

INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA EM MATERIAIS RESTAURADORES ODONTOLÓGICOS

A. P. C. Costa*, J. M. Maia**, A. S. P. S. Rocha***, P. G. P. Zamora****, G. A. Cordeiro****, P. C. Borges Jr.*****.

*CPGEI/UTFPR e CBES – Colégio Brasileiro de Estudos Sistêmicos, Curitiba, Brasil

**CPGEI - DAELN/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

***DAFIS/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

****Depto. Química/ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba, Brasil

*****CPGEI - DAMEC/ Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, Brasil

e-mail: christa@onda.com.br

Abstract: The chemical structure of the composites used as odontological restorative materials has been changed in order to improve their mechanical properties and the durability of restoration. Despite a lot of research has been made in these composites, only some has regarded the effects of the ionizing radiation. Seventy-five specimens were fabricated with aid of a metallic matrix (5 x 2 mm) and stored throughout the study in test tubes at 100% humidity in a light-protected environment. The twenty-five specimens of each composite materials (Filtek Z350, Charisma e Maxxion R) were divided into five groups (control, 10, 30, 50 and 70 Grays) submitted to the Vickers hardness test and infrared spectroscopy test. The results have shown that the doses of irradiation do not cause harmful effects in the composites.

Palavras-chave: Materiais restauradores, radiação gama, microdureza vickers.

Introdução

Nos últimos anos, a busca pela estética por meio de procedimentos odontológicos promoveu o uso dos compostos restauradores que mais se aproximam da estrutura dentária natural e, paralelamente a isto, estudos estão sendo realizados nestes compostos odontológicos para determinar melhorias em suas propriedades físicas e mecânicas, pois se sabe que estes estão expostos a diversos fatores ambientais que os podem levar à degradação.

Considera-se um fator significante, as radiações ionizantes que são atualmente empregadas em diversas áreas, como em tratamentos radioterápicos, onde o paciente portador de câncer é sujeito às dosagens de radiação ionizante. Quando estas incidem nas regiões de cabeça e/ou pescoço, as restaurações dentárias recebem as mesmas dosagens. A região tratada por radioterapia pode sofrer efeitos colaterais agudos ou crônicos, os quais determinam um impacto na qualidade de vida e quando estes são evidenciados, o paciente portador de

câncer só poderá receber tratamento odontológico após um período de 5 a 7 anos [1].

Baseado neste fato e tomando como base o trabalho realizado por Costa e colaboradores [1], em 2005, que avaliou as possíveis alterações da microdureza superficial *Knoop* em 2 tipos de materiais restauradores odontológicos após a irradiação com 4 doses de radiação ionizante e constatou em seus resultados a não interação da radiação gama nos compostos estudados. Portanto, decidiu-se estudar, neste trabalho, 3 tipos de materiais restauradores odontológicos com composição química semelhante aos anteriores e, esses foram submetidos a 5 doses de radiação ionizante com o objetivo de analisar a microdureza *Vickers* e discriminar o comportamento espectroscópico a partir da espectrometria por infravermelho.

A influência da radiação ionizante proveniente de exames radiográficos de diagnóstico ou de tratamentos em compostos odontológicos também foi avaliada por Cruz [2], Haque *et al.* [4], Curtis *et al.* [3], Kimura [5-9], Von Fraunhofer *et al.* [11], Terra [10], dentre outros. Estes autores estudaram diversos tipos de materiais restauradores odontológicos e obtiveram diferentes resultados, dentre deles, a não interação da radiação gama e a interação da mesma.

Materiais e Métodos

Para o presente estudo foram selecionados os seguintes materiais restauradores odontológicos: resina composta Charisma[®]Syringe, resina composta Filtek[™]Z350 e cimento de ionômero de vidro Maxxion R. Esses foram moldados em uma matriz metálica, bipartida, com um orifício central de 5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. A matriz metálica foi montada tendo como apoio uma placa de vidro (15 x 8 x 0,5 cm) e entre essa e a matriz foi colocado uma película de poliéster. O material foi inserido na cavidade da matriz em incremento único, e este foi coberto por uma lâmina de poliéster e, sob esta, uma lamínula de vidro (18 x 18 mm), que serviram para proporcionar melhor

confinamento do material no orifício da matriz e promover maior lisura nas duas faces do espécime.

Após a acomodação da resina, a fotopolimerização foi realizada utilizando-se o aparelho fotopolimerizador *Lec 470C II*, com intensidade de luz de 470 mW/cm², comprimento de onda de 460 nm e tempo de fotopolimerização de 20 segundos para as resinas. A polimerização do cimento de ionômero de vidro foi feita após 6 segundos da fase de preparação, por este apresentar polimerização química. No total foram confeccionados 75 espécimes (n), sendo divididos em 5 grupos contendo 5 espécimes cada.

Os espécimes foram armazenados em tubos de ensaio, envolvidos em papel alumínio, em umidade 100 % (somente, as resinas), protegidos da luz por todo o período do experimento e à temperatura ambiente.

Os grupos dos espécimes de cada material foram denominados como: grupo 1 (controle); grupo 2 (10 Grays (Gy)); grupo 3 (30 Gy); grupo 4 (70 Gy) e grupo 5 (100 Gy). Os espécimes dos grupos 2, 3, 4 e 5 foram irradiados no equipamento de Cobaltoterapia, do modelo *Theratron 80C*, com rendimento de 243,97 cGy/minuto.

Para preparar os grupos para a irradiação, os espécimes foram retirados dos tubos de ensaio, secos e fixados com fita adesiva sobre uma placa de vidro. Colocou-se sobre os espécimes uma película de papel filme e sobre essa, o bólus. Portanto, cada grupo foi irradiado por um período de tempo. O grupo 2 permaneceu no equipamento sendo irradiado por um tempo de 1,68 minutos, o grupo 3 por 5,05 minutos, o grupo 4 por 11,78 minutos e o grupo 5 por 16,83 minutos.

Após a irradiação, as amostras foram encaminhadas ao equipamento *Microhardness Tester- HMV Shimadzu*, para a realização dos testes de microdureza, usando o

50 gramas e tempo de 10 segundos (tempo em que a ponta de diamante permanece pressionando a amostra), totalizando 375 endentações.

Após o término das endentações, mediu-se as diagonais e o equipamento emitiu os valores de microdureza. Estes valores foram encaminhados para a análise estatística Anova e Tukey.

Após um período de 30 dias, os espécimes foram encaminhados à espectrometria por infravermelho, utilizando para esta análise o equipamento Espectrofotômetro Infravermelho *Excalibur – FTS-4000 Bio-Rad*, com acessório de refletância difusa, com parâmetros de resolução 8, scan 64 e intervalo espectral 7500-400 cm⁻¹.

Os dados coletados pelo equipamento foram manipulados no programa *Microcal Origin v. 6.0*, posteriormente no programa *Matlab v. 6.5* (MathWorks Inc.), que utilizou-se do programa *PLS Toolbox v. 3.0*, para a aplicação da PCA (Análise de Componentes Principais) com pré-processamentos Autoescalar e Correção Multiplicativa de sinal (MSC). Como procedimentos desta análise, realizou-se a normalização dos espectros dos grupos 2 a 5 a partir dos espectros obtidos do grupo controle. Com a aplicação do pré-processamento Autoescalar e a escolha de 4 componentes principais, pode-se obter os gráficos de *scores* e de *loadings* que, através da PCA, permite determinar as diferenças entre os materiais restauradores.

Resultados

Com os dados obtidos na análise de microdureza Vicker realizou-se o teste de análise de variância e pode-se avaliar a estatística descritiva da dureza, segundo o material (Tabela 1), observando que a resina

Tabela 1: Estatísticas descritivas da dureza, segundo o material.

Material	N	Mínimo (kgf/mm ²)	Máximo (kgf/mm ²)	Média (kgf/mm ²)	Desvio Padrão (kgf/mm ²)
Charisma	125	9,25	56,40	36,66	7,80
Filtek Z350	125	57,10	45,50	71,36	6,60
Maxxion R	125	26,00	110,00	51,77	13,80

ensaio de dureza *Vickers*. Os espécimes foram retirados dos tubos de ensaio, secos e fixados em porta-espécimes com fita adesiva e encaminhadas ao equipamento.

Colocou-se no equipamento de microdurômetro uma amostra por vez, onde suas superfícies foram expostas a 5 penetrações, utilizando um parâmetro de carga de

composta Filtek Z350 (média=71,36 kgf/mm² ± 6,60) apresentou maiores valores de dureza seguido do cimento de ionômero de vidro Maxxion R (média=51,77 kgf/mm² ± 13,80) e resina composta Charisma (média=36,66 kgf/mm² ± 7,80).

Posteriormente, analisando a estatística descritiva da

Tabela 2: Estatísticas descritivas da dureza, segundo os tipos de materiais e irradiação.

Material	N	Mínimo (kgf/mm ²)	Máximo (kgf/mm ²)	Média (kgf/mm ²)	Desvio Padrão (kgf/mm ²)
Charisma	25	17,25	51,66	36,96	8,00
Filtek Z350	25	60,26	85,66	71,36	6,30
Maxxion R	25	33,02	89,04	51,77	13,90

dureza, segundo os tipos de materiais e irradiação (Tabela 2), observou-se que as resinas compostas Filtek Z350 (média=71,36 kgf/mm² ± 6,30) obteve resultados de dureza maiores em relação aos demais materiais, Maxxion R (média=51,77 kgf/mm² ± 13,90) e Charisma (média=36,96 kgf/mm² ± 8,00).

Os testes para discriminação espectroscópica por infravermelho dos materiais, aplicando-se a PCA, evidenciaram a separação dos 3 tipos de materiais restauradores a partir das estruturas químicas e, com isso, pode-se realizar os gráficos de *scores* CP1xCP2, que apenas separou os 3 materiais em apenas 2 grupos de compostos: resina e cimento e, CP2xCP3 que separou os 3 tipos de materiais em 3 grupos (elipses), conforme as suas composições químicas (Figura 1).

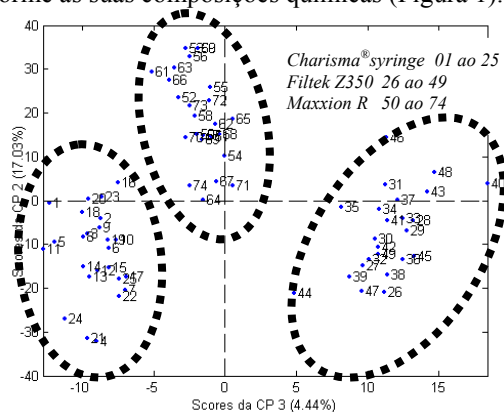


Figura 1: Gráfico de *scores* (CP2xCP3) das componentes principais (Autoescalar), separando em três grupos os materiais restauradores odontológicos.

Esta análise permite também a obtenção dos gráficos de *loadings* que mostra as diferenças nos espectros obtidos dos 3 tipos de materiais, e na seqüência, os gráficos de Refletância por número de onda (Figura 2), facilitando a identificação das bandas de absorção presentes nas amostras, confirmando as propriedades químicas dos materiais.

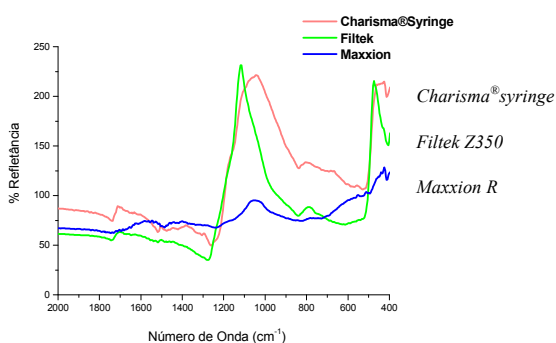


Figura 2: Gráfico da Refletância por Número de onda e determinação das diferenças entre os materiais restauradores odontológicos.

A interpretação (utilizando-se a química analítica) dos resultados obtidos (Figura 2) mostra que: entre 1660-2000 cm⁻¹, a resina Filtek Z350 apresenta diferenças nas deformações axial C-C dos monômeros

metacrilatos, deformações axial C=O dos grupos carbonila proveniente dos grupos metacrilatos nos monômeros Bis-GMA e UDMA e frequências de combinação de anéis aromáticos (Bis-GMA). Entre 559-400 cm⁻¹, a resina Charisma® syringe apresentou diferenças nas deformações das frações inorgânicas (zircônio/silica). Entre 597-470 cm⁻¹, o cimento de ionômero de vidro Maxxion R mostrou que abaixo de 500 cm⁻¹ há vibrações de formação angular de C-C e estas são provenientes de deformações axial e angular de C-H do ácido itacônico.

Entretanto, a aplicação da PCA com pré-processamento MSC, realizado na seqüência apenas forneceu resultados semelhantes ao descrito anteriormente, não trazendo novas informações.

Discussão

Em alguns trabalhos (Kimura [5-9]; Von Fraunhofer [11]; Curtis e colaboradores [3] e Haque e colaboradores [4]), os autores avaliaram a ação da radiação ionizante nos materiais odontológicos, utilizando para isto dosagens de raios gama variando de 1 Gy a 870 Gy. Contudo, sabe-se que o tipo de interação promovida pela radiação em materiais poliméricos não irá depender apenas da dose de radiação, mas de sua energia. Esses autores, ao mesmo tempo, indicam que as propriedades físicas e mecânicas de materiais odontológicos sofrem alterações quando submetidos à radiação ionizante, devido às propriedades químicas manterem uma relação direta com as demais propriedades (exemplo: mecânicas).

Entretanto, obtivemos resultados diferentes dos obtidos pelos autores citados. Neste trabalho foi observado que a estrutura química dos materiais restauradores e a dureza não apresentaram alterações quando estes foram submetidos às doses progressivas de raios gama. Também não observou-se variações de amplitude nos picos dos espectros infravermelhos (espectros de espécimes de controle versus espectros de espécimes irradiados), sendo que através dos resultados somente foi possível obter informações sobre diferenças entre os tipos de materiais resinosos e ionoméricos, devido às suas moléculas possuírem picos específicos em cada espectro.

Terra [10] irradiou um polímero com radiação X (10 Gy) e observou um aumento na dureza superficial, o qual sugere um aumento ou diminuição dos grupos funcionais que apresentam ligações cruzadas ou cisão de cadeia. O nosso trabalho utilizou radiação gama e não constatou mudanças significativas nos espectros de infravermelho dos espécimes dos grupos de controle e irradiados. Assim, pressupõe-se que não houve a formação de radicais livres e ligações cruzada ou cisão de cadeia.

Na pesquisa de Costa e colaboradores [1], foram avaliadas as possíveis alterações na dureza superficial de materiais restauradores odontológicos após a irradiação, e foi observado que a irradiação, durante o período avaliado, não interferiu na microdureza das

resinas avaliadas, corroborando os resultados desta pesquisa.

Cruz [2] diz que todos os métodos de fotoativação não promovem completa polimerização do composto resinoso, permanecendo uma quantidade de monômeros não reticulados. O consumo de monômeros residuais pode ser observado na espectrometria por infravermelho onde há diminuição das bandas nas regiões próximas ao comprimento de onda de 1600 cm^{-1} , que corresponde às ligações C=C. O consumo linear dos monômeros residuais com o aumento da dose de radiação não foi observado em nosso trabalho. Com o aumento da dose de radiação não se observou diminuição linear das bandas dos monômeros residuais e apenas observou-se uma flutuação na amplitude da banda de 1600 cm^{-1} e em outros picos, sem relação direta com o aumento da dose, o que corrobora com o autor.

Na pesquisa de Haque e colaboradores [4], analisando o efeito de 640 Gy de radiação gama sobre o uretano dimetacrilato (UDMA) fotopolimerizado, por meio do espectrômetro infravermelho com transformada de Fourier, constatou-se uma diminuição nas bandas C=C e C=O após a irradiação e, também, apresentou uma diminuição em todos os grupos funcionais do monômero irradiado em relação ao controle. Haque e colaboradores [4], notaram um aumento de 19% na dureza de superfície *Vickers*. Neste estudo, não usamos doses de irradiação elevadas como os autores mencionados anteriormente, mesmo assim, nossos resultados diferem, pois não houve um aumento significativo da dureza, em relação ao grupo de controle e não observamos a diminuição e nem aumento de grupos funcionais em relação ao de controle, onde apenas observamos a coerência entre os grupos.

Conclusão

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos no presente estudo verificou-se que não houve a detecção de efeitos prejudiciais na dureza de superfície e mudanças químicas nas estruturas dos materiais restauradores odontológicos provenientes das doses progressivas de radiação gama, durante o período avaliado.

Agradecimentos

Ao CPGEI/UTFPR, Departamento Acadêmico de Mecânica/UTFPR, Departamento Acadêmico de Física/UTFPR, Divisão de Assistência à Saúde-DIASA/UTFPR, Departamento Acadêmico de Química/UFPR, Departamento de Dentística Restauradora/PUCPr, Hospital Erasto Gaertner/CEPEP e ao CBES.

Referências

[1] Costa, A. P. C., Maia, J. M., Rocha, A. S. P. S., Colatusso, D. E., Silva, V. F. C., Vieira, S., Torno, V. Sakuraba, R. K. (2005), *Avaliação da*

Microdureza em Materiais Restauradores Odontológicos Submetidos à Radiação Gama, Trabalho de Conclusão de Curso Superior em Tecnologia em Radiologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

- [2] Cruz A. D. (2005), *Influência da radiação ionizante em compósitos odontológicos, ionômero de vidro e cerâmica*, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, 43 p., Fev.
- [3] Curtis P. Jr, Farman A. G., Von Fraunhofer J. A. (1991) "Effects of gamma radiation on the in vitro wear of composite restorative materials". *Journal Dental*, v. 19, n. 4, p. 241-44.
- [4] Haque S., Takinami S., Watari F., Khan M. H., Nakamura M. (2001) "Radiation effects of carbon ions and gamma ray on UDMA based dental resin". *Dental Material Journal*, v. 20, n. 4, p. 325-38.
- [5] Kimura H. (1980) "A study on the irradiation effect of 60 Co gamma ray on dental polymethylmethacrylate bonded parts (welding of dental polymethylmethacrylate)". *Journal Osaka University Dental Science*, n. 20, p. 1-8.
- [6] Kimura H. (1980) "A study on the effect of 60 Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (part 1)". *Journal Osaka University Dental Science*. n. 20, p. 43-49.
- [7] Kimura H. (1981) "A study on the effect of 60 Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (Part 2)". *Journal Osaka University Dental Science*, n. 21, p. 25-36.
- [8] Kimura H. (1981) "A study on the effect of 60 Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (Part 3)". *Journal Osaka University Dental Science*, n. 21, p. 37-57.
- [9] Kimura H. (1982) "A study on the effect of 60 Co gamma ray irradiation on the abrasion of dental polymethylmethacrylate (part 4)". *Journal Osaka University Dental Science*, n. 22, p.1-15.
- [10] Terra E. T. (2004), *Efeitos da radiação X no compósito Filtek Z250*, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, Piracicaba, 40 p., Fev.
- [11] Von Fraunhofer J. A., Curtis P. Jr, Sharma S, Framn A. G. (1989) "The effects of gamma radiation on the properties of composite restorative resins". *Journal Dental*, v. 17, n. 4, p. 177-83.