

UMA REVISÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE ABRASÃO DOS DENTIFRÍCIOS

Carla C.C.Zoppe, Mitiko Saiki e Marina B.A. Vasconcellos

Comissão Nacional de Energia Nuclear
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Travessa R, 400 - Cidade Universitária CP 11049
05422-970, São Paulo, SP, Brasil

ABSTRACT

The purpose of this work is to review briefly the methods to evaluate the dentifrice abrasiveness, including weight loss technique, surface profile method, laser diffusometric, electron microscopy and radiometric method. The comparison is made between the tests *in vivo* and *in vitro* used to determine dentifrice abrasiveness.

Dentifrice abrasiveness results obtained by using the radiometric method and two standard reference materials calcium pyrophosphate and carbonate are presented. The factors which affect the precision of these results are also discussed.

INTRODUÇÃO

Desde que as pesquisas científicas^[1] indicaram que os dentifrícios devem apresentar um índice de abrasão adequado para exercer a sua função de limpeza dos dentes sem provocar o desgaste, diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar, nestes produtos, o seu poder abrasivo, bem como para desenvolver métodos apropriados e padronizados para estas determinações.

O primeiro estudo sobre o desgaste dos dentes pela ação dos dentifrícios foi realizado por Miller^[2], em 1907, que verificou que os dentifrícios daquela época eram capazes de provocar desgaste mais rápido na dentina que no esmalte.

Os vários métodos desenvolvidos para a avaliação dos índices de abrasão de dentifrícios podem ser divididos em duas classes de testes: *in vivo* e *in vitro*.

Os testes *in vivo*, para avaliação da abrasão dos dentifrícios, são, geralmente, morosos e impraticáveis, devido à necessidade de um grande número de voluntários dispostos a usar uma determinada marca de produto, durante um longo período de teste. Além disso, a formação de novas películas aderentes nas superfícies dos dentes durante o teste pode mascarar os resultados. Entretanto, os testes *in vivo* vêm sendo estudados por diversos pesquisadores^[3-5], principalmente, para avaliar o desgaste provocado nas superfícies dos dentes, resultante da sua escovação.

Os testes *in vitro*, ao contrário dos testes *in vivo*, têm sido muito divulgados e utilizados na avaliação do poder de abrasão dos dentífricos. Dentre os testes *in vitro*, estão os métodos gravimétrico, da medida do perfil da superfície, difusométrico a laser, da análise por microscopia eletrônica e o radiométrico.

Os resultados obtidos pela aplicação de testes *in vivo* dificilmente podem ser comparados com aqueles obtidos *in vitro*. Segundo o trabalho de Hefferren^[6], torna-se bastante difícil reproduzir *in vitro* a situação *in vivo*, com referência a vários parâmetros como: pressão exercida sobre a escova, direção, velocidade e frequência de escovação, tipo de escova, presença de saliva e de placa, além da diferença individual nos hábitos de escovação e da estrutura gengival.

Método Gravimétrico. O método gravimétrico, para avaliação do poder de abrasão de dentífricos, consiste na determinação da perda de peso de um corpo de prova submetido à escovação mecânica, juntamente com uma suspensão de dentífrico. Este método foi primeiramente estudado por Epstein e Tainter^[7], e os materiais de acrílico e dentes naturais têm sido utilizados como corpos de prova. Uma das dificuldades deste método está na obtenção do peso exato do substrato corpo de prova. Usando acrílico, os resultados apresentam grande flutuação, devido à absorção de água e óleos da suspensão de dentífrico pelo substrato. No caso do uso de dentes naturais, há também dificuldade em se controlar exatamente a perda de água da dentina e cemento, uma vez que estes tecidos apresentam diferentes graus de absorção da água^[8]. Apesar desta dificuldade, esta técnica gravimétrica vem sendo utilizada pela sua simplicidade na prática, não requerendo o uso de equipamentos muito sofisticados.

Método da Medida do Perfil Superficial do Dente. Neste método, o poder de abrasão de um dentífrico é avaliado por meio das medidas do perfil da superfície da dentina, antes e após a escovação mecânica, utilizando-se um aparelho denominado Talysurf^[9]. Este aparelho é constituído por uma "agulha" de diamante que, percorrendo a superfície da dentina, fornece os gráficos ampliados do seu perfil. O poder de abrasão do dentífrico é calculado obtendo-se, nestes gráficos, a área correspondente ao desgaste provocado pela pasta dental, e a área correspondente ao desgaste ocasionado pela escovação com o material de referência carbonato de cálcio. Considerando como sendo igual a 100 o poder de abrasão do material de referência, a relação entre estas áreas fornece o valor do grau de abrasão do dentífrico. Este método tem sido utilizado por De Boer e colaboradores^[10], no estudo da influência do tamanho da partícula abrasiva no desgaste da dentina. Trata-se de um método bastante preciso, que permite analisar as pequenas alterações provocadas na superfície da dentina pela escovação.

Método Difusométrico a Laser. As propriedades ópticas também têm sido utilizadas na avaliação do poder de abrasão de dentífricos em testes *in vivo* e *in vitro*. No método difusométrico a laser, feixes de raios laser são utilizados, por serem monocromáticos, paralelos e de alta intensidade^[11]. Nos testes *in vivo*, esta técnica apresenta dificuldade no controle de variáveis como: cor, transparência, grau de hidratação dos dentes e técnica de escovação; nos testes *in vitro*, são utilizadas, como corpo de prova, réplicas transparentes do dente humano na forma de disco. A parte instrumental deste método consiste de um feixe de raios laser, que passa através do corpo de prova (réplica transparente), um disco opaco, que bloqueia a passagem direta do feixe, e de uma lente convergente, que focaliza a luz difusa para um fotômetro. Manly e colaboradores^[12], estimaram a rugosidade no esmalte humano provocada pelo dentífrico, e concluíram que o difusômetro a laser é um equipamento simples e barato para medidas rápidas, exatas e reprodutíveis para determinação do poder de abrasão dos dentífricos.

Método da Microscopia Eletrônica. Neste método, os testes *in vitro* são realizados utilizando-se uma réplica da dentina. No caso, o desgaste do dente é avaliado pela medida do número e profundidade dos riscos apresentados pela réplica, antes e após a escovação mecânica com a suspensão de dentífrico. Este método apresenta, como dificuldade, a obtenção de uma réplica mais semelhante à amostra. A microscopia eletrônica tem sido aplicada também *in vivo*^[13], e uma boa correlação tem sido obtida entre os resultados encontrados por este método e pelo método radiométrico.

Método Radiométrico. O método radiométrico para avaliação do grau de abrasão dos dentífricos consiste na medida da radioatividade do ^{32}P transferida para a suspensão de dentífrico, quando dentes humanos, irradiados sob fluxo de nêutrons de um reator nuclear, são submetidos a operações de escovação mecânica. São realizadas duas operações de escovação: uma usando a suspensão do dentífrico em teste, e a outra com a suspensão do material de referência (pirofosfato de cálcio ou carbonato de cálcio). A relação entre as taxas de contagens do ^{32}P , obtidas na suspensão da pasta dental e no material de referência, fornece o índice ou grau de abrasão do dentífrico.

Este método é o recomendado pela American Dental Association (ADA) dos Estados Unidos^[6], bem como pelo British Standards Institute^[14]. Dentre as vantagens deste método, estão a rapidez, a reprodutibilidade dos resultados e a possibilidade de comparação dos resultados obtidos entre diferentes laboratórios. Barbakow e colaboradores^[15], utilizando a técnica radiométrica avaliaram o grau de abrasão de 32 dentífricos comercializados na Suíça. Recentemente, Cornell^[16] determinou o grau de abrasão de dezenas de dentífricos e concluiu que há uma relação entre o poder de abrasão e a sua eficiência na limpeza dos dentes, de modo que dentífricos de alto índice de abrasão provocam desgaste da dentina e cimento.

No presente trabalho, a técnica radiométrica foi aplicada na avaliação do grau de abrasão de duas formas de dentífrico (gel e creme), e para a comparação do grau de abrasão dos materiais de referência pirofosfato e carbonato de cálcio.

PARTE EXPERIMENTAL

O procedimento experimental para a avaliação do grau de abrasão pelo método radiométrico foi baseado no trabalho de Hefferren^[6]. Para a preparação do corpo de prova com dentes irradiados, dentinas humanas, preservadas em uma solução de formaldeído 4%, foram irradiadas por um período de uma hora, sob fluxo de nêutrons térmicos de $10^{12}\text{n.cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ do reator nuclear IEA-R1 do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP. Após adequado tempo de decaimento de cerca de duas semanas, os dentes irradiados foram montados em uma placa de resina de metacrilato e submetidos a operações de escovação com a suspensão do dentífrico, em uma máquina de escovar dentes. Para determinação dos índices de abrasão, foram realizadas duas operações de escovação, sendo uma com a suspensão do dentífrico (25g de dentífrico em 40ml de água destilada), e a outra com a do material de referência, (pirofosfato de cálcio de grau dentífrico da Monsanto Co ou com carbonato de cálcio da Sturcal L. da J. and E. Sturge Ltd, England). A suspensão do material de referência foi preparada agitando 10g do material em 50ml da solução diluente, obtida à base de carboximetilcelulose, glicerina e água^[6].

Após cerca de 3 000 escovações, três alíquotas de 3ml de cada suspensão foram pipetadas e transferidas para recipientes de acrílico apropriados para contagem. As alíquotas foram mantidas em repouso para decantação do material sólido e, posteriormente, foram secas em estufa à temperatura de 60 °C. A radioatividade beta do ^{32}P , transferida para suspensão de dentífrico e material de referência, foi medida no contador Geiger-Müller ligado a um analisador monocanal.

As determinações da abrasão têm sido realizadas utilizando-se a dentina em vez do esmalte, uma vez que a dentina está sujeita ao desgaste devido à sua baixa dureza e retração gengival. Para expressar o índice de abrasão de um dentífrico, é definido o parâmetro "RDA" (Radioactive Dentin Abrasion), o qual é calculado como uma percentagem do poder de abrasão apresentado pelo material de referência pirofosfato de cálcio, por meio da relação:

$$\text{RDA} = 100 \cdot f \cdot \bar{C}_D / \bar{C}_{MR} \quad (1)$$

Os índices D e MR se referem ao dentífrico e ao material de referência, respectivamente. \bar{C} é a média das taxas de contagens e f, o fator de correção das contagens devido às diferenças nas

características de auto-absorção e retroespalhamento da radiação β , no dentifício e no material de referência. Este fator é determinado experimentalmente utilizando-se uma solução de traçador de ^{32}P [6].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um estudo comparativo dos índices de abrasão apresentados pelos materiais de referência pirofosfato de cálcio proveniente dos Estados Unidos, e carbonato de cálcio proveniente da Inglaterra, ambos utilizados na avaliação do RDA, foram realizados experimentos de escovação, utilizando-se as suspensões destes materiais. Os resultados obtidos são dados na Tabela 1, e indicam que o carbonato de cálcio é cerca de 1,4 vezes mais abrasivo que o pirofosfato de cálcio. Esta diferença nos índices de abrasão se deve, provavelmente, à diferença no diâmetro médio das partículas destes materiais, uma vez que, aplicando-se a técnica de Sedigrafia, foram obtidos os valores do diâmetro médio das partículas, de 26,68 μm para o carbonato de cálcio, e de 5,78 μm para o pirofosfato de cálcio. A determinação do diâmetro médio dos materiais foi realizada no Departamento de Engenharia e Ciência dos Materiais do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

TABELA 1 Desgaste (em cpm) Obtido Usando Suspensões de Materiais de Referência Pirofosfato de Cálcio e Carbonato de Cálcio.

Corpo de Prova Amostra N°	A (cpm)	B (cpm)	B/A
1	202 \pm 4	290 \pm 3	1,43
2	143 \pm 4	189 \pm 4	1,32
3	144 \pm 5	218 \pm 10	1,51
4	178 \pm 8	283 \pm 5	1,58
5	113 \pm 2	157 \pm 4	1,38
6	519 \pm 13	679 \pm 14	1,36
7	368 \pm 8	555 \pm 9	1,51
			Média=1,44

A - desgaste, em cpm, obtido com o material de referência pirofosfato de cálcio.

B - desgaste, em cpm, obtido com o material de referência carbonato de cálcio.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados de RDA obtidos para duas formas de dentifícios (gel e creme), e utilizando-se os materiais de referência carbonato e pirofosfato de cálcio. Nesta Tabela, os valores de RDA foram calculados, considerando-se, para ambos os materiais de referência, o valor 100 para seus índices de abrasão.

Com relação à precisão destes resultados, verifica-se que os seus desvios padrões relativos variam de 9,6 a 17%, e as formas diferentes de dentifício não influíram praticamente na reprodutibilidade. Segundo Hefferren[6], o método radiométrico apresenta boa precisão com desvios padrões relativos de 10%, quando são realizadas oito replicatas, e de cerca de 25%, quando são realizadas as duplicatas. A Tabela 2 apresenta os resultados de RDA realizados em triplicata, o que indica que os desvios padrões relativos estão dentro dos valores esperados. Os resultados também mostram que os dentifícios analisados são de baixo potencial de limpeza ($\text{RDA} < 50$) e apresentam índices de abrasão bastante próximos. Entre os fatores que afetam a precisão na determinação do RDA, está a alteração das superfícies da dentina entre as duas operações de escovação consecutivas, bem como os erros associados à obtenção do fator de correção f , e a preparação de amostras de dentifícios secas para as contagens.

TABELA 2 RDA para Dentifícios nas Formas de Gel e Creme.

Gel Dental		Creme Dental	
RDA (A)	RDA (B)	RDA (A)	RDA (B)
34	26	31	26
29	26	26	20
31	19	31	20
31 ±3*	24 ±4*	29 ±3*	22 ±3*

RDA (A) - RDA obtido usando pirofosfato de cálcio como material de referência.

RDA (B) - RDA obtido usando carbonato de cálcio como material de referência.

* Média e desvio padrão.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq), Indústrias Monsanto do Brasil Ltda, Colgate Palmolive Ltda, Anakol Laboratórios Wyteth-Whitehall Ltda, Faculdades de Odontologia e de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto-USP e ao Departamento de Engenharia e Ciência dos Materiais do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

REFERÊNCIAS

- [1] AMERICAN DENTAL ASSOCIATION HEALTH FOUNDATION RESEARCH INSTITUTE. Clinical methods for determining dentifrice-cleaning ability. *J. ADA*, v.109, p.759-762, Novembro 1984.
- [2] MILLER, W. D. Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, denudation. *Dent. Cosmos*, v.49, n.23, p.109-124,225-247, 1907.
- [3] NOORDMANS, J., PLUIM, L. J., HUMMEL, J., ARENDS, J., BUSSCHER, H. J. A new profilometric method for determination of enamel and dentinal abrasion in vivo using computer comparisons: a pilot study. *Quint. Int.*, v.22, n.8, p.653-657, Agosto 1991.
- [4] MURRAY, I. D., McCABE, J. F., STORER, R. Abrasivity of denture cleaning pastes in vitro and in situ. *Br. Dent. J.*, v.161, n.4, p.137-141, Agosto 1986.
- [5] CHRISTENSEN, R. P., BANGERTER, V. W. Immediate and long-term in vivo effects of polishing on enamel and dentin. *The Journal of Prosthetic dentistry*, v.57, n.2, p.150-160, Fevereiro 1987.
- [6] HEFFERREN, J. J. A laboratory method for assessment of dentifrice abrasivity. *J. Dent. Res.*, v.55, n.4, p.563-573, Julho 1976.
- [7] EPSTEIN, S., TAINTER, M. L. Abrasion of teeth by commercial dentifrices. *J. ADA*, v.30, p.1036-1045, 1943.
- [8] BARBAKOW, F. et al. A review of methods to determine the relative abrasion of dentifrices and prophylaxis pastes. *Quint. Int.*, v.18, n.1, p.23-27, 1987.
- [9] ASHMORE, H., VAN ABBÉ, N. J., WILSON, S. J. The measurement in vitro of dentine abrasion by toothpaste. *Br. Dent. J.*, v.133, p.60-66, Julho 1972.
- [10] DE BOER, P., DUINKERKE, A. S. H., ARENDS, J. Influence of tooth paste particle size and tooth brush stiffness on dentine abrasion in vitro. *Caries Res*, v.19, n.3, p.232-239, 1985.

- [11] REDMALM, G., RYDÉN, H. Dentifrice abrasivity. The use of laser light and supplemental techniques for characterizing toothpastes containing different abrasives. An in vitro study. Swed. Dent. J., v.8, n.2, p.57-66, 1984.
- [12] MANLY, R. S., BROWN, P. W., HARRINGTON, D. P., CRANE, G. L., SCHLICHTING, D. A. Laser diffusometer for estimation of smoothness of human dental enamel produced by dentifrice abrasives. Arch. Oral Biol., v.20, p.479-483, Agosto 1975.
- [13] SAXTON, C. A., COWELL, C. R. Clinical investigation of the effects of dentifrices on dentin wear at the cemento-enamel junction. J. Am. Dent. Ass., v.102, n.1, p.38-43, Janeiro 1981.
- [14] SPECIFICATIONS FOR TOOTHPASTES, BS 5136. London: British Standards Institute:1974.
- [15] BARBAKOW, F., IMFELD, T., LUTZ, F., STOOKEY, G., SCHEMEHORN, B. Dentin abrasion (RDA), enamel abrasion (REA) and polishing scores of dentifrices sold in Switzerland. Schweiz Monatsschr Zahnmed, v.99, n.4, p.408-413, 1989.
- [16] CORNELL, J. In vitro abrasiveness of dentifrices. J. Clin. Dent., p.11-12, 1991.