

---

# Dureza e rugosidade superficial de cimentos de ionômero de vidro após ensaio de escovação

*Hardness and surface roughness of glass ionomer cements after simulated toothbrushing*

<sup>1</sup>Ana Luísa Botta Martins de Oliveira, <sup>1</sup>Michele Carolina Pinheiro, <sup>2</sup>Renata Cristiane da Silva, <sup>1</sup>Sabrina Garcia de Aquino, <sup>1</sup>Lourdes Aparecida Martins dos Santos Pinto, <sup>1</sup>Angela Cristina Cilense Zuanon

<sup>1</sup>Curso de Odontologia da Universidade Estadual Paulista, Araraquara-SP, Brasil; <sup>2</sup>Curso de Odontologia da Universidade Camilo Castelo Branco, São Paulo-SP, Brasil.

---

## Resumo

**Objetivo** – Avaliar a rugosidade superficial e dureza Vickers dos cimentos de ionômero de vidro Ketac Molar® e Ketac Molar Easy Mix® (ESPE Dental AG) após ensaio de escovação. **Métodos** – Concluída a leitura da rugosidade e dureza de 14 corpos de prova de cada material, estes foram submetidos a 30.000 ciclos de escovação e nova análise da rugosidade e dureza. A análise estatística dos resultados demonstrou que não houve diferença significativa entre os materiais em relação à rugosidade inicial. **Resultados** – Entretanto, após o ensaio de escovação, foi observada maior rugosidade superficial para o Ketac Molar Easy Mix®. Para ambos os materiais, observou-se aumento de dureza após a escovação e os maiores valores foram apresentados pelo Ketac Molar Easy Mix®. **Conclusão** – Pode-se concluir que, no momento da escolha de um cimento de ionômero de vidro para restauração, entre os materiais utilizados neste estudo, deve-se dar preferência para o Ketac Molar, pois ele apresentou aumento de dureza semelhante ao Ketac Molar Easy Mix, porém mostrou-se menos rugoso.

**Descritores:** Cimento de ionômero de vidro; Dureza; Rugosidade; Escovação

## Abstract

**Objective** – To evaluate the surface roughness and Vickers hardness of glass ionomer cements Ketac Molar® and Ketac Molar Easy Mix® (ESPE Dental AG) after brushing. **Methods** – After roughness and hardness tests of 14 specimens of each material, they were submitted to 30,000 brushing cycles and new analysis of roughness and hardness. Statistical analysis showed that there was no significant difference between the materials in relation to the initial roughness. **Results** – However, after brushing there was higher surface roughness for Ketac Molar Easy Mix®. For both materials, there was increase of hardness after brushing and the highest values were presented by Ketac Molar Easy Mix®. **Conclusion** – It can be concluded that, when choosing a glass ionomer cement for restoration it should be preferred to Ketac Molar, because it showed hardness similar to Ketac Molar Easy Mix, but it was less rough.

**Descriptors:** Glass ionomer; Hardness; Roughness; Toothbrushing

---

## Introdução

O tratamento restaurador atraumático (ART) da cárie dentária, preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em comunidades com precárias condições sócio-econômicas, consiste na mínima intervenção utilizando instrumentos manuais para a remoção do tecido desmineralizado e o controle da doença cárie por meio da aplicação de métodos preventivos e educativos<sup>1-2</sup>.

Dentre os materiais utilizados no ART, os cimentos de ionômero de vidro (CIV) têm sido amplamente empregados devido a sua união química à estrutura dental, coeficiente de expansão térmica semelhante ao da dentina, comportamento hidrofílico, biocompatibilidade e liberação de fluoretos para o meio bucal<sup>3-7</sup>, além da sua presa química que simplifica a técnica de utilização.

Os CIV convencionais têm sido eleitos para a realização do ART por serem de fácil condensação na cavidade e por atingirem rapidamente a resistência satisfatória aos esforços mastigatórios<sup>8</sup>. O Ketac Molar<sup>®1-2</sup> e o Ketac Molar Easy Mix<sup>®</sup> são muito utilizados sendo que o último contém partículas de vidro esféricas e apresenta a vantagem de menor tempo de spatulação.

Desde a criação dos CIV em 1972 por Wilson e Kent,

várias alterações foram realizadas em sua formulação com o intuito de melhorar suas propriedades mecânicas e estéticas<sup>6-7</sup>. Entretanto, esse material ainda apresenta algumas limitações que podem comprometer a sua longevidade. Entre elas pode-se destacar a baixa resistência à abrasão e a baixa resistência ao desgaste<sup>5</sup>, que pode estar relacionada a sua dureza superficial<sup>9</sup>.

Pelka *et al.*<sup>10</sup> e Sulong e Aziz<sup>9</sup> salientaram que fatores como a composição da matriz dos CIV, dureza do material, desgaste, proporção entre dentifrício e água, características das partículas abrasivas dos dentifrícios, entre outros fatores, também alteram a resistência ao desgaste.

Outra propriedade a ser ressaltada é a rugosidade superficial a qual fornece informações úteis no que diz respeito à resistência ao desgaste, adesão e retenção de microrganismos<sup>11-13</sup>.

Desta maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade superficial e a microdureza Vickers dos CIV Ketac Molar<sup>®</sup> e Ketac Molar Easy Mix<sup>®</sup>, antes e após ensaio de escovação.

## Materiais e método

Para avaliação da dureza Vickers e rugosidade superficial antes e após o ensaio de escovação, 14 corpos

**Tabela 1. Características dos materiais empregados**

Nome comercial	Fabricante	Lote	Tipo	Aplicação	Proporção pó-líquido	Tempo de presa
Ketac Molar®	ESPE Dental AG	119862 (pó) 119169 (líquido)	C	Filling	1:1	5'
Ketac Molar Easy Mix®	ESPE Dental AG	197661	C	Filling	1:1	5'

de prova de cada material (Ketac Molar® e Ketac Molar Easy Mix® – Tabela 1) foram confeccionados, segundo as recomendações do fabricante, e inseridos em uma matriz rosqueável de Teflon (4 mm de profundidade e 7 mm de diâmetro) até o seu preenchimento. Após a acomodação de uma tira de poliéster (K-Dent – Quimidrol, Com. Ind. Importação Ltda, Joinville, SC, Brasil) sobre o material, uma placa de vidro foi colocada sobre a matriz para escoamento do excesso do material e nivelamento superficial. Em seguida, os corpos de prova foram armazenados à temperatura ambiente e umidade relativa do ar de aproximadamente 100% durante 24 horas.

Avaliou-se a rugosidade superficial por meio de um perfilômetro (Form Tracer modelo SV – C525), realizando-se três leituras em cada corpo de prova partindo de áreas distintas e passando pelo centro geométrico de amostra. A rugosidade média inicial de cada espécime foi obtida considerando a média das três leituras efetuadas.

Os corpos de prova foram também submetidos ao ensaio de dureza Vickers (HVN) (Buehler – Lake Bluff, Illinois – EUA), com a aplicação de uma carga de 100 gf durante 30 segundos. Foram realizadas doze endentações em locais distintos, originando valores que resultaram em uma média inicial de dureza para cada corpo-de-prova.

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de escovação de 30.000 ciclos, utilizando uma máquina de escovação (Equilabor – Equipamentos para laboratório – UNICAMP-Piracicaba – SP) contendo escovas dentais Tek (Johnson & Johnson) de cerdas macias e uma mistura de dentífrício Sorriso Juá + Própolis (Koly nos do Brasil Ltda – 020303V) diluído na proporção de 1:1<sup>14-15</sup> sendo 6 gramas do dentífrício diluídos em 6 ml de água destilada. Em seguida, foram lavados em água corrente, e mantidos nas condições de temperatura e umidade previamente descritas e novamente submetidos à análise de rugosidade superficial e microdureza.

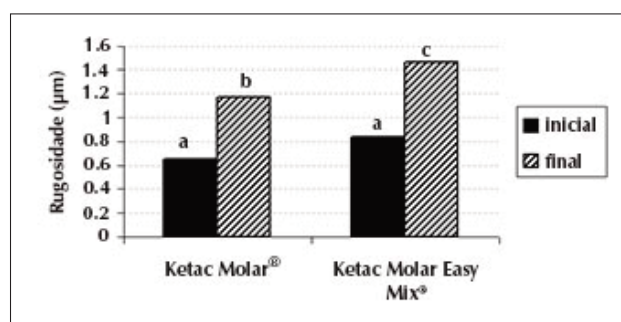
A superfície dos corpos-de-prova antes e após o ensaio de escovação também foi analisada pelo perfilômetro (Form Tracer modelo SV – C525) e as imagens foram submetidas à análise qualitativa.

Os dados de rugosidade superficial e microdureza obtidos foram submetidos aos testes paramétricos de ANOVA e Tukey. O nível de significância adotado em ambos os testes foi de 5%.

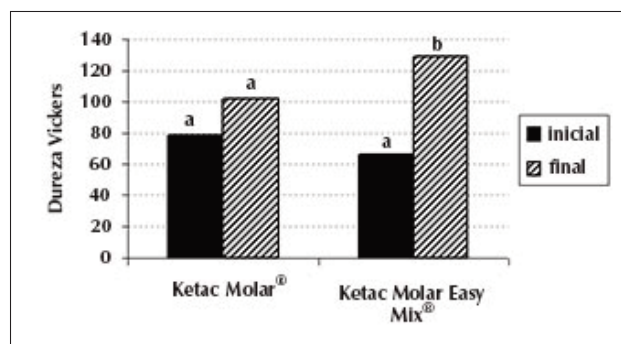
## Resultados

Após análise estatística, pôde-se evidenciar que para ambos os materiais não houve diferença estatística-

mente significativa quando considerada a rugosidade superficial inicial. Entretanto, após o ensaio de escovação, o CIV Ketac Molar Easy Mix® apresentou diferença estatisticamente significativa, apresentando maior rugosidade superficial final (Gráfico 1).

**Gráfico 1. Médias de rugosidade superficial inicial e final para os materiais avaliados.**

Quando à dureza inicial, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os materiais estudados. Porém, após o ensaio de escovação, ambos apresentaram elevação da dureza, sendo este aumento estatisticamente significativo apenas para o Ketac Molar Easy Mix® (Gráfico 2).

**Gráfico 2. Médias de dureza inicial e final para os materiais avaliados.**

O perfil de cada material estudado, antes e após a escovação, está representado pelas Figuras 1 para o Ketac Molar® e 2 para o Ketac Molar Easy Mix®.

A partir das imagens da Figura 1, podemos constatar que a superfície do cimento de ionômero de vidro Ketac Molar® manteve-se semelhante antes e após a escovação, com padrão de homogeneidade. Já a superfície do Ketac Molar Easy Mix®, observada nas imagens da Figura 2, apresentou grande mudança quando comparada a sua situação inicial e após a escovação.

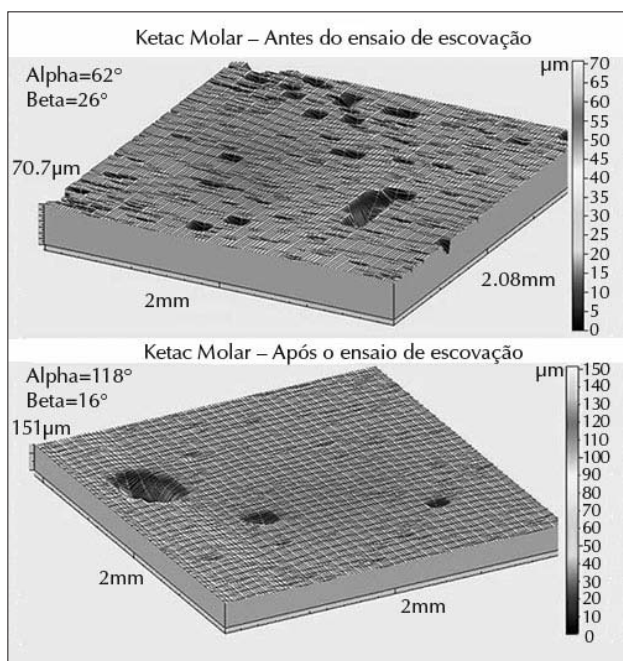


Figura 1. Perfil superficial do cimento de ionômero de vidro Ketac Molar® antes e após o ensaio de escovação.

Pode-se notar na Figura 2, um amplo desgaste superficial, com formação de vales visivelmente destacados após o ensaio de escovação.

## Discussão

A rugosidade superficial, caracterizada pela presença de protuberâncias e reentrâncias de alta amplitude e pequena ondulação<sup>16</sup>, pode afetar a reflexão de luz, descoloração, aparecimento de trincas e a estética, como também propiciar o acúmulo de biofilme com consequente aumento ao risco de desenvolvimento da lesão de cárie e doença periodontal<sup>15,17</sup>.

No presente estudo, a leitura da rugosidade inicial e final dos CIV não demonstrou diferença significativa entre os materiais, (Gráfico 1). Entretanto, ao avaliar-se cada material após o ensaio de escovação, pode-se observar o aumento na rugosidade superficial para o cimento de ionômero de vidro Ketac Molar Easy Mix®. Segundo Frazier *et al.*<sup>14</sup> e Yip *et al.*<sup>12</sup>, a rugosidade superficial de CIVs está relacionada à quantidade de matriz, às características das partículas inorgânicas (composição, tamanho, quantidade, forma e distribuição) e a presença de bolhas de ar incorporadas no material durante a sua manipulação.

O aumento da rugosidade superficial após o ensaio de escovação também pôde ser observada em outros trabalhos<sup>8,15,17-24</sup> os quais relataram que a escovação e o dentífrico atuam como agentes abrasivos, levando ao desgaste da matriz do material com consequente exposição das partículas inorgânicas as quais apresentam tamanho, forma e distribuição variados. Sabendo que a remoção da matriz é o primeiro passo para o desgaste, a distribuição e a morfologia superficial das partículas inorgânicas desempenham um papel importante na determinação da rugosidade superficial<sup>25</sup>.

A dureza superficial é outra importante característica

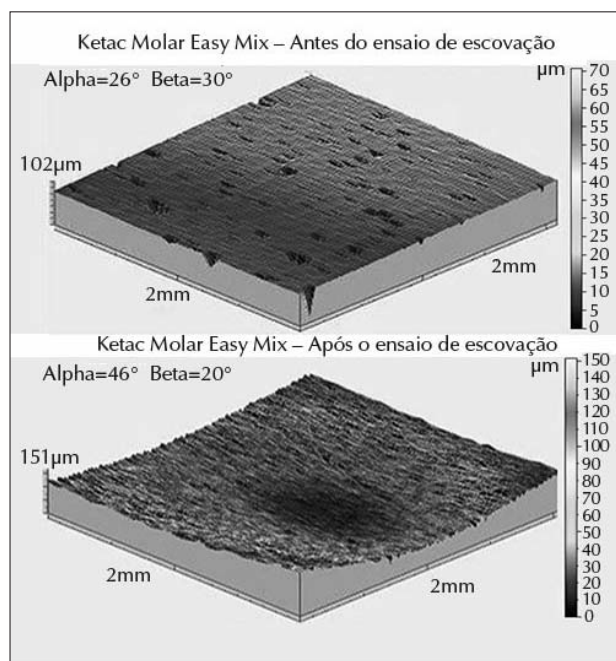


Figura 2. Perfil superficial do cimento de ionômero de vidro Ketac Molar Easy Mix® antes e após o ensaio de escovação.

de um material restaurador e é resultado da interação de propriedades como resistência, ductibilidade, maleabilidade, resistência ao corte e à abrasão. Uma diminuição do valor de microdureza pode indicar uma degradação superficial, o que colabora com o acúmulo de placa bacteriana<sup>26-27</sup>.

A resistência inicial ao desgaste apresentada por um CIV tem sido atribuída a fatores diversos, tais como composição química, estrutura da partícula de vidro, concentração e peso molecular dos ácidos policarboxílicos e a proporção pó-líquido<sup>28</sup>.

Os resultados apresentados neste estudo sugerem possível relação entre a rugosidade e a dureza superficial, uma vez que ao expor-se maior quantidade de partículas de vidro e consequentemente aumento da rugosidade superficial observou-se maior dureza.

Clinicamente, uma restauração rugosa favorece o acúmulo de biofilme bacteriano, com possível risco de desenvolvimento de lesões de cárie e gengivite<sup>11</sup>. Além disso, pode comprometer a estética das restaurações devido ao manchamento, alteração de cor e perda de brilho<sup>11,29</sup>.

## Conclusão

A partir da metodologia aplicada, pode-se concluir que o Ketac Molar® convencional apresentou propriedades mecânicas (rugosidade superficial e microdureza Vickers) superiores ao Ketac Molar Easy Mix®, sendo importante considerar outras propriedades que não foram estudadas no presente trabalho para a sua indicação como material de primeira escolha para o uso clínico.

## Referências

1. Frencken JE, Pilot T, Songpaisan Y, Phantumvanit P. Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique and development. *J Public Health Dent.* 1996;56(3):135-40.

2. Frenckem JE, Songpaisan Y, Phantumvanit P, Pilot T. An atraumatic restorative treatment (ART) technique: evaluation after one year. *Int Dent J*. 1994;44(5):460-4.
3. Berg JH. Glass ionomer cement. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):430-8.
4. Cole BOI, Welbury RR. The atraumatic restorative treatment (ART) technique: does it have a place in every day practice? *Dent Update*. 2000;27(3):118-23.
5. Mclean JW. Glass ionomer cements. *Br Dent J*. 1988; 164:293-300.
6. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J*. 1972;132(4):133-5.
7. Wilson AD, Kent BE. The glass ionomer cement, a new translucent dental filling materials. *J Appl Chem Biotechnol*. 1971;21:313.
8. Yap AUJ, Teo JCM, Teoh SH. Comparative wear resistance of reinforced glass ionomer restorative materials. *Oper Dent*. 2001; 26(4):343-8.
9. Sulong MZAM, Aziz RA. Wear of materials used in dentistry: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 1990;63(3):342-9.
10. Pelka M, Elbert J, Schneider H, Krämer N, Petschelt A. Comparison of two and three body wear of glass ionomers and composites. *Eur J Oral Sci*. 1996;4(2):132-7.
11. Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*. 1997;13(4):258-69.
12. Yip HK, Peng D, Smales RJ. Effects of APF gel on the physical structure of compomers and glass ionomer cements. *Oper Dent*. 2001;26(3):231-8.
13. Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NHF. Surface texture changes of a composite brushed with "tooth whitening" dentifrices. *Dent Mater*. 1996;12(5):315-8.
14. Frazier KB, Rueggberg FA, Mettenburg DJ. Comparison of wear resistance of class V restorative materials. *J Esthet Dent*. 1998;10(6):309-14.
15. Heath JR, Wilson HJ. Abrasion of restorative materials by toothpaste. *J Oral Rehabil*. 1976;3(2):121-38.
16. Leitão J, Hegdahl T. On the measuring of roughness. *Acta Odontol Scand*. 1981; 39(6):379-84.
17. Rios D, Honório HM, Araújo PA, Machado MAA. Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. *Pesqui Odontol Bras*. 2002;16(4): 343-8.
18. Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res*. 1997;76(4): 883-94.
19. Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *J Prosthet Dent*. 1001;66(4):498-500.
20. Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF. *In vitro* toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mater*. 1997;13(2):82-8.
21. Paulillo LAMS, Coradazzi JL, Lovadino JR, Serra MC. Surface finishing of glass ionomer. *Am J Dent*. 1997;10(3):137-40.
22. Sidhu SK, Sheriff M, Watson TF. *In vivo* changes in roughness of resin-modified glass ionomer materials. *Dent Mater*. 1997; 13(3):208-13.
23. Scheffel DLS, Ricci HA, Panariello BHD, Zuanon ACC, Hebling J. Desgaste e rugosidade superficial de um cimento de ionômero de vidro nanoparticulado. *Rev Odontol Bras Central*. 2012;21(56):430-5.
24. Stadler P, Spartalis PAM, Wambier LM, Reinke SMG, Chibinski ACR, Santos FA, *et al*. Avaliação das alterações em cimentos de ionômero de vidro após escovação simulada com dentifrícios de diferentes abrasividades. *Rev Odontol UNESP*. 2012;41(2):88-94.
25. Mair IH, Stolarski TA, Vowles RW, Lloyd CH. Wear: mechanisms, manifestations and measurement. Report of a workshop. *J Dent*, 1996;24(1/2):141-8.
26. Basting T, Serra MC, Rodrigues JR. In situ microhardness evaluation of glass-ionomer/composite resin hybrid materials at different post-irradiation times. *J Oral Rehabil*. 2002;29(1):1187-95.
27. Yap AUJ, Pek YS, Cheang P. Physico mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. *J Oral Rehabil*. 2003;30 (1):1-8.
28. Ellakuria J, Triana R; Mínguez N, Soler I, Ibaseta 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.
29. Warren DP, Colecott TD, Henson HA, Powers JM. Effects of four prophylaxis pastes on surface roughness of a composite, a hybrid ionomer and a compomer restorative material. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(4):245-51.

**Endereço para correspondência:**

Ana Luísa Botta Martins de Oliveira  
 Rua Orlando Damiano, 2281  
 São Carlos-SP, CEP 13560-450  
 Brasil

Email: [analuisabotta@hotmail.com](mailto:analuisabotta@hotmail.com)

Recebido em 22 de abril de 2013  
 Aceito em 13 de junho de 2013