

# Influência da Radiação nas Propriedades de Diferentes Materiais Resinosos

## Influence of Radiation on Properties of Resinous Materials

Euridsse S. AMADE<sup>1</sup>, Fabiane M. FERREIRA<sup>2</sup>, Veridiana R. NOVAIS<sup>3</sup>, Lourenço CORRER-SOBRINHO<sup>4</sup>, Carlos J. SOARES<sup>5</sup>

1 - Mestranda em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG;

2 - Professora Mestre do Curso Técnico em Prótese Dental da Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG;

3 - Professora Mestre da Área de Dentística e Materiais Odontológicos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG;

4 - Professor Doutor da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Piracicaba-SP;

5 - Professor Doutor da Área de Dentística e Materiais Odontológicos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG.

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a influência da radiação gama cobalto<sub>60</sub> nas propriedades mecânicas de materiais poliméricos. **Material e Método:** Três materiais resinosos foram avaliados: RC, resina composta Z100 (3M ESPE); RL, resina laboratorial Sinfony (3M ESPE); CR, e cimento resinoso de dupla ativação RelyX ARC (3M ESPE). Utilizando ensaios de flexão de quatro pontos, tração diametral e dureza Knoop como parâmetros, quinze amostras por teste foram divididas em três grupos (n=5): C – grupo controle não irradiado; G60Gy – radiação gama-Co<sub>60</sub> com sessenta Gy em dose única; G2Gy - radiação gama-Co<sub>60</sub> com sessenta Gy em dose diária fracionada em dois Gy. Os dados foram submetidos a ANOVA e ao teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). **Resultados:** A radiação não influenciou os valores de resistência

flexural para o RL, no entanto foi fator de influência para os outros dois materiais. Os valores obtidos no ensaio de tração diametral foram semelhantes para RL. A dureza knoop para RC não foi influenciada pela irradiação, enquanto RL e CR tiveram influência da radiação gama cobalto<sub>60</sub>. **Conclusão:** O emprego da irradiação em dose única, testando materiais restauradores poliméricos, resulta em alterações diferentes daquelas observadas com dose fracionada. A irradiação em doses fracionadas influencia negativamente as propriedades mecânicas da resina Z100 e do cimento resinoso RelyX ARC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Radioterapia, propriedades mecânicas, materiais poliméricos.

### INTRODUÇÃO

A radioterapia é um componente importante na terapia do câncer podendo ser indicada, isoladamente ou em combinação com outros métodos terapêuticos. As radiações ionizantes transportam energia para interagir com os tecidos que dão origem a elétrons que ionizam o meio e criam efeitos químicos como a hidrólise e a ruptura das cadeias de DNA das células tumorais. Há aparelhos que geram radiação de energia, liberando raios X e elétrons, ou a partir de fontes de isótopo radioativo, que geram raios gama<sup>1-5</sup>. A escolha do método é influenciada pela profundidade do tumor<sup>6-10</sup>, e geralmente, para o tratamento do câncer de cabeça e pescoço, é utilizada a terapia de feixe externo (acelerador linear ou gama cobalto) ou radioterapia de intensidade modulada, no qual fornece doses de radiação precisa para um tumor maligno ou áreas específicas dentro do tumor. A quantidade de radiação aplicada varia entre sessenta a setenta Gy<sup>7,8,11-14</sup>.

Quando feixes de raios gama são emitidos em objetos metálicos, quantidade significativa de radiação é dispersa<sup>6,10,11,15,16</sup>. A

dispersão da radiação e o desequilíbrio eletrônico de materiais de elevado número atômico, como os metais, resultam em diminuição da dose que atinge o tumor e aumenta a exposição dos tecidos moles e duros<sup>2,14,15</sup>. Desta forma, os protocolos de tratamentos dentais para pacientes que serão submetidos à radioterapia, normalmente requerem a substituição das restaurações metálicas por restaurações com materiais de baixa densidade<sup>6,12,14,17</sup>.

Os materiais poliméricos são considerados de baixa densidade e muito utilizados na Odontologia, devido a crescente demanda de pacientes por restaurações estéticas, juntamente com o interesse permanente da Odontologia restauradora em utilizar materiais adesivos, que permitam a preservação dos tecidos dentais<sup>3,10,11,14,18,19,20</sup>. Embora muitos estudos venham sendo conduzidos no intuito de avaliar as propriedades dos materiais resinosos<sup>15,18,19,21</sup>, poucas pesquisas tem sido realizadas para avaliação do efeito das radiações ionizantes nas propriedades mecânicas destes materiais. Parece haver alterações químicas nas estruturas dos materiais restauradores quando recebem doses

progressivas de radiação gama, assim como alterações na dureza desses compósitos, no entanto, pouca informação é encontrada na literatura<sup>16</sup>. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da radiação gama cobalto<sub>60</sub> nas propriedades mecânicas de diferentes materiais resinosos, testando a hipótese de que a radiação ionizante altera as propriedades mecânicas desses materiais.

## MATERIAL E MÉTODO

Este estudo avaliou a resistência à flexão, resistência à tração diametral e microdureza Knoop de três materiais poliméricos: RC- resina composta Z100 (3M-ESPE, St Paul, MN, USA); CR- cimento resinoso RelyX ARC (3M-ESPE); e RL- resina laboratorial Sinfony (3M-ESPE) sob efeito da radioterapia variando o tipo de tratamento: C, grupo controle: não irradiado; G60Gy: irradiado com radiação gama do cobalto<sub>60</sub> em dose única de sessenta Gy; G2Gy: irradiado com radiação gama do cobalto<sub>60</sub> fracionada em doses diárias de dois Gy, cinco dias por semana, durante seis semanas, protocolo que simula o tratamento desenvolvido no Hospital do Câncer da Universidade Federal de Uberlândia para pacientes com tumor na região de cabeça e pescoço. O equipamento de telecobaltoterapia utilizado foi o modelo *Theratron Phoenix Cobalt 60 Radiotherapy Treatment Unit* (Theratronics Internacional Ltd. Atomia Energy of Canada, Ltd., Ontário, Canadá). Durante todo o processo, as amostras permaneceram imersas em água deionizada a temperatura de 37°C.

As amostras foram confeccionadas de acordo com as instruções do fabricante, e respeitando as dimensões preconizadas pela International Standard Organization - ISO.

### Ensaio de Tração Diametral

Quinze amostras cilíndricas foram confeccionadas para cada material, de acordo com as Especificações da ANSI-ADA nº27. Para isto, utilizou-se uma matriz de alumínio bipartida com 6,0 mm de diâmetro e 3,0 mm de espessura para inserção do material. Para a confecção das amostras dos materiais Z100 e RelyX

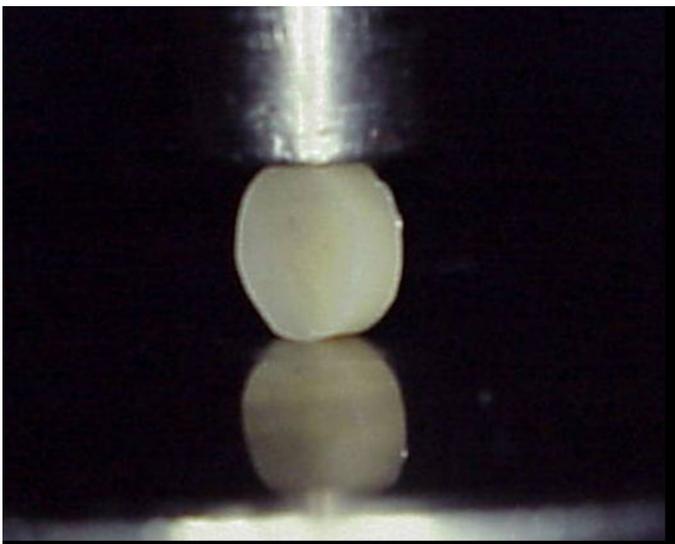


Figura 1. Ensaio de resistência à tração diametral realizada com amostra de resina laboratorial.

ARC o material foi inserido incrementalmente no interior da matriz e foi polimerizado empregando unidade de luz halógena com intensidade luminosa de 800 mW (XL 3000, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA). Para a confecção das amostras da resina laboratorial Sinfony, o material foi inserido incrementalmente no interior da matriz e polimerizada inicialmente por meio de fonte de luz halógena (Visio Alfa, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA) e em seguida foi pós-polimerizada por quinze minutos sob calor e pressão em equipamento de polimerização final a vácuo (Visio Beta Vario, 3M ESPE, St, MN, USA) para completar a tomada de presa. Após polimerização, estas amostras foram removidas do molde e armazenadas em água destilada a 37°C por vinte e quatro horas. As amostras foram testadas empregando carga compressiva em máquina de ensaio mecânico (EMIC 2000 DL, São José dos Pinhais, SP, Brasil) na superfície diametral das amostras (Figura 1), com velocidade de 0,5 mm/minuto. A resistência a tração diametral foi calculada pela fórmula:

$$DTS = \frac{2F}{\pi DT}$$

no qual  $P$  é a carga máxima,  $D$  é o diâmetro da amostra, e  $T$  a espessura da amostra.

### Ensaio de resistência a penetração: Dureza Knoop

Para o ensaio de dureza Knoop, confeccionou-se amostras em formato de meia-lua com 3 mm de espessura e 6 mm de diâmetro, o que corresponde à metade do espécime preconizado para o ensaio de tração diametral. Após a inclusão das amostras,

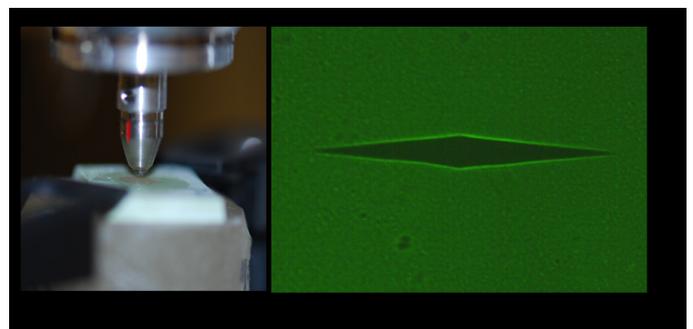


Figura 2. Ensaio de dureza Knoop de amostra de cimento resinoso, demonstrando regularidade na edentação na forma de losango.

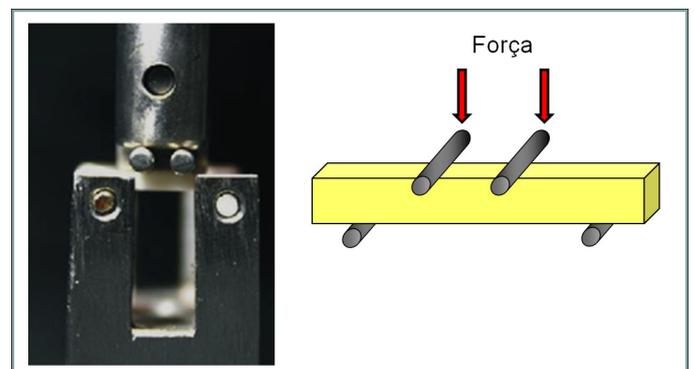


Figura 3. Ensaio de resistência flexural de 4 pontos de amostra de resina laboratorial na forma de barra.

**Tabela 1.** Valores das médias e desvios-padrão (MPa) de resistência à flexão (N=5).

| Material  | Controle                 | G60gy                   | G2gy                     |
|-----------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Z100      | 44,7 ± 7,4 <sup>AB</sup> | 56,4 ± 6,2 <sup>A</sup> | 31,9 ± 11,2 <sup>B</sup> |
| Sinfony   | 63,8 ± 0,0 <sup>C</sup>  | 77,8 ± 0,0 <sup>B</sup> | 87,4 ± 7,2 <sup>A</sup>  |
| RelyX ARC | 62,2 ± 10,2 <sup>A</sup> | 56,6 ± 9,6 <sup>A</sup> | 55,9 ± 7,5 <sup>A</sup>  |

\* Letras diferentes significam diferenças estatísticas em função do tipo de tratamento para cada material isoladamente – horizontal (P<0,05).

e posterior polimento, a microdureza Knoop foi determinada utilizando microdurômetro FM-700 (Filter-Tech Corp, Tokio, Japan) com carga de 50g por 30 segundos. Cinco endentações (Figura 2), foram realizadas na base e no topo de cada espécime<sup>14</sup>.

### Ensaio de resistência a flexão

Para o ensaio de resistência a flexão, 5 amostras para cada material foram confeccionadas de acordo com as instruções do fabricante e especificações da ISO 4049 (25 ± 2 mm X 2 ± 0,1 mm X 2 ± 0,1 mm). O teste de quatro pontos (Figura 3), foi realizado com duas pontas aplicadoras de 2 mm de diâmetro, obedecendo 20 mm de distância entre os apoios que suportavam a barra, em máquina de ensaio mecânico (EMIC 2000 DL, São José dos Pinhais, PR, Brazil) com velocidade de 0,5mm/minuto. A resistência à flexão foi calculada pela fórmula:

$$\delta f = \frac{3Fl}{2bh^2}$$

no qual, l é a distância entre os apoios (vinte mm), b é a espessura da amostra, e h é a altura da amostra.

Os dados obtidos em cada teste foram submetidos a análise de variância fatorial ANOVA e ao teste de comparação de médias Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## RESULTADOS

Os valores médios obtidos no ensaio de resistência à flexão estão descritos na Tabela 1. A análise de variância revelou que a irradiação não teve efeito significativo para o cimento resinoso RelyX ARC, no entanto foi fator de influência para os demais materiais. Para a resistência à tração diametral os valores médios estão descritos na Tabela 2. A análise de variância que a

**Tabela 2.** Valores das médias e desvios-padrão (MPa) de resistência à tração diametral (N=5).

| Material  | Controle                | G60gy                   | G2gy                    |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Z100      | 49,2 ± 6,9 <sup>A</sup> | 54,5 ± 7,3 <sup>A</sup> | 26,6 ± 7,4 <sup>B</sup> |
| Sinfony   | 40,9 ± 8,8 <sup>A</sup> | 43,2 ± 9,0 <sup>A</sup> | 38,0 ± 6,5 <sup>A</sup> |
| RelyX ARC | 48,3 ± 1,8 <sup>A</sup> | 47,4 ± 3,5 <sup>A</sup> | 38,2 ± 6,6 <sup>B</sup> |

\* Letras diferentes significam diferenças estatísticas em função do tipo de tratamento para cada material isoladamente – horizontal (P<0,05).

irradiação influenciou os materiais resina composta Z100 e cimento resinoso RelyX ARC, sendo que menores valores foram encontrados para os grupos que receberam dose fracionada de radiação.

Na análise dos resultados de microdureza Knoop (HKN) descritos na Tabela 3, a região de topo e base não foi significativa para nenhum material testado. Enquanto o fator dose irradiação interferiu nos resultados dos materiais resina laboratorial Sinfony e cimento resinoso RelyX ARC, no grupo que recebeu dose fracionada (2Gy).

## DISCUSSÃO

O tratamento restaurador de lesões de cáries em dentes de pacientes submetidos à radioterapia cervicofacial pode ser extremamente desgastante para pacientes e cirurgiões-dentistas. Parece existir dificuldades de adesão entre a restauração e o substrato dentinário de dentes irradiados, principalmente após altas doses de irradiação<sup>4,8,22-24</sup>. Recentemente, Soares *et al.*, 2010<sup>14</sup>, relataram que a radiação gama do cobalto 60 aplicada em protocolo semelhante ao descrito neste estudo, reduz significativamente a resistência do esmalte e dentina independente da orientação dos prismas e túbulos, danificando principalmente a matriz orgânica do dente.

Em virtude da interferência que materiais restauradores metálicos podem exercer durante o tratamento de radioterapia, é sugerida a substituição dos mesmos por materiais plásticos ou vítreos, ou a confecção de moldeiras de material sintético que sobreponham essas restaurações ou artefatos metálicos no momento da irradiação<sup>10,14,17,20</sup>. Porém, é desafio para a Odontologia atual, reabilitar pacientes que serão submetidos a radioterapia, sabendo que após o tratamento o substrato dental encontra-se fragilizado<sup>3,5,13,16,21,25,26</sup>. Diante disto, a análise da influência da

**Tabela 3.** Médias e desvios-padrão de microdureza Knoop (HKN) das regiões de topo e base dos materiais testados (N=5).

| Material  | Controle                 |                           | G60gy                     |                           | G2gy                      |                           |
|-----------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|           | Base                     | Topo                      | Base                      | Topo                      | Base                      | Topo                      |
| Z100      | 117,1 ± 9,4 <sup>A</sup> | 120,6 ± 13,7 <sup>A</sup> | 110,2 ± 14,6 <sup>A</sup> | 120,6 ± 13,7 <sup>A</sup> | 102,7 ± 15,7 <sup>A</sup> | 107,6 ± 17,5 <sup>A</sup> |
| Sinfony   | 29,1 ± 0,8 <sup>A</sup>  | 29,6 ± 1,7 <sup>A</sup>   | 29,1 ± 0,8 <sup>A</sup>   | 29,6 ± 1,7 <sup>A</sup>   | 25,9 ± 3,2 <sup>B</sup>   | 28,5 ± 1,7 <sup>B</sup>   |
| RelyX ARC | 47,0 ± 2,6 <sup>B</sup>  | 44,2 ± 1,6 <sup>B</sup>   | 47,0 ± 2,6 <sup>B</sup>   | 44,2 ± 1,6 <sup>B</sup>   | 55,6 ± 5,2 <sup>A</sup>   | 58,0 ± 7,3 <sup>A</sup>   |

\* Letras diferentes significam diferenças estatísticas em função do tipo de tratamento para cada material isoladamente – horizontal (P<0,05).

irradiação sobre os materiais restauradores se faz necessária, a fim de determinar o real efeito sobre os materiais restauradores que foram ou que estão sendo submetidos a tratamento radioterápico, respaldando com segurança e confiabilidade a conduta do cirurgião-dentista no ato da escolha e/ou indicação dos materiais odontológicos. Este estudo demonstrou que a hipótese gerada neste trabalho foi aceita, visto que houve redução nas propriedades mecânicas dos materiais testados após o tratamento de radioterapia.

Atualmente, pesquisas que determinaram a influência da radiação nos materiais restauradores odontológicos são escassas. O presente estudo, por meio da comparação do comportamento mecânico de materiais restauradores poliméricos, submetidos ao protocolo de radioterapia utilizado no tratamento de câncer de cabeça e pescoço, demonstrou que a irradiação contribuiu para a fragilização de alguns dos materiais testados. Utilizou-se a radiação gama do cobalto<sub>60</sub> variando a forma de aplicação entre os grupos. Parte das amostras submetidas a irradiação recebeu 60Gy aplicados em dose única (G60Gy). A outra parte recebeu 60Gy em doses fracionadas de dois Gy diários (G2Gy), sendo este o modo como ocorre no atendimento clínico de pacientes. A aplicação em dose única foi realizada a fim de verificar se em estudos laboratoriais isso poderia ser feito, com intuito de minimizar o tempo de utilização dos aparelhos. Contudo, não é recomendável o esquema único de aplicação, visto que os resultados obtidos para este grupo (G60Gy) foram semelhantes ao grupo controle, no qual não foi realizada a irradiação. E ao mesmo tempo, este grupo de dose única apresentou os resultados diferentes do grupo com dose fracionada.

Técnicas restauradoras adesivas parecem ser indicadas nos casos de cáries de irradiação<sup>8,10,11,20,27</sup>. Nesse contexto, é importante o estudo das propriedades biomecânicas dos materiais poliméricos antes e após serem submetidos a diferentes protocolos radioterápicos. Com relação à resina composta Z100 avaliada neste estudo, seus valores de resistência à tração diametral e resistência flexural mostram-se diminuídos de forma significativa após ser submetida a radiação gama do cobalto<sub>60</sub> de forma fracionada.

Os protocolos radioterápicos utilizados neste estudo também alteraram a resistência à flexão dos materiais testados. Esta propriedade mecânica é essencialmente mensurada por meio de teste que mede a interação simultânea das tensões de tração, compressão e cisalhamento quando uma carga de compressão no é aplicada no centro do corpo de prova. A deformação resultante é representada pela diminuição em comprimento da superfície superior (deformação compressiva) do corpo de prova em forma de barra e pelo aumento do comprimento da superfície inferior (deformação por tração)<sup>28</sup>. Os valores de resistência à flexão da resina composta Z100 diminuíram significativamente após aplicação da dose fracionada de radiação. Para a resina laboratorial Sinfony houve aumento da resistência à flexão em ambos os protocolos utilizados, ao mesmo tempo em que os valores de microdureza diminuíram significativamente. A dureza é uma propriedade empregada para se prever a resistência ao desgaste do material e sua capacidade de desgastar estruturas dentais opostas. Existe relação de proporcionalidade inversa

entre a resistência à flexão e a dureza de um material, ou seja, quanto mais duro for o material menos flexível ele será<sup>28</sup>.

As propriedades mecânicas do cimento resinoso RelyX ARC, após irradiação com os protocolos utilizados mostraram algumas alterações. Ocorreu decréscimo na resistência à tração diametral e aumento na microdureza quando este material foi submetido ao protocolo de doses fracionadas de 2Gy diárias. Sugere-se que o aumento da microdureza esteja relacionado à melhora do grau de conversão do material. Grau de conversão (GC) é o percentual de ligações duplas de carbono convertidas em ligações simples para formar um polímero. É também descrito como o percentual de grupos metacrilatos polimerizados. A conversão do monômero em polímero depende de vários fatores, como a composição do material, a transmissão de luz através do material e a concentração do fotoiniciador e inibidor<sup>28</sup>. Como a radiação gama possui a mesma natureza da luz, a radiação contínua por seis semanas pode ter feito com que os monômeros que ainda não haviam sido polimerizados tenham sofrido esse processo. Estes resultados sugerem que de alguma forma, a radiação parece afetar os componentes orgânicos e/ou inorgânicos dos materiais, embora não tenha sido claramente elucidado no presente estudo de que forma isso acontece. Contudo, em virtude de a radiação gama possuir comprimento de onda curto e alta energia (grande quantidade de elétrons), acredita-se que esta possa desencadear alterações moleculares (micro e ultra estruturais) dos materiais poliméricos e dessa forma alterar as propriedades mecânicas desses materiais<sup>1,6,10,12,23,25,29</sup>.

Os resultados apresentados demonstram que a radiação gama cobalto<sub>60</sub> predispõe os materiais a alterações microestruturais que alteram suas propriedades mecânicas. Esta observação é de fundamental importância, entretanto mais estudos devem ser realizados uma vez que há poucos dados na literatura que analisam a direta correlação entre irradiação e comportamento mecânico de materiais restauradores. O presente estudo foi conduzido em condições estritamente laboratoriais e, por isso, apresenta limitações. A análise longitudinal do comportamento destes materiais *in vivo*, inseridos na cavidade oral de pacientes que serão submetidos ao tratamento de irradiação de cabeça e pescoço deve ser realizada futuramente, com a finalidade de avaliar as alterações das propriedades mecânicas, associados às forças de mastigação. Isto seria benéfico no intuito de sugerir novos protocolos que permitam melhor manutenção e função desses materiais na cavidade bucal, garantindo melhores condições de vida para estes pacientes.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados e dentro das limitações deste estudo, conclui-se que:

O emprego da irradiação em dose única em estudos laboratoriais, testando materiais restauradores poliméricos, não deve ser realizado, pois resultam em alterações diferentes daquelas observadas com radiação fracionada;

A irradiação em doses fracionadas influencia negativamente as propriedades mecânicas da resina Z100 e cimento resinoso RelyX ARC.

## REFERÊNCIAS

01. Aggarwal V. An in vitro evaluation of effect of ionizing radiotherapy on push-out strength of fiber posts under cyclic loading. *J Endod* 2009;35(5):695-8.
02. Caccelli EMN, Rapoport A. Para-efeito das irradiações nas neoplasias de boca e orofaringe. *Rev Brás Cir Cabeça e Pescoço* 2008;37(4):198-201.
03. Cardoso MFA, Novikoff S, Tresso A, Segreto RA, Cervantes O. Prevention and control of sequels in the mouth of patients treated with radiation therapy for head and neck tumors. *Radiol Bras* 2005;38(2):107-115.
04. Ihde S, Kopp S, Gundlach K, Konstantinović VS. Effects of radiation therapy on craniofacial and dental implants: a review of the literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107(1):56-65.
05. Vissink A, Burlage FR, Spijkervet FK, Jansma J, Coppes RP. Prevention and treatment of the consequences of head and neck radiotherapy. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14(3):213-25.
06. Costa APC, Maia JM, Rocha ASPS, Zamora PGP, Cordeiro GA, Borges. *Influência da radiação gama em materiais restauradores odontológicos*. Jr PC. ISBN: 978-85-60064-13-7. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica.
07. INCA - Instituto Nacional de Câncer. Disponível em: [www.inca.gov.br](http://www.inca.gov.br).
08. Pioch T. Studies on radiation-induced changes in dental hard-tissues. Postdoctoral Thesis. Ruprecht-Karls-University, Heidelberg; 1998.
09. Spetch L. Oral complications in the head and neck irradiated patient. Introduction and scope of the problem. *Supp Care Dent* 2002;10:36-9.
10. Viero FL. *Influência da radiação nas propriedades de compósitos odontológicos [Tese de Doutorado]*. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 2006.
11. Gernhardt CR, Kielbassa AM, Hahn P, Schaller HG. Tensile bond strengths of four different dentin adhesives on irradiated and non-irradiated human dentin in vitro. *J Oral Rehabil* 2001;28(9):814-20.
12. Reitemeier B, Reitemeier G, Schmidt A, Schaal W, Blochberger P, Lehmann D, Thomas H. Evaluation of a device for attenuation of electron release from dental restorations in a therapeutic radiation field. *J Prosthet Dent* 2002;87:323-7.
13. Schwarz E, Chiu GK, Leung WK. Oral health status of southern Chinese following head and neck irradiation therapy for nasopharyngeal carcinoma. *J Dent* 1999;27: 21-8.
14. Soares CJ, Castro CG, Neiva NA, Soares PV, Santos-Filho PCF, Naves LZ, et al. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. *J Dent Res* 2010;89(2):159-64.
15. Bona AD, Benetti P, Borba M, Cecchetti D. Flexural and diametral tensile strength of composite resins. *Braz Oral Res* 2008;22(1):84-9.
16. Franzel W, Gerlach R, Hein HJ, Schaller HG. Effect of tumor therapeutic irradiation on the mechanical properties of teeth tissue. *Z Med Phys* 2006;16(2):148-54.
17. Silva ARS, Alves FA, Berger SB, Gianini M, Mario GF, Lopes MA. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. *Support Care Cancer* 2009;17 [Epub ahead of print].
18. Magne P. Composite resins and bonded porcelain: the postamalgam era? *J Calif Dent Assoc* 2006;34(2):135-47.
19. Masouras K, Silikas N, Watts DC. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. *Dent Mater* 2008;24(7):932-9.
20. Odlum O. Preventive resins in the management of radiation-induced xerostomia complications. *J Esthet Dent* 1991;3(6):227-9.
21. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Mechanical properties of light-cured composites polymerized with several additional post-curing methods. *Oper Dent* 2005;30(3):389-94.
22. Pow EH, McMillan AS, Leung WK, Kwong DL, Wong MC. Oral health condition in southern Chinese after radiotherapy for nasopharyngeal carcinoma: extent and nature of the problem. *Oral Dis* 2003;9:196-202.
23. Woestmann B, Raschae KR. The influence of radiotherapy on survival time of teeth and restorations. A study on patients with maxillofacial defects. *Zahna Èrtliche Welt* 1995;104-627.
24. Xie XT, Qiu WL, Yuan WH, Wang ZH. Experimental study of radiation effect on the mandibular microvasculature of the guinea pig. *Chin J Dent Res* 1998;1(2):46.
25. Cheung DT, Perelman N, Tong D, Nimni ME. The effect of gamma-irradiation on collagen molecules, isolated alpha-chains, and cross linked native fibers. *J Biomed Mater Res* 1990;24(5):581-9.
26. Kielbassa AM, Wrbas KT, Schulte-Monting J, Hellwig E. Correlation of transversal microradiography and microhardness on in situ-induced demineralization in irradiated and nonirradiated human dental enamel. *Arch Oral Biol* 1999;44(3):243-51.
27. Geursten EW. AÈ sthetische Restaurationen von anterioren Zahnhartsubstanzdefekten bei Tumorpatienten ± Ein Fallbericht. In: *Jahrbuch der Psychologie und Psychosomatik in der Zahnheilkunde* (eds H.G. Sergl & H. MuÈ ller-Fahlbusch); p. 207. Quintessenz, Berlin.
28. Anusavice KJ. *Materiais Dentários*. Rio de Janeiro: Elsevier Ed.; 2005.
29. Shijo Y, Shinya A, Gomi H, Lassila LVJ, Vallittu PK and Shinya A. Studies on mechanical strength, thermal expansion of layering porcelains to alumina and zirconia ceramic core materials. *Dent Mater J* 2009;28(3):352-61.

## ABSTRACT

Objective: the aim of this study was to evaluate the influence of Cobalt<sub>60</sub> gamma radiation on the mechanical properties of polymeric materials. Methods: Three restorative materials (3M-Espe) were evaluated: RC, composite resin Z100; RL, laboratory resin Sinfony; CR, resin cement RelyX ARC. Using the flexural strength test of four points, diametral tensile strength and knoop hardness as parameters, fifteen samples per test were divided into three groups (n = 5): C - control group not irradiated; G60Gy - gamma-Co60 sixty Gy single dose; G2Gy - gamma-Co60 sixty Gy daily dose split in two Gy. Data were analyzed by ANOVA and Tukey test ( $\alpha = 0.05$ ). Results: The radiation did not influence the flexural strength values for the RL,

but reduced the values for the other two materials. Values obtained for diametral tensile test were similar to RL. The knoop hardness to RC was not affected by irradiation, while RL and CR were influenced by Cobalt<sub>60</sub> gamma radiation. Conclusion: The use of irradiation as a single dose testing polymeric restorative materials, result in different changes from those seen with fractionated dose. The irradiation in divided doses negatively influences the mechanical properties of Z100 resin and resin cement RelyX ARC.

KEYWORDS: Radiotherapy, mechanical properties, polymeric materials.

**ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:**

Prof. Dr. Carlos José SOARES  
Grupo de Biomecânica  
Faculdade de Odontologia –  
Universidade Federal de Uberlândia  
Avenida Pará, 1720, Bloco 2B, Sala 24, Campus Umuarama  
Uberlândia, MG, Brasil CEP. 38400-902  
Tel.: +55 34 3218 2255  
Fax.: +55 34 3218 2279  
Email: carlosjsoares@umuarama.ufu.br