	61,18	$\chi^2=7,697$; $p=0,053$	

Figura 1: Gráficos A (Resina Rook), B (Resina P-60), C (resina Herculite) e D (resina Esterlite) apresentam a evolução das microdurezas das resinas compostas em estudo ao longo do tempo de exposição em cada isotônico.



DISCUSSÃO

A metodologia utilizada neste estudo buscou reproduzir o tempo de ingestão dos isotônicos pelos indivíduos, expondo os espécimes há alguns minutos semanais^{8,9,19,20}. Em contra partida diferentes trabalhos faz menção em deixar os espécimes imersos nas soluções por períodos de tempo relativamente longos^{1,5,10,11,13}, situação que não ocorre durante a ingestão.

A análise do pH nesta pesquisa foi realizada logo após as garrafas dos isotônicos serem abertas, reproduzindo o imediatismo do consumo, e não após intervalo de 30 min ao serem abertas, durante este intervalo os valores de pH são modificados, tornando a ação erosiva não significativa^{1,22}.

Os resultados de microdureza apontados neste estudo estiveram de acordo com a literatura^{21,23,24}, em que verificou-se elevada ação erosiva dos repositores sobre as resinas à base de Bis-GMA, ou seja, a Filtek P60 e a Herculite Classic. As resinas com matriz orgânica de Bis-GMA são mais sensíveis ao amolecimento por ação de substâncias químicas^{23,24}. A composição química e estrutural do tamanho da partícula de carga, volume e peso, influência o desempenho sobre a dureza Vickers²⁵, sendo assim a hipótese testada neste estudo foi aceita.

Apesar da resina Estelite Σ também possuir matriz orgânica à base de Bis-GMA, a mesma apresentou os maiores valores de microdureza ao final do experimento independente de estar imersa em isotônico ou saliva artificial. Pode ser explicado pela presença de maior quantidade de carga inorgânica na resina Estelite Σ , 71% de volume, comparada as demais resinas analisadas. A carga inorgânica reduz a matriz orgânica e melhora as propriedades mecânicas dos materiais²⁶.

A resina Rok sofreu pouca alteração de microdureza, devido a matriz orgânica à base de UDMA ser hidrófoba e, portanto, sofrem menos lixiviação e amolecimento^{26,27}.

A composição química é um fator que pode interferir na resistência à ação de substâncias químicas, responsáveis por alterações nos materiais restauradores estéticos, tornando-os mais ou menos susceptíveis ao amolecimento e degradação^{21,28-30}.

Todos os isotônicos foram estatisticamente significativos sobre os valores de microdureza das resinas testadas, no entanto, não ocorreu alterações discrepantes nestes valores, em decorrência das médias semelhantes dos pHs dos isotônicos (entre 3,02 e 3,175).

Ocorreu redução da microdureza entre as três semanas em todos os quatro grupos experimentais. Além do baixo conteúdo de carga associado a algumas resinas, outra justificativa para a diminuição da microdureza, inclusive sob ação apenas da saliva, é a ocorrência de sorção de líquidos na matriz orgânica à base de Bis-GMA, tornando-as amolecidas^{21,23}.

As limitações desta pesquisa são a não consideração da quantidade de bebida consumida e os movimentos executados durante a deglutição, que podem causar exacerbação do

potencial erosivo das bebidas estudadas, variáveis estas que cabem aos desafios futuros das pesquisas em erosão.

CONCLUSÃO

Os repositores hidroeletrólitos influenciaram na redução da microdureza das resinas compostas testadas, sendo que houve maior influência nas resinas à base de Bis-GMA (Filtek P60 e a Herculite Classic). Nenhum repositor se destacou como o de maior influência sobre a propriedade de dureza das resinas.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Solidificação Rápida vinculado ao curso de Engenharia de Materiais da UFPB, por permitir a utilização do Microdurômetro para realizar os ensaios do estudo.

Conflitos de Interesse

Esta pesquisa não apresenta conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Sobral MAP, Luz MAAC, Gama-Teixeira A, Garone Netto N. Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. *Pesqui Odontol Bras.* 2000;14: 406-410.
2. Zandin DL, Corrêa FOB, Sampaio JEC, Rossa Júnior C. The influence of vinegars on exposure of dentinal tubules: a SEM evaluation. *Braz Oral Res.* 2004; 18: 63-68.
3. Zandim DL, Gilio C, Rossa Júnior C, Sampaio JEC. Influência de bebidas isotônicas na remoção de smear layer de superfícies radiculares após raspagem. *Estudo in vitro. Rev Odontol UNESP.* 2008; 37: 267-273.
4. Hughes ML, Rees JS. Alcopop induced erosion: management in general dental practice. *Dent Update.* 2008;35(5):326-330.
5. Ehlen LA, Marshall TA, Qian F, Wefel JS, Warren JJ. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. *Nutrition Research.* 2008; 28: 299-303.
6. Hooper S, West NX, Sharif N, Smith S, North M, De'Ath J et al. A comparison of enamel erosion by a new sports drink compared to two proprietary products: a controlled, crossover study in situ. *Journal of Dentistry.* 2004; 32: 541-545.
7. Sirimaharaj V, Messer LB, Morgan MV. Acidic diet and dental erosion among athletes. *Australian Dental Journal.* 2002; 47: 228-236.
8. Duran CL, López AM, Cotrina LD. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie Del esmalte dental. *Rev Estomatol Heredia.* 2007; 17: 58-62.
9. Kitchens M, Owens BM. Effect of Carbonated Beverages, Coffee, Sports and High Energy Drinks, and Bottled Water on the *in vitro* Erosion Characteristics of Dental Enam-

- el. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 31: 153-159.
10. Sales-Peres SHC, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MAR. Evaluation of The Erosive Potential of Soft Drinks. *European Journal of Dentistry.* 2007; 1: 10-13.
11. Honário HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhães ES, Machado MAA, Buzalaf MAR. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation.* 2008; 35: 947-953.
12. Yap AUJ, Mah MKS, Lye CPW, Loh PL. Chemical degradation of composite restoratives. *J. oral rehabil.* 2001; 28: 15-21.
13. Soares-Geraldo D, Scaramucci T, Steagall-Jr W, Braga SR, Sobral MA. Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Braz Oral Res.* 2011; 25:369-375.
14. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2011;23:315-322.
15. Hengtrakool C, Kukiattrakoon B, Kedjarune-Leggat U. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *Eur J Dent.* 2011; 5:89-100.
16. Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. Evaluation of flowable resin composite surfaces eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J.* 2008;27:455-65.
17. Petrus RR, Faria JAF. Sistema de embalagem para bebidas isotônicas. *Revista Técnica de Bebidas e Alimentos Engarrafador Moderno.* 1999; 10: 40-41.
18. American Dental Association. Guide to dental materials and devices. 7th ed. Chicago: American Dental Association; 1974.
19. Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, Lennon AM. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Archives of Oral Biology.* 2003; 48: 753-759.
20. da Silva MA, Fardin AB, de Vasconcellos RC, Santos Lde M, Tonholo J, da Silva JG Jr, dos Reis JI. Analysis of roughness and surface hardness of a dental composite using atomic force microscopy and microhardness testing. *Microsc Microanal.* 2011; 17:446-51.
21. Máximo de Araujo R, Torers CRG, Máximo de Araújo MA. Microdureza de restaurações de resina composta expostas a agentes clareadores e coca cola. *Revista Odonto.* 2007; 15: 27-33.
22. Hanan AS, Marreiro RO. Avaliação do pH de Refrigerantes, Sucos e Bebidas Lácteas Fabricados na Cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2009; 9: 347-353.
23. Ferracane JL, Berge HX. Fracture Toughness of Experimental Dental Composites Aged in Ethanol. *J Dent Res.* 1995; 74: 1418-1423.
24. Langsten RE, Dun WJ, Hartup GR, Murchison DF. Higher-Concentration Carbamide Peroxide Effects on Surface Roughness of Composites. *J Esthet Restor Dent.* 2006; 14: 92-96.
25. Scougall-Vilchis RJ, Hotta Y, Hotta M, Isono T, Yamamoto K. Examination of composite resins with electron microscopy, microhardness tester and energy dispersive X-ray microanalyzer. *Dent Mater J.* 2009; 28:102-12.
26. Anusavice KJ. *Phillips Materiais Dentários.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
27. Furuse AY, Mondelli J, Watts DC. Network structures of Bis-GMA/TEGDMA resins differ in DC, shrinkage-strain, hardness and optical properties as a function of reducing agent. *Dent Mater.* 2011; 27:497-506.
28. Cilli R, Pereira JC, Prakki A. Properties of dental resins submitted to pH catalysed hydrolysis. *J Dent.* 2012; 40:1144-1150.
29. Festuccia MS, Garcia Lda F, Cruvinel DR, Pires-De-Souza Fde C. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20:200-205.
30. Firoozmand LM, de Araujo MA. Water sorption, hardness and scanning electron microscopy evaluation of dental composite resins submitted to high-risk decay model and intensive treatment with fluoride. *Acta Odontol Latinoam.* 2011;24:141-149.