## Avaliação da microdureza dos materiais restauradores estéticos

Waldênia Pereira Freire\*
Hilkias Rangel de Araújo Sales\*\*
Flávio Pereira Morais\*\*
Emilly Freire Barbosa \*\*\*
Jackson de Brito Simões \*\*\*\*
Rossemberg Cardoso Barbosa \*\*\*\*\*

**Resumo:** A dureza é a resistência do material à deformação plástica localizada, podendo está relacionada à resistência do material ao desgaste na cavidade bucal. O objetivo deste trabalho foi comparar a microdureza superficial de Cimentos de Ionômero de Vidro (Vidrion R, Vitro Fil e VitroFil LC), e Resinas Compostas (Z100 e TPH), através do ensaio de microdureza Vickers (VHN). Foram confeccionados seis corpos-de-prova de cada material com dimensões de 6mm x 3mm e os resultados obtidos analisados estatisticamente através da ANOVA e teste de Tukey. Os cimentos restauradores apresentaram menor microdureza (M=47,13), enquanto as resinas compostas evidenciaram maior microdureza (M=77,64). Dentre os materiais estudados, o cimento VitroFil LC apresentou menor microdureza (M=35,37), e a resina Z100 a maior microdureza (M=97,65). Baseado nos resultados encontrados nesse estudo, conclui-se que as resinas compostas apresentam maior microdureza superficial em relação aos cimentos de ionômero de vidro.

Palavras- chaves: Microdureza, Materiais restauradores, Vickers, Resina composta.

**Abstract:** The hardness is the material's resistance to localized plastic deformation, can is related to the wear resistance of the material in the oral cavity. The aim of this study was to to comparatively evaluate the microhardness of restorative cements (Vidrion R, Vitrofil andVitro Fil LC), and Composites Resins (Z100 and TPH), by testing Vickers hardness (VHN). Six samples were made of each material with dimensions of 3mm x 6mm and the results statistically analyzed by ANOVA and Tukey test. The restorative cements showed lower microhardness (M = 47.13), while the composites showed higher microhardness (M = 35.37), and the resin Z100 showed the highest microhardness value (M = 97.65). It can be concluded that the composites were higher microhardness compared to cements, probably due to strong interaction matrix / inorganic fillers that occurs in these composites.

**Keywords:** Microhardness, Restorative materials, Vickers, Composites Resins

<sup>\*</sup> Mestre e Doutoranda em Ciências e Engenharia de Materiais – UAEMa/UFCG; Professora das disciplinas de Dentística Restauradora e Clinica Interdisciplinar do curso de Bacharelado em Odontologia das Faculdades Integradas de Patos - FIP/PB; e-mail: <a href="waldeniafreire@hotmail.com.br">waldeniafreire@hotmail.com.br</a>; \*\* Graduandos do curso de Bacharelado em Odontologia das Faculdades Integradas de Patos - FIP/PB; \*\*\* Graduanda do curso de Medicina da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; \*\*\*\*Professor Mestre do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA; \*\*\*\*Pesquisador Doutor em Ciências e Engenharia de Materiais – UAEMa/UFCG.

# 1 Introdução

A procura por procedimentos restauradores estéticos na Odontologia tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Dentre os materiais restauradores estéticos mais utilizados na clínica odontológica destacam-se as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro. Os Cimentos de Ionômero de Vidro (CIVs), são biomateriais comumente utilizados na clínica odontológica caracterizados por uma reação ácido-base entre uma solução aquosa de ácido poliacrílico e pó de partículas de vidro de fluoraminosilicato de cálcio, resultando na formação de um sal – o polialceonoato de vidro. São materiais que se destacam devido às suas propriedades de adesão à estrutura dental e aos metais, propriedades anticariogênicas decorrente da liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica similar à estrutura dental e biocompatibilidade. Suas limitações de uso clínico estão relacionadas às suas propriedades mecânicas, ou seja, a resistência mecânica deste material é inferior quando comparado com resina composta e amálgama; apresentando também como característica negativa uma lenta reação de polimerização (COSTA, 2010; NOORT, 2010; REIS; LOGUERCIO, 2009).

As resinas compostas apresentam basicamente três componentes principais em sua composição: a) uma Matriz Resinosa, principalmente o Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato); b) Partículas de cargas inorgânicas, inseridas no material com o objetivo de melhorar a estabilidade dimensional e reduzir a contração de polimerização das resinas; c) Agente de união, responsável pela união das partículas de cargas à matriz resinosa, favorecendo a transferência de tensões entre as fases. Além desses componentes, apresentam um sistema ativador-iniciador que atua na conversão dos monômeros em polímeros, gerando um material com maior resistência e grande durabilidade (ANUSAVICE, 2005; REIS; LOGUERCIO, 2009).

Dentre as características necessárias de um biomaterial restaurador, pode-se citar as propriedades biológicas (biocompatibilidade) e físico-mecânicas adequadas, como alta resistência mecânica em ensaios de flexão e microdureza. Entretanto, nenhum material reúne todas as características consideradas ideais de um bom material, porém, o que se espera desses materiais é que eles possam reunir o máximo de características e propriedades que os tornem adequados para a prática clínica (REIS; LOGUERCIO, 2009).

A dureza é a mensuração da resistência de um material a uma deformação permanente ou plástica localizada; pode ser considerada um indicativo indireto da

resistência do material ao desgaste na cavidade bucal, principalmente desgastes por abrasão. O método usual de medir o valor de dureza é através da medida da área da indentação deixada por um indentador de formato específico quando aplicado sobre uma superfície por um determinado período. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente a microdureza superfícial de alguns materiais restauradores estéticos, as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro, através do grau de dureza Vickers.

#### 2 Materiais e Métodos

Os materiais utilizados neste estudo foram divididos em dois grupos: Grupo dos Cimentos Restauradores e Grupo das Resinas Compostas. Cada grupo foi subdividido em grupos menores, de acordo com o tipo de material estudado: **Grupo 1** – Cimento de ionômero de vidro VIDRION R; **Grupo 2** – Cimento de ionômero de vidro VITRO FILL; **Grupo 3** – Cimento de ionômero de vidro VITRO FILL LC; **Grupo 4** – Resina composta Z100; **Grupo 5** – Resina composta TPH; conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Materiais selecionados para o estudo.

Material/grupo	Sub-grupos/Fabricante	Composição*
Cimentos Restauradores	Grupo 1 - CIV VIDRION R / SS WHITE; Rio de Janeiro, R. Brasil.	Pó: Fluorsilicato de sódio cálc alumínio, sulfato de bário ácic poliacrílico, pigmento J. Líquido: Ácido tartárico, águ destilada
	Grupo 2 - CIV VITRO FIL / DFL; Rio de Janeiro, RJ, Brasi	Pó: Silicato de estrôncio alumínio, ácido poliacrílio desidratado e óxido de ferro. il <b>Líquido:</b> Ácido poliacrílio Ácido tartárico e água destilada.
	<b>Grupo 3</b> - CIV VITRO FIL LODFL; Rio de Janeiro, RJ, Brasi	Pó: Silicato de estrôncio alumínio, carga, ativadores óxido de ferro

	<b>Grupo 4</b> – RC Z100 / 3M ESPI Sumaré, SP, Brasil.	Bisfenol-a-glicidilmetacrilato (BIS-GMA), Trietilenoglicoldimetacrilato (EGDMA), Zircônia/Sílica.	
Resinas Compostas		Resina Uretano, canforoquinon	
	Grupo 5 – RC TPH / DENTISPLY; Petrópolis, RJ,	pigmentos, bário silanizad EDAB, concentrado Flu Bla sílica coloidal, BHT, Uvinil M 4	
	Brasil.		

<sup>\*</sup>Segundo dados fornecidos pelo fabricante.

Os corpos-de-prova produzidos a partir desses materiais foram posteriormente submetidos a ensaios mecânicos de microdureza. No preparo dos corpos-de-prova dos cimentos de ionômero de vidro, realizou-se uma mistura do pó com líquido destes materiais utilizando-se para isso uma espátula plástica e uma placa de vidro, em temperatura ambiente (± 23° C) até a homogeneização do cimento. Foi obtida uma pasta (cimento) que foi vertida em uma matriz cilíndrica pré-fabricada de polietileno, com vários orifícios com dimensões de 6 mm X 3mm, posicionada sobre uma placa de vidro. Essa mistura foi inserida na matriz em porção única e com o auxílio de uma seringa descartável de 6ml e após completo preenchimento da matriz com o cimento, foi colocada sobre esta um filme de poliéster e outra placa de vidro, realizando-se assim pressão digital para remoção dos excessos de material. Alguns minutos após polimerização química dos cimentos (40 minutos), os corpos de prova foram removidos da matriz e após um intervalo de 24h foram realizados os ensaios.

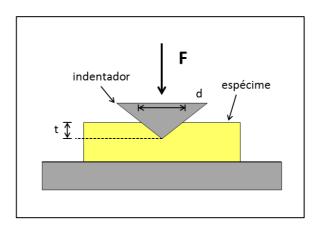
Para obtenção dos corpos de prova das resinas compostas, utilizou-se a mesma matriz polimérica, entretanto, para o preenchimento da matriz com o compósito, utilizou-se a técnica de 'inserção incremental' onde cada incremento de resina foi polimerizado com aparelho fotopolimerizador Optilight LD MAX (Gnatus) por 40 segundos para cada incremento, até o completo preenchimento da matriz. Para cada grupo experimental analisado foram confeccionados seis corpos de prova, sendo que, para cada corpo de prova foram realizadas cinco indentações, totalizando trinta indentações por grupo.

Para realização do ensaio de microdureza foi necessário anteriormente a realização do embutimento das amostras em moldes de PVC, ou seja, anéis cilíndricos de cano PVC foram preenchidos com uma mistura de pó e líquido de resina acrílica quimicamente

polimerizável (JET CLÁSSICO), e os corpos de provas foram posicionados no centro destes moldes. Seguida à polimerização da resina acrílica, foi realizado o polimento superficial das amostras já embutidas, utilizando-se lixas d'água de granulação 600 e 1200 (3M); e logo após foram realizados os ensaios de microdureza.

Para obter dados sobre a microdureza da superficie dos materiais estudados, foi determinada a aplicação de um indentador de geometria específica sobre a superficie dos corpos de prova, sob carga pré-determinada e, a partir de uma mensuração da largura da indentação (d) ou sua profundidade (t), sua área foi calculada (Figura 1). A tensão presente nesta superficie é calculada a partir disso, e esta dureza, expressa em unidades de tensão, é uma medida da resistência do material. Ela corresponde à tensão que o material poderia suportar em equilíbrio sem maior deformação (DARVELL, 2012; REIS; LOGUERCIO,2009).

Figura 1 - Teste de dureza com indentação. O tamanho da indentação (d), ou a profundidade (t), são determinados por carga específica (F).



Fonte: Darvell, 2012 (Adaptado).

Para a análise da microdureza dos materiais pesquisados foi utilizado um Microdurômetro (FUTURE TECH - FM 700), com um penetrador diamantado piramidal, tipo VICKERS, utilizando-se para indentação uma carga de 30g durante 20 segundos. Cada impressão marcada na superfície do material foi observada em microscópio óptico (com um aumento de 10X e 50X), e o valor de dureza do material foi calculado por meio da medida do comprimento médio de suas diagonais, calculado pelo equipamento.

Os dados obtidos foram registrados na forma de banco de dados do programa de informática SPSS (*Statistics para Windows*®), versão 20.0, e analisados por meio de estatística descritiva e inferencial uni e bivariada. Para os procedimentos descritivos, foram

apresentadas medidas de tendência central (média) e de variabilidade (desvio-padrão, amplitude e intervalos de confiança). Os procedimentos de inferência estatística, por sua vez, foram realizados com base em estatística paramétrica, por meio do teste t de Student e Análise de Variância (ANOVA, teste post hoc de Tukey), que identificam diferenças entre grupos. Ressalta-se que, a escolha dos testes pautou-se na observância de distribuição dos dados, corroborada pelo teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, e que, por fim, para a interpretação das informações, foi adotado um nível de confiança de 95% e de significância de 5% (p<0,05).

#### 3 Resultados e Discussão

Nos resultados foram observadas diferenças, estatisticamente significativas, entre os grupos (t=8,76; p<0,001), sendo o grupo dos cimentos restauradores os que apresentaram menor microdureza (M=47,13), em comparação as resinas compostas (M=77,64). Os cimentos restauradores apresentaram microdureza entre 44,21 e 50,04, ao passo que os valores para as resinas compostas ficaram entre 71,27 e 84,02. Apresentando um nível de confiança de 95%.

Ainda quanto à amplitude dos materiais, observou-se que os cimentos variaram de 21,60 à 68.80, enquanto as resinas apresentaram uma amplitude mais elevada: de 46,60 a 130,30. Estas informações estão pormenorizadas na Tabela 2, e podem ser também visualizadas nas Figuras 2 e 3.

Tabela 2: Média e desvio-padrão de microdureza (VHN) dos Grupos de materiais restauradores avaliados.

Grupos	$M\pm DP$	IC 95%	Amplitude
Cimentos restauradores (N=72)	47,13±12,41	44,21 – 50,04	21,60 - 68,80
Resinas Compostas (N=44)	77,64±20,96	71,27 – 84,02	46,60 – 130,30
T de Student – t (p)	8,76 (p<0,001)		

Figura 2: Valores comparartivos da microdureza (VHN) nos grupos de materiais restauradores avaliados.

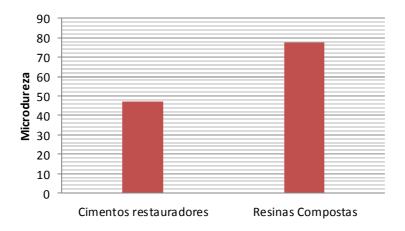
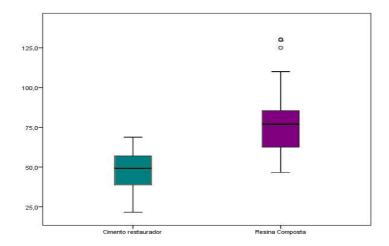


Figura 3: Valores médios de microdureza (VHN) nos grupos de materiais restauradores avaliados.



Para comparar a microdureza em cinco diferentes grupos experimentais avaliados, os dados foram analisados por meio da Análise de Variância paramétrica (ANOVA). Observaram-se diferenças significativas do ponto de vista estatístico entre os grupos (F=78,09; p<0,001).

Para tanto, foram necessárias comparações múltiplas, por meio do teste *post hoc* de Tukey, que apontou quais grupos diferiam entre si. Dois grupos apresentaram médias diferentes de todos os grupos. Isto é, o Grupo 3 (CIV VFLC) apresentou a menor microdureza, se comparados aos demais grupos (M=35,37), enquanto o grupo 5 (RC Z100) apresentou a maior microdureza (M=97,65), conforme está discriminado na Tabela 3, e ilustrado nas Figuras 4 e 5.

Tabela 3: Média e desvio-padrão de microdureza dos Subgrupos de materiais restauradores	
avaliados.	

Subgrupos	$M \pm DP$	IC 95%	Amplitude
Grupo 1 – CIV VIDRION R	52,69±7,70 ;	49,43 – 55,94	39,30 - 65,40
Grupo 2 – CIV VF	53,33±10,39 (	48,94 - 57,72	32,60 - 68,80
Grupo 3 – CIV VFLC	35,37±9,56 ac	31,33 – 39,40	21,6 - 55,0
Grupo 4 – RC TPH	60,83±8,81 (	56,70 - 64,96	46,6 - 78,5
Grupo 5 – RC Z100	97,65±17,52 bd	84,25 – 99,05	67,30 - 130,30
ANOVA – F (p)		78,09 (p<0,001)	

Legenda: abcdefg – Diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, segundo teste *post hoc* de Tukey.

Figura 4: Comparação entre a microdureza média de cinco materiais restauradores estéticos

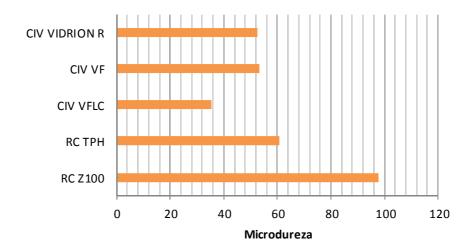
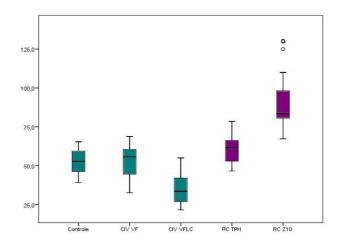


Figura 5: Avaliação da microdureza em cinco grupos experimentais.



Atualmente, dente os materiais restauradores estéticos utilizados no atendimento clínico-odontológico destacam-se as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro. Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar comparativamente a microdureza superficial destes materiais, pois embora os testes para avaliar as propriedades mecânicas não representam necessariamente o real desempenho dos materiais odontológicos, podem orientar a respeito do comportamento clínico dos mesmos (CALLISTER, 2000; SANTOS, 2006; DARVELL, 2012).

As propriedades mecânicas das resinas compostas estão relacionadas com a sua composição, ou seja, a matriz polimérica, as cargas inorgânicas e o agente de união. Os monômeros presentes na matriz polimérica dos compósitos odontológicos, como Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato) e UDMA (uretano dimetacrilato) são geralmente líquidos que ao serem polimerizados durante o processo de polimerização tornam-se sólidos. A extensão na qual ocorre este processo é chamada grau de conversão, que é a medida percentual de ligações duplas de carbono consumidas durante o processo de polimerização, servindo como parâmetro indicativo da qualidade de polimerização do material, podendo ter influência na sua dureza. Entretanto, estudos indicam que é o tipo de cadeias poliméricas formadas após a polimerização que verdadeiramente parece afetar a dureza do material e suas propriedades mecânicas, e não necessariamente o grau de conversão da matriz orgânica da resina (CARVALHO JÚNIOR, 2002; ANFE, 2008).

Outro fator que está relacionado à resistência do material ao desgaste é o percentual de cargas inorgânicas inseridas na matriz resinosa. As resinas compostas utilizadas neste estudo foram as resinas compostas fotoativadas TPH (DENTSPLY) e Z100 (3M ESPE); são resinas micro-híbridas com o tamanho médio de partículas de 0,4 µm e com volume de carga entre 60-80%. Estes tipos de resinas apresentam maior resistência ao desgaste e à fratura quando comparadas com as resinas compostas microparticuladas, ou seja, de modo geral as resinas compostas micro-híbridas apresentam um valor de dureza superficial (55-80 kg/mm²) maior que a das resinas compostas microparticuladas (23-36 kg/mm²). De acordo com os resultados obtidos, as resinas compostas apresentaram maiores valores de dureza superficial em relação aos cimentos de ionômero de vidro, e este fato pode está relacionado com o tipo e a quantidade de carga inorgânica em volume na sua composição (BROSH, 1999; REIS; LOGUERCIO, 2009; BERTOLINI *et al.* 2010).

Os cimentos de ionômero de vidro são fracos mecanicamente quando comparados com as resinas compostas, e isso se deve à fraca ligação entre as partículas de vidro e a matriz de poliácidos. As resinas compostas possuem partículas silanizadas, o que permite uma união mais resistente entre as partículas de carga e a matriz polimérica formada (BUSATO *et al*, 2005; REIS; LOGUERCIO). Os resultados obtidos neste estudo com o teste de microdureza superficial dos cimentos ionoméricos convencionais (Grupo 1 e 2) estão de acordo com os resultados obtidos na literatura, onde os valores de microdureza Vickers encontrados encontram-se na faixa de 57.9 a 60.8 (MOSHAVERINIA et al., 2010).

A diferença nos resultados da microdureza entre os grupos das resinas compostas e dos cimentos de ionômeros de vidro pode ser explicada pela diferença de composição destes materiais. A dureza superficial mais elevada das resinas compostas está relacionada como a matriz polimérica foi formada, sua densidade e microestrutura; são compósitos que apresentam grande heterogeneidade na sua superfície, com partículas de durezas distintas e desta forma, a microdureza varia de acordo com a dureza destas partículas quando atingidas pelo indentador (OLIVEIRA, 2005; ORÉFICE, 2006; ULHOA, 2007).

## 4 Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos, a microdureza superficial das resinas compostas foi maior e apresentou diferença estatisticamente significante quando comparada com a microdureza dos cimentos de ionômeros de vidro. Esta diminuição na microdureza dos cimentos ionoméricos pode ser justificada pela composição destes materiais. Segundo a metodologia aplicada e as condições experimentais do estudo, concluiu-se que foi possível avaliar a microdureza das resinas compostas e de cimentos de ionômero de vidro.

### Referências:

ANFE, T. E.A.; CANEPPELE, T. M. F.; AGRA, C. M.; VIEIRA, G. F. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. **Braz Oral Res**, 2008; 22 (4): 358-63

BROSH, T.; GANOR, Y. I.; BELOV, R. P. Analysis of strength properties of light-cured resin composites. **Dental Materials**, 15 (1999) 174–179.

BERTOLINI *et al.* **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, 10(2):249-255, maio/ago. 2010.

BUSATO, A. L. S. **Dentística: filosofia, conceitos e prática clínica.** São Paulo: Artes Médicas, 2005. 377 p.

CALLISTER, W. D. Jr. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2000.

CARVALHO JUNIOR, O. B. - "Avaliação "in vitro" da Dureza Superficial, da Contração de Polimerização e da Rugosidade de 29 Resinas Compostas", Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil, 2002.

CONCEIÇÃO, E. N. et al. **Dentística**, **Saúde e Estética**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 583 p.

COSTA, S. B. Resistência adesiva do cimento de ionômero de vidro a restaurações em resina composta – revisão da literatura. 2010. 50 f. Monografia (Graduação) - Curso de Odontologia, UFPB/CCS, João Pessoa, 2010.

DARVELL, B. W. Ciência dos Materiais para Odontologia Restauradora. 9. ed. São Paulo: Santos, 2012. 664 p.

NOORT, R. V. **Introdução aos materiais dentários.** 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 292 p.

OLIVEIRA, T. M. Efeito das Variáveis Microestruturais nas Propriedades Mecânicas de Cimento Ionômero de Vidro Convencional. 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

ORÉFICE, R. L.; PEREIRA, M. M.; MANSUR, H.S. **Biomateriais: Fundamentos e Aplicações.** Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. 536 p.

MOSHAVERINIA, A. et al. Measure of microhardness, fracture toughness and flexural strength of N-vinylcaprolactam (NVC)-containing glass-ionomer dental cements. Dental Materials, 26(2010) 1137–1143.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. Materiais Dentários Diretos – dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo: Santos, 2009. 423 p.

SANTOS, M. P. A.; MAIA, L. C. Materiais adesivos restauradores em Odontopediatria. - Revisão da Literatura. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, v. 6, n. 1, p.93-100, 2006.

ULHOA, M. P. M. et al. - Resinas compostas polimerizadas com LED e luz incandescente. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 17, nº 3, p. 258-262, 2007.