

# INFLUÊNCIA DA CICLAGEM TÉRMICA NA RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE RESINAS LABORATORIAIS

*THE EFFECT OF THERMO-CYCLING ON FLEXURAL STRENGTH OF LABORATORIAL RESINS*

---

Oliveira, Karla Mychellyne Costa\*  
Castilho, Anderson Almeida\*  
Salazar-Marcho, Susana María\*  
Pereira, Sarina Maciel Braga\*\*  
Vásquez, Vanessa Zulema Ccahuana\*\*\*  
Bottino, Marco Antonio\*\*\*\*

---

---

## RESUMO

**Introdução:** Uma nova geração de resinas laboratoriais contendo micro-partículas cerâmicas em sua composição tem sido introduzida no mercado com a finalidade de melhorar suas propriedades mecânicas. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da termociclagem na resistência à flexão de três resinas laboratoriais. **Materiais e método:** Foram confeccionadas 48 barras com medidas de 2 mm × 2 mm × 25 mm, utilizando as resinas laboratoriais: G1 - RESILAB MASTER (Wilcos, Brasil), G2 - VITA VM LC (Vita Zanhfabrik, Germany), G3 - VITA ZETA LC (Vita Zanhfabrik, Germany). A metade das barras de cada grupo foi submetida a 3000 ciclos térmicos (5°C/55°C ± 1, com banhos de 30 s). Os ensaios mecânicos foram efetuados em máquina de ensaio universal EMIC com capacidade de carga de 100 kg e velocidade de 0,5 mm/min. **Resultados:** Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste de ANOVA (*two-way*) e Tukey (p < 0,05). As médias (± DP) observadas para os grupos sem ciclagem foram: G1(112,6 ± 25,39), G2(116,5 ± 18,51) e G3(136,1 ± 24,34); e para os grupos com ciclagem: G1(91,8 ± 18,86), G2(101,9 ± 20,61) e G3(89,9 ± 23,05). **Conclusão:** Concluiu-se que a diminuição da resistência à flexão em MPa está diretamente dependente da ciclagem térmica nos grupos testados, sendo que os maiores valores foram obtidos pela resina VITA VM LC. Entretanto, na condição sem ciclagem térmica a VITA ZETA apresentou os maiores valores.

**UNITERMOS:** resistência à flexão; termociclagem; resinas compostas.

## SUMMARY

**Introduction:** A new laboratorial resin generation that content ceramic microparticles in its composition has been introduced in the market with the purpose to improve its mechanical properties. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the effect of the thermo-cycling in the flexural strength of three laboratorial resins. **Method:** Forty-eight specimens with measures of 2 mm × 2 mm × 25 mm were made using laboratorial resins: G1 - RESILAB MASTER (Wilcos, Brazil), G2 - VITA VM LC (Vita Zanhfabrik, Germany) and G3 - VITA ZETA (Vita Zanhfabrik, Germany). After their confection, half of each group was submitted to 3000 thermal-cycles (5°C/55°C ± 1, with rinse bath of 30 s). The mechanical essays were done in Universal essay machine EMIC with the loading capacity of 100 kg and the

---

\* Estagiários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP SP.

\*\* Mestranda em Odontologia Restauradora – Especialidade Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP SP.

\*\*\* Doutora em Odontologia Restauradora – Especialidade Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP SP.

\*\*\*\* Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP SP.

speed of 0,5 mm/min. **Results:** The obtained data was analyzed statistically by the ANOVA test (two-way) and Turkey's test ( $p < 0,05$ ). The averages ( $\pm$  DP) observed for the groups without cycles were: G1( $112,6 \pm 25,39$ ), G2( $116,5 \pm 18,51$ ) and G3( $136,1 \pm 24,34$ ); and for the groups with cycles: G1( $91,8 \pm 18,86$ ), G2( $101,9 \pm 20,61$ ) and G3( $89,9 \pm 23,05$ ). **Conclusion:** It was concluded that the decrease in the flexural strength in MPa is directly dependent on the thermo-cycling in the tested groups, being that the highest values were obtained by VM LC resin. However, in the group without thermo-cycling the VITA ZETA showed the highest values.

**UNITERMS:** three point bending; thermo-cycling; composite resin.

## INTRODUÇÃO

Os conceitos da odontologia tradicional foram mudando com o incremento do uso de técnicas conservadoras adesivas. (Anusavice,<sup>2</sup> 2005). As exigências, cada vez mais evidentes, em relação à estética e aos conceitos de harmonia e beleza em odontologia, junto à evolução dos sistemas adesivos, contribuíram nas grandes modificações da Odontologia Restauradora (Burke,<sup>5</sup> 1994).

A técnica indireta para confecção de inlay em compósitos foi introduzida a princípios de 1980, por Touati,<sup>25</sup> estes materiais geraram uma grande expectativa e logo demonstraram suas limitações clínicas.

Polímeros otimizados por cerâmicas têm sido desenvolvidos e apresentados como alternativas viáveis em casos de *inlay*, *onlays*, facetas, prótese fixa de até três elementos e próteses sobre implantes com bases metálicas (Touati,<sup>24</sup> 1996). Estes materiais são compósitos que tiveram suas propriedades físicas melhoradas devido à incorporação de alta quantidade de carga e inclusão de monômeros residuais multifuncionais com mais sítios de ligação, aumentando as cadeias de polimerização com cura por calor, pressão e ambientes livres de oxigênio, aumentando a sua resistência (Kakaboura et al.,<sup>11</sup> 2003; Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001; Chadwick et al.,<sup>7</sup> 1990 e Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001). As desvantagens como fratura, abrasão e descoloração das resinas laboratoriais são problemas encontrados durante a prática clínica (Okada et al.,<sup>19</sup> 1998; Sugita et al.,<sup>23</sup> 1998; Anusavice,<sup>2</sup> 2005). A diminuição das propriedades mecânicas dos compósitos está relacionada com prolongada exposição destes materiais à umidade (Chadwick et al.,<sup>7</sup> 1990 e Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001). Associado a isso, encontra-se, em meio bucal, variações de temperatura induzidas pela ingestão de alimentos e líquidos e pela respiração.

Valores de resistência à flexão são frequentemente usados para indicar o desempenho estrutural de materiais dentários, incluindo os com-

pósitos (Kelly,<sup>13</sup> 1995). Esta é uma propriedade mecânica selecionada pela ISO (4049) para a classificação de materiais resinosos,<sup>10</sup> sendo sugerida como uma maneira de medir a fragilidade dos materiais (Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001).

Ainda não está esclarecido se as resinas laboratoriais são mais resistentes à degradação quando comparadas às resinas diretas e poucos estudos avaliaram a influência do estresse térmico na resistência à flexão das resinas compostas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da termociclagem na resistência à flexão de três resinas laboratoriais.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram confeccionadas 48 barras ( $n = 16$ ), a partir de três resinas laboratoriais, G1 - RESILAB MASTER (Wilcos, Brasil), G2 - VITA VM LC (Vita Zahnfabrik, Alemanha) e G3 - VITA ZETA LC (Vita Zahnfabrik, Alemanha), selecionadas para este estudo.

Com o auxílio de uma matriz de teflon (Figura 1) e seguindo as recomendações dos fabricantes, foram confeccionadas barras ( $25 \times 2 \times 2$  mm – norma ISO 4049<sup>16</sup>), onde a inserção e fotopolimerização foi realizada em duas camadas. Após a fotopolimerização inicial de 1 minuto para cada camada, cada material foi polimerizado de acordo com as instruções dos fabricantes. Na inserção da segunda camada, uma tira de poliéster foi posicionada sobre a resina e levemente pressionada para a remoção do excesso antes da polimerização.

Seguindo as recomendações do fabricante, a resina VITA VM LC foi processada utilizando a unidade fotopolimerizadora Spectramat (Ivoclar Vivadent/Liechtenstein) que incorpora uma fonte de luz com comprimento de onda longitudinal entre 350-500 nm, emitindo uma intensidade máxima de 470 nm. A polimerização final foi realizada durante 10 minutos no mesmo aparelho. Segundo recomendações do fabricante, a RESILAB MASTER pode ser processada em qualquer equi-

pamento fotopolimerizador com comprimento de onda entre 400-500 nm e com temperatura máxima não ultrapassando os 50°C. A polimerização da primeira camada, com espessura máxima de 1,5 mm foi realizada durante 1 min e a polimerização final por 8 min. Para a resina VITA ZETA LC utilizou-se equipamento fotopolimerizador (EDG-LUX, São Carlos-SP, Brasil) com comprimento de onda de 400-500 nm, realizando uma polimerização final por 4 minutos. Posteriormente, as barras foram polidas com lixas d'água de granulação média e suas medidas foram conferidas com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão).

Para ciclagem térmica utilizou-se máquina termocicladora (Nova Ética, Brasil). As barras foram submetidas a 3.000 ciclos térmicos (5°C/55°C ± 1, com banhos de 30 s). A metade de cada grupo foi mantida a 100% de umidade a 37°C por 24 horas.

Os ensaios para verificação da resistência de flexão de três pontos (ISO 4049), foram realizados em máquina de ensaio universal (Modelo DL-1000, EMIC Equipamentos e Sistemas Ltda. – São José dos Pinhais, PR, Brasil). As barras foram posicionadas em uma base com dois apoios fixos, com uma distância de 20 mm entre eles. No centro da barra foi aplicada uma carga perpendicular utilizando uma célula de carga com capacidade de 100 kgf e velocidade de 0,5 mm/min (Figura 2). Os dados de resistência à flexão foram calculados a partir da fórmula:

$$\sigma = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

Onde  $\sigma$  corresponde ao valor de resistência à flexão em MPa;  $F$  é a força aplicada sobre a barra até a sua fratura em Newtons;  $l$  é a distância entre os suportes;  $b$  e  $h$  correspondem respectivamente aos valores de largura e altura das barras em milímetros.

Os dados obtidos no teste de resistência à flexão foram submetidas à análise estatística, sendo utilizado para o cálculo dos dados o programa Statistical Software para Windows (*StatSoft, Inc., version 5.5, 2000 – Tulsa, OK*) e Statistix para Windows (*Analytical Software, Inc., version 8.0, 2003 – Tallahase, FL, USA*).

Neste experimento, as variáveis independentes (fatores) consideradas foram: sistema de resina e ciclagem térmica (com e sem ciclagem). A variável dependente (resposta) foi o valor da resistência obtido (em MPa) no ensaio de flexão. A análise estatística dos dados foi submetida à análise de variância de dois fatores, e o teste de Tukey. O nível de significância adotado para ambos foi o valor convencional de 5%.

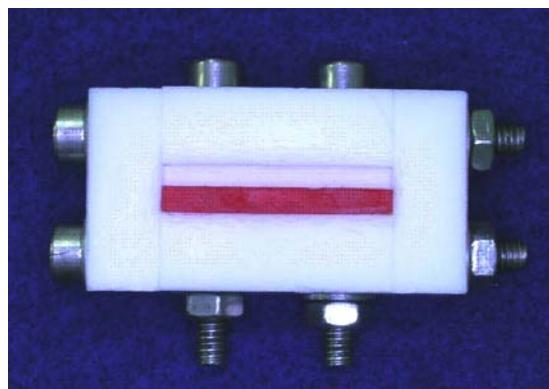


Figura 1 – Matriz utilizada para confecção e padronização das barras



Figura 2 – Barra em posição durante o teste de flexão.

## RESULTADOS

Os valores médios e desvio padrão de resistência à flexão obtida para as condições sem e com termociclagem podem ser observados na Tabela 1.

O ANOVA mostrou que houve diferença significativa para o fator termociclagem (Tabela 2).

Para a condição sem termociclagem, pôde-se observar que a VITA ZETA apresentou os maiores valores de resistência (136,05 ± 19,75), seguido da RESILAB MASTER e VITA VM LC com valores de média e desvio padrão de 123,28 ± 11,88 e 116,84 ± 11,42 respectivamente. Entretanto, após a termociclagem a VITA VM LC apresentou a maior média (99,92 ± 15,12) quando comparada à VITA ZETA LC (91,35 ± 19,78) e a RESILAB MASTER (90,88 ± 15,47).

O teste de comparação múltipla de Tukey (Tabela 3), quando efetuado para comparação das seis condições experimentais, indicou que a condição sem termociclagem apresenta diferença estatisticamente significativa quando comparada à condição com termociclagem de 3000 ciclos. Entretanto, os materiais utilizados não apresentaram diferença estatística como pode ser visto na Figura 3.

TABELA 1 – Estatística descritiva dos dados de resistência à flexão (MPa).

Termociclagem	Resinas			Linha (m ± dp)
	VITA ZETA LC	VITA VM LC	RESILAB MASTER	
Sem	136,05±19,75	116,84±11,42	123,28±11,88	125,39±16,37
Com	91,35±19,78	99,92±15,12	90,88±15,47	94,05±16,72
Coluna (m±dp)	113,70±29,96	108,38±15,62	107,08±21,39	

TABELA 2 – Resultados do ANOVA para HV por tipo de resina, efeito de termociclagem, superfície e as interações entre eles.

Fonte de Variância	Soma de Quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F	p
Efeito termociclagem	11785.4	1	11785.4	46.50	0.000*
Tipo de resina	393.0	2	196.5	0.78	0.467
RESINA* TERMOCICLAGEM	1550.1	2	775.0	3.06	0.058

\* p &lt; 0.005.

TABELA 3 – Formação de grupos de mesmo desempenho após o teste de Tukey (5%).

Ciclagem	Resinas	Médias	Grupos Homogêneos
0	VITA ZETA	136.05	A
0	RESILAB MASTER	123.28	AB
0	VITA VMLC	116.84	AB
3000	VITA VMLC	99.92	BC
3000	VITA ZETA	91.35	C
3000	RESILAB MASTER	90.88	C

Obs.: Os conjuntos com as mesmas letras não apresentam diferenças significantivas.

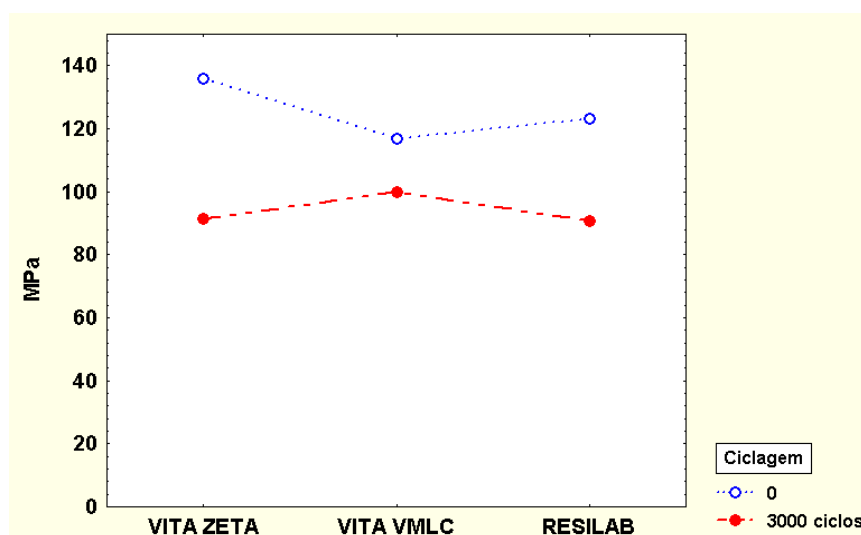


Figura 3 – Gráfico das médias denotando o efeito interação.

## DISCUSSÃO

O desempenho dos materiais geralmente é avaliado por meio de testes laboratoriais. A flexão dos materiais sob forças transversas tem sido sugerida como uma maneira de medir sua fragilidade (Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001). O teste de resistência à flexão baseado nas dimensões indicadas pela ISSO 4049, tem sido amplamente utilizado nas pesquisas (Lewartovsky et al.,<sup>14</sup> 1994; Li et al.<sup>16</sup>, 1996; Azillah et al.,<sup>1</sup> 1998; Yap et al.,<sup>28</sup> 2000; Yap,<sup>29</sup> 2003; Palin et al.,<sup>20</sup> 2003; Gomeç et al.,<sup>9</sup> 2005). Neste estudo, a resistência à flexão para a RESILAB MASTER, VITA VM LC e VITA ZETA, apresentou valores médios de 123,28 MPa, 116,84 MPa e 136,05 MPa, respectivamente. Quando submetidos à termociclagem com 3000 ciclos, esses valores reduziram para: 90,88 MPa, 99,92 MPa e 91,35 MPa. Kawano et al.,<sup>12</sup> em 2001 em seu estudo sobre a influência da ciclagem térmica sob as resinas laboratoriais, também encontraram valores médios acima de 100MPa para a resistência desses materiais à flexão, apesar de outras marcas comerciais terem sido testadas.

Em situações de estresse, uma alta resistência à flexão é necessária para suportar as cargas mastigatórias sem que haja fratura (Yap,<sup>29</sup> 2003). Assim, o teste de resistência à flexão geralmente é considerado como o teste mais expressivo para ter acesso ao potencial de falha clínica dos materiais resinosos (Ban,<sup>3</sup> 1999).

Para melhorar as propriedades mecânicas das resinas laboratoriais, partículas inorgânicas são acrescentadas em sua composição (Kawano et al.<sup>12</sup> 2001, César et al.<sup>6</sup> 2001). Isso promove resistência, aumenta a rigidez, reduz alterações dimensionais quando aquecidos e resfriados, reduz a contração de polimerização, radiopacidade, melhora a estética e a manipulação desses materiais (Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001).

As resinas laboratoriais atuais apresentam cargas inorgânicas de tamanho variando de 0,04 a 1,0  $\mu\text{m}$ ; a porcentagem, tamanho e distribuição de carga variam dependendo do tipo de material. A quantidade de carga contida e o dobro do conteúdo de matriz orgânica (Gomeç,<sup>9</sup> 2005).

Neste estudo, todas as resinas utilizadas apresentam partículas cerâmicas em sua matriz inorgânica, sendo os valores de resistência à flexão antes da termociclagem, superiores a 100 MPa. A RESILAB MASTER e a VITA ZETA são resinas micro-híbridas, enquanto que a VITA VM LC é microparticulada. Apesar de não terem apresen-

tado diferença estatisticamente significativa, pôde-se observar que a VITA VM LC obteve menores valores de resistência antes de ser submetida à termociclagem. A carga orgânica tem efeito nas características mecânicas do material e a redução do volume da matriz leva a redução da contração de polimerização e do processo de desgaste oral (Yap,<sup>29</sup> 2003; Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001).

Resinas microparticuladas, com menores partículas de carga em sua composição, têm demonstrado menores valores de resistência à fratura, rigidez e resistência à fadiga (Willims et al.,<sup>27</sup> 1992; Braem et al.,<sup>4</sup> 1994; Yap,<sup>29</sup> 2003). Em 2001, Kawano et al.<sup>12</sup> observaram que compósitos híbridos apresentaram maiores valores de resistência à flexão e módulo de elasticidade quando comparados a compósitos microparticulados. A redução do tamanho das partículas de carga 0,6  $\mu\text{m}$ , em conjunto com sua forma aumenta o polimento e a dureza superficial, tendo a carga influência direta nas características ópticas do material.

As resinas indiretas com grande quantidade de carga inorgânica em sua composição têm demonstrado características superiores quando comparadas às resinas de uso direto (Kakaboura et al.,<sup>11</sup> 2003). Isso pode ser atribuído à melhora de suas propriedades como resistência ao desgaste e fratura. As propriedades mecânicas de alguns materiais são influenciadas pela sua matriz (Cesar et al.,<sup>6</sup> 2001). Entretanto, Cesar et al.,<sup>6</sup> (2001) concluíram que de uma maneira geral, as resinas indiretas não apresentam melhores propriedades que as resinas diretas.

A resina VM LC mostrou valores de resistência à flexão de 116,84 MPa (sem ciclagem) e 99,92 MPa (com ciclagem), apresentando menor redução da resistência à flexão após a termociclagem quando comparado com os materiais testados. Podemos afirmar que os resultados poderiam estar relacionados as condições de polimerização (luz e calor a 95°C) ao que foi submetido esta resina (Touati et al.,<sup>25</sup> 1997; Cesar et al.,<sup>6</sup> 2001). Em um estudo comparativo da resistência à flexão das resinas após 30 dias de estocagem em água, os resultados mostraram que resinas polimerizadas por meio de calor e em atmosfera com nitrogênio mostraram maiores valores de resistência (Cesar et al.,<sup>6</sup> 2001). Este meio de polimerização produz um ambiente livre de oxigênio que é inibidor do processo de polimerização, sendo assim, um maior grau de conversão pode ser alcançado (Cesar et al.,<sup>6</sup> 2001). Conseqüentemente, melhores propriedades mecânicas podem ser encontradas (Leinfelder,<sup>15</sup> 1997).

Além disso, o tratamento com calor durante o processo de polimerização por si só não implica em melhores propriedades mecânicas, pois elas também estão inerentes à composição do material (Wendt,<sup>26</sup> 1990; Mante et al.,<sup>17</sup> 1993).

Esta variação pode causar falha na coesão das resinas compostas devido à diferença de expansão térmica apresentada pela matriz orgânica e partículas inorgânicas (Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001).

A durabilidade dos materiais pode ser afetada pela termociclagem, pois ela pode interferir na carga destes materiais (Kawano et al.,<sup>12</sup> 2001). Ela ainda pode acarretar micro-fraturas na interface entre as cargas e a matriz resinosa, além de induzir estresse superficial, devido ao alto gradiente de variação de temperatura próxima à superfície (Montes-G et al.,<sup>18</sup> 1986; Chadwick et al.,<sup>7</sup> 1990).

As resinas laboratoriais aparentemente demonstram um valor máximo de resistência à flexão antes da termociclagem e mantêm uma estabilidade até 5000 ciclos (Kawano et al.<sup>12</sup>, 2001).

A termociclagem teve uma influência estatisticamente significativa na resistência à flexão dos materiais testados. A resina VITA VM LC apresentou menor redução da resistência à flexão após a termociclagem com 3000 ciclos, cerca de 14%, enquanto que a VITA ZETA reduziu 32% de sua resistência à flexão e a RESILAB MASTER 26%. Porém, quando comparados entre si, os materiais testados não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Não há evidências do número de ciclos que deveria ser usado para simular o tempo de uso de um material *in vivo*, porém uma estimativa de que 10000 ciclos corresponderia a 1 ano é sugerida (Gale et al.,<sup>8</sup> 1999).

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e dentro das limitações deste estudo, é lícito concluir-se que a diminuição da resistência à flexão em MPa nos sistemas de resina testados está diretamente dependente da ciclagem térmica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azillah MA, Anslice M, Pearson GL. Long-term flexural strength of three different aesthetic restorative materials. *J Den.* 1998;26:177.
- Anusavice KJ Phillips science of dental materials. 10<sup>a</sup> ed. Philadelphia. WB Saunders Company; 2005.
- Ban S, Anusavice KL. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. *J Dent Res.* 1990;69:1791-9.
- Braem MLA, Davidson CL, Lambrechtes P, Vanern G. In vitro flexural fatigue limits of dental composites. *J Biomed Mater Res.* 1994;28:1397.
- Burke EJ, Qualtrough AJE. Aesthetic inlays: composite or ceramic?. *Br Dent J.* 1994 Jan.;22.
- Cesar PF, Miranda Junior WG, Braga RR. Influence of shade and storage time on flexural strength, flexural modulus, and hardness of composites used for indirect restorations. *J Prosthet Dent.* 2001;9:289-96.
- Chadwick RG, McGabe JF, Walls AGW, Storer R. The effect of storage media upon the surface micro hardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater.* 1990;6:123.
- Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Den.* 1999;27:89-99.
- Gomeç Y, Dörter G, Dabanoglu A, Koray F. Effect of resin-based material combination on the compressive and flexural strength. *J Oral Rehabil.* 2005;32:122-7.
- International Standards Organization British standard specification for resin-based dental filling materials. 2<sup>a</sup> ed. ISO 4049, 1988. p.6-8.
- Kakaboura A, et al. In vitro characterization of two laboratory-processed resin composites. *Dent Mater.* 2003;19:393-8.
- Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Influence of thermal cycles in water on flexural strength of laboratory-processed composite resin. *J Oral Rehabil.* 2001;28:703-7.
- Kelly RJ. Perspectives on strength. *Dent Mater.* 1995;11:103-7.
- Levartovsky S, Keytse E, Georgesce M, Gotbstets GR. A comparison of diametral tensile strength, the flexural strength, and the compressive strength of two new core materials to a silver alloy-reinforced glass ionomer material. *J Prosthet Dent.* 1994;72:481.
- Leinfelder KJ. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc.* 1997;28:573-81.
- Li J, Lan YJ, Lan Y, Senbstram F. Flexure strength of resin-based glass ionomer cements and their bond to dental composites. *J Prosthet Dent.* 1994;72:481.
- Mante F, Saleh N, Mante M. Softening patters of post-cure heat-treated dental composites. *Dent Mater.* 1993;9:325-31.
- Montes GM, Draughn RA. In vitro surface degradation of composites by water and thermal cycle. *Dent Mater.* 1986;2:193.
- Okada K, Asada M, Omura L, Yamauchi J. A new crown and inlay material "ESTNIA". *J Esthet Dent.* 1998;11:121.
- Palin WM, Fleming GJP, Burke FJB, Marquis PM, Randall RC. The reliability in flexural strength testing of a novel dental composite. *J Den.* 2003;31:549-57.
- Roulet JF. Benefits and disadvantages of tooth coloured alternatives to amalgam. *J Den.* 1997;25:459-73.
- Shackelford JF. Glossary. In: Introduction to Materials Science for Engineers. 4<sup>a</sup> ed. London: Prentice Hall International; 1996. p. 632-51.

23. Sugita T, et al. Physical properties and clinical application of newly highly filler filled materials "Hybrid Ceramics" for posterior prosthesis. *J Prosthet Dent.* 1998;11:107.
24. Touati B. The Evolution of Aesthetic Restorative Materials for Inlays and Onlays: A Review. *The International Aesthetic Chronicle.* 1996, 08: 07.
25. Touati B, Akdan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *International Esthetic Dentistry.* 1997, 9:108-18.
26. Wendt SL Jr, Leinfelder KF. The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. *J Am Asso.* 1990, 120:177-81.
27. Willims G et al. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater.* 1992, 25:113.
28. Yap AUJ. Effectiveness of polymerization in composite restoratives claiming bulk placement impact of cavity depth and exposure time. *Oper Dent.* 2000, 25:113.
29. Yap AUJ, Teoh SH. Comparison of flexural properties of composite restoratives using the ISO and mini-flexural tests. *J Oral Rehabil.* 2003, 30:171-177.
30. Zhao D, Botsis J, Drummond JL. Fracture studies of selected dental restorative composites. *Dent Mater*, v. 13, n. 3, p. 198-207, May, 1997.

Recebido para publicação em: 08/03/2007; aceito em: 17/08/2007.

**Endereço para correspondência:**

KARLA MYCHELLYNE COSTA OLIVEIRA  
Rua Coronel Madeira, 117, apto. 44 - Centro  
CEP 12245-760, São José dos Campos, SP, Brasil  
E-mail: karlamychellyne@yahoo.com.br