

## **Avaliação da dureza Vickers de resinas compostas de uso direto e indireto**

### **Evaluation of Vickers hardness of direct and indirect composite resins**

**Rodrigo Othávio de Assunção e SOUZA**

**Silvia Masae de Araújo MICHIDA**

**Lucas Villaça ZOGHEIB**

Doutorando em Odontologia Restauradora, Especialidade em Prótese Dentária, Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – Brasil

**Geraldo Henrique Leão LOMBARDO**

Mestre em Odontologia Restauradora, Especialidade em Prótese Dentária, Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – Brasil

**Priscilla Cristoforides PEREIRA**

**Diana Capelli BARCA**

Aluna do Programa de Aperfeiçoamento Continuado da Disciplina de Prótese Parcial Fixa, Departamento de Materiais Dentários e Prótese – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – Brasil

**Carlos Augusto PAVANELLI**

Prof. Assistente Doutor da Disciplina de Prótese Parcial Removível do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese – Universidade Estadual Paulista – UNESP – São José dos Campos – Brasil

---

#### **RESUMO**

**Objetivo:** Este estudo propôs avaliar a microdureza de diferentes resinas compostas de uso direto (rcd) e indireto (rci). **Materiais e Métodos:** Com o auxílio de uma matriz metálica (diâmetro: 5,0mm; espessura: 2,0mm) foram confeccionadas 70 amostras, sendo (n=10) três resinas de uso direto: Gr1- Z250(3M ESPE/EUA), Gr2- W3D(Wilcos/Brasil) e Gr3- Esthetic X(Dentispaly/EUA); e quatro de uso indireto: Gr4- Resilab Master (Wilcos/Brasil), Gr5- Vita VM LC (Vita Zahnfabrik/Alemanha), Gr6- Vita Zeta (Vita Zahnfabrik/Alemanha) e Gr7- Sinfony (3M ESPE/EUA). As amostras das rcd foram confeccionadas utilizando a técnica incremental, onde cada incremento de resina foi fotopolimerizado durante 40 segundos. Já as amostras da rci foram polimerizadas segundo recomendações dos fabricantes. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas. O teste de microdureza foi realizado em microdurômetro digital (Future-Tech, Modelo FM 700), com carga de 50 kgf por 15 segundos. Os dados obtidos (Kgf/mm<sup>2</sup>) foram analisados utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e o de comparação múltipla de Dunn (p<0,05). **Resultados:** As medidas resumo-numéricas de microdureza obtidas foram (mediana; média ± desvio padrão): Gr1 (100,12; 101,07± 5,99 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr2 (83,55; 84,20± 5,07 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr3 (73,98; 73,95± 6,55 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr4 (52,50; 52,54± 5,9 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr5 (33,25; 34,36± 2,29 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr6 (29,60; 29,68± 1,52 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr7 (25,39; 25,13± 2,08 Kgf/mm<sup>2</sup>). Verificou-se que os valores de microdureza das rcd analisadas não diferiram estatisticamente entre si (p<0,05). O mesmo não se pode estabelecer para as resinas indiretas, pois a Sinfony diferiu da Resilab (p<0,05). **Conclusão:** Baseado nos resultados pôde-se concluir que apenas a resina composta direta Z250 apresentou valores de microdureza Vickers superior às demais resinas indiretas

#### **UNITERMOS**

Resina composta; microdureza; propriedade mecânica.

---

## INTRODUÇÃO

Um importante marco na história moderna da Odontologia restauradora foi o desenvolvimento das resinas compostas fotopolimerizáveis para procedimentos diretos<sup>8</sup>. As melhorias nas propriedades mecânicas das resinas compostas fotopolimerizáveis, bem como nos aparelhos fotopolimerizadores permitiu a utilização destes materiais em dentes posteriores com maior confiabilidade<sup>3,7,14</sup>.

As resinas compostas podem ser preparadas em dentes posteriores por meio de técnicas diretas e indiretas. Estes materiais vêm sendo utilizados com alta porcentagem de sucesso, dependendo da correta indicação do sistema selecionado. Kildal e Ruyter<sup>11</sup> (1994) demonstraram que muitas propriedades das resinas compostas para uso direto são inadequadas quando utilizadas em cavidades extensas em dentes posteriores, como por exemplo a elevada contração de polimerização. Por este motivo os sistemas resinosos de uso indireto foram desenvolvidos<sup>5</sup>.

A confecção de restaurações em compósitos utilizando a técnica indireta apresenta algumas vantagens clínicas quando comparada à técnica direta, como: contorno e contato interproximal melhorados, menor sensibilidade pós-operatória devido à contração se estabelecer sobre um troqué e não diretamente sobre o preparo cavitário, melhor adaptação marginal, diminuição do tempo clínico e estética superior<sup>13</sup>. Adicionalmente, as resinas de uso indireto, também denominadas de cerômeros, polímeros de vidro ou resinas de uso laboratorial, utilizam diferentes sistemas de polimerização, como: temperatura, pressão, vácuo e luz, que isolados ou combinados promovem uniformidade da polimerização desses materiais<sup>5</sup>. Esta uniformidade na polimerização na resina indireta é uma propriedade importante para o desempenho clínico do material, uma vez que o grau de conversão do material polimérico está diretamente relacionado com a resistência ao desgaste<sup>15</sup> e a estabilidade de cor<sup>20</sup>.

Entretanto, os sistemas resinosos indiretos disponíveis no mercado odontológico são, em sua maioria, inacessíveis financeiramente para muitos dos profissionais e técnicos de laboratório, o que os leva, muitas vezes, a confeccionar de restaurações extensas (*onlay e overlay*) em resina composta direta pela inviabilidade do sistema resinoso indireto.

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar a microdureza de resinas compostas diretas e indiretas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os tipos, nome comercial, volume de carga inorgânica, composição principal, modo de polimerização e fabricantes das resinas utilizadas neste estudo estão apresentadas na Tabela 1.

### CONFEÇÃO DOS ESPÉCIMES

Com o auxílio de uma matriz metálica (diâmetro: 5,0mm; espessura: 2,0mm) foram confeccionadas 70 amostras (n=10), distribuídas em três grupos de resinas compostas de uso direto (rcd): Gr1- Z250(3M ESPE/EUA), Gr2- W3D(Wilcos/Brasil) e Gr3- Esthetic X(Dentispaly/EUA); e quatro grupos de resina composta de uso indireto (rci): Gr4- Resilab Master (Wilcos/Brasil), Gr5- Vita VM LC (Vita Zahnfabrik/Alemanha), Gr6- Vita Zeta (Vita Zahnfabrik/Alemanha) e Gr7- Sinfony (3M ESPE/EUA). Todas as resinas utilizadas neste experimento apresentavam cor A2.

Para as resinas compostas diretas Z250, W3D e Esthet-X, o material foi inserido na matriz metálica com uma espátula de inserção utilizando a técnica incremental, sendo cada incremento (nº de incrementos: 2; espessura: 1,0 mm cada) fotopolimerizado por 40s com o auxílio de um aparelho fotopolimerizador (XL Curing 3000 – 3M Dental Products), com intensidade de luz de 500mW/cm<sup>2</sup>. Já a confecção das amostras de resinas indiretas foram fotopolimerizadas segundo recomendações dos fabricantes (Tabela 1).

Após a fotopolimerização, as amostras tiveram sua extremidade inferior identificada com grafite para distinguí-la da superfície superior. A seguir, as amostras foram armazenadas em água destilada à 37° C em estufa por 24hs previamente ao teste.

Em seguida, com o auxílio de uma matriz de silicone, os espécimes foram incluídos em resina acrílica quimicamente ativada, com a face, na qual foi realizada a leitura da microdureza, voltada para baixo (face em contato com o silicone) (Figura 1). Este procedimento foi realizado no intuito de facilitar o polimento e leitura das amostras. Os mesmos tiveram sua superfície regularizada em politrix (Strues, Model DP 10), utilizando as lixas d'água nº 600, 800, 1200 e 2000.

O ensaio de microdureza Vickers foi realizado utilizando microdurômetro digital (FM 700, Future Tech Corp., Equilam, Tóquio, Japão), com carga de 50 kg aplicada durante 15 s (Figura 2). Foram realizadas três leituras em cada amostra, obtendo-se uma média final para cada amostra.

**Tabela 1 – Tipo, nome comercial, volume de carga inorgânica, composição principal, modo de polimerização e fabricante, das resinas de uso direto e indireto utilizadas neste experimento.**

Tipo	Nome comercial	Volume de carga inorgânica (%)	Composição principal	Modo de polimerização	Fabricante aS
Microhíbrida	Z250	60%	Bis-GMA Uretano Modificado, TEGDMA, partículas inorgânicas de 0,01 µm a 3,5 µm (tamanho médio: 0,6 µm) e fotoiniciadores.	Luz halógena (500 mW/cm <sup>2</sup> ) - técnica incremental (2 camadas - 40 s cada camada)	3M ESPE, St Paul, MN, USA
Microhíbrida	W3D	53%	BIS-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGMA, Alumínio Borossilicato tamanho médio 0,05mm), Ácido Silício de alta dispersão, Fotoiniciadores, Inibidores e Pigmentos.	Luz halógena (500 mW/cm <sup>2</sup> ) - técnica incremental (2 camadas - 40 s cada camada)	Wilcos do Brasil Ltd., Petrópolis, Brasil
Nanohíbrida	Esthet-X	Não informado	Bis-GMA Uretano Modificado, Bis-EMA, e TEGDMA. Vidro de Borossilicato de Flúor Alumínio e Bário (1µm), Sílica Coloidal (0,04µm) e sílica nanométrica	Luz halógena (500 mW/cm <sup>2</sup> ) - técnica incremental (2 camadas - 40 s cada camada)	Dentsply, Ceramco, EUA
Microhíbrida	Resilab	53%	Bis-GMA, UDMA, TEGMA, Borossilicato de alumínio, silício ácido de alta dispersão, fotoiniciadores, inibidores e pigmentos	Primeiro ciclo: Polimerização por 4 min na unidade EDG-Lux (400-500 mW/cm <sup>2</sup> ) Segundo ciclo: Polimerização por 8 min na unidade EDG-Lux (400-500 mW/cm <sup>2</sup> )	Wilcos do Brasil Ltd., Petrópolis, Brasil
Microhíbrida	Sinfony	50%	UDMA, HEMA e 10-30% (octahidro-4,7-metano-1H-indenediil) bis(metileno)diacrilato), Vidro de estrôncio-alumínio borossilicato, óxido de silício, silano e fotoiniciadores	Primeiro ciclo: Polimerização por 15 s na unidade Visio Alpha (400 mW/cm <sup>2</sup> ) Segundo ciclo: Polimerização por 15 min na unidade Visio Beta (470 mW/cm <sup>2</sup> )	3M ESPE, St Paul, MN, EUA
Microparticulada	VITA VMLC	46%	UDMA, TEGMA, sílica, partícula primária (40-50nm)	Primeiro ciclo: Polimerização por 3 min na unidade Spectramat (350-500 mW/cm <sup>2</sup> ) Segundo ciclo: Polimerização por 5 min na unidade Spectramat (350-500 mW/cm <sup>2</sup> )	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha
Microhíbrida	VITA Zeta	44%	UDMA, TEGMA, Sílica e feldspato	Primeiro ciclo: Polimerização por 3 min na unidade Spectramat (350-500 mW/cm <sup>2</sup> ) Segundo ciclo: Polimerização por 5 min na unidade Spectramat (350-500 mW/cm <sup>2</sup> )	Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha

Bis-GMA=Bis-fenol-A-glicidilmetacrilato, UDMA=Uretano dimetacrilato, TEGMA=Trietilenoglicol metacrilato e HEMA=2-hidroxietyl metacrilato, Bis-EMA=bisfenol-A glicidil dimetacrilato etoxilado

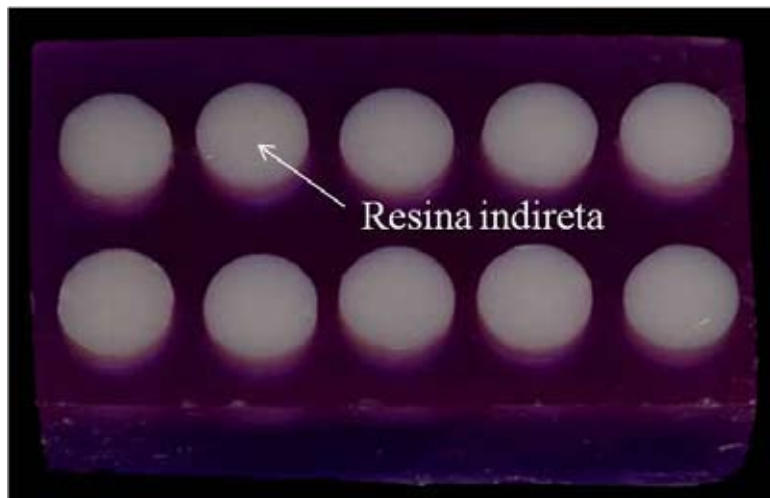
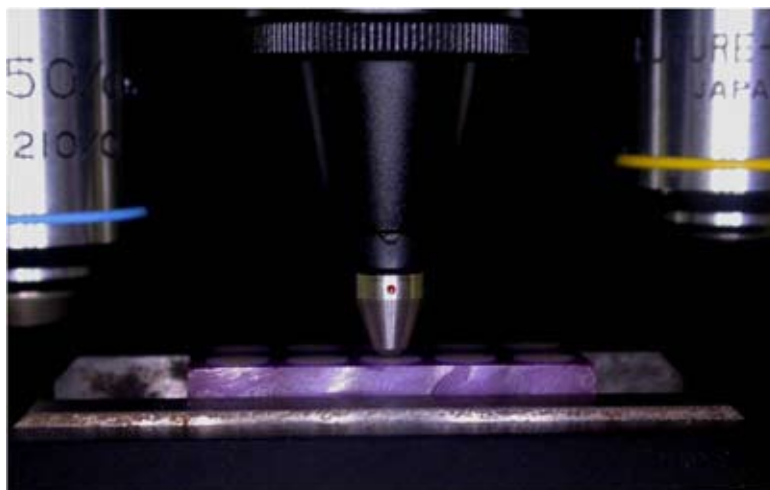


Figura 1– Amostras da resina indireta Resilab.

Figura 2– Bloco de resina acrílica posicionado na plataforma de leitura do microdurômetro digital, evidenciando o momento da indentação na superfície de uma amostra da resina indireta Resilab.



Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e o de comparação múltipla de Dunn ( $p < 0,05$ ).

### Resultados

Distribuição dos valores de microdureza dos grupos de resinas de acordo com o teste de Kruskal-Wallis (Figura 3). A abordagem não paramétrica foi devido

à diferença de grandeza entre os valores de dispersão (indicada pelo desvio-padrão dos grupos\*). O teste indica que as distribuições diferem entre si ( $k_w = 67,00$ ;  $g_l = 6$ ;  $p = 0,0001 < 0,05$ ). Por meio do teste de Dunn (5%), verificou-se que apenas a resina composta direta Z250 apresentou valores de microdureza Vickers estatisticamente superior às resinas compostas de uso indireto ( $p < 0,05$ ), sendo, entretanto estatisticamente semelhante às demais resinas diretas (Tabela 2).

\* G1( $101,07 \pm 5,99$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G2 ( $84,20 \pm 5,07$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G3( $73,95 \pm 6,55$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G4( $52,54 \pm 5,9$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G5( $34,36 \pm 2,29$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G6( $29,68 \pm 1,52$  Kgf/mm<sup>2</sup>); G7( $25,13 \pm 2,08$  Kgf/mm<sup>2</sup>).

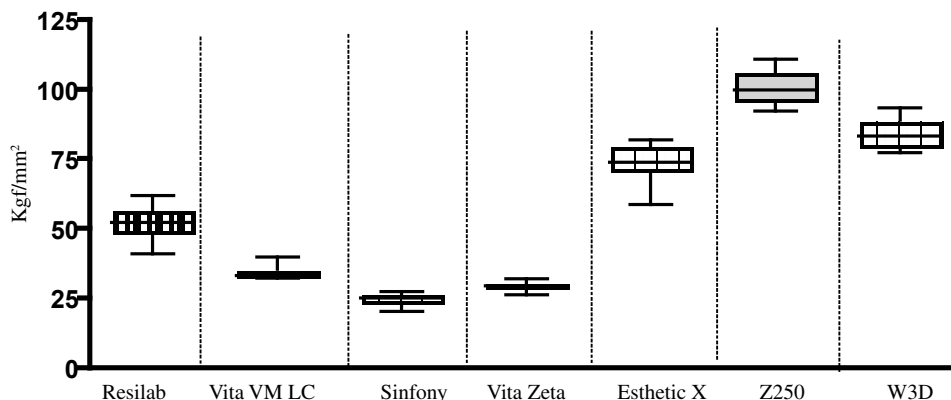


Figura 3 - Esquema dos cinco números (*box-plot*) dos valores de microdureza obtidos em diferentes tipos de resinas (uso direto e indireto) para os grupos.

Com relação às resinas compostas indiretas, apenas a resina Resilab apresentou valores estatisticamente superiores às demais resinas indiretas (Tabela 2).

Pôde-se verificar, ainda, que as resinas de uso direto, não diferem entre si. Já com relação às resinas de uso indireto, a Resilab apresentou valores estatisticamente superiores comparados à Sinfony.

## DISCUSSÃO

A dureza de um material é a medida relativa de sua resistência à penetração quando uma carga específica constante é aplicada. Por definição, dureza é a capacidade de um material resistir à penetração por ponta dura, sendo diretamente proporcional à resistência mecânica e à resistência ao desgaste de um material<sup>27</sup>.

Tabela 2 – Formação de grupos homogêneos após a aplicação do teste de Dunn (5%) para os valores de microdureza segundo sete tipos de resinas\*.

Resinas	Posto médio	Mediana	Q1	Q3	Grupos homogêneos			
Diretas								
Z250	65,40	100,12	92,53	100,12	A			
W3D	54,90	83,55	77,60	83,55	A	B		
Esthet X	46,10	73,98	59,03	73,98	A	B	C	
Indiretas								
Resilab	35,60	52,50	41,13	52,50	B C D			
Vita VMLC	25,50	33,25	32,56	33,25	C D E			
Vita Zeta	15,10	29,60	26,56	29,60	D E			
Sinfony	5,90	25,39	20,53	25,39	E			

\*n = 10

A Microdureza é um teste laboratorial não destrutivo e especificamente localizado, fornecendo dados da distribuição das propriedades do material estudado.

Os testes mais freqüentemente utilizados para se determinar a dureza dos materiais dentários são conhecidos pelos nomes de: Brinell, Rockwell, Vickers e Knoop. Entretanto, apenas as durezas Vickers e Knoop avaliam microdureza, pois utilizam área pequena do material e pouca profundidade (menor que 19 µm). Já as durezas Brinell e Rockwell, também denominadas macrodurezas, utilizam áreas extensas de um determinado material para análise da dureza. Por estes motivos, a dureza Vickers e Knoop são comumente empregadas para análise da dureza de materiais odontológicos, como as resinas compostas<sup>1</sup>.

A realização de restaurações indiretas (*inlay/onlay/overlay*), empregando rcd, tem sido proposta com o objetivo de minimizar a tensão gerada sobre a zona de união quando da fotoativação do compósito, bem como possibilitar melhor restituição da forma perdida pelo elemento dentário<sup>12</sup>. Adicionalmente, uma propriedade que influencia diretamente na longevidade clínica de um material resinoso é a sua microdureza, uma vez que, segundo Condon e Ferracane<sup>4</sup> (1997) existe uma relação direta entre esta propriedade e a resistência ao desgaste desses materiais.

Nesse estudo, pôde-se verificar que as resinas compostas diretas apresentaram valores de microdureza estatisticamente semelhantes entre si (Gr1: 65,4 Kgf/mm<sup>2</sup>; Gr2: 54,9 Kgf/mm<sup>2</sup>, Gr3: 46,1 Kgf/mm<sup>2</sup>). Com relação às resinas compostas indiretas, apenas a resina Resilab apresentou valores significativamente superiores às demais resinas indiretas (Gr4: 35,6 Kgf/mm<sup>2</sup>; Gr5: 25,5 Kgf/mm<sup>2</sup>, Gr6: 15,1 Kgf/mm<sup>2</sup>; Gr7: 5,9 Kgf/mm<sup>2</sup>). Quando as resinas diretas foram comparadas às indiretas, observou-se que apenas a resina Z250 apresentou valores de microdureza superiores às resinas indiretas (p<0,05)

Diversos são os fatores podem influenciar a microdureza de compósitos, dentre eles destaca-se conteúdo de carga na resina composta. Segundo McCabe<sup>16</sup> (1990) e Willems *et al.*<sup>25</sup> (1992), quanto maior a quantidade de carga de um compósito maior será a sua microdureza. Em nosso estudo, analisando a quantidade de carga das resinas compostas (%), é possível observar que a resina que apresenta maior quantidade em volume (Z250) apresentou o maior valor de microdureza comparado aos demais grupos. Observando-se as resinas de uso indireto, pôde-se verificar que a Resilab, a qual possui maior quantidade de carga em volume (%), apresentou resultado superior

às demais resinas indiretas. Resultados semelhantes foram observados por Suzuki *et al.*<sup>21</sup> (1995), os quais verificaram que a dureza de resinas microparticuladas, com partículas menores e mais numerosas, foi superior a das resinas híbridas

Segundo Condon e Ferracane<sup>4</sup> (1997) as propriedades dos compósitos são também influenciadas pelo grau de conversão (GC) e pelo tipo da matriz polimérica<sup>2,6</sup>. O grau de conversão tem influência significativa nas propriedades físicas<sup>22</sup> e biológicas de restaurações em resina composta (ex: adesão do biofilme dental) e é diretamente dependente de fatores como composição do material<sup>18,23</sup>, cor e translucidez<sup>24,26</sup>, distância e potência da fonte de luz<sup>18,19</sup>.

As resinas compostas indiretas apresentam geralmente maior grau de polimerização comparadas às resinas diretas, uma vez que essas resinas são polimerizadas em unidades especiais na qual todas as superfícies da restauração podem ser polimerizadas. Dependendo da combinação de luz, calor, vácuo e pressão, a unidade polimerizadora pode aumentar de 10 a 20% as propriedades mecânicas das resinas indiretas<sup>28</sup>. Entretanto, apesar do presente estudo ter verificado maior valor de microdureza para a resina direta Z250, estudos adicionais sobre o grau de conversão e demais propriedades mecânicas dos materiais estudados devem ser realizados, uma vez que um teste isolado não pode definir as propriedades do material.

Observando-se os resultados obtidos neste estudo, nota-se que a composição das resinas compostas de uso direto é praticamente a mesma para as três marcas comerciais (Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA e TEGDMA), com exceção da resina Z250 que não apresenta Bis-Ema em sua composição. Acreditamos que essa diferença composicional da resina Z250 possa exercer influência nos resultados obtidos. O Bis-EMA é um monômero estruturalmente semelhante ao Bis-GMA, com um grupamento fenil central rígido, sem, entretanto, apresentar dois radicais hidroxil pendentes (que são responsáveis pela sorção de água e pelo aumento da viscosidade do Bis-EMA<sup>9,10</sup>). O maior valor de dureza encontrado nesta resina pode ter, entretanto mais relação com a quantidade de carga presente na matriz orgânica do que a composição da mesma. Com relação às resinas compostas de uso indireto observou-se que a resina Resilab, cuja matriz é a base de Bis-GMA, UDMA e TEGDMA, obteve maiores valores de dureza do que a resina Sinfony, cuja matriz orgânica é à base de UDMA. O UDMA possui menor viscosidade e grande flexibilidade aumentando a tenacidade desta

resina composta<sup>7</sup>, ou seja, tornando o material mais resistente à fratura. Já as resinas Vita VMLC e Vita Zeta, em relação à resina Resilab, não apresentam Bis-GMA em suas composições, fator que acreditamos ser o responsável pelo alto valor de dureza da Resilab quando comparado a essas duas resinas.

## CONCLUSÃO

Baseado nos resultados é lícito concluir que apenas a resina composta direta Z250 apresentou valores de microdureza significativamente superiores às resinas de uso indireto.

---

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to evaluate the microhardness of different direct (dcr) and indirect composites resin (icr). **Material and Methods:** With the aid of a metallic matrix (diameter: 5.0 mm; thickness: 2.0 mm) were built 70 samples of resin composite (n=10) with three types of direct resin composite: (Gr1) Z250(3MESPE/EUA), (Gr2) W3D(Wilcos/Brazil) and (Gr3) Esthetic X(Dentispaly/EUA) and four types of indirect resin composite: (Gr4) Resilab Master (WILCOS/Brazil), (Gr5) VITA VM LC (VITA Zahnfabrik/Germany), (Gr6) VITA ZETA (VITA Zahnfabrik/Germany) and (Gr7) Sinfony (3M ESPE/EUA). The specimens (sps) of the dcr (Gr1, Gr2 and Gr3) were built with the incremental technique and each increment was photopolymerized cured for 40 seconds. The icr samples were photocured according to the manufacturer's instructions. All the sps were stored in distilled water at 37° C for 24 hours. The microhardness test was carried out in a digital microdurometer (Future-Tech, Model FM 700), with 50 kg of force for 15 seconds. The data (Kgf/mm<sup>2</sup>) were analyzed by the Kruskal-Wallis non parametric test and by the multiple comparison of Dunn (p<0.05). **Results:** The summary-numerical measures of microhardness obtained were (medium; mean±standard deviation): Gr1 (100.12; 101.07±5.99 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr2 (83.55; 84.20±5.07 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr3 (73.98; 73.95±6.55 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr4 (52.50; 52.54±5.9 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr5 (33.25; 34.36±2.29 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr6 (29.60; 29.68±1.52 Kgf/mm<sup>2</sup>), Gr7 (25.39; 25.13±2.08 Kgf/mm<sup>2</sup>). It was verified that the values of microhardness of the dcr were not statistically different from each other (p<0.05). This result cannot be established for irc, because Sinfony had different values of microhardness when compared to Resilab (p<0.05). **Conclusion:** Based on the results it can be concluded that only the dcr Z250 showed higher values of microhardness than icr.

## UNITERMS

Composite resin; microhardness; mechanical property.

---

## REFERÊNCIAS

1. Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários*. 11 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. 764p.
2. Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. *Scand J Dent Res*. 1982;90:484-9.
3. Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J Dent Res*. 1990;69:852-6.
4. Condon JR, Ferracane JL. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *J Dent Res*. 1997;76:1404-11.
5. Eldiwany M, Powers JM, George LA. Mechanical properties of direct and post-cured composites. *Am J Dent*. 1993;6:222-4.
6. Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion on mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res*. 1986;20:121-31.
7. Glenn JF. Composition and properties of unfilled and composite resin restorative materials. In: Smith DC, Williams DF, editors. *Biocompatibility of dental materials*, vol. III. Boca Raton, FL: CRC Press Inc; 1982. p.98-130.
8. Hammesfahr PD, O'Connor MT, Wang X. Light-curing technology: past, present, and future. *Compendium*. 2003;23:18-24.
9. Kalachandra S, Kusy RP. Comparison of water sorption by methacrylate and dimethacrylate monomers and their corresponding polymers. *Polymer*. 1991;32(13):2428-34.
10. Kalachandra S, Sankarapandiam M, Shobha HK, Taylor DF, Mc Grath JE. Influence of hydrogen bonding on properties of Bis-GMA analogues. *J Mater Sci Mater Med*. 1997a;8(5):283-6.
11. Kildal KK, Ruyter IE. How different curing methods affect the Kdegree of conversion of resin-based inlay / onlay materials. *Acta Odontol Scand*. 1994;52:315-22.
12. Lambert PL, Bezerra RB. Restaurações inlay/onlay em porcelana: uma revisão de literatura. *Rev da Fac Odontol UFBA*. 2000 Jan./Jun.;20:32-8.
13. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc*. 1997;128:573-81.
14. Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mater*. 2000;16:33-40.
15. Matsumura H, Leinfelder KF. Localized three-body wear of six types of composite resin veneering materials. *J Prosthet Dent*. 1993;70:207-13.
16. McCabe JF. *Applied dental materials*. 7th ed. Oxford, England: Blackwell Scientific Publications; 1990. p.78-86.
17. Nash RW. Processed composite resin-A versatile restorative material. *Compendium* 2002;23:142-54.
18. Peutzfeldt A, Asmussen E. Mechanical properties of three composite resins for the inlay/onlay technique. *J Prosthet Dent*. 1991;66:322-4.
19. Peutzfeldt A, Asmussen E. The effect of postcuring on quantity of remaining double bonds, mechanical properties, and in vitro wear of two resin composites. *J Dent*. 2000;28:447-52.
20. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3:246-51.
21. Suzuki S, Leinfelder KF, Kawai K, Tsuchitani Y. Effect of particle variation on wear rates of posterior composites. *Am J Dent* 1995;8:173-8.
22. The Dental Advisor: Microhybrid and microfilled composites. 2000;17.
23. The Dental Advisor: 18-Year report on laboratory composites, 2003;20.
24. Wendt SL. The effect of heat used as the secondary cure upon the physical properties of three composite resins. I. Diametral tensile strength, compressive strength and marginal dimensional stability. *Quintessence Int*. 1987;18:265-71.
25. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater*. 1992;8:310-9.
26. Yamaga T, Sato Y, Akagawa Y, Taira M, Wakasa K, Yamaki M. Hardness and fracture toughness of four commercial visible light-cured composite resin veneering materials. *J Oral Rehabil*. 1995;22:857-63.
27. Yap, AUJ et al. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil*. 2001;28:1015-21.
28. Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil*. 2002;29:1165-73.

Recebido em 07/11/2007  
Aprovado em 16/09/2008

Correspondência:  
Rodrigo Othávio de Assunção e Souza  
Av. Engenheiro Francisco José Longo, 555, Ed. Nacional, apt.  
206, São Dimas  
São José dos Campos/SP;  
CEP:12.245-000 –  
E-mail: roasouza@yahoo.com.br