



RESISTÊNCIA AO DESGASTE DE MATERIAIS ODONTOLÓGICOS COMPARADOS AOS ESMALTES DENTÁRIO HUMANO E BOVINO

Fernando Nascimento

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Odontologia – Campus Umuarama.
fnascimento@umuarama.ufu.br

Jesuânia M. G. A. Pfeifer

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Odontologia – Campus Umuarama.
jesuania@umuarama.ufu.br

Rafael Ariza Gonçalves

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves de Ávila, 2121.
ltm-ariza@mecanica.ufu.br

Kassiana Maldonado Aguiar

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves de Ávila, 2121.
maldonadoaguiar@yahoo.com.br

Resumo: Os dentes, as próteses dentárias e as restaurações são componentes solicitados tribologicamente e estão sujeitos ao desgaste. Há um esforço no sentido de se produzir materiais para as próteses e as restaurações com a qualidade do esmalte dentário. No presente trabalho foram avaliadas as resistências ao desgaste de oito materiais comerciais (um amalgama e sete compósitos) usados em restaurações, através do ensaio de microabrasão. Para efeito de comparação, também foram avaliadas as resistências ao desgaste dos esmaltes dentário humano e bovino. Através da resistência ao desgaste equivalente, os esmaltes dentários, o amálgama e os compósitos foram referenciados às resistências ao desgaste dos padrões de dureza Mohs.

Palavras-chave: desgaste, microabrasão, dureza Mohs, resina, esmalte.

1. INTRODUÇÃO

Os compósitos estão sendo cada vez mais solicitados pelos pacientes quer seja para a substituição de antigas restaurações metálicas quer para a confecção de novas, motivados pelo apelo estético destes materiais (SARRETT, DC; COLETTI, DP; PELUSO, AR. 2000.). Além disso, deve-se considerar que suas propriedades adesivas permitem a economia de tecido dental.

Nos últimos 20 anos, as formulações de compósitos vêm sofrendo modificações que tem contribuído para propriedades físicas e mecânicas superiores às mais antigas. Pesquisas têm destacado a avaliação do comportamento biomecânico dos compósitos atuais (SHABANIAN, M; RICHARDS, LC.2002.). A possibilidade de realizar restaurações virtualmente imperceptíveis e resistentes às forças mastigatórias tem determinado sua aplicação na região posterior. O aperfeiçoamento das propriedades e o potencial estético têm promovido seu emprego em dentes com maiores perdas de estrutura, situações em que ficam expostos a tensões mais altas (CLELLAND, NL; VILLARROEL, SC; KNOBLOCH, LA; SEGHI, RR. 2003.).

Apesar de muitos trabalhos na literatura estabelecerem a indicação dos compósitos a cavidades pequenas, os clínicos têm extrapolado sua utilização para restaurações mais extensas, inclusive restaurações indiretas. Embora o problema do desgaste tenha sido consideravelmente reduzido nas

novas formulações, ainda não foi possível desenvolver materiais semelhantes ao esmalte dentário (NAGARAJAN, V; JAHANMIR, S; THOMPSON, VP. 2004.).

O desgaste, quando excessivo, pode conduzir ao fracasso mecânico das restaurações além das potenciais implicações biomecânicas (HU, X; SHORTALL, AC; MARQUIS, PM. 2002.). Portanto, a resistência ao desgaste deve ser uma preocupação na escolha do material a ser aplicado em áreas mais sujeitas a tensões elevadas.

No presente trabalho foram avaliadas as resistências ao desgaste de compósitos comerciais utilizados em restaurações odontológicas. Para efeito de comparação, foram também medidas as resistências ao desgaste dos esmaltes dentários humano e bovino e de um amalgama. Os resultados foram obtidos através do ensaio de microabrasão.

A motivação principal deste trabalho foi avaliar e quantificar a resistência ao desgaste dos materiais objeto de estudo e dar mais subsídios aos profissionais de odontologia para a escolha de um material economicamente viável e que satisfaça tecnicamente os requisitos clínicos. Pesquisa de preços no mercado brasileiro mostrou diferenças de até 120% entre os compósitos estudados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS EXPERIMENTAIS

Os materiais objeto de estudo foram: um amálgama (GS 80 - SDI), sete compósitos comerciais (cinco de uso direto e dois de uso indireto) (CONCEIÇÃO, EN Dentística. 2000.) e os esmaltes dentários humano e bovino. A tabela 1 mostra detalhadamente as características técnicas dos compósitos.

TABELA 01: Compósitos utilizados

Resinas	Fabricante	Tipo de carga inorgânica	Tamanho médio das partículas de carga inorgânica	% de carga inorgânica (peso e/ou volume)
Híbridas e microhíbridas (uso direto)				
1- Charisma	Heraeus/Kulzer	Vidro de Ba e alumínio fluoreto	0,7 µm	64% em vol
2- Esthet X	Dentsply	Fluorborosilicato de Ba e Al, dióxido de Si	0,7 µm	77,5% em peso 60% em vol
3- Filtek Z 250	3M	Zircônio e sílica	0,62 µm	82% em peso 60% em vol
Alta densidade ou condensáveis (uso direto)				
4- Filtek P 60	3M	Zircônio e sílica	0,6 µm	83% em peso 61,7% em vol
5- Surefil	Dentsply	Vidro flúor alumínio borosilicato de Ba	0,8 µm	84% em peso 60% em vol
Laboratório ou cerômeros (uso indireto)				
6- Art Glass	Heraeus/Kulzer	Vidro de Ba e alumínio fluoreto	0,7 µm	72% em peso 68% em vol
7- Critobal	Dentsply/Ceramco	Borosilicado de bário	0,7 µm	-

O ensaio abrasométrico escolhido foi o de microabrasão por se restringir a uma fina camada superficial o que permitiu ensaiar os esmaltes dentários.

O ensaio de microabrasão Calowear consiste em fazer rolar uma esfera, sob gotejamento de uma dispersão aquosa de um abrasivo, sobre a superfície objeto de estudo, como pode ser visto esquematicamente na Figura 1.

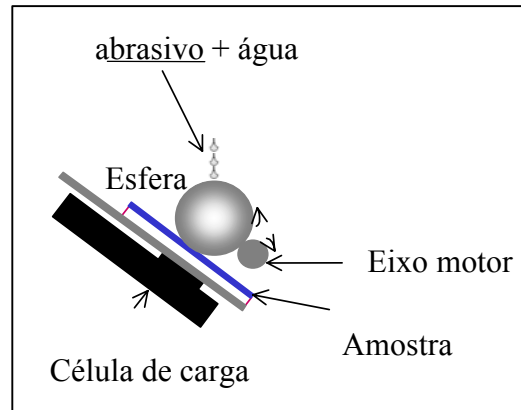


Figura 1: Representação esquemática do ensaio de microabrasão Calowear.

Há a geração de uma calota na superfície da amostra, Figura 2. O coeficiente de desgaste K_C pode ser obtido através da equação 1, onde b é o diâmetro da calota, L a distância deslizada, F_N a força normal aplicada e d o diâmetro da esfera (Calowear Tester: Directions For Use”, Centre Suisse D’electronique Et De Microtechnique SA, Switzerland, 1997.).

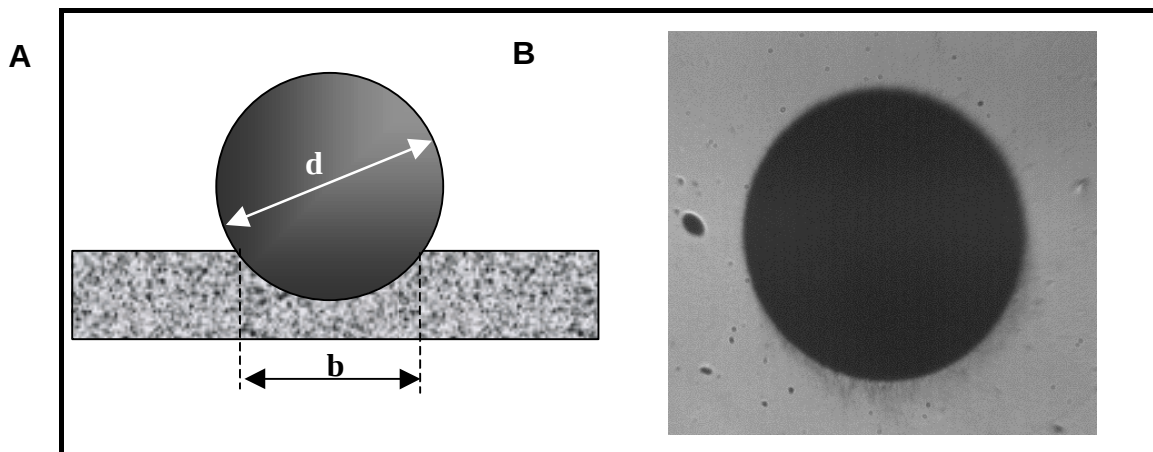


Figura 2. A: Esquema da calota de desgaste gerada; d : Diâmetro da esfera de aço; b : Diâmetro da calota de desgaste gerada; B: Calota de desgaste gerada num compósito pelo ensaio de microabrasão.

$$K_s = \frac{\pi \cdot b^4}{32 \cdot L \cdot F_N \cdot d} \quad (1)$$

Dez terceiros molares humanos e dez incisivos bovinos recém extraídos, após limpeza, foram armazenados em solução aquosa tamponada de Timol a 2% e mantidos sob refrigeração (2 a 5 C). Os dentes tiveram suas coroas selecionadas da raiz através de um disco diamantado dupla face

Cada coroa foi posicionada com a face vestibular sobre uma placa de cera, envolvida por cilindro de aço inoxidável e preenchida por resina de poliéster (resina cristal, Cray-Valley do Brasil).

Após polimerização da resina, os dentes foram desgastados com lixas de carbetto de silício de granulometria 600 a 1000 obtendo-se um único plano, sem exposição de dentina, com área

suficiente para um ensaio de microabrasão. Em seguida, passaram por um polimento com alumina ($5\ \mu\text{m}$) até a obtenção de uma superfície polida.

A figura 3 mostra esquematicamente a sequência de preparo das amostras dos dentes humano e bovino.

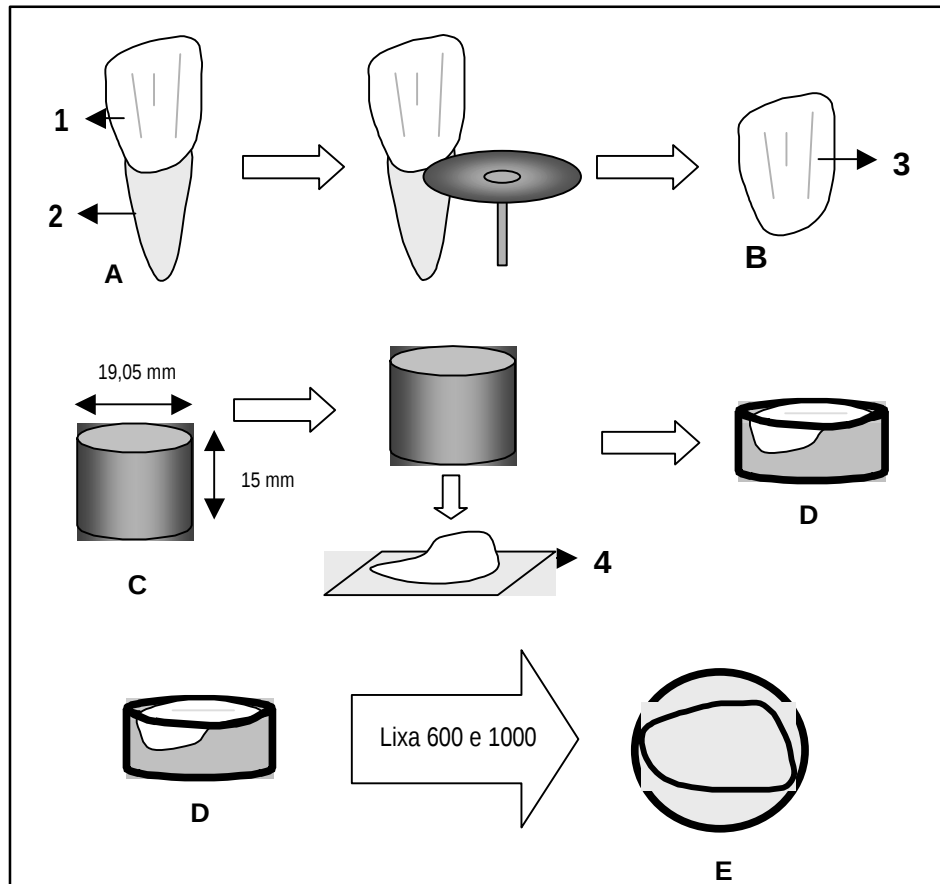


Figura 3: A: Incisivo bovino: 1: Coroa; 2: Raiz; B: Coroa seccionada da raiz; 3: Face vestibular; C: Cilindro de aço inoxidável; 4: Cera rosa; D: Coroa embutida em resina de poliéster; E: Corpo de prova.

Na confecção das amostras de compósitos de uso direto, de uso indireto e do amalgama, utilizou-se de placas de aço inoxidável de 10 mm X 10 mm, 2 mm de espessura e com um orifício central de 6 mm de diâmetro como mostrado na figura 4, para a inserção destes materiais.

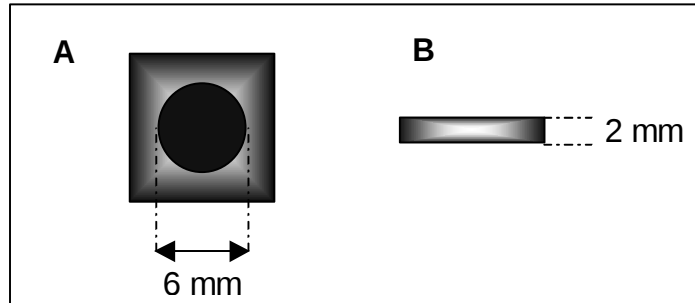


Figura 4: Placa suporte dos compósitos e do amálgama.

Na preparação de cada um dos corpos-de-prova dos compósitos de uso direto, uma placa de aço inoxidável foi colocada sobre uma lamina de vidro e, o compósito inserido em incremento único com auxílio de uma espátula. A seguir, uma lamínula de vidro foi colocada sobre a superfície do compósito e comprimida para a obtenção de uma superfície lisa. O compósito foi polimerizado com aparelho de luz halógena (Optiligh Plus, Gnatus, SP, Brasil) com potência de 450 mW/cm^2 tendo a ponta emissora de luz do aparelho em contato com a superfície da lamínula durante o tempo de polimerização indicado pelo fabricante, como mostrado na figura 5.

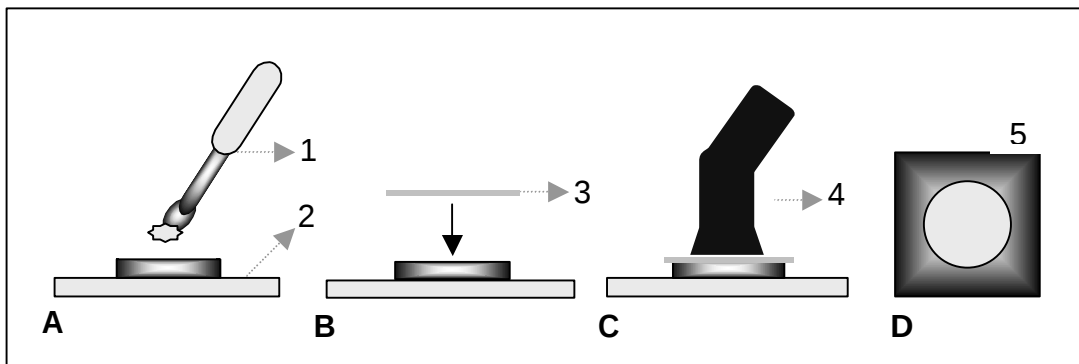


Figura 5: A: Inserção do compósito no suporte: 1- espátula de inserção; 2- lâmina de vidro; B: Colocação da lamínula de vidro sobre o compósito: 3- lamínula de vidro; C: Fotopolimerização, 4- fonte polimerizadora; D: Amostra concluída, 5- compósito.

Os compósitos de uso indireto foram preparados de forma semelhante, porém a polimerização foi realizada no interior de um aparelho de luz estroboscópica Unixs (Kulzer) durante 90 segundos.

Para o preparo dos corpos-de-prova de amalgama, após a trituração, o amálgama foi inserido no orifício da placa e condensado com um condensador n 2 (Duflex) como mostrado na figura 6.

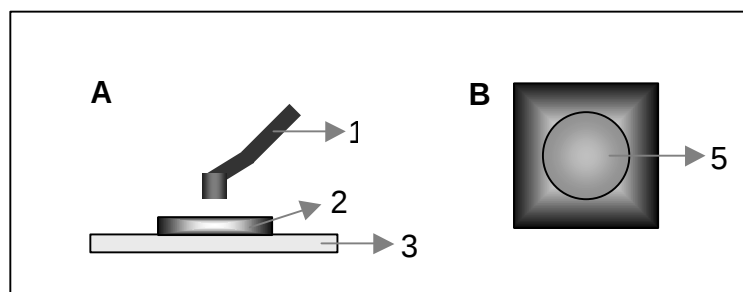


Figura 6: A: Inserção do amálgama: 1- condensador nº 2; 2- placa de inox; 3- lâmina de vidro; B: Amostra concluída; 4- amálgama.

Após a cristalização (24 h) as amostras de amálgama foram lixadas e polidas até a obtenção de uma superfície lisa, brilhante e contendo um único plano.

Foram preparadas cinco amostras de cada material (esmaltes dentários, compósitos e amálgama) que foram mantidas imersas em saliva artificial a 32 C por 24 horas até a realização dos ensaios de microabrasão.

Os ensaios de microabrasão foram realizados com o abrasivo alumina (5µm) na concentração de 0,75 g/ml (dispersão aquosa). A esfera utilizada foi de aço ASTM 52100, com diâmetro de 20 mm e a configuração ajustada para uma força normal de 0,16 N e cada ensaio realizado durante o tempo de um minuto. Foram realizados dois ensaios por amostra, perfazendo dez para cada material.

De posse dos dados experimentais, aplicou-se a Análise de Variância (1-way ANOVA) seguido do teste de Tukey.

3. RESULTADOS

Os diâmetros das calotas de desgaste geradas foram medidos utilizando-se de um analisador de imagem acoplado a um banco metalográfico Neophot 21 Carl Zeiss Jena, sendo realizadas oito medidas de diâmetro por calota. De posse dos valores medidos, aplicou-se a análise estatística e calcularam-se os coeficientes de desgaste K_S através da equação 1.

A análise de variância 1-way ANOVA revelou uma distribuição normal dos coeficientes de desgaste obtidos (K_S), permitindo a aplicação do teste de Tukey que agrupou os materiais por desempenho semelhantes, apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Resultado do Teste de Tukey ($p < 0,05$) aplicado às amostras

Amostra Ensaçada	Diâmetro Médio (µm)	Coefficiente de Desgaste (K_S)	Grupos de amostras semelhantes com relação ao K_S – Teste de Tukey ($p < 0,05$)			
Esmalte Humano	1323,08	1,37158 E-11	A			
Amálgama	1319,17	1,47029 E-11	A			
Esmalte Bovino	1390,16	1,75172 E-11		B		
Surefil	1677,49	3,87257 E-11			C	
Filtek P 60	1690,35	4,09706 E-11			C	D
Filtek Z 250	1716,59	4,25894 E-11				D E
Art Glass	1799,46	4,27606 E-11				E
Esthet X	1748,32	4,44207 E-11				E
Cristobal	1817,00	4,45314 E-11				E
Charisma	1737,14	4,56455 E-11				E

A tabela mostra que os materiais estudados agrupam-se em cinco níveis de comportamento em microabrasão (grupos A, B, C, D e E), ordenados em ordem decrescente.

A figura 7 apresenta os coeficientes de desgaste calculados a partir dos parâmetros de ensaio e dos diâmetros das calotas medidos.

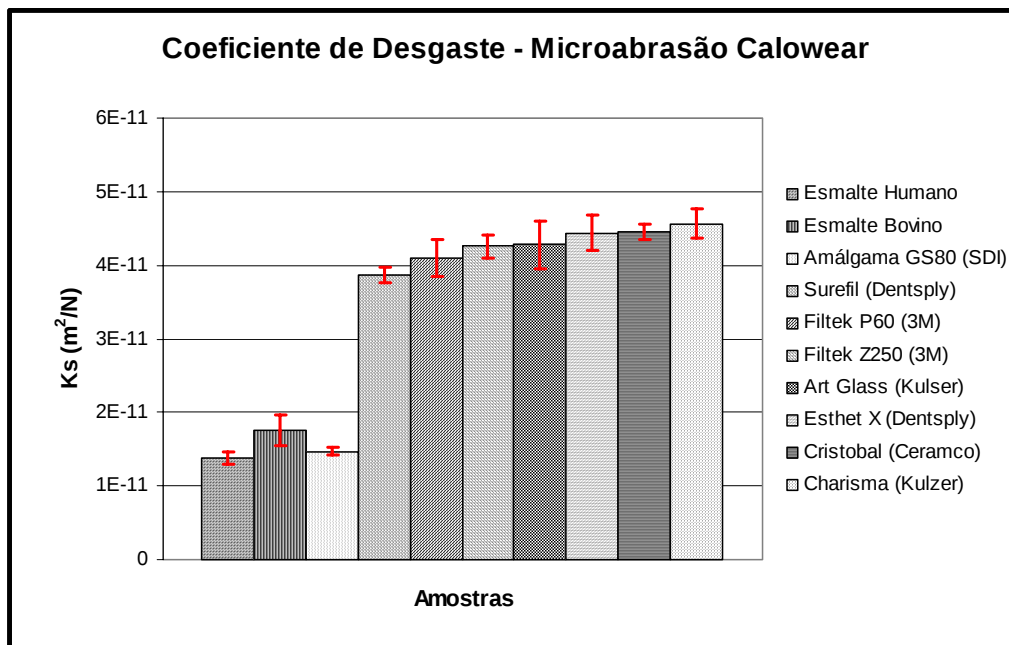


Figura 7. Coeficientes de desgaste obtidos através da microabrasão Calowear.

O gráfico da figura 7 mostra que os coeficientes de desgaste dos esmaltes dentário humano e bovino e da amalgama são bem menores que os dos compósitos, o que evidencia a maior resistência ao desgaste destes em comparação com os compósitos. Observa-se também que o desempenho do esmalte humano e do amalgama se equivalem, e o esmalte bovino apresenta um desempenho ligeiramente inferior a estes.

Para efeito de referenciar as resistências ao desgaste dos materiais objeto de estudo, foram calculados os coeficientes de desgaste equivalente (K_E) através da aplicação dos K_S obtidos na equação 2.

$$K_E = \frac{-[\ln(K_S) + 19.75]}{0.93} \quad (2)$$

A equação 2 foi proposta por Gonçalves e colaboradores (GONÇALVES, RA.; DE MELO, JDB.; AGUIAR, KM.; ROSA, FG. 2002.) que avaliaram as resistências ao desgaste por microabrasão dos minerais gipsita, calcita, fluorita, apatita, ortoclásio, quartzo, topázio e corindom, nas mesmas condições de ensaio, e obtiveram os seus coeficientes de desgaste que plotados contra as respectivas durezas Mohs forneceu a referida equação.

A equação 2 permite então calcular os coeficientes de desgaste equivalente aos minerais padrões da escala de dureza Mohs, ou seja, o coeficiente de desgaste equivalente compara a resistência ao desgaste dos materiais aos minerais da escala de dureza Mohs quando ensaiados nas mesmas condições. A figura 8 apresenta estes resultados.

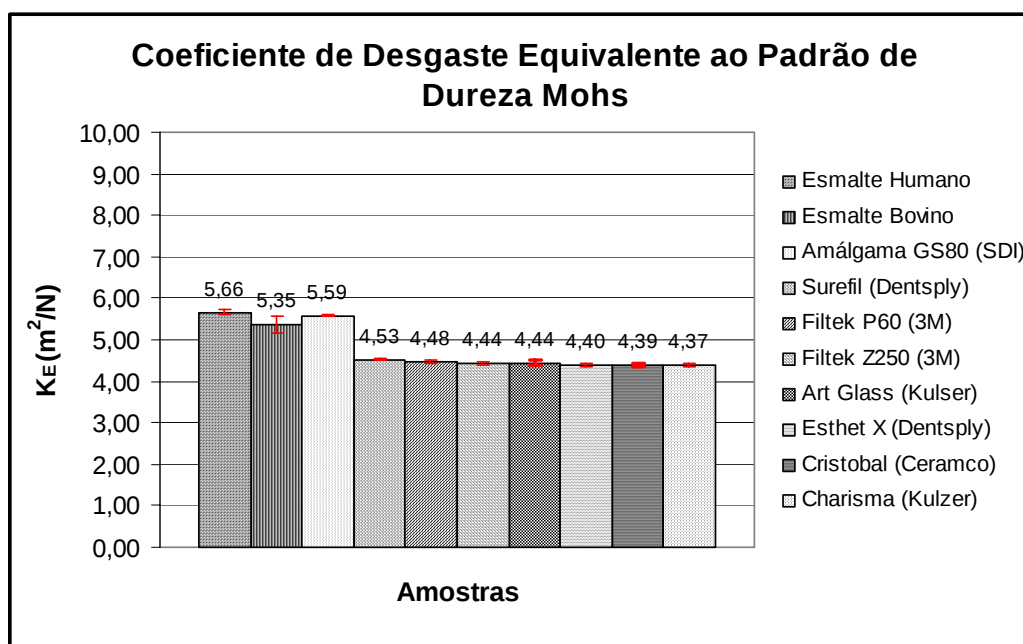


Figura 8. Coeficiente de desgaste equivalente ao padrão de dureza Mohs dos materiais ensaiados.

A figura 8 mostra que os materiais estudados, Esmalte humano, Esmalte bovino, Amálgama GS80 e os compósitos Surefil, Filtek P60, Filtek Z250, Art Glass, Esthet X, Cristobal e Charisma se comportaram em microabrasão respectivamente aos minerais de dureza Mohs 5,66, 5,35, 5,59, 4,53, 4,48, 4,44, 4,44, 4,40, 4,39 e 4,37.

Se analisarmos esses resultados sob a ótica do critério de medida de dureza Mohs (ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 13818.), o esmalte humano, o esmalte bovino e a amálgama se comportam como o mineral de dureza Mohs 5, ou seja, a apatita, e os compósitos como o mineral de dureza Mohs 4, ou seja, a fluorita.

Considerando que a escala de dureza Mohs é exponencial, as resistências à abrasão dos compósitos se mostraram bem aquém das resistências ao desgaste dos esmaltes dentários humano e bovino e o amálgama se mostrou equivalente a estes.

4. DISCUSSÃO

É notório que o mecanismo de desgaste aos quais os materiais restauradores estão sujeitos na cavidade oral é muito mais complexo. A força de mordida (LUTZ, F; KREJCI, I, BARBAKOW, F. 1992.), hábitos do paciente (SARRETT, DC; COLETTI, DP; PELUSO, AR. 2000.) são fatores dinâmicos e individuais, difíceis de serem reproduzidos em laboratório. Por outro lado, as propriedades inerentes de cada material (KAWAI, K; TSUCHITANI, Y. 1994.), aspereza das superfícies, irregularidades superficiais (BIANCH, EC; AGUIAR, PR; POGGI, MR; SALGADO, MH; FREITAS, CA; BIANCH, ARR. 2003.) e a técnica restauradora utilizada para se obter as restaurações são variantes importantes e que devem ser consideradas quando da escolha de um material.

Apesar das inegáveis melhorias ocorridas nas propriedades físicas e mecânicas dos compósitos, o desgaste continua sendo uma das razões que conduzem à substituição precoce de restaurações e possíveis alterações oclusais quando indicados para dentes posteriores (NAGARAJAN, V; JAHANMIR, S; THOMPSON, VP. 2004.).

As pesquisas in vivo (método clínico) definem melhor o comportamento dos materiais no meio bucal, porém são demoradas, dispendiosas e de difícil controle. Assim, os métodos laboratoriais (in vitro) têm sido uma alternativa mais rápida na obtenção e interpretação de resultados, fator relevante quando se considera a velocidade com que novos materiais são introduzidos no mercado (GÖHRING, TN; BASEK, MJ; SCHMIDLIN, PR. 2002.).

O método de microabrasão a três corpos Calowear quando comparado à abrasão a dois corpos (pino sobre disco), como no trabalho de Nagarajan e colaboradores (NAGARAJAN, V; JAHANMIR, S; THOMPSON, VP. 2004), mostrou-se um ensaio de desgaste sensível a ponto de ser possível numérica e estatisticamente estabelecer diferenças entre os compósitos estudados nas condições tribológicas impostas.

Mesmo assim, devemos salientar que os valores numéricos dos coeficientes de desgaste obtidos para os materiais ensaiados neste trabalho são pertinentes à metodologia e parâmetros de ensaio utilizados, servindo então como índice comparativo para a classificação deles.

Há uma grande variedade de testes para analisar alguma propriedade, ou uma combinação de propriedades dos materiais odontológicos. O estudo clínico e laboratorial das propriedades dos materiais devem ser aprimorados, pois apenas com o desenvolvimento de ambos os métodos pode-se compara-los e chegar a um padrão confiável de análise do desgaste abrasivo desses materiais (BIANCH, EC; AGUIAR, PR; POGGI, MR; SALGADO, MH; FREITAS, CA; BIANCH, ARR. 2003.).

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, nas condições tribológicas impostas, concluímos que:

- 1 – O ensaio abrasométrico de microabrasão se mostrou eficaz para distinguir o comportamento em abrasão dos materiais estudados;
- 2 – O estudo comparativo dos materiais mostrou que as resistências à abrasão dos compósitos estão bem aquém da resistência à abrasão dos esmaltes dentários humano e bovino;
- 3 – O amálgama apresentou comportamento semelhante ao esmalte humano e superior ao esmalte bovino;
- 4 – A análise estatística aplicada aos coeficientes de desgaste revelou três níveis de desempenho entre os compósitos. Os compósitos de uso indireto (custo mais alto) que deveriam apresentar comportamento superior apresentaram um desempenho equivalente a uns e inferior a outros de uso direto (custo mais baixo);
- 5 – A classificação obtida dos materiais estudados é considerada válida e observada clinicamente sendo de interesse para dentistas e protéticos como forma de averiguar quais têm melhor desempenho quanto ao desgaste abrasivo.

6. REFERÊNCIAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 13818. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios. ABR/1997, 78 p. Anexo D – Determinação da abrasão superficial, pp. 17 a 22, Anexo V – Determinação da dureza segundo a escala Mohs, p.71.

BIANCH, EC; AGUIAR, PR; POGGI, MR; SALGADO, MH; FREITAS, CA; BIANCH, ARR. Estudo do desgaste abrasivo das resinas compostas disponíveis no mercado brasileiro. Materials Research, 2003: 6(2), 255-264.

CLELLAND, NL; VILLARROEL, SC; KNOBLOCH, LA; SEGHI, RR. Simulated oral wear of packable composites. Operative Dentistry, 2003: 28(6), 830-837.

CONCEIÇÃO, EN Dentística - Saúde e Estética. Editora Artmed, 2000.

Calowear Tester: Directions For Use”, Centre Suisse D’electronique Et De Microtechnique SA, Switzerland, 1997.

GONÇALVES, RA.; DE MELO, JDB.; AGUIAR, KM.; ROSA, FG.. Equivalent wear resistance: a new way to access abrasive wear resistance of ceramic tiles. Qualicer 2002, Castellon, Spain, 2002.

GÖHRING, TN; BASEK, MJ; SCHMIDLIN, PR. Attritional wear and abrasive surface alterations of composite resin materials in vitro. Journal of Dentistry, 2002: 30, 119-127.

HU, X; SHORTALL, AC; MARQUIS, PM. Wear of three dental composites under different testing conditions. Journal of Oral Rehabilitation, 2002: 29, 756-764.

KAWAI, K; TSUCHITANI, Y. In vitro quantitative assessment of generalized wear of dental composites. J Osaka Univ Dent Sch, 1994: 34, 9-18.

LUTZ, F; KREJCI, I, BARBAKOW, F. Chewing pressure vs wear of composites and opposing enamel cusps. J Dent Res, 1992: 71(8), 1525-1529.

NAGARAJAN, V; JAHANMIR, S; THOMPSON, VP. In vitro contact wear of dental composites. Dent Mater, 2004: 20, 63-71.

SARRETT, DC; COLETTI, DP; PELUSO, AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. Dent Mater, 2000: 16, 62-67.

SHABANIAN, M; RICHARDS, LC. In vitro wear rates of materials under different loads and varying pH. J Prosthet Dent, 2002: 87, 650-656.

RESISTANCE TO WEAR AND TEAR OF SOME MATERIALS COMPARED TO THE ENAMELS DENTAL HUMAN AND BOVINE

Fernando Nascimento

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Odontologia – Campus Umuarama.
fnascimento@umuarama.ufu.br

Jesuânia M. G. A. Pfeifer

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Odontologia – Campus Umuarama.
jesuania@umuarama.ufu.br

Rafael Ariza Gonçalves

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves de Ávila, 2121.
ltm-ariza@mecanica.ufu.br

Kassiana Maldonado Aguiar

Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves de Ávila, 2121.
maldonadoaguiar@yahoo.com.br

Abstract: *The teeth, dental prostheses and restorations are "tribologically" requested components and they are therefore bound to the wear and tear. There is an effort to produce materials for the prostheses and restorations with the quality of the dental enamel. In this work was evaluated the resistances to the wear and tear of eight commercial materials (an amalgam and seven composites) that are used in restorations through the "microabrasion" tests. In order to comparison effect, it was also evaluated the resistances of human and bovine dental enamels to the wear and tear. Through the resistance to the equivalent wear and tear, the dental enamels, amalgam and composites were compared to the resistances to the wear and tear by the patterns of Mohs hardness.*

Keywords: *wear, microabrasion, Mohs hardness, composite, enamel.*