

# Avaliação da Dureza de Materiais Restauradores Diretos Submetidos a Diferentes Desafios Erosivos

## Hardness Evaluation of Direct Restorative Materials Submitted to Different Erosive Challenges

José P. LEAL<sup>1</sup>, Bruno N. MARTINS<sup>2</sup>, Manoel P. RODRIGUES<sup>2</sup>, Ronaldo O. ALMEIDA<sup>2</sup>, Gláuber C. VALE<sup>3</sup>

1 - Programa de pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Teresina - PI, Brasil.

2 – Graduação em Odontologia, Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Teresina - PI, Brasil.

3 - Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina, PI, Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a dureza de materiais restauradores diretos submetidos a diferentes desafios erosivos *in vitro*. **Material e método:** Trata-se de um estudo experimental realizado com 12 amostras de cada material restaurador medindo 4 mm de diâmetro x 2 mm de espessura. As amostras de resinas (microparticulada e nanoparticulada) e dos cimentos de ionômero de vidro (convencional e modificado por resina) foram confeccionadas e a dureza de superfície foi determinada antes e após uma semana de desafio erosivo, sendo a troca dos meios realizada a cada 24 horas. A análise Estatística dos dados foi feita por ANOVA de 2 fatores. O Teste t pareado avaliou a comparação entre as durezas iniciais e finais. Os testes estatísticos foram realizados

pelo Programa Minitab (versão 17) com o nível de significância fixado em 5%. **Resultados e Conclusão:** Os resultados mostram que cimento de ionômero de vidro convencional e resina nanoparticulada apresentaram maiores valores de perda de dureza. Quanto aos meios, a Coca-Cola ocasionou maior perda de dureza no Cimento de ionômero de vidro convencional e o Powerade provocou maior grau de erosão no Cimento de ionômero de vidro modificado por resina. Todos os materiais testados apresentaram redução na dureza da superfície como resultado do desafio erosivo em bebidas ácidas, sendo o cimento de ionômero de vidro convencional o material mais afetado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Dureza; Erosão dentária; Resinas compostas; Cimentos de ionômeros de vidro.

### INTRODUÇÃO

A erosão dental é uma condição clínica em evidência com significativo aumento da prevalência, sendo importante, cada vez mais, os cirurgiões-dentistas estarem conscientes sobre a etiologia e necessidade de detecção precoce<sup>1</sup>. A etiologia da erosão dentária é multifatorial, envolvendo uma complexa interação entre fatores químicos, biológicos e ambientais<sup>2</sup>. O contato frequente entre os ácidos e as superfícies do dente pode causar perda da estrutura, resultando em uma superfície sensível a efeitos da abrasão mecânica. Além da perda dos substratos dentais, em casos severos, pode ocorrer perda da dimensão vertical, hipersensibilidade, defeitos estéticos graves e comprometimento pulpar<sup>3-5</sup>.

A dieta é a fonte externa mais comum de ácidos relacionados à biodegradação na cavidade bucal. O consumo de bebidas ácidas tem aumentado drasticamente em diversos países, especialmente entre crianças e adolescentes<sup>6</sup>. Os efeitos provocados pela dieta ácida são amolecimento, aumento da rugosidade de materiais restauradores resinosos<sup>7</sup> e erosão da estrutura dentária<sup>8</sup>, tornando-os mais susceptíveis ao desgaste.

Devido à melhoria dos materiais restauradores adesivos, tornou-se possível reabilitar dentes erodidos de uma forma menos invasiva utilizando materiais restauradores diretos como as resinas compostas e cimentos de ionômero de vidro (CIV)<sup>9</sup>. Entretanto, mesmo esses materiais sendo capazes de restabelecer a função e a estética do dente, bem como controlar

a hipersensibilidade, eles ainda estão sujeitos aos desafios erosivos presentes na dieta<sup>10</sup>.

Assim, sabe-se que a longevidade de restaurações dentárias depende da durabilidade do material e das suas propriedades físicas e mecânicas, tais como resistência ao desgaste, dureza e rugosidade da superfície. Dessa forma, torna-se fundamental o estudo das propriedades dos materiais restauradores frente a diferentes desafios erosivos. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar a dureza de materiais restauradores diretos submetidos a diferentes desafios erosivos.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### *Materiais utilizados:*

Foram selecionadas duas categorias de resina composta (microparticulada, Durafill, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemanha; e uma nanoparticulada, Filtek Z350 XT, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e duas categorias de CIV (convencional, Maxxion R, FGM, Joinville, SC, Brasil); e modificado por resina (Vitro Fil LC, Nova DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram os materiais restauradores utilizados no desafio erosivo (Tabela 01). Para o desafio erosivo, foram utilizadas as seguintes bebidas ácidas: Coca-Cola (pH=2,56, Coca-Cola Brasil, Teresina, PI, Brasil), Red Bull (pH=3,12, Red Bull GmbH, Am Brunnen, Austria) e Powerade (pH=2,86, The Coca-Cola Co., Atlanta, GA, USA).

**Tabela 1** - Apresentação dos materiais restauradores, de acordo com classificação, fabricantes e composição.

Material	Fabricante	Composição das partículas	Resina ou Líquido	Classificação
Vitro Fil LC	DFL (Rio de Janeiro, Brasil)	Silicato de estrôncio, alumínio, carga, ativadores e óxido de ferro	2-hidroxietil metacrilato, solução aquosa de ácidos poliacrílico e tartárico, peróxido de benzoila e canforquinona	Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina
Maxxion R	FGM(Joinville, Brasil)	Vidro de aluminofluorsilicato, ácido poliacrílico, fluoreto de cálcio	Ácido poliacrílico, ácido tartárico e água	Cimento de Ionômero de Vidro Convencional
Filtek 350XT	3M ESPE (St. Paul, EUA)	Zircônia/ Sílica	BIS-GMA, TEG-DMA, UDMA, BIS-EMA, dimetacrilato, polietilenoglicol, BHT e pigmentos	Resina Composta Nanoparticulada
Durafill VS	Heraeus Kulzer (Hanau, Germany)	Dióxido de silício e partícula pré-polimerizada	BIS-GMA, TEG-DMA e UDMA	Resina Composta Microparticulada

### Preparo dos Blocos:

Doze amostras de cada material foram confeccionadas inserindo-se um único incremento do material em um molde de aço inoxidável (4 mm de diâmetro x 2 mm de espessura), em seguida, uma tira de poliéster foi posicionada sobre o molde e o excesso do material foi removido por pressão com placa de vidro. As resinas compostas e o CIV modificado por resina foram fotoativadas pelos tempos recomendados pelos fabricantes por meio de um fotopolimerizador (Optilight LD MAX – GNATUS, Ribeirão Preto, SP, Brasil) sob uma tira de poliéster. As amostras foram armazenadas individualmente durante 24 h a 37 °C em umidade a 100%<sup>12</sup>. Para evitar a absorção de água nas primeiras 24 h, as amostras de CIV foram protegidas com o verniz fornecido pelo fabricante. Posteriormente, as amostras passaram pelos procedimentos de acabamento e polimento com discos com abrasividade decrescente (Sof-lex Pop On - 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA).

### Determinação da dureza inicial:

A dureza de superfície inicial foi determinada com auxílio de um microdurômetro Leitz Wetzlar modelo Durimet4 (Wetzlar, Alemanha) pela realização de cinco endentações com ponta Vickers com uma carga de 50g por 5 segundos em diferentes regiões das amostras<sup>11</sup>.

### Desafio Erosivo:

Cada grupo de 12 amostras foram aleatoriamente divididos em três grupos (n=04) de acordo com as seguintes soluções: 1- Coca-Cola; 2- Powerade; 3- Red Bul. As amostras foram imersas em 2 ml das soluções de estudo durante uma semana, sendo trocadas diariamente.

### Determinação da dureza pós-desafio Erosivo:

Após a imersão nas soluções ácidas, os espécimes foram submetidos novamente ao teste de dureza como descrito anteriormente, sendo calculada a porcentagem de perda de dureza de superfície (%PDS) pela fórmula (Dureza inicial - Dureza pós-tratamento) x 100/Dureza inicial<sup>12</sup>.

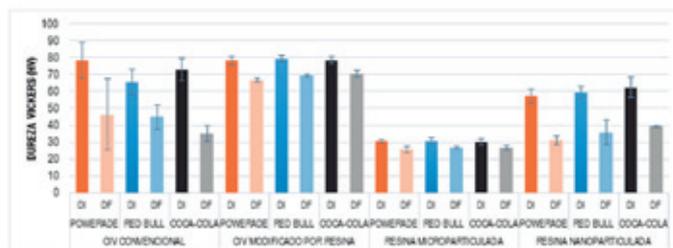
### Análise Estatística:

Todos os dados apresentaram distribuição normal dos erros pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, sendo os dados de %PDS

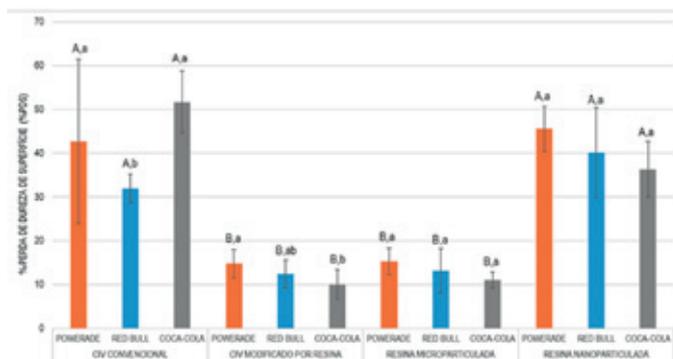
analisados pelo teste de análise de variância de dois fatores (ANOVA-2 fatores). A comparação entre as durezas iniciais e finais de cada grupo foi avaliada pelo teste *t* pareado. O Programa Minitab, versão 17 (Minitab® 17 Statistical Software) foi utilizado para a realização dos testes estatísticos com o nível de significância fixado em 5%.

## RESULTADOS

Pode-se observar que todos os materiais restauradores utilizados apresentaram uma redução de sua dureza inicial após o desafio erosivo independente da solução utilizada (Figura 01,  $p < 0,05$ ).



**Figura 1** - Média (±DP) da Dureza Inicial e Dureza Final de acordo com os materiais e soluções utilizados.



**Figura 2** - Letras maiúsculas diferentes representam diferença estatística significativa entre os materiais em cada bebida ( $p < 0,05$ ) e letras minúsculas diferentes representam diferença estatística significativa entre as bebidas em cada material ( $p < 0,05$ ).

O CIV convencional e resina nanoparticulada apresentaram maiores valores de perda de dureza (Figura 02), sem diferença estatística entre os mesmos ( $p>0,05$ ) e diferiram estatisticamente do CIV modificado por resina e da resina microparticulada ( $p<0,05$ ) que apresentaram menores valores de perda de dureza de superfície, sem diferença estatística entre ambos ( $p>0,05$ ).

Com relação às bebidas (Figura 02), nas resinas não houve diferença estatística entre as soluções ( $p>0,05$ ). Já no CIV convencional, a Coca-Cola ocasionou maior perda mineral, enquanto no CIV modificado por resina o Powerade foi a bebida que resultou em maior grau de erosão ( $p<0,05$ ).

## DISCUSSÃO

Em casos avançados de erosão, o tratamento restaurador é necessário, sendo que a seleção do material dependerá de suas propriedades estéticas, resistência à biodegradação, capacidade adesiva e liberação de flúor<sup>13</sup>. Dessa forma, pesquisas que avaliem o efeito das substâncias erosivas sobre esses materiais restauradores, são extremamente relevantes, visto que a maioria dos pacientes apresenta pelo menos uma restauração nos seus dentes e estão sujeitos a uma dieta contemporânea que contém muitas substâncias erosivas<sup>14</sup>.

Nesta pesquisa, para o desafio erosivo utilizou-se a Coca-Cola, porque além de apresentar baixo pH e baixa concentração de cálcio e flúor, é consumida com elevada frequência<sup>8</sup>. Também foram utilizadas as bebidas energéticas de amplo consumo tais como o Red Bull e o Powerade. Após o desafio erosivo todos os materiais mostraram diminuição em relação a sua dureza de superfície.

Para as resinas, esta redução pode estar relacionada à perda das partículas de carga, à degradação tanto do agente de união (silano) quanto da matriz resinosa<sup>15</sup>. A interação solvente-polímero é fundamentada pela ação dos ácidos sobre as resinas compostas. Após o contato do ácido, os polímeros apresentam enfraquecimento e diminuição na interação entre as pontes de hidrogênio, diminuindo a microdureza do material por menor interação entre as moléculas do polímero<sup>16</sup>. Outro aspecto que também pode estar relacionado à diminuição da microdureza é a solubilidade e a absorção de água pelos materiais, visto que a água se difunde na matriz, causa sua degradação e reduz as propriedades mecânicas<sup>17</sup>.

A redução da microdureza, em relação ao CIV resinoso<sup>18</sup>, pode ser explicada pela dissolução da matriz resinosa periférica às partículas de vidro, resultando na dissolução da camada de hidrogel<sup>19</sup>. A interposição da matriz do HEMA, em forma de hidrogel nas matrizes polimerizadas, favorece a absorção elevada de água e diminuição na qualidade de suas propriedades<sup>20</sup>. No caso do CIV convencional, tais achados quanto a uma maior perda de dureza comparado aos outros materiais podem ser explicados por suas propriedades inferiores quanto à resistência e à maior solubilidade em meio ácido<sup>21</sup>.

A estrutura final do compósito polimerizado permanece estável à biodegradação devido ao alto grau de conversão e alto conteúdo de partículas de carga e inércia química, além da salinização eficiente das partículas de carga, conferindo, em geral, maior resistência à degradação química<sup>7,22</sup>. Entretanto, neste estudo, a resina Filtek 350XT apresentou uma diminuição em sua microdureza maior do que o esperado, contrariamente ao

estudo de Kaur et al.<sup>23</sup> (2015) que a encontraram com maior resistência a erosão.

Considerando as diferentes soluções utilizadas no desafio erosivo, quanto ao CIV convencional, apesar de a Coca-Cola ter provocado maior grau de erosão que o Powerade, não houve diferença estatística entre os mesmos, já a comparação destas duas bebidas com o Red Bul, registrou-se diferença estatística. Dessa forma, a diminuição na microdureza do CIV convencional ocorreu de forma proporcional à maior acidez da solução<sup>19,24</sup>.

Com relação às resinas, não houve significância estatística entre as diferentes bebidas comparando a perda de dureza provocada pelas mesmas. Já para o CIV modificado por resina o Powerade foi a bebida que ocasionou maior grau de erosão, seguido pelo Red Bull e com menor grau de erosão para a Coca-Cola, apesar de a mesma possuir um pH mais ácido do que o Powerade. Portanto, o potencial erosivo de uma bebida não é determinado exclusivamente por pH ácido inicial, sendo influenciado pela temperatura, composição, frequência e duração de ingestão da bebida ácida, sendo a acidez titulável o determinante do potencial erosivo<sup>25</sup>, fatores que não foram avaliados no presente estudo.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo indicam que todos os materiais testados apresentaram redução na dureza da superfície como resultado do desafio erosivo em bebidas ácidas. O CIV convencional foi o material mais afetado pelas diferentes bebidas utilizado no estudo.

## REFERÊNCIAS

- Mulic A, Vidnes-Kopperud S, Skaare AB, Tveit AB, Young A. Opinions on dental erosive lesions, knowledge of diagnosis, and treatment strategies among Norwegian dentists: a questionnaire survey. *Int J Dent*. 2012; 716393.
- Ionta FQ, Mendonça FL, Oliveira GC, Alencar CRB, Honorário HM, Magalhães AC, Rios D. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent*. 2014; 42(2): 175-9.
- Attin T, Knöfel S, Buchalla W, Tütüncü R. In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries Res*. 2001; 35(3): 216-22.
- Rios D, Honorário HM, Magalhães AC, Delbem ACB, Machado MAAM, Silva SMB et al. Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent abrasion: an in situ/ex vivo study. *Caries Res*. 2006; 40(3): 218-23.
- Hemingway CA, Parker DM, Addy M, Barbour ME. Erosion of enamel by non-carbonated soft drinks with and without toothbrushing abrasion. *Br Dent J*. 2006; 201(7): 447-50.
- Yip KH, Smales RJ, Kaidonis JA. The diagnosis and control of extrinsic acid erosion of tooth substance. *Gen Dent*. 2003; 51(4): 350-3.
- Yap AU, Low JS, Ong LFKL. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent*. 2000; 25(3): 170-6.
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res*. 2004; 38 (Suppl 1): 34-44.
- Francisconi LF, Honorário HM, Rios D, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent*. 2008; 33(2): 203-8.

10. Gregory-Head BL, Curtis DA, Kim L, Cello J. Evaluation of dental erosion in patients with gastroesophageal reflux disease. *J Prosthet Dent.* 2000; 83(6): 675-80.
11. Briso AL, Caruzo LP, Guedes AP, Catelan A, dos Santos PH. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent.* 2011; 36(4): 397-402.
12. Vale GC, Tabchoury CPM, Del Bell Cury AA, Tenuta LMA, Ten Cate JM, Curk JA. APF and dentifrice effect on root dentin demineralization and biofilm. *J Dent Res.* 2011; 90(1): 77-81.
13. Gilmour ASM, Edmunds DH, Newcombe RG. Prevalence and depth of artificial caries-like lesions adjacent to cavities prepared in roots and restored with a glass ionomer or a dentin-bonded composite material. *Dent Res.* 1997; 76(12): 1854-61.
14. Soares LES, Lima LR, Vieira LS, Santo AME, Martin AA. Erosion Effects on Chemical Composition and Morphology of Dental Materials and Root Dentin. *Microsc Res Tech.* 2012; 75(6):703-10.
15. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater.* 1990; 6(2): 123-8.
16. Souza NC, Pozzobon RT, Susin AH, Jaerge F. Evaluation of surface roughness of one composite resin. *RGO.* 2005; 53(1): 71-4.
17. Ortengren U, Andersson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *J Dent.* 2001; 29(1): 35-41.
18. Honório HM, Rios D, Francisoni LF, Magalhães AC, Machado MA, Buzalaf MA. Effect of prolonged pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2008; 35(12): 947-53.
19. Turssi CP, Hara AT, Serra MC, Rodrigues AL Jr. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(9): 864-71.
20. Ellakuria J, Triana R, Mínguez N, Soler I, Ibeseta G, Maza J et al. Effect of one-year water storage on the surface microhardness of resin modified versus conventional glass ionomer cements. *Dent Mater.* 2003; 19(4): 286-90.
21. Fatima N, Abidi SY, Qazi FU, Jat AS. Effect of diferente tetra pack juices on microhardness of direct tooth colored-restorative materials. *Saudi Dent J.* 2013; 25(1): 29-32.
22. Karantakis P, Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y. Fluoride release from three glass ionomers, a compomer, and a composite resin in water, artificial saliva, and lactic acid. *Oper Dent.* 2000; 25(1): 20-5.
23. Kaur S, Makkar S, Kumar R, Pasricha S, Gupta P. Comparative evaluation of surface properties of enamel and different esthetic restorative materials under erosive and abrasive challenges: an in vitro study. *Indian J Dent.* 2015; 6(4): 172-80.
24. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2011; 23(5): 315-22.
25. Kitchens M, Owens BM. Effect of carbonated Beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 31(3): 153-59.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate in vitro the hardness of restorative materials submitted to different erosion challenges. **Material and method:** This was an experimental study using 12 samples of each restorative material measuring 4 mm diameter x 2 mm thick. Resins samples (microparticulate and nanoparticulate) and glass ionomer cements (conventional and resin-modified) were prepared and the surface hardness was determined before and after a week of erosive challenge, with the media being changed at each 24 hours. The statistical analysis was performed by two-way-ANOVA. The paired t test evaluated the comparison between the initial and final hardness. Statistical tests were per-

formed with Minitab Program (version 17) and the significance level was set at 5%. **Results and Conclusion:** Conventional glass ionomer cement and nanoparticulate resin had higher hardness loss values. Regarding the beverages, Coca-Cola caused higher hardness loss in the conventional glass ionomer cement and Powerade lead to a higher degree of erosion in the glass ionomer cement modified by resin. **Conclusion:** All materials tested showed reduction in surface hardness as a result of erosive challenge in acidic drinks. Conventional glass ionomer cement was the most affected material.

**KEYWORDS:** Hardness; Tooth erosion; Composite resins; Glass ionomer cements.

## AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Glauber Campos Vale  
 Departamento de Odontologia Restauradora,  
 Universidade Federal do Piauí.  
 Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Ininga,  
 CEP 64049-550.  
 Teresina-PI, Brazil.  
 E-mail: valeglauber80@gmail.com