

Relação entre a dureza e o manchamento das resinas compostas

JULIANA MAROTTI*, GLAUCO FIORANELLI VIEIRA**, CARLOS ALBERTO DE BRAGANÇA PEREIRA***

*Cirurgiã-Dentista Estagiária do Departamento de Dentística da FOU SP

**Professor Associado do Departamento de Dentística da FOU SP

***Professor Titular do Departamento de Estatística do IME-USP

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi analisar a influência de dois líquidos corantes (café e vinho tinto) na estabilidade de cor de nove marcas comerciais de resinas compostas (Z250, Filtek Flow, Tetric Ceram, Herculite, Point 4, Admira, Durafil, Solitaire e Charisma) e relacionar o manchamento com a microdureza. Para cada marca de resina composta foram confeccionados nove corpos de prova, na cor A2, submetidos durante 30 dias aos líquidos corantes. A análise estatística da dependência entre dureza e manchamento indicou a existência de uma associação positiva entre as duas características. A associação foi maior quando houve exposição ao café. Com relação à exposição ao vinho, embora com menos significância, a análise indicou também haver associação entre dureza e manchamento. Na exposição à água, não foi observada associação significativa entre alteração de cor e de dureza. Finalmente, foram observadas diferenças significantes entre os corantes. Com relação à variação de cor, a ordem da menor para a maior foi água < vinho < café. Quanto à variação da dureza, a relação foi água = vinho < café.

DESCRIPTORIOS

Resinas compostas. Dureza. Pigmentação. Café. Vinho.

INTRODUÇÃO

O uso da resina composta como material restaurador tem crescido nos últimos anos graças ao aprimoramento

de suas características mecânicas e óticas, aumentando, com isso, sua durabilidade e qualidade estética. A evolução desses materiais acompanha a crescente demanda do mercado pelo padrão estético. Entretanto, a resina composta ainda não está isenta de falhas. Os maiores problemas das resinas compostas continuam sendo, além da contração de polimerização, o desgaste e o manchamento.

Em experimentos *in vitro*, torna-se difícil a comparação qualitativa das diversas resinas, principalmente devido às variáveis que estão envolvidas na restauração no meio bucal *in vivo*. Ressalta-se que a dureza está relacionada ao desgaste, embora não seja o único fator envolvido nesse problema.

Diversos trabalhos^{3,5,7} estudam o manchamento adquirido ao longo do tempo pela resina composta e sobre a sua microdureza^{8,9,13}. Muitos comparam a alteração de cor com a manutenção da dureza^{1,4,10}, porém os resultados conseguidos nesses artigos divergem entre si. Podemos citar duas divergências: uma delas quanto à dureza^{4,10} que pode apresentar a mesma marca comercial e as diferentes cores oferecidas pelo fabricante; e outra, qual líquido pode causar maior manchamento¹²: café^{3,13}, chá¹³ ou vinho⁷. Contudo, o consenso geral no momento é que a dureza das resinas compostas está diretamente relacionada à composição de sua fase orgânica e ao conteúdo total de partículas. Segundo a classificação de Craig e Powers²⁴ (2004), as resinas compostas podem ser classificadas quanto ao tipo de partículas em híbridas (H), microhíbridas (MH) e microparticuladas (MP), sendo que a dureza delas na ordem crescente é MH < MP < H.

As resinas compostas formadas por partículas de cargas menores são as mais indicadas para dentes anteriores, que requerem mais qualidade estética, porém a literatura mostra que essas resinas sofrem maior manchamento em relação às de maiores partículas^{1,2}. A literatura mostra^{13,23} também que as re-

Endereço para correspondência:

Glauco Fioranelli Vieira

Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
Departamento de Dentística

Avenida Prof. Lineu Prestes, 2227 – Cidade Universitária
CEP 05508-900 – São Paulo/SP

E-mail: glaucofvieira@aol.com.br e juliana@marotti.org

sinas microparticuladas possuem maior desgaste e menos dureza, sendo indicadas apenas para dentes anteriores. Alguns autores sugerem, no entanto, que o manchamento da resina está relacionado ao tipo de matriz orgânica^{4,7,14,16,17}, não importando o tamanho da partícula. Sabe-se, entretanto, que o maior manchamento das resinas compostas tem relação direta com a quantidade de fase orgânica¹¹, que é maior nas resinas de menor partícula.

Dentre as propriedades de uma resina, a dureza e a resistência ao manchamento são as mais estudadas. Evidentemente, com apenas esses dois ensaios não é aconselhável escolher-se a melhor resina, mas é consenso que uma resina com maior dureza e com menor manchamento é o objetivo a ser alcançado nos materiais. Esta é a razão que motivou os autores a estudar a relação entre o manchamento e a dureza das resinas compostas.

MATERIAL E MÉTODO

As resinas compostas selecionadas para este estudo foram: Z250 e Filtek Flow (3M); Tetric Ceram (Vivadent); Herculite e Point 4 (Kerr); Admira (Voco); Durafil, Solitaire e Charisma (Kulzer). Dessas nove marcas comerciais, cinco são do tipo híbrida (Z250, Tetric Ceram, Herculite, Solitaire e Charisma), três microhíbridas (Filtek Flow, Point 4 e Admira) e uma microparticulada (Durafile), todas na cor A2.

Foram confeccionados nove corpos de prova em forma de barra (30 x 15 x 0,4 mm, cujas dimensões são compatíveis com a janela de leitura do espectrofotômetro) para cada marca de resina composta, sendo três corpos de prova (CP) utilizados como controle em água destilada, três foram submetidos ao café, e os outros três, ao vinho tinto. Foram feitas 12 medidas com cada CP, analisando cor inicial (C_0) e dureza inicial (D_0) após uma hora (C_1 e D_1), 24 horas (C_2 e D_2), 48 horas (C_3 e D_3), uma semana (C_4 e D_4) e após um mês (C_5 e D_5). Ressalta-se que três corpos de prova em cada grupo parecem ser pouco para conclusões definitivas. Contudo, se encontramos diferenças com poucas unidades experimentais, provavelmente essas diferenças serão mais intensas com amostras maiores e, logicamente, bem mais custosas.

As resinas foram inseridas e polimerizadas entre duas lâminas de vidro. Durante a fotoativação foi tomado o cuidado para que as bases ficassem paralelas entre si (para análise no microdurômetro), e evitou-se o contato direto do CP com a ponta do cabo condutor do fotopolimeriza-

dor. O tempo de polimerização foi seguido de acordo com as especificações do fabricante de cada resina composta. Utilizou-se o fotopolimerizador Optilight CL (5W de potência, densidade de energia 600-700 mW/cm², Gnatus).

As soluções utilizadas foram: água destilada (para o grupo controle, em temperatura ambiente – 25°C), vinho tinto (teor alcoólico de 10,8 % – 25°C) e solução de café (30 g pó / 300 mL água – 50°C). Mantiveram-se os CPs nessas soluções durante um mês à temperatura de 37°C (estufa) e ao abrigo da luz. Os corantes foram trocados diariamente. Antes da tomada das medidas de dureza e cor, os CPs foram escovados com escova de dente macia, embaixo de água e secados com papel absorvente.

A dureza foi medida com o microdurômetro HVM 2000 (Shimadzu), com o auxílio de uma morsa universal ajustável (Shimadzu), para prender o CP e posicionar a superfície a ser examinada paralela ao plano horizontal da base do aparelho. A dureza de cada CP foi considerada como a média aritmética de cinco marcações na região central. Para os testes, utilizou-se a dureza Vickers com 50 gf de carga, pelo tempo de 45 segundos.

A cor dos corpos de prova foi lida por transmitância pelo espectrofotômetro (Cintra 10, GBC). Segundo as normas CIELab, na transmitância, aplicando-se os valores do triestímulo dos três centros excitativos do olho humano (x = vermelho, y = verde, z = azul), obtêm-se as coordenadas de cromaticidade x , y , z do objeto com as fórmulas: $L = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16$, $a = 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}]$, $b = 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]$, sendo X , Y , e Z as coordenadas de cromaticidade para o objeto, e X_n , Y_n e Z_n , as coordenadas para o observador padrão. Obtêm-se “L”, que corresponde à luminosidade, e “a” e “b”, à cromaticidade, sendo “a” a variação entre o vermelho e verde e “b” a sua variação quanto ao amarelo e ao azul^{15,19}.

A partir das medidas de “L”, “a” e “b” originais de cor, tais medidas foram normalizadas (L' , a' e b') no tempo inicial de acordo com as fórmulas:

$$L' = \frac{L}{DPL}, \quad a' = \frac{a}{DPa} \quad e \quad b' = \frac{b}{DPb}$$

sendo DPL , DPa e DPb os desvios padrão de “L”, “a” e “b”.

Segundo as normas CIELab^{15,19}, ΔE é a diferença de cor entre a cor inicial e a final. O índice de cor (Δ) foi obtido de acordo com a fórmula: $\Delta E = \sqrt{L'^2 + a'^2 + b'^2}$. No tempo final, as medidas de cor foram normalizadas

(Δ') pelas médias dos desvios padrão no tempo inicial e no final, de acordo com a equação:

$$\Delta'E = \sqrt{\left[\frac{L_5 - L_0}{DPL}\right]^2 + \left[\frac{a_5 - a_0}{DPA}\right]^2 + \left[\frac{b_5 - b_0}{DPb}\right]^2}$$

Para comparar os materiais por cor, realizamos uma análise de variância em Δ e construímos intervalos de confiança para as médias de Δ sem levar em consideração os tipos de corante, isto é, como se o café e o vinho fossem um único corante.

Em relação à dureza, o mesmo tipo de estudo estatístico foi realizado no tempo zero (inicial), em que a medida da dureza trabalhada foi a original. No tempo 5 (final), consideramos o ganho da dureza, isto é, $D' = D_5 + D_0$. Novamente, para a comparação de materiais e corantes foram utilizadas as técnicas estatísticas de análise de variância e intervalos de confiança.

Para o estudo de associação entre dureza e cor fez-se uso da análise de regressão²⁰, em que Δ' participou como variável independente, e D' como variável resposta.

RESULTADOS

Como os materiais tiveram comportamentos semelhantes, consideramos a seguir a comparação dos corantes, sem levar em consideração as diversas marcas de resina. Realizamos, então, uma análise de variância comparando corantes em relação à Δ . Construímos também os intervalos de confiança para a média de Δ em cada corante. No Gráfico 1 tem-se a comparação das resinas quanto à dureza no tempo inicial. Observa-se que as resinas Z250 e Herculite obtiveram os maiores valores, enquanto Filtek Flow e Durafil, os menores.

No Gráfico 2, depois da normalização dos valores, há a comparação global, por intervalos de confiança, de corantes em relação à dureza no tempo final, sendo água = 0, vinho = 1 e café = 2. Apenas o café apresentou alteração em sua dureza, e o vinho não se diferenciou dos resultados do controle em água.

No Gráfico 3 observam-se os valores de Δ para cada resina composta no tempo inicial, sendo que as resinas que apresentaram maiores valores foram Charisma, Point 4 e Herculite; as com menores valores de Δ foram Filtek Flow e Solitaire.

O Gráfico 4 apresenta os intervalos de confiança para os líquidos corantes comparados com a água, re-

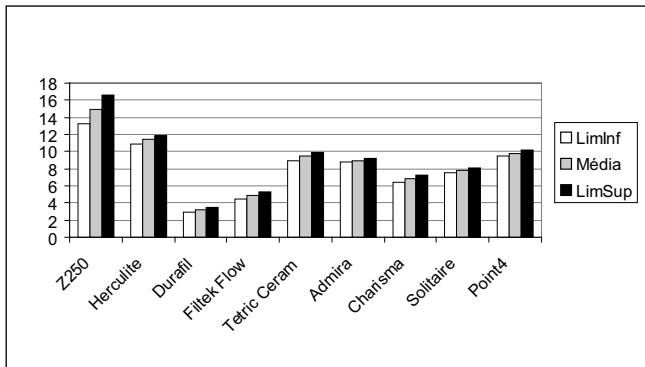


Gráfico 1 – Dureza inicial.

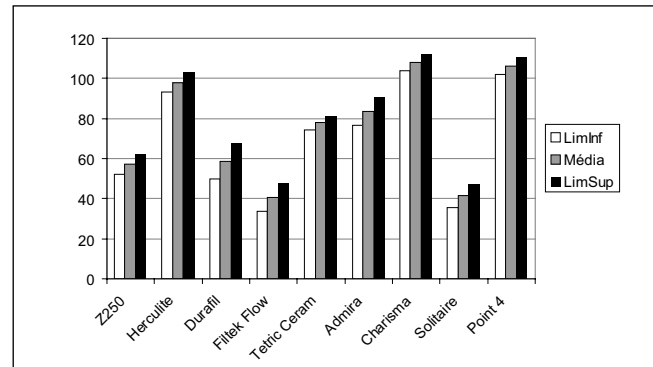


Gráfico 3 – Δ inicial: comparando grupos.

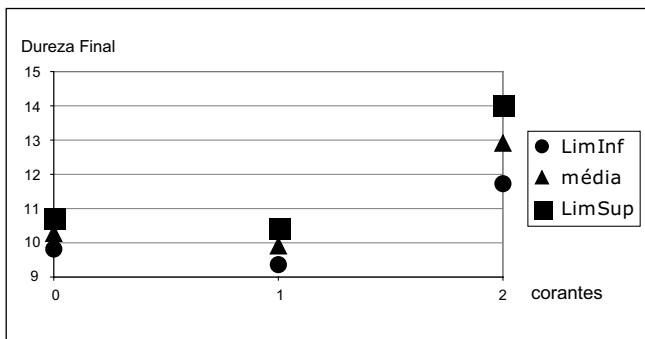


Gráfico 2 – Dureza final (intervalos de confiança – 95%).

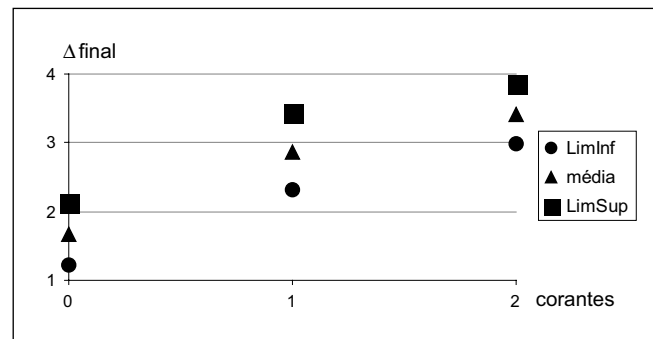


Gráfico 4 – Δ final (intervalos de confiança – 95%).

lacionados com o manchamento das resinas compostas como um todo (água = 0, vinho = 1 e café = 2). Assim, neste estudo, o líquido corante que mais manchou foi o café. Porém, os CPs manchados com vinho tinto também apresentaram grande aumento em relação ao controle em água.

O diagrama de dispersão, no Gráfico 5, ilustra os principais resultados deste trabalho sobre a associação positiva entre a dureza e o manchamento das resinas compostas. Nele podemos observar que tal associação foi maior com o corante café. Ou seja, ao final do experimento, notamos que quanto maior a alteração da cor, maior a alteração da dureza quando a exposição for ao café.

No caso do vinho tinto, a associação também é positiva, com menos intensidade que na exposição ao café. Por outro lado, no grupo de exposição à água (grupo controle) não há relação entre alteração de cor e de dureza.

Com a análise de regressão, os valores obtidos para os níveis de significância descritivos (p valores) para os três grupos foram: água 34% (não significante), vinho 3,8% e café 3,6%, ambos significantes ao nível usual de 5%. Com uma análise mais analítica, utilizando-se o coeficiente de correlação, o resultado é aproximadamente o mesmo: água 0,192 (31,8%), vinho 0,401 (3,1%) e café 0,405 (2,9%). Confirma-se, assim, a associação positiva entre dureza e cor quando existe exposição ao café e ao vinho. A ausência de corantes diminui tanto a alteração da dureza quanto da cor e, deste modo, produz ausência de associação.

DISCUSSÃO

A cor é uma resposta psicológica para um fenômeno físico. O comprimento de onda de 400 a 700 nm está dentro do espectro eletromagnético da luz visível. Os objetos comportam-se de formas diferentes em relação à propagação dessa luz. Podem ser considerados: meios transparentes quando permitem a propagação de luz e visualização nítida de um objeto através deles; meios translúcidos, quando permitem a propagação de luz, mas não a nítida visualização de um objeto através deles; ou meios opacos, quando não permitem a propagação de luz¹⁸.

Os objetos translúcidos (caso das resinas compostas) e os transparentes sofrem influência direta na quantidade de pigmentos contidos em seu interior. Esses pigmentos são os responsáveis pela cor do objeto, sendo que há relação direta entre essa quantidade de pigmento e a luz que atravessa o objeto.

Pelas normas CIELab de 1976, a cor pode ser medida também por transmitância, ou seja, a cor é observada pela luz que atravessa o objeto, não tendo, portanto, a influência de uma cor de fundo^{15,19}. É claro que a espessura do objeto vai influenciar na cor final, tanto pela transmitância como pela refletância. Neste estudo *in vitro*, todos os corpos de prova apresentaram alteração de cor quando submetidos aos corantes, o que não ocorreu quando mantidos em água destilada (meio controle). Como nas condições de nossa pesquisa a alteração se deu ape-

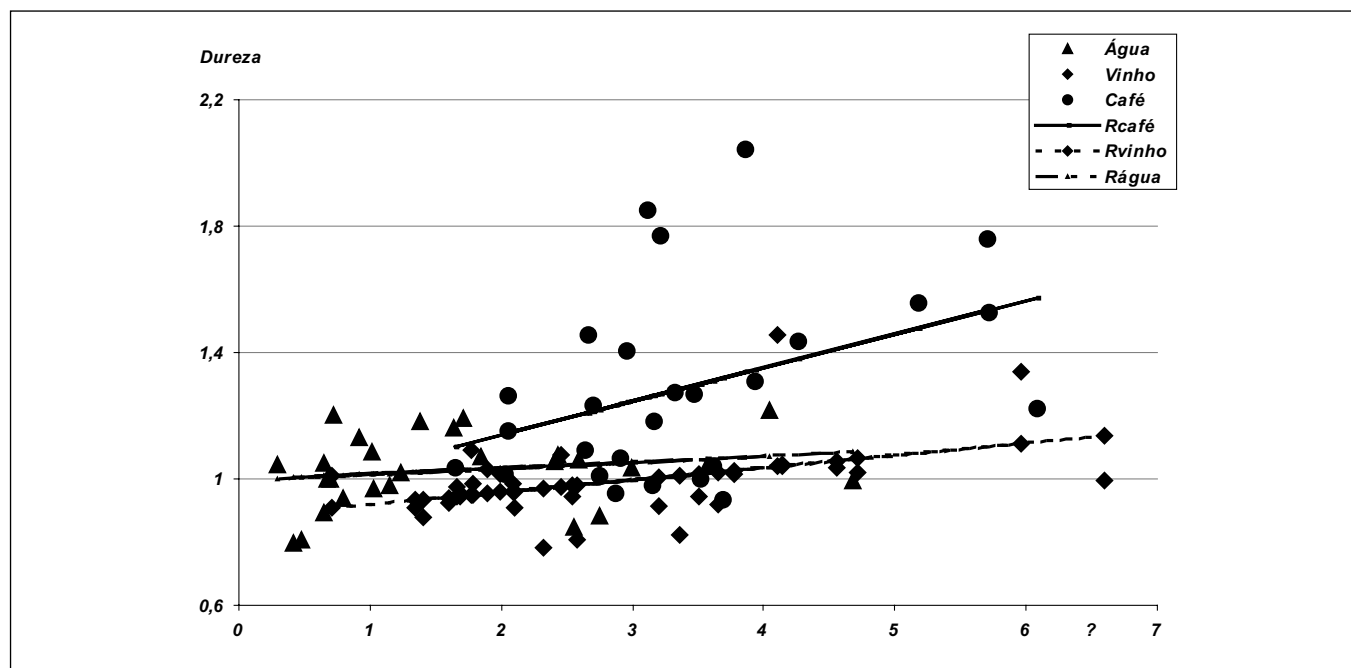


Gráfico 5 – Cor x dureza no tempo final.

nas quando o CP foi submetido aos meios que contêm pigmentos, supomos então que tais alterações foram dadas apenas pela influência dos cromóforos (pigmentos responsáveis pela cor) que penetraram dentro da estrutura de resina. As alterações de cor observadas ocorreram logo após a primeira medida, contudo não foi possível determinar as diferenças em cada tempo de leitura, talvez pelo número de corpos de prova.

Assim, quando um objeto altera a cor por pigmentação, existe uma alteração de sua cor em razão do tipo e da quantidade de pigmento, além da luminosidade, que corresponde ao bloqueio da quantidade de energia atravessada pelo objeto. Em todos os trabalhos^{2,17,18} estudados, o maior responsável pela alteração de cor se dá na luminosidade, que apresenta maior variável, levando-nos durante a análise estatística à normalização dos valores pelas fórmulas apresentadas em materiais e métodos.

Watts *et al.*²³ (1987) consideram o valor máximo de polimerização aquele obtido em um mês, atribuindo o incremento no valor da dureza à continuidade do processo de polimerização. Nesta casuística, as medidas de dureza também apresentaram aumento significativo depois da primeira semana, e ficou claro que houve diferença significativa entre as durezas das marcas de resinas. O grupo de CPs mantido em vinho teve uma diferença de dureza semelhante ao grupo controle. Alguns autores^{6,7} que analisaram a diferença de cor provocada por corantes que contêm álcool sugerem que ele degrada a estrutura orgânica da resina composta e provoca uma alteração intrínseca em sua cor. Isso não deve ter ocorrido em nosso experimento, pois a dureza dos CPs não sofreu diminuição quando mantidos em vinho.

Os CPs que permaneceram na solução de café apresentaram dureza maior, tanto em relação ao grupo controle, como em relação aos mantidos no vinho. Tal fato pode parecer estranho, mas a literatura mostra que as resinas compostas não apresentam uma inversão total dos monômeros em polímeros durante essa polimerização, ocorrendo após algumas horas uma progressão de sua presa. A literatura evidencia também que o calor acelera a progressão de presa. No nosso caso, o café apresentava-se a uma temperatura de 50° C (± 3) quando da primeira imersão e durante as trocas dos meios corantes, que acontecia a cada 24 horas. Shinkai *et al.*²¹ (1994) investigaram o efeito da polimerização complementar com

calor no desgaste localizado de *inlays* produzidas com compósitos fotoativados. Os resultados mostraram que houve melhora significativa à resistência e ao desgaste. Weiner²² (1997) avaliou o efeito dos sistemas de polimerização complementar por calor utilizando 44 amostras de *inlays* de resina composta. Foram avaliadas a microdureza e a alteração de cor das resinas. Concluiu-se que houve aumento da dureza com a aplicação do calor, porém não houve diferença estatística significativa em relação à alteração de cor.

Pela análise estatística, comprovou-se que há diferença entre as marcas das resinas. No entanto, devido à dificuldade da análise de transmitância, não foi possível neste trabalho avaliar as resinas separadamente. Sugerimos, então, para um próximo estudo, um aumento no número de CPs para avaliação das resinas compostas por marca comercial. Não houve diferença significativa de cor para cada marca e tempo, mas existiu diferença entre o tempo inicial e final.

Pelos dados obtidos, não foi possível fazer uma análise conclusiva para cada resina composta e para cada tempo de leitura em relação à cor, todavia ficou clara a influência dos corantes no tempo inicial e final, comparativamente ao grupo controle.

CONCLUSÕES

A relação entre o manchamento e a dureza foi significativa para as resinas nas soluções de café e vinho, isto é, quanto maior a dureza, maior o manchamento. Entretanto, não obtivemos uma relação entre a dureza da resina e seu manchamento no grupo controle com água.

Em relação à alteração da cor, não foi encontrada diferença significativa entre o grupo dos expostos ao café e o dos expostos ao vinho. O nível descritivo em um teste t de Student foi 6,5%. Assim, levando-se em conta o nível de significância 5%, a diferença é considerada não significativa. No entanto, ao compararmos cada um dos dois grupos de corantes (café e vinho) com o grupo controle (o grupo submetido à água), encontraram-se diferenças altamente significantes. Vinho *versus* água apresentou um valor p de 0,09%, e café *versus* água de 0,00006%, indicando alta significância. Isto é, água, vinho e café constituem a ordem crescente da intensidade de manchamento.

Na comparação de alteração da dureza, vinho e água não apresentaram diferença significativa, com um

nível descritivo de 15,42%. No entanto, quando comparado com café, a diferença foi altamente significativa. O valor p encontrado nesse caso foi de 0,000005%. Note-se que, mesmo com amostras pequenas, foi possível detectarmos diferenças altamente significantes, ou seja, mesmo com pouco poder, os testes estatísticos detectaram diferenças altamente significantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesp, pelo auxílio à pesquisa e pelas sugestões propostas que foram de grande valia e importância para o aprimoramento científico deste trabalho. Às empresas 3M Espe, Ivoclar-Vivadent, Voco, Kerr, Kulzer e Gnatus, pelos materiais utilizados na realização da presente casuística.

ABSTRACT

The influence of staining on hardness of composite resins

The aim of this in vitro study was to investigate the influence of two staining solutions (coffee and red wine) in the color stability and hardness of nine different brands of composite resin (Z250, Filtek Flow, Tetric Ceram, Herculite, Point 4, Admira, Durafill, Solitaire and Charisma). Nine samples from each material were prepared. All samples had the A2 Vita shade, and were immersed into the different staining solutions for a period of 30 days. A control group was kept immersed in distilled water. The color and hardness were measured before the initial immersion and after the 30 days period. The statistical analysis was performed and showed a strong correlation between the staining degree of the composites and its hardness. The immersion into coffee promoted the greatest color change, and also promoted the highest values of hardness. The immersion into wine also affected the color and hardness of the samples, but with less intensity than with coffee. The immersion into water resulted in hardness increase with no color change. The hardness achieved after the immersion into water or wine was not significantly different but significantly lower than the hardness observed at the group immersed into coffee.

DESCRIPTORS

Composite resins. Hardness. Pigmentation. Coffee. Wine.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gürdal P, Akdeniz H. The effects of mouthrinses on microhardness and colour stability of an esthetic restorative materials. *J Oral Rehabil* 2002;29(9):895-901.
2. Imazato S, Tarumi H, Kato S, Ebisu S. Water sorption and color stability of composites containing the antibacterial monomer MDPB. *J Dent* 1999;27(4):279.
3. Yannikakis Z, Polyzois C. Colors stability provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):533-9.
4. Martins D, Santos S. Microdureza de resinas em função da cor e luz halógena. *Pesqui Odontol Bras* 2002;16(3):246-50.
5. Erik A. Factors affecting the color stability of restorative materials. *Acta Odontol Scand* 1983;41(1):11-8.
6. Vieira GF, Garone Filho W. Influência do álcool na estabilidade de cor das resinas compostas. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1993;47(3):1065-8.
7. Minelli CJ, Chaves PHF, Silva EMC. Alterações da cor de resinas compostas – influência das soluções de café, chá e vinho. *Rev Odontol Univ São Paulo* 1988;2(3):143-7.
8. Santos LA, Turbino ML, Youssef MN, Matson E. Microdureza de resina composta: efeitos de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. *Pesq Odontol Bras* 2000;14(1):65-70.
9. Sano W, Mello CBM. Dureza das resinas odontológicas e quantidade de radicais determinadas por ESR. *Rev Bras Eng Biomed* 1999;15(112):17-20.
10. Pereira SK, Porto CLA, Mendes AJD. 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 Clin Estet Odontol* 2000;4(23):63-7.
11. Turbino ML, Santos LA, Matson E. Microdureza de resina composta fotopolimerizável: a cor da matriz experimental pode alterar os resultados dos testes? *Pesqui Odontol Bras* 2000;4(23):232-6.
12. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int* 1991;22(5):377-86.
13. Greener EH, Greener CS, Moser JB. The hardness of composites as a function of temperature. *J Oral Rehabil* 1984;11(4):335-40.
14. Busato AL, Hernandez PAG, Macedo AP. Dentística: restaurações diretas. São Paulo: Artes Médicas; 2002.
15. Hunter RS. Photoelectric color difference meter. *J Opt Soc Am* 1958; 46(12):985-95.
16. Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *J Prosthet Dent* 1998;79(4):372-5.

17. Griffith JR, Cannon WS. The properties and clinical application of the modern composite resin. *Aust Dent J* 1973;18(1):26-31.
18. Vieira GF, Morimoto S, Arakaki Y. Color stability of three packable composites (P-60, Solitaire, Surefil) and two universal composites (Charisma, Z-250). *Dent Mat J* 2001;11(1):87-98.
19. Bilmeier F, Saltzman M. Principles of color technology. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience; 1981.
20. Noether GE. Introdução à estatística: uma abordagem não-paramétrica. 2^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois; 1983.
21. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KJ, Katoh Y. How heat treatment and thermal cycling affect wear of composite resin inlays. *J Am Dent Assoc* 1994;125(11):1467-72.
22. Weiner RS. The effect of post-cure heat treatment systems on composite resin restorations. *J Am Dent Assoc* 1997;128(1):88.
23. Watts DC, Amer OM, Combe EC. Surface hardness development in light-cured composites. *Dent Mater* 1987;23(5):265-9.
24. Craig RG, Powers JM. Materiais dentários restauradores. 11^a ed. São Paulo: Santos; 2004.

Recebido em 16/12/05

Aceito em 28/06/06