

Influência de diferentes soluções químicas na microdureza de resinas compostas

Influence of different chemical solutions in the microhardness of compound resins

Janaína Lima dos Santos*
 Sarah Eliza Cassaro*
 Jean Rodrigo dos Santos*
 Valter Flávio Scalco**
 Katielle Costa Barbosa*
 José Roberto Pereira Lauris***
 Linda Wang****
 Marília Afonso Rabelo Buzalaf*****

* Graduados no curso de Odontologia da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

** Mestre em Dentística pela UNOPAR. Coordenador do Curso de Atualização em Odontologia Estética (AONP).

e-mail: <scalco@sercomtel.com.br>

*** Doutor em Distúrbios da Comunicação Humana (USP). Docente na Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB/USP).

e-mail: <jrlauris@fob.usp.br>

**** Doutora em Dentística (USP). Docente da graduação e do curso de Mestrado em Odontologia da UNOPAR.

e-mail: <wang.linda@uol.com.br>

***** Livre-Docente pela FOB/USP. Doutora em Biologia Funcional e Molecular pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente na FOB/USP.

e-mail: <mbuzalaf@fob.usp.br>

Resumo

Este trabalho avaliou a microdureza superficial das resinas compostas de nanopartículas comparativamente às resinas microhíbridas e às de micropartículas, sob a ação de diferentes soluções químicas. Os materiais testados foram: micropartículas - Renamel Microfill, Durafill VS; microhíbridas - Filtek Z250, Renamel Universal e nanopartículas - Filtek Supreme e Esthet X, sendo realizados 18 espécimes por material. A análise de microdureza Knoop foi procedida (100gF por 30s), realizando-se 3 leituras aleatórias na superfície de cada espécime. Os corpos-de-prova foram desafiados em solução desmineralizante-remineeralizante, coca-cola light lemon e em ácido clorídrico 0,2M a 2%. Independente da solução, as resinas apresentaram desempenhos similares e as resinas nanoparticuladas apresentaram microdureza intermediária entre os grupos-controles.

Palavras-chave: Resinas compostas. Nanotecnologia. Erosão. Microdureza.

Abstract

This work evaluated the superficial microhardness of compound resins of nanoparticles in comparison with microhybrid resins and microparticles under the effect of different chemical solutions. The tested materials were microparticles - Renamel Microfill, Durafill VS; microhybrids - Filtek Z250, Renamel Universal; and nanoparticles - Filtek Supreme and Esthet X, and eighteen specimens were conducted per material. The Knoop hardness analysis was carried out (100gF per 30s) and three random readings were made on the surface of each specimen. They were challenged in demineralizing-mineralizing solution, light lemon coke and hydrochloric acid 0,2M at 2%. Independently of the solution, the resins performed similarly and the nanoparticles resins presented intermediate microhardness between the control groups.

Key words: Compound resins. Nanotechnology. Erosion. Microhardness.

1 Introdução

A nanotecnologia desenvolvida pela engenharia molecular tem possibilitado uma revolução em diferentes áreas (FIDELUS et al., 2005; GOJNY et al., 2005). Na Odontologia Restauradora, estruturas nanométricas estão sendo largamente aplicadas em sistemas adesivos e resinas compostas (FIDELUS et al., 2005; GOJNY et al., 2005; DAVIS, 2003; DUKE, 2003).

Por meio desta nova tecnologia, foram desenvolvidas as resinas compostas de nanopartículas, introduzidas no mercado a partir de 2002 (DAVIS, 2003; DUKE, 2003). O intuito destas formulações seria a de proporcionar compósitos com resistência mecânica similar às resinas compostas microhíbridas conciliados à vantagem de alto polimento das resinas compostas de micropartículas (MITRA; WU; HOLMES, 2003).

Apesar da evolução das resinas, as mesmas estão freqüentemente sujeitas às ações deletérias determinadas na cavidade oral por meio de processos de abrasão (escovação), atrição e erosão (bebidas cítricas, frutas, refrigerantes) (GOHRING; BESEK; SCHMIDLIN, 2002; SCALCO et al. 2005).

Nos últimos anos, a composição da resina foi

modificada com a finalidade de obter resistência à ação mecânica (WANG et al., 2004). Entretanto, grande foco tem sido direcionado à ação erosiva, uma vez que a prevalência de desgaste determinado pelo consumo freqüente de bebidas cítricas, frutas e refrigerantes tem crescido (MEURMAN; TEN CATE, 1996; ZERO, 1996). Este panorama se deve ao estilo de vida moderna baseado em alimentação rápida e prática conciliada à exigência estética (SCALCO et al. 2005).

A erosão consiste no desgaste químico de superfície sem o envolvimento de microrganismos, provocando um processo de desgaste por acidez tanto da estrutura dentária como da de materiais restauradores (MEURMAN; TEN CATE, 1996; ZERO, 1996). Outra preocupação refere-se aos indivíduos que sofrem de bulimia, anorexia, refluxo estomacal ou outros distúrbios digestivos, pois uma considerável produção ácida é revertida na cavidade bucal (SCHEUTZEL, 1996; ROTHSTEIN; ROTHSTEIN, 1996). Muitos desses pacientes procuram o tratamento dentário diante do diagnóstico de erosão por fatores intrínsecos ou extrínsecos, entretanto, os hábitos ou distúrbios muitas vezes permanecem. Desta forma, o desafio químico ainda se faz presente e o material restaurador é exposto a esta adversidade, devendo

oferecer resistência a este processo (SARRETT; COLLETI; PELUSO, 2000).

A fim de verificar se a categoria de resinas compostas de nanopartículas efetivamente resulta em melhor desempenho, estudos quanto à resistência ao desgaste são relevantes.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho das resinas compostas nanoparticuladas às resinas de micropartículas e híbridas, sob a ação erosiva de diferentes soluções químicas.

2 Fundamentação Teórica

Embora a doença cárie ainda seja um dos maiores desafios da saúde bucal, tem sido notável a sua decrescente prevalência (BELTRAN-AGUIALAR; ESTUPIÑÁN-DAY; BAEZ, 1999). Com o conhecimento dos fatores envolvidos no estabelecimento deste processo e com as metas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde, estratégias foram criadas para reduzir ou controlar a cárie (BELTRAN-AGUIALAR; ESTUPIÑÁN-DAY; BAEZ, 1999). Paralelamente a este cenário, lesões não cáries que levam à perda de estrutura dentária despertam maior atenção aos profissionais da área (NUNN, 1996) e, desta forma, os materiais restauradores também estão sob o mesmo efeito.

Nestes casos, diferentes propriedades podem ser prejudicadas, o que é verificado por testes como microdureza, perda de estrutura e aumento da rugosidade superficial (CHAN; FULLER; HORMATI, 1980; WILTSHIRE; LABUSCHAGNE, 1990).

Os efeitos adversos podem atingir tanto a composição interna (AMEYE; LAMBRECHTS; VANHERLE, 1981) quanto externa, como a textura superficial e a coloração (BADRA et al., 2005; CHAN; FULLER; HORMATI, 1980; WILTSHIRE; LABUSCHAGNE, 1990). O próprio meio aquoso da cavidade oral oferece danos intrínsecos às resinas compostas, causando degradação hidrolítica das cadeias poliméricas e da matriz (SODERHOLM et al., 1987; MILLEDINING et al., 1998), apesar de o próprio sistema produzir uma defesa, por meio da ação salivar, que atua como uma barreira protetora (HANNING; BALZ, 1999).

Meurman, Ten Cate (1996) e Zero (1996) alertam quanto aos ácidos presentes nos diferentes refrigerantes, pois estes demonstraram a redução de microdureza de resinas compostas (BADRA et al., 2005). Dentro desta mesma linha, bebidas como sucos cítricos, chás e o hábito de ingerir frutas cítricas diariamente podem, além deste desgaste erosivo, iniciar ou potencializar lesões de cárie (BIRKHED, 1984; LARSEN, 1991).

Diante dessas adversidades, a composição do material restaurador presente na cavidade oral exercerá grande influência no desempenho clínico. Vários fatores, como espaço entre as partículas de carga, o tamanho das partículas e o grau de polimerização, têm sido reportados por influir na resistência à abrasão (WANG et al. 2004; GOHRING; BESEK; SCHMIDLIN, 2002). Características físicas das partículas como tamanho, formato e dureza têm sido mencionadas por também influenciar no desgaste das superfícies das resinas

compostas e, aliadas às características da matriz orgânica, determinam diferentes respostas frente aos desafios intra-buciais.

3 Material e Método

Os materiais utilizados neste estudo são apresentados na Tabela 1 e 2.

Dezoito corpos-de-prova cilíndricos (6 mm X 3 mm) de cada material foram confeccionados a partir de uma matriz de aço inoxidável (Figura 1). As resinas foram inseridas em incremento único e fotoativadas por ambos os lados com aparelho de luz halógena (Optilux 500 – DEMETRON) com densidade de potência de 500mW/cm², monitorada periodicamente por um radiômetro (Curing Radiometer: Model 100 P/N - 10503/ Demetron Research Corp.).

Cada corpo-de-prova foi posteriormente polido (AROTEC APL-4).

Para a análise de microdureza inicial (KHN) das superfícies de resina composta, utilizou-se o microdurômetro SHIMADZU MICRO HARDNESS TESTER HMV-2.000 (Shimadzu Corporation - Kyoto-Japan) com penetrador tipo Knoop, carga estática de 100gF com tempo de 30 segundos, acoplado ao Software para análise de imagem CAMS-WIN (NewAge Industries, USA) (Figura 2A e 2B).

Três leituras aleatórias foram realizadas mais próximas ao centro da área, evitando-se as margens do espécime. A superfície analisada foi oposta à demarcação realizada em cada corpo-de-prova.

Após o registro dos valores iniciais de microdureza superficial, os corpos-de-prova do grupo I (DR) foram mantidos em temperatura ambiente por um período de 6 horas em solução desmineralizante e, então, imersos e mantidos em solução remineralizante por 18 horas. Nos grupos II (CC) e III (AC), os corpos-de-prova foram respectivamente submetidos diariamente em dois ciclos de 10 minutos nas respectivas soluções; no período remanescente, permaneceram imersos em água deionizada renovada a cada troca. Esse procedimento foi realizado diariamente em um período total de 30 dias, após o qual a mensuração dos valores de microdureza foi novamente registrada.

Os valores obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA a três critérios (material, solução e tempo) e as diferenças individuais analisadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

4 Resultados

Os resultados estão apresentados (KHN) na Tabela 3.

No período inicial, todos os valores de microdureza de cada produto foram diferentes entre si, apresentando em ordem crescente as resinas D, RM, X, S, RH e Z. Após o desafio, a mesma ordem de valores de microdureza foi mantida; entretanto, a resina RH não apresentou diferenças estatisticamente significantes com as resinas S e Z. Não houve diferença causada por diferentes soluções testadas.

A microdureza superficial das resinas Filtek Supreme e Esthet X foram intermediárias entre as categorias

controle, porém próximas aos valores correspondentes às resinas compostas híbridas. As maiores reduções dos valores de microdureza foram detectadas nas resinas microhíbridas e nanoparticuladas; no entanto, ao final, ainda apresentavam respectivamente os maiores valores.

5 Discussão

A partir da introdução das resinas nanoparticuladas, sua eficácia diante de desafios que simulem a cavidade oral passou a ser necessária, como a capacidade de resistir à erosão, cada vez mais acentuada.

Neste contexto, várias soluções podem causar danos erosivos, destacando-se as bebidas ácidas e o ácido clorídrico proveniente do suco gástrico regurgitado por pacientes com distúrbios gástricos, como quadro de anorexia ou bulimia, ou pacientes com vômitos recorrentes. Desta forma, a ação dessas substâncias tem grande implicação clínica. O presente estudo revelou que, independente da solução utilizada, todas foram capazes de reduzir a microdureza superficial de todas as resinas compostas testadas. O grupo controle de desmineralização e remineralização também foi igualmente deletério na microdureza da superfície das resinas compostas.

A similaridade de ação provocada pelas diferentes soluções sugere que o pH da substância não seja o principal fator, mas a ação hidrolítica causada pelas mesmas, agindo principalmente sobre a matriz orgânica, composta de monômeros hidrofóbicos e diluentes que, quando polimerizados, caracterizam a resina composta. Há evidências na literatura de que a água é capaz de provocar alterações nas propriedades de materiais restauradores, atribuídas ao efeito da degradação hidrolítica, notadamente na união das partículas com a matriz orgânica (SODERHOLM et al., 1987; MILLEDING et al., 1998, PRAKKI et al. 200??). Alterações na estrutura molecular desta matriz também foram realizadas com o propósito de a tornarem mais resistente, tanto frente aos efeitos químicos quanto mecânicos (WANG et al., 2004).

Por outro lado, a composição inorgânica das resinas compostas confere resistência mecânica às mesmas. O formato, a quantidade e a distribuição são aspectos que determinam o desempenho clínico destes materiais

restauradores (WANG et al., 2004; BADRA et al., 2005). Apesar de grandes avanços alcançados no desenvolvimento das resinas compostas, ainda não há materiais totalmente resistentes à erosão. Este problema foi focado principalmente devido à mudança de hábitos da vida moderna que permitiu a introdução de bebidas no mercado como refrigerantes, chás e bebidas alcoólicas.

Baseado nos resultados encontrados em nosso estudo, nenhuma resina composta foi capaz de resistir ao desafio químico. Entretanto, na comparação das diferentes categorias, as resinas compostas de nanopartículas apresentaram comportamento intermediário, porém bastante próximo ao encontrado pelas resinas microhíbridas, evidenciando, desta forma, um material mais resistente frente às microparticuladas. Esse desempenho sugere que tais resinas possam ser utilizadas com indicações similares às das resinas microhíbridas.

Estudos como de Badra et al. (2005) detectaram influências negativas, por meio de variados testes como microdureza, rugosidade superficial na comparação de resinas microparticuladas e de micropartículas em situação laboratorial com desafios químicos e encontraram efeitos similares. A melhoria na resistência ao desgaste pelas resinas microhíbridas, e possivelmente das nanoparticuladas, foi conseguida pela utilização de diferentes partículas de carga e uma média de partículas de tamanhos menores. Apesar do aumento na resistência ao desgaste, este continua sendo um problema em situações de estresse mastigatório (WANG 2004; BADRA et al., 2005).

Mesmo com o crescente número de materiais estéticos e técnicas, o sistema ideal que abranja todas as indicações clínicas ainda não existe. É essencial que haja conhecimento de materiais atuais e procedimentos clínicos relacionados para selecionar o sistema restaurador apropriado para cada situação clínica.

6 Conclusão

Baseados nos resultados encontrados, todas as soluções foram capazes de reduzir a microdureza de todas as resinas compostas, independente da categoria. As resinas compostas de nanopartículas apresentaram desempenho intermediário entre as resinas microhíbridas e de micropartículas.

Tabela 1. Características dos materiais utilizados no teste.

Categoria	Produto	Abreviatura	Fabricante	Lote/bisnaga	Cor	Validade
Micro Partículas	Renamel Microfill	RM	Cosmedent	030505-N	A2	05/2007
	Durafill VS	D	Heraeus/Kulzer	010146	A2	09/2007
Híbridas	Renamel Universal	RH	Cosmedent	032713-J	A2	08/2007
	Filtek Z 250	Z	3M ESPE	4 CP (1370)	A2	05/2007
Nano partículas	Filtek Supreme	S	3M ESPE	3 AE(3910)	A2	05/2007
	EsthetX	X	Dentsply	0404012	A2	04/2007

Tabela 2. Composição das resinas compostas testadas.

Produto	Carga orgânica	Carga inorgânica	Porcentagem de carga	Tamanho médio das partículas
RM	UDMA – BIS-EMA	Sílica pirogênica	75,3% em peso	0,01 a 2,0 µm
D	UDMA	Dióxido de silício	50,5% em volume	0,02 a 0,07 µm
RH	UDMA	Aluminoborosilicato de vidro e sílica	76,7% em peso	0,01 a 5,0 µm
F	BIS-GMA,BIS-EMA, UDMA E TEGDMA	Sílica/zircônia	60% em volume	0,01 a 3,5 µm
S	BIS-GMA,BIS-EMA, UDMA E TEGDMA	Sílica/zircônia	72,5% a 78,5% em peso	5 a 20nm 0,6 a 1,4 µm (cluster)
X	BIS-GMA,TEGDMA	Vidro de Borosilicato de Flúor Alumínio e Bário Silanizados Sílica Coloidal	60% em volume e 77% em peso	0,04µm a 1 µm

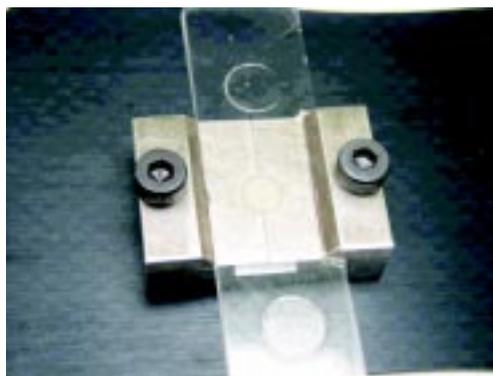


Figura 1. Corpo-de-prova obtido na matriz de aço.

Tabela 3. Valores de microdureza superficial (KHN) antes (MDI) e após 30 dias (MDF), diferença (D) e porcentagem (P).

Material	Solução	MDI	MDF	D	P
RM	DR	46,03 (2,21)	39,43 (2,39)	-6,60 (2,25)	-14,28 (4,48)
	CC	41,18 (2,35)	38,04 (2,92)	-3,14 (2,90)	-7,50 (7,21)
	AC	38,20 (2,62)	33,98 (1,55)	-4,22 (3,21)	-10,63 (8,27)
D	DR	30,32 (2,33)	27,99 (2,96)	-2,33 (3,24)	-7,37 (10,65)
	CC	27,57 (2,95)	25,11 (2,21)	-2,46 (3,73)	-7,97 (13,53)
	AC	27,77 (3,27)	26,05 (4,20)	-1,72 (5,07)	-5,15 (18,61)
RH	DR	94,68 (2,28)	69,13 (7,38)	-25,55 (8,41)	-26,90 (8,39)
	CC	91,76 (0,86)	73,59 (2,01)	-18,16 (2,45)	-19,78 (2,55)
	AC	91,37 (3,13)	66,92 (8,03)	-24,46 (8,62)	-26,69 (9,23)
Z	DR	97,94 (5,44)	71,09 (9,60)	-26,85 (9,89)	-27,32 (9,97)
	CC	98,84 (4,45)	73,78 (6,96)	-25,06 (9,97)	-25,10 (9,03)
	AC	99,26 (4,35)	74,44 (2,36)	-24,82 (6,18)	-24,83 (5,25)
S	DR	80,83 (4,65)	68,03 (6,00)	-12,80 (4,75)	-15,82 (5,73)
	CC	82,76 (2,60)	61,87 (6,81)	-20,89 (8,34)	-25,08 (9,78)
	AC	81,60 (5,92)	65,57 (3,81)	-16,02 (5,05)	-19,43 (5,05)
X	DR	75,48 (4,43)	59,91 (4,32)	-15,57 (7,91)	-20,19 (10,08)
	CC	77,77 (4,31)	57,65 (6,07)	-20,12 (7,75)	-25,66 (9,23)
	AC	75,82 (2,78)	55,38 (6,62)	-20,44 (6,94)	-26,91 (8,84)

**Figura 2.** A- Microdurômetro Shimadzu; B- Vista da ponta de diamante em direção ao corpo-de-prova no teste de microdureza.

Agradecimentos

Os autores agradecem os fabricantes 3M ESPE e Dentsply pela doação de materiais e à Faculdade de Odontologia de Bauru-USP pela disponibilidade de equipamento e laboratório.

Referências

AMEYE, C.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLR, G. Conventional and microfilled composite resins. Part 1: Color stability and marginal adaptation. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 46, n. 6, p. 623-30, Dec. 1981.

BADRA V.V. et al. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper. Dent.*, Seattle, v. 30, n. 2, p. 213-9, Mar./Apr. 2005.

BELTRÁN-AGUILAR, E.D.; ESTUPIÑÁN-DAY S.; BÁEZ R. Analysis of prevalence and trends of dental caries in the Americas between the 1970s and 1990s. *Int. Dent. J.*, London, v. 49, n. 6, p. 322-9, Dec. 1999.

BIRKHED, D. Sugar content, acidity and pH effect on plaque of fruit juices, fruit drinks, carbonated beverages and sport drinks. *Caries Res.*, Basel, v. 18, n. 2, p. 120-7, 1984.

CHAN, K.C.; FULLER, J.L.; HORMATI, A.A. The ability of foods to stain two composite resins. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 43, n. 5, p. 542-5, May 1980.

DAVIS, N. A nanotechnology composite. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, Lawrenceville, v. 24, n. 9, p. 662-70, Sept 2003.

DUKE, E.S. Has Dentistry moved into the nanotechnology era? *Compend. Contin. Educ. Dent.*, Lawrenceville, v. 24, n. 5, p. 380-82, May 2003.

FIDELUS J.D. et al. Thermo-mechanical properties of randomly oriented carbon/epoxy nanocomposites. *Composites: Part A*, v. 5, p. 1555-61, 2005.

GOHRING, T.N.; BESEK, M.J.; SCHMIDLIN P.R. Attritional wear and abrasive surface alternations of composite resin materials in vitro. *J. Dent.*, Kidlington, v. 30, n. 2-3, p. 119-27, Feb./Mar. 2002.

GOJNY, F.H.; WICHMANN, M.H.G.; FIEDLER, B. et al. Influence of nano-modification on the mechanical and electrical properties of conventional fibre-reinforced composites. *Composites: Part A*, v.5, p.1525-35, 2005

HANNIG, M.; BALZ, M. Influence of in vivo formed salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res.*, Basel, v. 33, n. 5, p. 372-9, Sep./Oct. 1999.

LARSEN, M. J. On the Chemical and Physycal Nature of Erosions and Caries Lesions in Dental Enamel. *Caries Res.*, Basel, v. 25, n. 5, p. 323-9, 1991.

MEURMAN, J.H.; ten CATE, J.M. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur. J. Oral. Sci.*, Copenhagen, v. 104, n. 2, pt. 2, p. 199-206, Apr. 1996.

MILLEDING, P. et al. Microhardness and surface topography of a composite resin cement after storage. *Int. J. Prosthodont.*, Lombard, v. 11, n.1, p. 21-26, Jan./Feb. 1998.

MITRA, S. B.; WU, D.; HOLMES, B. N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 134, n. 10, p. 1382-90, Oct. 2003.

NUNN, J.H. Prevalence of dental erosion and the implications for oral health. *Eur. J. Oral Sci.*, Conhagen, v. 104, n. 2, pt. 2, p. 156-61, Apr. 1996.

PRAKKI, A. et al. Influence of pH environment on polymer based dental material properties. *J. Dent.*, Kidlington, v. 33, n.2, p. 91-8, Feb. 2005.

ROTHSTEIN, S. G.; ROTHSTEIN, J. M. Bulimia: the otolaryngology head and neck perspective. *Ear Nose Throat J.*, Cleveland, v. 71. n. 2. p. 78-80. Feb. 1992.

SARRETT, D.C.; COLETTI, D.P.; PELUSO, A.R. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent. Mater.*, Kidlington, v. 16, n. 1, p. 62-7, Jan. 2000.

SCALCO, V.F. et al. Tratamento de dentes anteriores desgastados pela associação de hábitos parafuncionais e erosão dentária. *Rev. Dental Press Estet.*, Maringá, v.2, n.2, p. 89-100, abr./jun. 2005.

SCHEUTZEL, P. Etiology of dental erosion – intrinsic factors. *Eur. J. Oral Sci.*, Copenhagen, v. 104, p. 178-90, 1996.

SODERHOLM, K.J. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. *J. Dent. Res.*, Alexandria, v. 63, n. 10, 1248-54, 1984.

WANG, L. et al. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *J. Esthet. Restor. Dent.*, Hamilton, v. 16, n. 5, p. 303-15, 2004.

WILTSHIRE, W.A.; LABUSCHAGNE, P.W. Staining of light-cured aesthetic resin restorative materials by different staining media: an in vitro study. *J. Dent. Assoc. S. Afr.*, Cape Town, v. 45, n. 12, p.561-5, Dec. 1990.

ZERO, D.T. Etiology of dental erosion – extrinsic factors. *Eur. J. Oral Sci.*, Copenhagen, v. 104, n. 2, pt. 2, p. 162-77, Apr. 1996.