

# UTILIZAÇÃO DO MÉTODO RADIOMÉTRICO NA AVALIAÇÃO IN VITRO DO DESGASTE PROVOCADO AO ESMALTE DENTAL HUMANO POR PORCELANAS DENTAIS GLAZEADAS E POLIDAS

Lena Katekawa Adachi<sup>1</sup>, Mitiko Saiki<sup>2</sup>, Tomie Nakakuki de Campos<sup>1</sup> e Eduardo Makoto Adachi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Prótese – Faculdade de Odontologia  
Universidade de São Paulo  
Av. Professor Lineu Prestes 2227  
katekawa@usp.br

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP)  
Av. Professor Lineu Prestes 2242  
05508-000 São Paulo, SP  
mitiko@curiango.ipen.br

## RESUMO

Uma das desvantagens da porcelana dental é o poder de provocar desgaste aos antagonistas, fato observado clinicamente. Este material é utilizado em próteses unitárias, próteses parciais fixas ou sobre implantes. Antes da instalação na boca, as superfícies protéticas recebem tratamento de polimento e/ou glazeamento. Para verificar a influência destes tratamentos nas porcelanas de marcas comerciais Ceramco II, Noritake e Finesse este estudo empregou o método radiométrico. Este método foi desenvolvido originalmente para a avaliação da abrasividade de dentifrícios, consistindo na medida do <sup>32</sup>P transferido para a água quando o esmalte, tornado radioativo por meio da irradiação com nêutrons, é submetido ao desgaste por contatos deslizantes do corpo de prova de esmalte com um antagonista. Na irradiação, o <sup>31</sup>P da hidroxiapatita do esmalte dental ativa-se por meio de reação (n,  $\gamma$ ) formando o <sup>32</sup>P, um emissor da radiação beta de energia 1,71 MeV, com meia-vida de 14,3 dias. O esmalte dental foi irradiado com nêutrons do reator nuclear IEA-R1 (IPEN/CNEN) e foi desgastado pelo deslizamento das porcelanas em sua superfície com água, durante 2500 ciclos para cada porcelana, tendo sido medido o resíduo de esmalte que foi desprendido pelo dente, para cada material antagonista, pela medida da atividade do P<sup>32</sup> deste resíduo. Os resultados variaram de 2,57 a 5,81  $\mu\text{g}$  de esmalte / $\text{mm}^2$  de superfície desgastada. Não houve diferença estatística ( $\alpha=0,05$ ) entre os desgastes de esmalte causados pelas mesmas porcelanas glazeadas ou polidas, porém, houve uma diferença numérica que sugere que o acabamento superficial adequado dependerá do tipo de porcelana utilizado.

## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito da Prótese Dental, a porcelana ocupa lugar de destaque dentre os materiais estéticos mais utilizados, devido a crescente busca pela estética verificada na atualidade. Uma das desvantagens da porcelana dental, além da relativa fragilidade, é o seu poder de provocar desgaste excessivo aos dentes naturais ou aos materiais restauradores antagonistas, propriedade que já levou muitos clínicos a contra-indicarem seu uso [2].

O comportamento tribológico de todo o material odontológico colocado em função mastigatória é muito importante, já que o sistema mastigatório está sujeito a um desgaste dental fisiológico. Este desgaste é influenciado, entre outros fatores, pela abrasividade e acidez da dieta e por hábitos como o bruxismo. Além disso, o grau de desgaste pode ser alterado pela introdução de materiais restauradores com propriedades muito diferentes da própria estrutura dental [3]. No caso das porcelanas dentais, sabe-se que a textura superficial nas áreas de contato oclusais é importante para reduzir os riscos de agressão aos antagonistas, tendo sido desenvolvidos vários sistemas para a realização de um polimento superficial.

Esta pesquisa propõe-se a avaliar, pelo método radiométrico, o desgaste provocado ao esmalte dental humano pelas porcelanas dentárias de marcas comerciais Ceramco II, Noritake e Finesse, com suas superfícies polidas ou glazeadas.

No método radiométrico, o desgaste dental é avaliado pela medida da atividade das partículas beta emitidas pelo  $^{32}\text{P}$  do esmalte, tornado radioativo por meio de exposição a um feixe de nêutrons de um reator nuclear, e removido após a operação de desgaste [1].

## **2. PARTE EXPERIMENTAL**

### **2.1. Preparo das Amostras e Padrão**

Foram obtidas 5 amostras de esmalte com faces planas e de dimensões aproximadas de 5 mm por 8 mm. As amostras, lixadas com lixas d'água de carbo de silício 240, 400 e 600, foram polidas com pastas diamantadas próprias para polimento de esmalte dental ou porcelana dental ( $6\mu\text{m}$ ), veiculadas em disco de feltro. Foram utilizadas como antagonistas 10 amostras de cada porcelana: Ceramco II, Noritake e Finesse, sendo 5 glazeadas e 5 polidas. As porcelanas dentais foram manipuladas para se obter o formato cilíndrico, medindo 6mm de comprimento por 3,8mm de diâmetro. Os cilindros de porcelana foram inseridos no centro de tubos de PVC (20 mm de comprimento por 20 mm de diâmetro) preenchido com resina acrílica.

Juntamente com as amostras de esmalte a serem submetidas ao desgaste, foi irradiado um padrão de fósforo, no reator nuclear IEA-R1m, para posterior cálculo da massa de esmalte perdida nas operações de desgaste. Foi utilizado como padrão de P uma massa de 30,07 mg do sal di-hidrogeno fosfato de amônio  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  (Puratronic/Jonhson Matthey) com a pureza 99,999% de P. O conjunto constituído de padrão de P e amostra de esmalte foi acondicionado em um dispositivo de alumínio, denominado de coelho, para irradiação no reator por período de 30 min e fluxo de nêutrons térmicos de aproximadamente  $10^{12}\text{n cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Após a irradiação, o padrão de fósforo foi dissolvido e diluído com água destilada. Foram pipetados 50  $\mu\text{L}$  desta solução sobre um papel de filtro para as medidas da atividade do  $^{32}\text{P}$ .

### **2.2. Desgaste**

Após cerca de uma semana de decaimento, o fragmento de esmalte irradiado foi montado no centro de um bloco de acrílico. Para o ensaio de desgaste foi utilizada uma máquina pertencente ao Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica do Centro de Pesquisas do Reator Nuclear do IPEN/CNEN-SP, que consiste de uma haste em cuja extremidade é fixada

a amostra de porcelana que desliza sobre o esmalte, no interior de uma cuba de acrílico contendo 10 mL de água destilada. Sobre a porcelana em teste foi aplicado um peso correspondente a 285 g, o qual desliza com o funcionamento de um motor elétrico com rotação de 120 rpm, permitindo uma taxa de 120 ciclos (sendo que um ciclo corresponde a um movimento de ida e volta) por minuto. A operação de desgaste foi feita por um período, de modo a completar 2500 ciclos em cada operação. Cada amostra irradiada foi utilizada para seis operações de desgaste.

Após cada operação de desgaste, a água contida na cuba foi recolhida para a medida da radioatividade. As partículas beta de 1,71 MeV do  $^{32}\text{P}$  com meia vida de 14,3 dias destas amostras foram medidas usando um detetor Geiger-Müller e o tempo de medida de cada amostra foi de 10 minutos. Cada amostra foi medida por três vezes consecutivas e como resultado foi utilizado o valor médio das medidas, descontando-se a radiação de fundo (background).

A medida da taxa de contagens do  $^{32}\text{P}$ , que passa para água, permite obter a massa de P desgastada por meio da comparação da atividade do padrão de P irradiado junto com o esmalte, ou seja, pelo método comparativo de ativação com nêutrons [2]. Com os dados da atividade do  $^{32}\text{P}$  transferido para a água após o desgaste do esmalte, e tendo o valor da taxa de contagem do padrão de P, foi possível a obtenção da massa de P que passou para a água e, posteriormente, foi calculada a massa de esmalte desgastado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcelana que provocou maior média de desgaste de esmalte dental foi a Ceramco Glazeada (CG), seguida por Noritake glazeada (NG), Finesse polida (FP), Ceramco polida (CP), Finesse glazeada (FG) e Noritake polida (NP) (Tabela 1).

**Tabela 1. Esmalte desgastado pelas porcelanas. Resultados em  $\mu\text{g}$  de esmalte**

Porcelanas	Polidas	Glazeadas
Ceramco	52 $\pm$ 24	88 $\pm$ 104
Finesse	82 $\pm$ 62	44 $\pm$ 31
Noritake	39 $\pm$ 11	84 $\pm$ 82

Os resultados foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, para avaliar os desgastes de esmalte. Não houve diferença entre os desgastes de esmalte provocados pelas porcelanas glazeadas ou polidas, ao nível de significância de 5%.

Observou-se uma correlação média entre o desgaste e a rugosidade média ( $r=0,71$ ). Ao microscópio óptico, com aumento de 100X, as superfícies glazeadas das porcelanas convencionais apresentaram-se com mais ondulações, enquanto que suas superfícies polidas

mostraram maior porosidade. A porcelana Finesse polida apresentou os maiores poros, e a mesma porcelana glazeada mostrou a superfície com menos defeitos (Figura 1).

De modo geral, as porcelanas glazeadas são mais rugosas que as polidas, concordando com o trabalho de Ward, Tate e Powers [7]. Em 1999, Metzler et al. [4], estudando somente as porcelanas polidas, verificaram que houve correlação entre a rugosidade (Ra) e o desgaste provocado ao esmalte, sendo que a porcelana convencional Ceramco II provocou maior desgaste do que a porcelana de baixa fusão Finesse.

Em nossa pesquisa, foi encontrada correlação entre a rugosidade e o desgaste. Contudo, a marca Finesse apresentou comportamento diferenciado das demais. Era esperado que Finesse polida apresentasse os melhores resultados de desgaste, uma vez que esta porcelana foi desenvolvida para alcançar propriedades próximas ao da estrutura dental, e o polimento deveria gerar uma superfície ainda menos rugosa provocando menor desgaste. No entanto observou-se que Finesse polida causou o maior desgaste, comparada a Finesse glazeada e as outras porcelanas polidas.

Esta discordância dos valores de Metzler et al. [4] talvez se deva aos diferentes métodos de avaliação de desgaste ou rugosidade utilizados, ou mesmo à diferenças na manipulação ou técnica de polimento. Estes autores utilizaram a medida do perfil superficial da amostra de esmalte, método que requer uma grande quantidade de desgaste para ser mensurável, de modo que é necessário um dente para cada porcelana testada.

O presente trabalho utilizou o método radiométrico, que consegue detectar desgastes muito pequenos e mais parecidos com os que ocorrem na boca, sendo possível verificar o desgaste causado por diversas porcelanas no mesmo dente. Assim, elimina-se uma variável no experimento, já que o esmalte dental, por ser uma amostra biológica, está sujeito a variações consideráveis na sua composição e estrutura, de acordo com as condições em que foi formado.

A rugosidade (Ra) não teve influência na quantidade de desgaste causada por Finesse, uma vez que, numericamente a Finesse polida apresentou rugosidade similar às outras porcelanas polidas e à Finesse glazeada. No entanto pode-se explicar o maior desgaste causado pela Finesse polida pelo maior tamanho dos poros, quando comparada com as outras porcelanas polidas e com a mesma glazeada. Por este motivo, é possível que, com o desgaste contínuo, Finesse possa continuar desgastando mais esmalte que as porcelanas convencionais, já que sua porosidade deve manter-se estável ou acentuar-se com o tempo. Os resultados contraditórios alcançados pela marca Finesse foram importantes para nos mostrar que somente a análise quantitativa (Ra) da rugosidade não deve ser conclusiva para correlacioná-la com o desgaste.

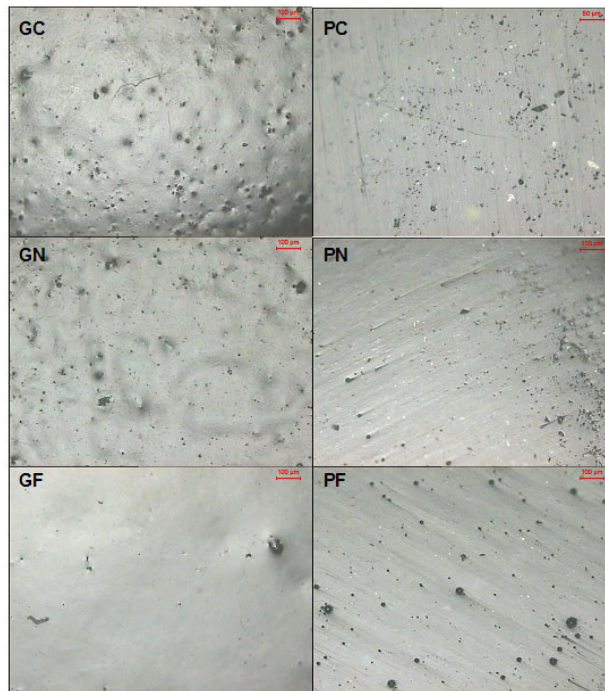
A análise qualitativa das superfícies de porcelana ao microscópio óptico mostra grandes e numerosos poros nas superfícies das porcelanas polidas, apesar destas parecerem mais planas. As porcelanas convencionais glazeadas parecem possuir mais ondulações.

No entanto, Fuzzi et al. [6] observaram que as superfícies glazeadas das porcelanas dentais parecem menos rugosas ao microscópio eletrônico de varredura, apesar da rugosidade (Ra) se apresentar maior do que das porcelanas polidas. Talvez tal contradição se deva ao uso inadequado do termo rugosidade, já que, em nossa pesquisa, as porcelanas glazeadas

mostram superfícies com menos poros, mas com mais ondulações. Fuzzi et al. [6] também utilizaram um aumento grande (1000X) para avaliar as superfícies das porcelanas, restringindo sua área de observação e dificultando a percepção das irregularidades maiores.

Parece não haver relação entre o tratamento superficial das porcelanas e o desgaste provocado ao esmalte, já que, dependendo da porcelana, o comportamento de acordo com cada superfície difere. A observação das superfícies de porcelanas sugere que, quanto maior área de contato houver entre antagonistas, menor o desgaste causado ao esmalte, já que a carga aplicada seria diminuída pela melhor distribuição. No caso das porcelanas Ceramco e Noritake, o glaze produziu superfícies com menos porosidades, porém com mais ondulações do que o polimento. Já na porcelana Finesse, o polimento resultou em uma superfície com muitas porosidades de tamanho superior ao encontrado nas outras porcelanas polidas, sendo que o mesmo material glazeado apresentou superfície sem defeitos aparentes.

Conseqüentemente, a medida da rugosidade das porcelanas indicou alguma correlação com o desgaste que elas provocaram. Este estudo mostrou que cada porcelana tem comportamento diferenciado quanto ao tratamento superficial (glazeamento ou polimento), sendo necessário a discriminação entre os materiais para a escolha deste tratamento.



**Figura 2. Fotografias das superfícies das porcelanas antes do desgaste (100X).**

#### 4. CONCLUSÕES

Houve correlação média entre o desgaste provocado ao esmalte antagonista e a rugosidade (Ra) das porcelanas.

A análise qualitativa da rugosidade antes e após o desgaste mostrou diferenças na textura superficial das porcelanas, embora não houvesse diferença nos Ra inicial e final.

Não houve diferença estatística entre o poder de desgaste comparando as porcelanas polidas e as glazeadas, porém, houve uma diferença numérica, que sugere que o acabamento superficial adequado dependerá do tipo de porcelana utilizado.

#### REFERÊNCIAS

1. D. De Soete, R. Gijels, J. Hoste. *Neutron activation analysis*, Wiley – Interscience, London England (1972).
2. G. E. Monasky, D. F. Taylor. “Studies on the wear of porcelain, enamel, and gold,” *J Prosthet Dent*, **25**, pp.299-306 (1971).
3. J. A. Mahalick, F. J. Knap, E. J. Weiter. “Occlusal wear in prosthodontics,” *J Am Dent Assoc*, **82**, pp.154-155 (1971).
4. K. T. Metzler, R. D. Woody, A. W. Miller III, B. H. Miller. “In vitro investigation of the wear of human enamel by dental porcelain,” *J Prosthet Dent*; **81**, pp.356-364 (1999).
5. L. K. Adachi, M. Saiki, T. N. Campos, “An in vitro investigation of human enamel wear by restorative dental materials,” *J Radioanalyt Nucl Chem*, **249**, pp.465-468 (2001).
6. M. Fuzzi, Z. Zaccheroni, G. Vallania, “Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain,” *Int J Prosthodont*, **9**, pp.452-458 (1996).
7. M. T. Ward, W. H. Tate, J. M. Powers. “Surface roughness of opalescent porcelains after polishing,” *Oper Dent*, **20**, pp.106-110 (1995).