

e foi comparada sua composição química antes e depois da irradiação. Utilizando as mesmas amostras, também foi feita uma espectrometria de raios gamma com detectores de iodato de sódio (NaI). Depois disto, as amostras foram conservadas em um local apropriado e, 8 anos mais tarde, as mesmas análises foram repetidas.

Destas análises, foi possível verificar pequenas alterações nas composições químicas dos corpos de prova, devido à sua interação com a radiação e, comparando os resultados obtidos 8 anos após a exposição à um feixe de raios gamma, foi também possível simular parte da situação de um paciente que desenvolve efeitos deletérios da radiação, após o término do tratamento radioterápico.

3 Motivações

Atualmente, existem vários tipos de materiais restauradores. Neste trabalho, três dos materiais mais utilizados foram estudados: o amálgama, a resina composta e o compômero [10], [11].

Estudos odontológicos correlacionam o aparecimento de cáries em pacientes que foram submetidos a radioterapia [18], [15]. Em geral, as cáries devido à radiação mostram diferentes aspectos, a sua evolução é rápida e indolor, e elas aparecem cerca de três meses após o término do tratamento radioterápico. Elas afetam todas as superfícies dentais e estão relacionadas com a xerostomia e as mudanças nos hábitos alimentares [16], [17]. Hoje em dia, técnicas para prevenir esse tipo de cáries inclui a aplicação tópica de Flúor, lavar a boca com substâncias fluoradas e uso de creme dental com flúor [9], [4].

Antes de iniciar um tratamento de radioterapia, o paciente deve ser submetido a uma avaliação odontológica e o dentista deve elaborar um tratamento rápido e eficiente, que inclui a extração de resíduos de raízes dentárias, o tratamento de lesões cariogênicas, a eliminação de problemas periodontais e a correção das más oclusões (também dentes

Comparação da Composição Química de Materiais Utilizados em Restaurações Dentárias 8 Anos Após a Irradiação

Miréia Florêncio Maio¹, Adimir dos Santos² e
Marco A. R. Fernandes³

Traduzido à partir de
Comparison of Chemical Composition
of Materials Used in Dental Restorations
8 Years After the Irradiation

apresentado na

International Nuclear Atlantic Conference - INAC;
Rio de Janeiro, RJ, Brazil;
September 27 to October 2, 2009.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA NUCLEAR - ABEN
ISBN: 978-85-99141-03-8

¹Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN / CNEN - SP); Av. Professor Lineu Prestes 2242; 05508-000, São Paulo, SP. mfmiao@ipen.br

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

³Faculdade de Medicina de Botucatu (UNESP - Campos Botucatu); Distrito de Rubião Júnior; 18618-970, Botucatu, SP. marcosrf@salesiano-ata.br

Sumário

1	Resumo	1
2	Introdução	1
3	Motivações	2
4	Metas	3
5	Metodologia	3
6	Resultados	5
6.1	Alterações na composição química dos materiais	5
7	Picos de energia do material odontológico	8
8	Conclusões	10
9	Referências	11

1 Resumo

O propósito deste trabalho consistiu em estudos quantitativos sobre os efeitos causados pela radiação ionizante sobre os materiais comumente utilizados em restaurações odontológicas (amálgama, resina composta e compômero), para mitigar os efeitos deletérios da radioterapia nos pacientes com tumores de cabeça e pescoço, observados quando dentes obturados estão dentro do campo da radiação. As amostras foram submetidas ao feixe de radiação a partir de uma fonte de cobaltoterapia, e analisadas por uma técnica de fluorescência de raios-X, pela comparação da composição química das amostras antes e após a irradiação. A espectrometria gamma foi realizada com um detector de NaI e HPGe nas mesmas amostras. Em seguida, as amostras foram mantidas em um local apropriado e após 8 anos foram repetidas as mesmas análises.

Com estes testes, foi possível verificar pequenas mudanças na composição dos corpos de prova, devido à interação, 8 anos após a exposição dos feixes de radiação gamma, simulando um paciente que desenvolve efeitos deletérios da radiação após o fim do tratamento por radioterapia.

2 Introdução

Este trabalho consistiu em estudos quantitativos sobre os efeitos da radiação ionizante em materiais utilizados nas restaurações dentárias (amálgama, resina composta, e compômero), visando esclarecer os possíveis efeitos deletérios da radioterapia em pacientes com tumores na cabeça e pescoço, caso a restauração odontológica esteja dentro do campo de radiação. Corpos de prova foram submetidos à um feixe de raios gamma a partir de uma fonte de terapia de cobalto. Eles foram analisados utilizando-se uma técnica de raio X de fluorescência,

Elemento Presente	Amostras piloto analisadas em 2001	Amostras irradiadas analisadas em 2001	Amostras piloto analisadas em 2009	Amostras irradiadas analisadas em 2009
Abundância %	% \pm 0,01	% \pm 0,01	%	%
Si, Silício	40,1	37,8	26,7 \pm 0,1	25,1 \pm 0,1
O, Oxigênio	33,1	37,8	37,2 \pm 0,1	37,1 \pm 0,1
Zr, Zircônio	24,2	23,3	30,4 \pm 0,1	33,8 \pm 0,1
Hf, Háfnio	0,73		0,57 \pm 0,01	0,57 \pm 0,1
Al, Alumínio	0,48	0,35		
Na, Sódio	0,45	0,33		
Ca, $Ca(OH)_2$	0,35			
Cl, Cloro	0,21	0,27		
Co, Cobalto		0,006		
S, Enxofre	0,17			
P, Fósforo	0,072	0,057		
Mg, Magnésio	0,064			
Fe, Ferro	0,057	0,050	0,09 \pm 0,01	0,062 \pm 0,01
Cu, Cobre	0,008	0,004		
Ni, Níquel	0,006	0,009		
Mn, Manganês	0,003	0,012		
Cr, Cromo	0,002			
Zn, Zinco		0,001		
Ca, Cálcio			0,8 \pm 0,1	

Tabela 2: Análises das amostras de resina composta realizadas em 2001 e 2009

mal localizados que estão causando trauma na cavidade bucal). Desta forma, o saúde bucal é devolvido ao paciente objetivando não agravar seus problemas durante o tratamento oncológico. Nos casos em que estes tratamentos anteriores não são possíveis, a extração dental é recomendado [6], [14]. Quando aparecem cáries, devido à radiação, o tratamento consiste na restauração utilizando materiais fluorados, amputação das coroas dentárias e confecção de próteses [14], [19]. Nestes casos, os pacientes são submetidos a terapias alternativas, mas apenas com o propósito paliativo de aliviar os sintomas [8].

Por essa razão, é extremamente importante o desenvolvimento de pesquisas que investigam os efeitos reais de radiação sob os dentes humanos e que procurar alternativas para esclarecer ou eliminar os efeitos deletérios da radioterapia em pacientes com tumores de boca.

4 Metas

O objetivo principal deste trabalho é estudar as possíveis alterações químicas da composição dos materiais citados acima, após submetê-los à um feixe de raios gamma. Para este propósito, a técnica de fluorescência de raio X e de espectrometria gamma foram utilizadas e os resultados obtidos em 2001, quando a primeira análise foi realizada, foram comparados com os resultados obtidos em 2009, para os mesmos materiais.

5 Metodologia

As amostras analisadas foram confeccionados e divididos em três conjuntos: 1 corresponde às amostras de amálgama, conjunto 2 para as amostras de resinas compostas, e o conjunto 3, às amostras de compômero.

Os corpos de prova foram distribuídos em dois grupos: um grupo-piloto que contém 5 amostras de cada um dos conjuntos de 1, 2, 3 e que não foram submetidos a radiação, e outro grupo com 15 amostras de cada conjunto que foram irradiadas.

O grupo piloto foi analisado pela técnica de fluorescência de raio-X para discriminar a composição química exacta dos materiais à serem irradiados, uma vez que cada elemento químico tem a sua própria resposta à radiação. Uma vez que a composição química era conhecida, as amostras do grupo à serem irradiadas foram submetidas à um feixe de raios gamma a partir de uma fonte de cobalto para terapia. A dose foi de 5000 a 7000 GCi, que representa a dose recebida (isto é, a dose média dos protocolos de tratamento) por pacientes com tumores da cabeça e pescoço submetidos a radioterapia cervical ou facial que cobre uma grande parte da arcada dentária. De fato, a dose de tratamento é de 180 GCi por dia, 5 dias por semana. O caso aqui analisado corresponde à situação de maior intensidade dos efeitos agudos e crônicos radiobiológicos.

Seguindo este procedimento, as amostras irradiadas foram submetidas à espectrometria gamma utilizando um detector de Iodato de Sódio (NaI) em 2001 e um detector de Germânio Hiper Puro (HPGe) em 2009. O objetivo desta análise foi determinar as contagens de fótons dos picos de energia das amostras irradiadas e verificar se havia alguma diferença em suas emissões em comparação com a amostra piloto (ou seja, não irradiada).

A composição química das amostras irradiadas foi obtida pela técnica de fluorescência de raio-X e os resultados foram comparados com os da amostra piloto.

Depois disto, as amostras foram conservadas em um local próprio e 8 anos mais tarde as mesmas análises foram repetidos e os resultados foram comparados.

6 Resultados

6.1 Alterações na composição química dos materiais odontológicos

Comparação entre os resultados de 2001 e 2009 da composição química das amostras, determinada pela técnica de fluorescência de raio-X (antes e após a irradiação).

Elemento Presente	Amostras piloto analisadas em 2001	Amostras irradiadas analisadas em 2001	Amostras piloto analisadas em 2009	Amostras irradiadas analisadas em 2009
Abundância %	% \pm 0,01	% \pm 0,01	%	%
Hg, Mercúrio	53,5	53,9	42,4 \pm 0,7	45,5 \pm 0,7
Ag, Prata	23,3	23,3	25,9 \pm 0,7	23,9 \pm 0,8
Sn, Estanho	14,6	14,1	13,6 \pm 0,9	18,8 \pm 0,9
Cu, Cobre	7,3	7,6	11,0 \pm 0,1	9,9 \pm 0,1
Si, Silício	0,49		2,2 \pm 0,2	1,9 \pm 0,1
Zn, Zinco	0,17	0,092		
Al, Alumínio	0,11			
Cr, Cromo	0,094	0,067		
Fe, Ferro	0,084	0,096		
P, Fósforo	0,045			
Ni, Níquel	0,039	0,020		
Co, Cobalto	0,022	0,036		
Na, Sódio		0,50		
Mn, Manganês	0,022	0,071		

Tabela 1: Análises das amostras de amálgama realizadas em 2001 e 2009

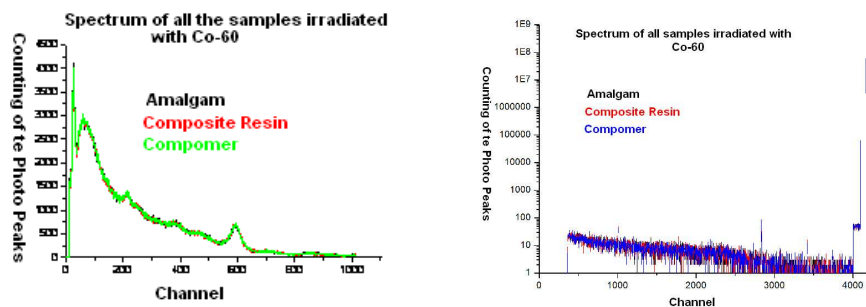


Figura 4: Espectros de todas as amostras analisadas em 2001 e 2009, respectivamente.

8 Conclusões

Nas tabelas 1 e 2 observa-se que não houveram alterações significativas. Os elementos que desaparecem em 2009 são de baixa abundância em 2001 e não podem ser caracterizada em laboratório para análise em 2009.

Na tabela 3, há mudanças significativas nas amostras. Mas uma análise mais aprofundada é necessária para conclusões mais precisas.

Nas figuras 1, 2 e 3, você pode perceber que não foi mostrado nenhuma radiação residual nas amostras quando irradiadas em 2001 e revistas em 2009.

Elemento Presente	Amostras piloto analisadas em 2001	Amostras irradiadas analisadas em 2001	Amostras piloto analisadas em 2009	Amostras irradiadas analisadas em 2009
Abundância %	% ± 0,01	% ± 0,01	%	%
Sr, Estrôncio	34,9	43,2	72,7 ± 0,01	0,16 ± 0,01
O, Oxigênio	29,0	24,9	19,5 ± 0,01	45,7 ± 0,01
Si, Silício	15,7	17,0		33,9 ± 0,01
Al, Alumínio	8,6	9,7	6,9 ± 0,01	
F, Flúor	6,6			
P, Fósforo	2,1	2,6		
Na, Sódio	1,6	1,6		
Ca, Cálcio	0,46	0,46		
Cl, Cloro	0,36	0,28		
S, Enxofre	0,28	0,14		
K, Potássio	0,23			
Fe, Ferro	0,085	0,030		0,042 ± 0,01
Mg, Magnésio	0,078			
Mn, Manganês	0,023	0,025		
Cu, Cobre	0,016	0,015		
Co, Cobalto	0,013	0,009		
Ni, Níquel	0,010	0,012		
Cr, Cromo		0,017		
Zr, Zircônio				19,9 ± 0,01
Hf, Háfnio				0,4 ± 0,01
Ba, Bário			0,098 ± 0,05	

Tabela 3: Análises das amostras de compômero realizadas em 2001 e 2008

7 Contagem de fótons dos picos de energia do material odontológico

Contagem de fótons dos picos de energia usando o detector de NaI em 2001 e o detector HPGe em 2009.

As amostras irradiadas e não-irradiadas foram novamente analisadas com equipamentos de espectrometria de raio-gama, a fim de verificar as alterações na contagem de fótons dos picos de energia presentes na amostra em função da dose de radiação utilizada. O espectro de raios gamma foi obtido para todos os corpos de prova utilizando detectores multicanais (NaI em 2001 e HPGe em 2009). O comportamento dos picos de fótons como função da energia de radiação (isto é, o canal do instrumento) é mostrado nas Figuras 1, 2 e 3 para as amostras de amálgama, resinas compostas e compômero respectivamente. Essas figuras contêm as duas análises do material, o primeiro de 2001 e o segundo de 2009. O tempo de contagem, em ambos os casos foi de 1800 segundos.

As Figuras que se seguem ilustram os espectros de raios gamma (detectores NaI e HPGe) dos três tipos de amostras irradiadas.

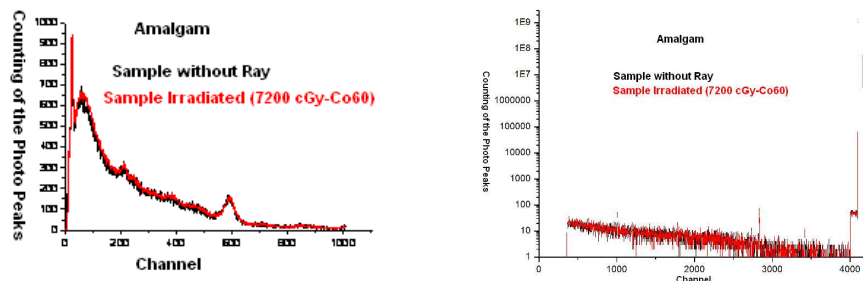


Figura 1: Espectrometria gamma das amostras de amálgama obtidas em 2001 e 2009, respectivamente.

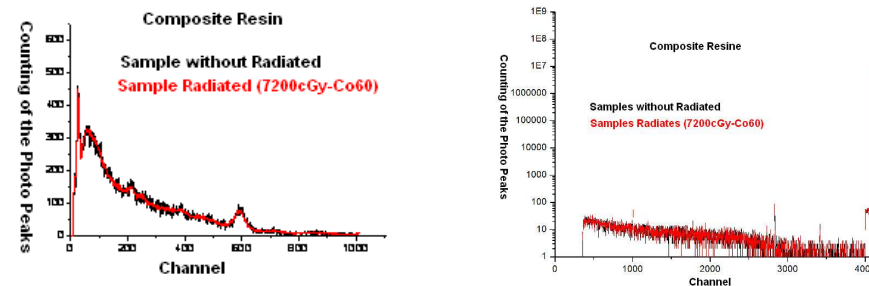


Figura 2: Espectrometria gamma das amostras de resina composta obtidas em 2001 e 2009, respectivamente.

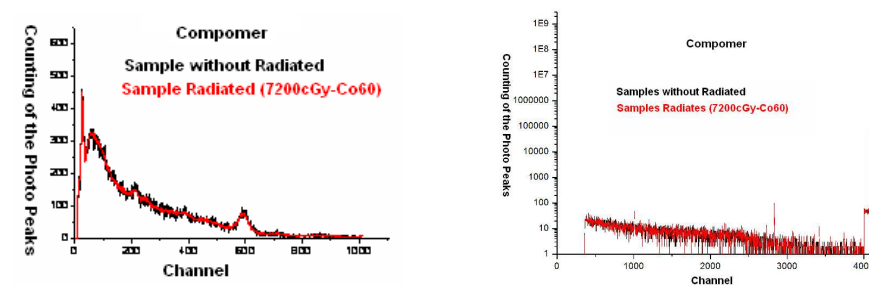


Figura 3: Espectrometria gamma das amostras de compômero obtidas em 2001 e 2009, respectivamente.

9 Referências

Referências

- [1] ABATE, P.F. et al. Barcol Hardness of Resin Modified Glass Ionomer Cements and a Compomer. *Quintessence Int.*, v.28, n.05, p.345-348. 1997.
- [2] BERTACCHINI, S.M. et al. Solubility and Fluoride Release in Ionomers and Compomers. *Quintessence Int.*, v.30, n.03, p.193-197, 1999.
- [3] BUSSADORI, S.K. *Dentística Odontopediátrica - Técnicas de Trabalho e Uso de Materiais Dentários*. São Paulo: Santos. 2000.
- [4] , W. et al. "Oral Care of Patients Irradiated for Cancer of the Head and Neck". *Cancer*, v.30, p.448-53, 1972.
- [5] CARVALHAES, R.F. *Dentística - Bases Biológicas e Aspectos Clínicos*. Rio de Janeiro: Médici, 1997.
- [6] DA SILVA, Luiz Carlos Ferreira et al. "Avaliação dos Fatores de Risco Dentais e de Malignidade em Radioterapia da Cabeça e do Pescoço".
- [7] DYRACTAP: Technical Manual. Dentsply Retry, 1999. ERNST, C.P. et al. Retentive Strengths of Last Gold Crowns Using Glass Ionomer, Compomer or Resin Cement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v.9, n.4, p.472-476, Apr., 1998.
- [8] FERLAY, J. et al, "Globocon 1: Cancer Incidence and Mortality Worldwide (CDROM). International Agency for Research on Cancer, World Health Organization". Lyon IARC press 1998.

- [9] GHALICHEBAF, M. et al. "A New Technique for Fabrication of Fluoride Carriers in Patients Receiving Radiotherapy to the Head and Neck". *Compend. Contin. Educ. Dent*, v.15, p.470-6, 1994.
- [10] <http://www.saudebucal.med.br/tratamentos.php> - acessado em 19 de maio de 2008
- [11] <http://www.terra.com.br/saudebucal/colgate/tratamentos/restauracao.htm> - acessado em 18 de maio de 2008
- [12] <http://www.brasilecola.com/odontologia/amalgama.htm> - acesso em 19 de maio de 2008
- [13] http://pt.wikipedia.org/wiki/Resina_composta - acessado em 17 de maio de 2008
- [14] http://www.semhalito.com.br/2005/m.asp?cod_pag=8 - acessado em 09 de junho de 2008.
- [15] KARMIOL, M. & WALSH, R. F. "Dental Caries after Radiotherapy of the Oral Regions". *J. Am. Dent. Assoc*, v.91, p.838-45, 1975.
- [16] "Manual do Paciente com Câncer". Sociedade Brasileira de Cancerologia (SBC) - Núcleo de Apoio ao Pacientes com Câncer (NAPACAN), 1999.
- [17] "Manual de Alimentação para Pacientes em Tratamento Radioterápico", Hospital do Câncer (A. C. Camargo) - Serviço de Nutrição Clínica, 1999.
- [18] MEALEY, B.L. et al. "The Head and Neck Radiotherapy Patient: Part 2 Management of Oral Complications". *Compend. Contin. Educ. Dent.*, v.15, p.442-58, 1994.

- [19] MERAW, S.J., REEVE, C.M. "Dental Considerations and Treatment of the Oncology Patient Receiving Radiation Therapy". *Jada*, v. 129, p. 201-5, 1998.
- [20] SALETE, M.N. *Odontopediatria na Primeira Infância*. São Paulo: Santos, 1999. (1ª reimpressão) *The Dental Adviser* - edição em português, v.5, n.9, Oct., 1998.
- [21] *The Dental Adviser* - edição em português, v.6, n.1, Fevereiro, 1999.
- [22] TRAITEL, M. *Compômero x Resina: A Evolução dos Materiais Restauradores*. *Revista Brasileira de Odontologia*. RJ, v.56, n.4, p.165-169, 1999.
- [23] Viviane Berg Moreno, V.B.; Ribeiro M.; Melo A.T. *Compomer: Main Properties and Indications*.