



*The Flexural Strength of Composites*

## Influência da Termociclagem na Resistência Flexural dos Compósitos

### INTRODUÇÃO

Sob a influência de fatores sociais e culturais, entre outros, a ingestão de alimentos e líquidos pode se dar, no que se refere à temperatura, de várias maneiras. Assim é, por exemplo, que o chimarrão e o café, em alguns lugares, devem ser tomados bem quentes; que os refrigerantes e a cerveja devem ser gelados; que o uísque deve ser ingerido, preferencialmente, com gelo, sendo que o mesmo ocorre com certos alimentos.

O exame do esmalte humano, principalmente, de pacientes com mais idade, demonstra a presença de trincas que, além de serem provocadas pela força da mastigação, podem também ter origem na alternância da ingestão de alimentos e líquidos quentes e frios, muitas vezes, uma atrás da outra.

Por outro lado, sabe-se que os tecidos duros dos dentes, particularmente o esmalte pelo fato de ser externo, está sujeito às mudanças de temperatura e tem um certo coeficiente de expansão térmica linear, expandindo e contraindo conforme as alterações térmicas. Já é de conhecimento geral que os materiais restauradores também deveriam ter o mesmo valor de expansão térmica que os tecidos dentais.

Independente deste fato é importante ter conhecimento se estas alterações de temperatura que ocorrem na cavidade bucal na ocasião da ingestão de alimentos quentes e/ou frios podem, com o tempo, ter influência nas propriedades físico-químicas dos materiais restauradores diretos.

Por este motivo, o objetivo desta pesquisa é verificar, através do processo da termociclagem, se as alterações térmicas podem influenciar na resistência flexural dos compósitos.

A mais importante contribuição que as resinas compostas trouxeram à dentística foi sem dúvida a forma de retenção a qual passou a ser definida de forma artificial, ou seja, pelo condicionamento ácido do esmalte. (BUSATO et al.<sup>4</sup>, 1996)

De acordo com Conceição et al.<sup>6</sup> (2000), a intensa pesquisa e a competição entre os fabricantes têm ocasionado uma melhora significativa e constante dos sistemas adesivos e das resinas compostas ampliando consideravelmente as possibilidades de indicação dos compósitos.

O estágio em que se encontram as resinas compostas restauradoras hoje, permite, não apenas supor, mas comprovadamente observar que as indicações deste material restaurador são praticamente ilimitadas. (BUSATO et al.<sup>3</sup>, 1997)

Resina composta pode ser definida como uma combinação de materiais, geralmente formada por dois constituintes que são insolúveis entre si. Esta combinação de materiais acaba de prover um material resultante com propriedades que são geralmente superiores àquelas dos seus constituintes originais. (CHAIN; BARATIERI<sup>5</sup>, 1998)

As resinas compostas atuais são constituídas principalmente de uma matriz orgânica, uma carga inorgânica e um silano como agente de união entre ambas. A matriz orgânica é considerada o corpo da resina composta e sofre alterações dimensionais. Já a carga inorgânica tem como objetivo melhorar as propriedades da resina, não sofrendo nenhum tipo de alteração dimensional. (BARATIERI et al.<sup>2</sup>, 1989)

- Alessandra Barbosa Santos

- Ana Cristina Pederiva

Cirurgiãs-Dentistas do Curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí/SC

- Nivaldo Murilo Diegoli

Professor da Disciplina de Metodologia Científica e Articulador de Pesquisa do Curso de Odontologia da Universidade do Vale do Itajaí/SC. Mestre em Materiais Dentários pela FO/Piracicaba/UNICAMP

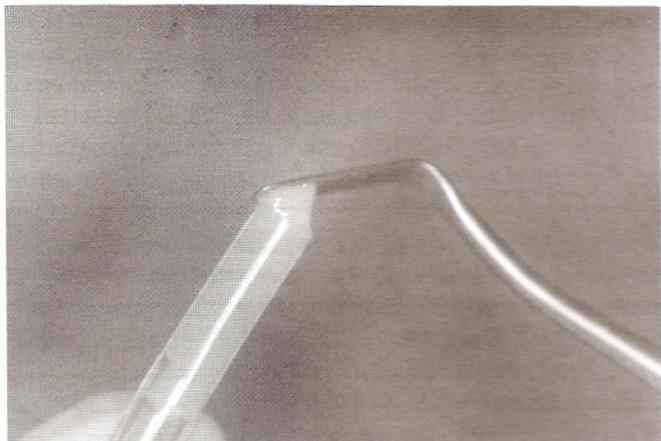
Os AA verificam se as alterações térmicas podem influenciar a resistência das resinas compostas

CONTATO C/AUTORES:

e-mail: ndiegoli@ccs.univali.br

MÊS DO RECEBIMENTO: novembro/2003

MÊS DA APROVAÇÃO FINAL: janeiro/2004



**Fig. 1 - Preenchimento da mangueira com o compósito.**



**Fig. 2 - Retirada dos bastonetes de compósito.**

De acordo com Anusavice et al.<sup>1</sup> (1998), quando a cura é iniciada pelo emprego de uma fonte de luz, um tempo de 40 segundos de fotoativação é o bastante para a cura de um material que tenha no máximo 2 mm de espessura. Porém existem algumas limitações com os compósitos fotoativados; tais como, eles têm de ser colocados em camadas (incrementos) quando a espessura exceder a 2 mm, há a tendência de contração do material em direção à fonte de luz, e os fatores de complicação associados a essa fonte. Pode haver uma diferença significativa na saída de luz dos diferentes aparelhos fabricados, incluindo o espectro de comprimento de onda disponível por este aparelho. Por exemplo, se a intensidade de luz varia por um multiplicador quatro, o que é comum, 80 a 240 segundos podem ser necessários para a polimerização com uma luz de baixa intensidade para atingir o mesmo resultado que uma exposição de 20 a 60 segundos com um aparelho de alta intensidade. As fontes de luz, também podem gerar diferentes intensidades com o tempo, dependendo da qualidade e da idade da lâmpada, da presença de contaminação como partículas de resina na ponta da fibra condutora de luz, da distância entre esta ponta e a restauração.

O estudo de Miyazaki et al.<sup>7</sup> (1996), teve como objetivo investigar as características de cura de materiais fotoativados, e relação com suas propriedades mecânicas. As propriedades mecânicas, incluindo resistência à fratura, resistência flexural e módulo de elasticidade podem ser propriedades importantes para os compósitos onde severos estresses podem se propagar. A propriedade de resistência flexural pode ser afetada severamente por uma incorreta fotopolimerização.

Em 1997, Neisser et al.<sup>8</sup> determinaram o coeficiente de expansão térmica linear (CETL) médio e verdadeiro de diferentes compósitos odontológicos, antes e após ciclagem térmica e associaram-no à sua dureza de superfície. Foram utilizados, para este estudo, cinco compósitos odontológicos indicados para restaurações em dentes anteriores e posteriores, dentre eles, o compósito Z100. Foram realizados 10.000 ciclos térmicos propriamente ditos, em temperaturas de 60°C e 3°C, intercaladas com temperaturas de 20°C, o que representaria aproximadamente o número de vezes que uma restauração estaria sujeita às variações de temperatura na cavidade bucal durante um período de 6 a 8 anos. Os resultados mostraram valores numéricos do CETL, com grandes variações dentro da faixa de -15 a 80°C. A ciclagem térmica não alterou significativamente os valores do CETL (sen-



**Fig. 3 - Encaixe do cinzel no bastonete para o teste de resistência flexural na máquina de ensaio universal EMIC DL 500.**

do a Z100 o menor valor alcançado); entretanto, influuiu, reduzindo os valores da dureza de superfície dos compósitos avaliados (Z100 obteve maior valor para médias de dureza, sendo 71,50 para o grupo controle e 65,75 para o grupo tratado).

O trabalho de Veronezi et al.<sup>9</sup> (2002), teve como objetivo, analisar através da avaliação qualitativa e quantitativa, a influência do número de ciclos térmicos no processo de termociclagem, no estudo da microinfiltração em restaurações de resina composta. Os resultados foram analisados estatisticamente pelos testes de Kruskal-Wallis e pelo coeficiente de correlação de Spearman, e baseado neles, concluiu-se que a termociclagem não teve influência significativa na microinfiltração. Este comportamento talvez seja pelo fato de que esses números de ciclos não levam o material a ultrapassar o seu grau de fadiga, o que significa que esse material, com essas termociclagens, não perdeu a capacidade de se expandir e se contrair frente a tais mudanças térmicas. Teoricamente, uma grande diferença entre o coeficiente de expansão térmica do material restaurador e o dente causa uma enorme infiltração marginal, que ocorre durante as mudanças térmicas. Por exemplo, o alto coeficiente de expansão térmica das resinas (aproximadamente 80 ppm/°C), comparado com o da estrutura dentária (11 ppm/°C), é considerado uma séria deficiência desses materiais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos-de-prova para os testes de resistência flexural foram confeccionados através do preenchimento de matrizes plásticas (feitas com mangueiras transparentes usadas em equipamentos para conduzir água e ar) com os compósitos Durafill (Heraeus-Kulzer), microparticulado com partículas de formato irregular e angulado, composto de sílica coloidal, com 51% de carga inorgânica em peso e Z100 (3M) microhíbrido, cuja matriz orgânica é o BisGMA e o TEGDMA, carga inorgânica com partículas de formato esférico de zircônio e sílica.

Foram feitos bastonetes com 20 mm de comprimento por 2 mm de diâmetro dando uma secção circular de 3,1416 mm<sup>2</sup>. Foram usados espátulas Thompson e um calcador de amálgama de diâmetro coerente com a luz da matriz, para introduzir o compósito. (Figura 1)

Após o preenchimento, cada segmento de 10 mm foi fotopolimerizado por 40 s com uma unidade fotopolimerizadora Optilux 400 (Demetron) com a intensidade de 500mWcm<sup>2</sup>, e com o auxílio de uma lâmina de bisturi, as matrizes foram cortadas ao meio longitudinalmente para a retirada dos bastonetes de compósito. (Figura 2)

Logo após, todas as amostras foram examinadas em lupa estereoscópica para verificar possíveis bolhas ou falhas na condensação, o que faria com que esta amostra fosse eliminada. Após isso, os corpos-de-prova foram armazenados em água à temperatura ambiente até o momento dos testes. Os grupos foram formados da seguinte maneira:

- compósito Durafill - 30 amostras - sem termociclagem
- compósito Durafill - 30 amostras - com termociclagem
- compósito Z100 - 30 amostras - sem termociclagem
- compósito Z100 - 30 amostras - com termociclagem

As amostras foram submetidas a 1200 ciclos térmicos, onde cada ciclo consistiu de banho em água fria a 5°C ± 2°C por 20 segundos e em banho em água quente à temperatura de 55°C ± 2°C por 20 segundos. Entre as temperaturas extremas os corpos-de-prova permaneceram fora da água por 10s.

Após isso, as amostras foram levadas à máquina de ensaio universal EMIC DL 500, célula Trd, programa M-test, versão 2.00, onde os testes de resistência flexural foram realizados, consistindo em uma barra apoiada em ambas as suas extremidades. Aplica-se nesta barra uma carga, provocando uma dobra no material (flexão), a qual resulta em uma diminuição em comprimento da superfície superior (deformação compressiva) e um aumento de comprimento da superfície inferior. (deformação de tração)

Para levar os corpos-de-prova à máquina de ensaio, foi usado um dispositivo formado por uma placa de resina sobre a qual foram fixados dois suportes de resina, à distância de 15 mm um do outro, ambos com uma ranhura onde foram encaixadas as duas extremidades dos bastonetes de compósito.

Esta placa foi fixada na parte inferior da máquina de ensaio e no mordente superior foi colocado um cinzel (tipo formão de marceneiro) com uma ranhura no seu centro que encaixou no bastonete forçando-o para baixo a uma velocidade de 5 mm/min até que ocorresse a fratura. (Figura 3)

A força necessária para provocar a fratura do bastonete foi registrada (em MPa) em um computador acoplado à máquina de ensaio. O programa do computador fez o registro da força de acordo com a fórmula:

$$\phi = \frac{3P.I}{2bd^2}$$

em que P = carga máxima de fratura (em KGF)  
I = distância entre os pontos de apoio  
bd = área seccional  
 $\phi$  = resistência flexural

## RESULTADOS

TABELA 1: Valores médios de resistência flexural dos compósitos Durafill e Z100 com e sem termociclagem

Compósitos Grupos	Durafill	Z100
Sem termociclagem	5,83 ± 1, 12 MPa a	12,12 ± 2,84 MPa a
Com termociclagem	5,35 ± 0,87 MPa b	10,86 ± 3,91 MPa a

Obs.: médias seguidas de letras distintas são consideradas estatisticamente diferentes entre si.

Os valores médios do compósito Durafill para resistência flexural, embora numericamente muito semelhantes, são considerados diferentes estatisticamente devido à pequena variabilidade (em nível de probabilidade de erro de 6,8%) entre os valores individuais de cada corpo-de-prova, conforme anexo.

Por outro lado, os valores médios do compósito Z100 que apresentam uma diferença numérica maior do que o Durafill, estatisticamente, são considerados iguais, (em nível de erro de 15,92%) motivados pela grande variabilidade que os dados dos corpos-de-prova apresentaram no teste de resistência flexural.

## DISCUSSÃO

Da análise das tabelas onde constam os valores individuais dos ensaios de resistência flexural dos corpos-de-prova, pode-se verificar que o compósito Durafill sem termociclagem apresentou valor máximo de 8,042 MPa e mínimo de 3,701 MPa com a diferença entre os dois de 4,341 e com termociclagem apresentou valor máximo de 8,437 e mínimo de 4,369 com a diferença de 4,068.

Já o compósito Z100 sem termociclagem apresentou valor máximo de 17,69 MPa e mínimo de 8,086 com a diferença de 9,604 e com termociclagem apresentou valor máximo de 18,29 MPa e mínimo de 4,102 MPa com a diferença de 14,188.

No caso do Durafill, embora a diferença numérica seja insignificante, as médias são estatisticamente consideradas diferentes, devido à pequena variabilidade (em nível de erro de 6,8%) entre os valores individuais dos corpos-de-prova.

No caso do Z100, por outro lado, em que a diferença numérica foi maior, as médias são consideradas estatisticamente iguais, devido a grande variabilidade (com possibilidade de erro de 15,92%) entre valores encontrados individualmente.

Esta diferença encontrada entre os valores dos diversos corpos-de-prova pode, provavelmente, ser explicada pela possibilidade de inclusão de microbolhas de ar, no interior do bastonete de resina durante a sua confecção, o que poderia ter tornado o bastonete mais susceptível à fratura durante o teste de resistência. Esta inclusão de bolhas pode ser atribuída, de acordo com Conceição et al.<sup>6</sup> (2000), à inexperiência dos alunos em trabalhar com compósitos e à dificuldade de se colocar o material no interior da matriz de plástico com 2mm de diâmetro.

Por outro lado, aceitando-se o conceito preconizado por

Anusavice et al.<sup>1</sup> (1998) de que a fotopolimerização faz com que o compósito se contraia em direção à luz, pode-se supor que a fotopolimerização realizada, inicialmente, em apenas um setor do bastonete (1cm) e, depois, no outro setor, tenha induzido à formação de microrrachaduras, particularmente no centro do bastonete, tornando-o passível de fratura quando submetido à pequena carga de pressão.

Ao se fazer o estudo da tabela 1 na qual constam as médias dos dois compósitos tratados de maneira diferente observamos que, sem levar em consideração a análise estatística, as médias apresentam um decréscimo (menor, no caso do Durafill e maior, no caso do Z100) de resistência à fratura depois do tratamento com ciclagens térmicas, sinal de que alguma alteração, mesmo pequena, pode ter havido na sua estrutura.

De acordo com Busato et al.<sup>4</sup> (1996), ao se fazer o acabamento e polimento de restaurações de compósito, deve-se tomar o cuidado de evitar a geração de calor na superfície do compósito para não provocar danos à matriz orgânica rompendo suas ligações com as partículas. Do mesmo modo, o calor aplicado sobre o bastonete de compósito na termociclagem pode ter afetado as ligações químicas superficiais, diminuindo a resistência flexural do bastonete de compósito. O compósito Durafill por ter menor quantidade de partículas (51% em peso, conforme Baratieri et al.<sup>2</sup>, (1989) e, em função disso, menor quantidade de ligações das partículas com a matriz orgânica, pode ter sofrido menor dano com o calor da termociclagem e, por isso, apresentado uma diferença menor entre as médias do grupo sem e do tratado com termociclagem.

Por outro lado, Chain e Baratieri<sup>5</sup> (1998), salientaram que o agente de cobertura das partículas, pertencente ao grupo dos organo-silanos (chamados comumente de silanos) é responsável pela união das partículas (carga-inorgânica) à matriz (carga orgânica). Este fato transfere as tensões da fase mais facilmente deformável (matriz) à fase com maior rigidez (partículas). Este agente de cobertura, o silano, confere certa estabilidade hidrolítica, prevenindo a penetração de água na interface matriz/carga, o que pode, talvez, justificar a pequena diferença numérica entre as médias dos grupos tratados e não tratados com termociclagem.

De acordo com Chain e Baratieri<sup>5</sup> (1998), os compósitos microparticulados sofrem maior sorção de água, e apresentam alto coeficiente de expansão térmica linear, isto é, contraem-se e dilatam-se muito em situações de alterações térmicas, provavelmente, em função da maior quantidade de carga orgânica, quando comparados aos compósitos híbridos e microhíbridos. Além disso, apresentam baixa resistência à tração (fraturam mais facilmente) caracterizando-se por maior flexibilidade e susceptibilidade à propagação de rachaduras em regiões circundantes às partículas de carga, devido à fraca união entre elas e a matriz resinosa. Da mesma forma as partículas são altamente polimerizadas e não se copolimerizam com a matriz, o que pode resultar em deslocamento da partícula, ocasionando uma estrutura mais susceptível à fratura. Estes motivos explicam a menor média do Durafill, compósito microparticulado, tanto do grupo termociclado como do grupo que não sofreu este processo.

O mesmo não acontece com o compósito híbrido e microhíbrido, no qual houve um aumento da quantidade de carga de micropartículas (e, portanto, da carga inorgânica de modo geral) com diminuição do espaço entre as partículas, diminuindo

do a tensão na matriz resinosa, conferindo maior resistência à fratura. A sorção de água é menor (devido à menor quantidade de matriz) o que pode diminuir o aparecimento de microrrachaduras na matriz. Além disso, as micropartículas podem enrijecer a matriz aumentando sua força coesiva dificultando, em consequência, a propagação dessas microrrachaduras. Por este motivo, provavelmente, o compósito Z100, apresentou médias mais altas nos dois grupos.

Embora Neisser et al.<sup>8</sup> (1997), tenham verificado que não houve alteração significativa no CETL, da resina Z100, com ciclagens térmicas de 3° e 60°C, Veronezi et al.<sup>9</sup> (2002), salientaram que há uma grande diferença entre o CETL do material restaurador e o dente durante as mudanças térmicas. Como exemplo, cita que os compósitos têm seu CETL alterado em aproximadamente 80 ppm/°C, e o dente, 11 ppm/°C, considerando esta alteração uma deficiência do material restaurador.

Partindo da premissa de que a carga inorgânica do compósito não sofre alteração volumétrica, o fato de a matriz se expandir e contrair poderá apresentar microrrachaduras que enfraqueceriam a sua resistência à fratura, pois conforme Busato et al.<sup>3</sup> (1997), o uso de compósitos ainda é preocupante devido às alterações térmicas dimensionais que sofrem.

Entretanto, em ambas as situações, o maior grau de resistência flexural foi observado nos grupos não-ciclados. Embora esses valores tenham sido numericamente maiores quando comparados aos dos grupos ciclados, como podemos observar pelos valores médios de resistência flexural de cada grupo, as diferenças entre eles não foram estatisticamente significativas. Isso pode ser explicado pela grande variação dos valores de resistência dentro de um mesmo grupo. Ou seja, dentro de um mesmo grupo, encontramos resultados extremos muito diferentes, o que proporciona uma curva de distribuição de valores que fogem do normal. Com isso, a média obtida assume valores muitos altos.

De acordo com Miyazaki et al.<sup>7</sup> (1996), um material restaurador onde existam pequenos espaços na sua superfície ou seu interior terá sua força diminuída. Conseqüentemente, cada parâmetro com uma dimensão defeituosa, precisa ser determinado, pois severos estresses podem se propagar pelos próprios defeitos resultando numa inadequada resistência à fratura do material.

Como no trabalho de Veronezi et al.<sup>9</sup> (2002), talvez o número de ciclos não tenha sido suficiente para levar o material a ultrapassar o seu grau de fadiga, e provocar uma diminuição significativa da sua resistência flexural, o que não retira a importância da diferença do coeficiente de expansão térmica entre o dente e a resina composta.

## CONCLUSÃO

Com base na análise estatística dos valores obtidos, pode-se afirmar que nas condições em que foi empregada no presente trabalho, a termociclagem não demonstrou influência estatisticamente significativa na resistência flexural do compósito Z100, porém, demonstrou influência estatisticamente significativa na resistência flexural do compósito Durafill.

## RESUMO

Sabendo-se que ocorrem inúmeras alterações de temperatura na cavidade bucal na ocasião da ingestão de alimentos

quentes e/ou frios, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência dessas variações térmicas, através do processo de termociclagem, na resistência flexural dos compósitos. Para isto, foram confeccionados bastonetes de 20mm de comprimento por 2mm de diâmetro utilizando-se os compósitos Durafill e Z100, que foram divididos em: 60 amostras de Durafill (30 com termociclagem e 30 sem termociclagem) e 60 amostras de Z100 (30 com termociclagem e 30 sem termociclagem). As amostras termocicladas foram submetidas a 1200 ciclos térmicos a temperaturas de  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , tendo a duração de 20s cada banho, enquanto as amostras restantes foram mantidas em água à temperatura ambiente. Terminados os ciclos todas as amostras foram submetidas ao teste de resistência flexural, realizado através de pressão contínua a uma velocidade de 5mm/min sobre um ponto central do bastonete apoiado nas suas extremidades a 15mm de distância um do outro, com o auxílio da máquina universal EMIC DL 500. Os resultados foram: Durafill sem termociclagem:  $5,83 \pm 1,12$  MPa; Durafill com termociclagem:  $5,35 \pm 0,87$  MPa; Z100 sem termociclagem:  $12,12 \pm 2,84$  MPa; Z100 com termociclagem:  $10,86 \pm 3,91$  MPa. Concluímos que nas condições em que foi empregada neste trabalho, a termociclagem não demonstrou influência significativa na resistência flexural do compósito Z100 e influenciou estatisticamente na resistência flexural do compósito Durafill.

**Palavras-chave:** compósitos, resistência flexural, termociclagem.

## SUMMARY

Based on the fact that innumerable alterations in temperature occur in the buccal cavity when hot and/or cold food is ingested, the aim of this work was to observe the influence of these thermal variations, through the thermocycling process, on the flexural strength of composites. For this purpose, rods of 20mm in length by 2mm in diameter were prepared, using the composites Durafill and Z100. These were divided into: 60 Durafill samples (30 with thermocycling and 30 without thermocycling) and 60 Z100 samples (30 with thermocycling and 30 without thermocycling). The thermocycled samples were submitted to 1200 thermal cycles at temperatures of  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , each immersion lasting 20s, while the remaining samples were kept in water at room temperature. At the end of the cycles, the flexural strength test was performed on all the samples, applying continuous pressure at a speed of 5mm/min to the central point of the rod, which was supported at either end at a distance of 15mm, using an EMIC DL 500 universal testing machine. The results were as follows: Durafill without thermocycling:  $5.83 \pm 1.12$  MPa; Durafill with thermocycling:  $5.35 \pm 0.87$  MPa; Z100 without thermocycling:  $12.12 \pm 2.84$  MPa; Z100 with thermocycling:  $10.86 \pm 3.91$  MPa. We concluded that under the conditions in which it was used in this work, thermocycling did not demonstrate any significant influence on the flexural strength of the Z100 composite and influenced statistically the flexural strength of the Durafill composite.

**Key Words:** composites, flexural strength, thermocycling.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANUSAVICE, K. J. et al. *Materiais Dentários*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 167-171.
2. BARATIERI, L. N. et al. *Dentística: Procedimentos pre-*
3. BUSATO, A. L. S. et al. *Restaurações em dentes anteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1997. 481p.
4. BUSATO, A. L. S. et al. *Restaurações em dentes posteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1996. 302p.
5. CHAIN, M.C.; BARATIERI, L.N. *Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores*. São Paulo: Artes Médicas, 1998. 176p.
6. CONCEIÇÃO, E. N. et al. *Dentística: Saúde e estética*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. 346p.
7. MIYAZAKI, M. et al. Effect of light exposure on fracture toughness and flexural strength of light-cured composites. *Dent Mater*, Oxford, v.12, p.328-332, Nov. 1996.
8. NEISSER, M.P. et al. Efeito da ciclagem térmica na determinação do coeficiente de expansão térmica e dureza Knoop de compósitos odontológicos. *Rev Odontol*, São Paulo, p.369-386, 1997.
9. VERONEZI, C. M. et al. Influência da ciclagem térmica e do método de avaliação na determinação da microinfiltração em restaurações de resina composta. *Rev FOP*, Piracicaba, v.14, n.1, p.9-17, jan./jun. 2002.
10. ventivos e restauradores. Rio de Janeiro: Santos, 1989. 509p.