

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM MATERIAIS DENTÁRIOS

LÍGIA MARIA NOGARETT PIBERNAT DE CARVALHO

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO
IONIZANTE NA TRAÇÃO DIAMETRAL DE
CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO**

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Orientador

Porto Alegre
2013

LIGIA MARIA NOGARETT PIBERNAT DE CARVALHO

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA TRAÇÃO DIAMETRAL
DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Materiais Dentários pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota

Porto Alegre

2013

Fontes de Catalogação (CIP)

C331e Carvalho, Ligia Maria Nogarett Pibernat de

Estudo da influência da radiação ionizante na tração diametral de cimentos de ionômero de vidro. / Ligia Maria Nogarett Pibernat de Carvalho. – Porto Alegre, 2012.
59 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia, PUCRS.
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota.

1. Odontologia. 2. Cimentos de Ionômero de Vidro.
3. Materiais Dentários. 4. Radiação Ionizante. I. Mota, Eduardo Gonçalves. II. Título.

CDD 617.675

Bibliotecário Responsável

Ginamara de Oliveira Lima

CRB 10/1204

LÍGIA MARIA NOGARETT PIBERNAT DE CARVALHO

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA TRAÇÃO DIAMETRAL
DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Materiais Dentários pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: ____ de _____ de 2013.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Célia Regina Winck Mahl

Prof. Dr. Hugo Mitsuo S. Oshima

Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota
Orientador

À minha amada filha, Maria Carolina,
amor da minha vida e aos meus pais,
João Geraldo e Onélia, vocês são o
alicerce para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço a Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dando força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me abençoar sempre.

À minha filha, Maria Carolina por ser a benção da minha vida, estar sempre ao meu lado com seu apoio e carinho mesmo nos momentos em que eu precisava estar ausente. Teu amor e admiração servem de incentivo para minha vida.

Aos meus pais, meu eterno agradecimento, por tudo que sou e por ter vocês.
Meu amor e admiração.

A minha família, meu amor e gratidão por entenderem meus objetivos e não medirem esforços para que eu consiga alcançá-los. Sem vocês nada disso seria possível, amo vocês.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Eduardo Gonçalves Mota pelo conhecimento transmitido ao longo destes anos que foram fundamentais para minha formação profissional, por sua amizade e incentivo constante, muito obrigada.

À minha colega e amiga Lisiane Fracasso por sua amizade, apoio, parceria e trocas de experiências. Obrigada por fazer parte da minha vida e por dividir comigo a vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que me proporcionou um ensino de excelência sendo essencial para minha formação profissional.

A CAPES, pelo apoio financeiro através da bolsa, indispensável na realização deste curso.

Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, Professor Dr. José Antonio Poli de Figueiredo.

Ao Centro de Oncologia e Radioterapia (COR) do Hospital Mãe de Deus, especialmente a Vanessa Brandolf e ao Físico Médico Wilian Trinca, que não mediu esforços para a realização desta pesquisa.

Aos Professores, Professora Dra Ana Maria Spohr, Professor Dr. Hugo Oshima, Professora Dra. Luciana Hirakata, Professora Dra Rosemary Sadami Arai Shinkai pela dedicação, incentivo e ensinamentos transmitidos, fundamental para minha formação profissional.

Aos professores, Professor Dr. Ari Tietzmann e Professor Dr. Luiz Henrique Brunett, pelos conhecimentos e apoio transmitidos durante meu estágio docente.

Aos colegas de Materiais Dentários, Édio Giacomelli, Fernando Scalco, Juliana Bettinelli, Leonardo De Cesero, Patrícia Scheid e Tamara Paludo pela troca de experiências e convívio durante os seminários.

Aos funcionários do Laboratório de Materiais Dentários, obrigada pela dedicação.

As funcionárias da disciplina de Dentística I e II por todo carinho e pelo convívio durante o estágio na disciplina.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação, por toda a atenção, dedicação e paciência durante estes dois anos.

Ao amigo João Aguiar, pelo apoio e aulas de inglês, muito obrigada.

À bibliotecária Cíntia Borges Greff, pelo carinho e competência, obrigada.

E a todos os amigos que aqui não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho, muito obrigada.

“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende”.

João Guimarães Rosa.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da radiação ionizante sobre três cimentos de ionômero de vidro, convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata, quanto à tração diametral. A hipótese nula deste estudo testou a ação da radiação ionizante sobre os cimentos de ionômero de vidro submetidos a tração diametral. Para o teste de tração diametral foram confeccionadas amostras para cada grupo de ionômero de vidro: Convencional (n=20), modificado por resina (n=20), modificado por liga de prata (n=20), em uma matriz bipartida de PTFE (politetrafluoretileno) cilíndrica de 6 mm de diâmetro X 3 mm de altura utilizando técnica indicada pelo fabricante. Todas as amostras, após a confecção, foram armazenadas em recipientes plásticos protegidos da luz pelo período de 24h à 37° C em uma estufa para culturas. Após cada grupo foi dividido em um grupo controle ou um grupo submetido a radiação ionizante no Centro de Oncologia do Hospital Mãe de Deus, com dose usual para tratamento de neoplasias de cabeça e pescoço fracionada em 35 aplicações de 2 Gy (200cGy) ao dia, durante 35 dias, totalizando a dose de 70 Gy (7000cGy), através de um acelerador linear na tentativa de simular a dose e o tempo de uma radioterapia de cabeça e pescoço. Para evitar sub dosagem na superfície do material devido ao efeito Build-up (acúmulo), foi utilizado Bólus de 2mm simulando tecidos moles circundantes. O ensaio de resistência à tração diametral foi realizado em uma máquina de ensaio Universal EMIC DL 2000, com velocidade de carregamento de 1mm/min, até a fratura do corpo-de-prova. Os dados foram avaliados pela análise de variância e teste de comparações múltiplas de Tukey ($\alpha=0,05$). Foram observadas diferenças significativas ($p<0,001$) entre os três grupos de cimento de ionômero de vidro avaliados (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata) no ensaio de tração diametral. Ao comparar os grupos de mesma classificação, submetidos ou não à radiação, não houve diferença significativa, o grupo Riva Light Cure controle obtiveram a média (MPa) de 31,83 e o grupo irradiado 24,82. O grupo Riva Silver controle obteve média (MPa) de 12,06 e no grupo irradiado 17,29. O grupo Riva Self Cure controle apresentaram uma média (MPa) de 14,05 enquanto o grupo irradiado obteve 26,04. Ao comparar todos os grupos de diferentes classificações que foram submetidos à radiação, houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p<0,001$). O grupo Riva Silver controle apresentou menor

valor (MPa) (12,03) quando comparado ao grupo Riva Light controle (31,83). A radioterapia aplicada como protocolo no tratamento de pacientes com câncer de cabeça e pescoço não influi negativamente na tração diametral dos três diferentes cimentos de ionômero de vidro pesquisados.

Palavras-chave: Materiais Dentários. Cimentos de Ionômero de Vidro. Resistência à Tração. Radiação Ionizante.

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate the influence of ionizing radiation under three glass ionomer (conventional, resin modified and silver added) on the diametral tensile strength. The null hypothesis tested the action of ionizing radiation under glass ionomer cements submitted to tensile strength. To diametral tensile strength, samples were made with conventional (n=20), resin modified (n=20), silver added glass ionomer cements (n=20) into a cylindrical bipartite mould of PTFE (polytetrafluoroethylene) with 6 mm diameter X 3 mm high according to manufacturer's instructions. All samples were stored in plastic tubes protected from light for 24 h at 37° C in a culture stove. After that, each group was divided in a control or submitted to ionizing radiation at Centro de Oncologia do Hospital Mãe de Deus, with usual dose for head and neck cancer fractioned in 35 daily applications of 2 Gy (200cGy) for each Day, resulting at 70 Gy (7000cGy) by a linear accelerator. In order to avoid sub dosage at the material surface due to Build-up effect, a Bolus was used with 2mm simulating soft tissues. The diametral tensile strength test was performed in a universal testing machine EMIC DL 2000 (Emic, São José dos Pinhais, Brazil), with 1 mm/min of cross-head speed. Data were submitted to analysis of variance and multiple comparison test of Tukey ($\alpha=0.05$). Significant differences were recorded ($p<0.001$) between the glass ionomer tested (conventional, resin modified and silver added) for diametral tensile strength. Comparing groups with the same classification, submitted or not to radiation, there was no significant difference. Riva Light Cure control showed an average (MPa) of 31.83 in comparison to 24.82 of irradiated group. Riva Silver control showed an average (MPa) of 12.06 in comparison to 17.29 for the irradiated group. Riva Self Cure control showed an average (MPa) of 14.05 in comparison to 26.04 irradiated group. Comparing all groups of different classification submitted to ionizing radiation, there were significant difference between them ($p<0.001$). Riva Silver control showed the lowest average (MPa) (12.03) in comparison to Riva Light control (31.83). The radiotherapy applied as protocol to head and neck cancer therapy do not act negatively in the diametral tensile strength of the three glass ionomer tested.

Keywords: Dental materials; glass ionomer cements; tensile strength, radiation, ionizing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados na pesquisa	24
Figura 1 – Dispositivo para confecção das amostras para o teste de tração diametral: (A) suporte metálico; (B) matriz bipartida de PTFE	26
Figura 2 – Organograma da distribuição dos grupos	26
Figura 3 – Acelerador linear	28
Figura 4 – Placas de água sólida e bólus.....	28
Tabela 1 – Médias obtidas no ensaio de tração diametral	31

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

ANOVA	– Análise de variância
° C	– Graus Célcius
Ca	– Califórnia
Civ	– Cimento de ionômero de vidro
cGy	– Centígreiss
Cm	– Centímetros
Cm ²	– Centímetro quadrado
Co	– <i>Company</i>
D	– Diâmetro
DNA	– Ácido desoxirribonucléico
DP	– Desvio padrão
EUA	– Estados Unidos da América
Gy	– Greiss
h	– Hora
H0	– Hipótese Nula
HEMA	– Hidróxietil metacrilato
HPV	– Vírus do papiloma humano
INCA	– Instituto nacional do câncêr
mm	– Milímetros
min	– Minutos
MPa	– Megapascal
Mv	– Milivolt
N	– Newton
n	– Número de amostras
PTFE	– Politetrafluoretileno
<i>p</i>	– Nível de significância
S	– Segundo
SPSS	– <i>Statistical Package for Social Science</i>
Set up	– Estabelecer
T	– Espessura
Ts	– Resistência á tração diametral

- % – Por cento (percentual)
- < – Sinal de menor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 MATERIAIS	23
4.2 MÉTODOS	25
4.3 ENSAIO DE TRAÇÃO DIAMETRAL	30
5 RESULTADOS.....	31
6 DISCUSSÃO	32
7 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXO A – ACEITE DA CCEFO DA PUCRS.....	40
ANEXO B – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP DO HOSPITAL MÃE DE DEUS	41
ANEXO C – E-MAIL DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....	43
APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO.....	44

1 INTRODUÇÃO

A odontologia tem se desenvolvido intensamente na busca de materiais que apresentem propriedades físicas, químicas e mecânicas necessárias para a longevidade de tratamentos restauradores.

Em 1971 na Inglaterra, Wilson e Kent¹, através de estudos das características do cimento de silicato e do policarboxilato de zinco, o primeiro apresentava flúor e baixa alteração dimensional e o segundo excelente adesividade à estrutura dentária, resolveram unir estas propriedades em um novo material denominado cimento de ionômero de vidro, o qual foi introduzido no mercado a partir de 1975 na Europa.

Desde seu desenvolvimento, os cimentos de ionômero de vidro vêm sendo aperfeiçoados, passando por sucessivas modificações, tais como a incorporação de metais ou resina com a finalidade de melhoria nas suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

Os cimentos de ionômero de vidro, os quais são comercializados na apresentação de pó e líquido, apresentam na sua composição: sílica, alumina, fluoreto de cálcio no pó e ácidos alcenóicos (ácido poliacrílico / ácido maleico) ácido itacônico e tartárico e iniciadores de polimerização no líquido. Apresentam como principal característica a liberação de flúor assim como a capacidade de reter o mesmo quando exposto a ele. Este material tem propriedades mecânicas mais similares ao esmalte e à dentina. A estabilidade sobre carga (deformação) é maior que as resinas compostas, em função das ligações químicas dos ionômeros de vidro com os íons de cálcio da hidroxiapatita, em função do comportamento elástico, há uma maior preservação da integridade da interface entre o dente e o material restaurador².

Segundo De Moor *et al.* (2011)³, cimentos de ionômero de vidro não preenchem os requisitos mínimos como material restaurador direto em uma população sistemicamente hígida, pois suas propriedades mecânicas são inferiores quando comparado a resina composta na região cervical e são associadas a uma grande incidência de caries secundárias, considerando-se pacientes saudáveis. Entretanto, os mesmos autores relatam que, cimento de ionômero de vidro modificado por resina, em pacientes que são submetidos a radioterapia mostram-se mais eficaz e proporcionam maior proteção contra cáries secundárias em pacientes “irradiados” quando comparados a resina composta³.

A dentina apresenta significativa redução de microdureza após a radiação e também a redução de estabilidade da junção amelodentinária⁴. Ainda que fórmulas mais recentes de ionômeros de vidro pareçam ter maior resistência á abrasão e solubilidade, resultando em maior proteção contra erosão, isto não acontece em bocas xerostômicas². Além destes fatores, pacientes que apresentam dentina exposta, principalmente na cervical desenvolvem lesões cariosas pela radiação evoluindo rapidamente. Cimento de Ionômero de vidro modificado por resina garante maior inibição à carie, porém sofrem abrasão mais facilmente quando comparados a resina composta³.

Para Behr *et al.* (2005)², o grupo de pacientes que realizam o tratamento por radioterapia têm alto risco a caries induzidas por radiação². O uso de ionômeros de vidro está associado à proteção contra cáries secundárias. Se esse material falhar, o que deve ocorrer devido à abrasão e desidratação na boca seca é preferível preservar o remanescente de preenchimento de ionômero de vidro e restaurar o dente com a técnica “sanduíche” (com um compósito cobrindo os remanescentes do cimento de ionômero de vidro).

Cárie por radiação é o efeito colateral mais conhecido por radioterapia de cabeça e pescoço⁴. Cáries ativas parecem surgir do defeito causado pela radiação induzida na junção amelodentinária^{5,6} e mudanças no biofilme pela redução da taxa de nível salivar e higiene oral precária^{7,8}.

Fatores que influenciam na aceleração do aparecimento de cáries são a hipossalivação (xerostomia) como resultado da radiação e a mudança de hábitos alimentares diários que resultam a alteração da composição do biofilme⁹. Lesões de cáries ativas são visíveis após 3 meses de radioterapia e danos excessivos na dentição são comumente vistos um ano após a terapia de irradiação³.

É comum observarmos o comportamento deste e de outros materiais restauradores considerando uma população saudável, porem, é necessário avaliar o comportamento também em populações não saudáveis.

Para pacientes que são submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço, torna-se indispensável analisar as propriedades do ionômero de vidro modificado por resina frente à exposição à radiação gama uma vez que existe um aumento na incidência de lesões cariosas neste grupo de pacientes. Na radioterapia ocorre radiação de feixes de elétrons que podem mudar significativamente as propriedades mecânicas dos compósitos dentários além da degradação do polímero e

descoloração da resina composta². No entanto, a descrição do efeito desta mesma radiação nos cimentos de ionômero de vidro é limitado na literatura. Logo, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da radiação ionizante na tração diametral de cimentos de ionômeros de vidro.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a ação da radiação ionizante nos cimentos de ionômero de vidro.

Avaliar in vitro a influência da radiação ionizante por acelerador linear de elétrons quanto à resistência a tração diametral em três cimentos de ionômero de vidro (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata).

3 REVISÃO DE LITERATURA

O câncer representa a terceira maior causa de morte e ainda revelam uma alta na incidência em câncer de cabeça e pescoço¹⁰. Estimam-se 9.990 casos novos de câncer da cavidade oral em homens e 4.180 em mulheres, para o Brasil, no ano de 2012. Esses valores correspondem a um risco estimado de 10 casos novos a cada 100 mil homens e 4 a cada 100 mil mulheres¹⁰.

No estado de São Paulo, a cada 100 mil habitantes: homens: 15,38 desenvolvem algum tipo de neoplasia maligna de boca. Já mulheres: 5,81 novos casos. Mesmo com a grande diferença em relação ao gênero, os índices são os mais altos do Brasil, seguidos pelo estado do Rio Grande do Sul que para a cada 100 mil habitantes homens 11,78 desenvolvem algum tipo de câncer de boca, índice considerado alto quando comparado a mesma população de mulheres que apresenta 3,31 novos casos a cada 100 mil habitantes.

Dados do INCA¹⁰ ainda revelam, que os principais fatores de risco para o câncer da cavidade oral são o tabagismo, o etilismo e as infecções pelo HPV. Estudos apontam que o hábito de fumar e beber estabelece um sinergismo entre esses dois fatores de risco, aumentando 30 vezes o risco para o desenvolvimento desse tipo de câncer. O fumo é responsável por cerca de 42% dos óbitos por essa neoplasia. Já o etilismo pesado corresponde a, aproximadamente, 16% dos óbitos. Contudo, a incidência de câncer da cavidade oral relacionado à infecção pelo HPV, como amígdala, base da língua e orofaringe, aumentam entre adultos jovens em ambos os sexos. Parte desse aumento pode ser atribuído a mudanças no comportamento sexual.

Para o ano de 2012, no Brasil, esperam-se 6.110 casos novos de câncer da laringe, com um risco estimado de 6 casos a cada 100 mil homens. Para tumores de tireóide a estimativa é de 10.590 casos novos, com um risco estimado de 11 casos a cada 100 mil mulheres.

Em estudo realizado por Hong *et al.* (2001)¹¹, indivíduos diagnosticados com câncer de cabeça e pescoço devem ser tratados cirurgicamente, e muitas vezes associando á radioterapia ou ainda assimilando as duas técnicas concordando com Cardoso *et al.* (2005)¹². A escolha do tratamento depende de fatores como a evolução (estadiamento do tumor), localização, extensão, anatomia além de fatores histológicos^{13,14,15}.

Hoje, existem muitos estudos sobre as sequelas da radioterapia, já que sintomas como xerostomia, sensação de boca seca; carie por radiação; osteorradionecrose; mucosite, perda do paladar^{16,17} e candidose são condições desfavoráveis durante e após o tratamento^{18,19,20}.

A cárie provocada por radiação é o efeito colateral mais comum pós radioterapia de cabeça e pescoço⁴, surgem em função de defeito causado pela própria radiação na junção amelodentinária^{5,6} e mudanças no biofilme⁹ como a xerostomia e a mudança de hábitos alimentares³, aliada ou não a higiene oral precária^{7,8}.

A radioterapia utiliza radiação ionizante, a qual cria reações químicas como a hidrólise da água intercelular e a ruptura das cadeias do DNA da célula tumoral²¹. Existem várias técnicas para a aplicação da radioterapia, com aparelhos de baixa voltagem que liberam raios X e elétrons, supervoltagem que utilizam o Cobalto, megavoltagem que são os aceleradores lineares, ou ainda a partir de fontes de isótopo radioativo, que geram raios gama^{22,23,24}.

Tornou-se essencial conhecer as técnicas de radioterapia para entender o alto índice de reações adversas na cavidade oral²³ e a aplicabilidade do material restaurador adequado a situação clínica do paciente. Uma vez que já se sabe que quando feixes entram em contato com materiais odontológicos metálicos, uma grande parte da radiação é dispersa²⁴ ocorrendo desequilíbrio eletrônico dos materiais com grande número atômico, o que acarreta na diminuição da dose recebida e aumento dos efeitos adversos na mucosa e nos tecidos dentais^{16,25,26}. O protocolo de atendimento odontológico a pacientes com câncer de cabeça e pescoço que irão realizar radioterapia preconiza a troca de restaurações metálicas por materiais que possuam baixa densidade, bem como a realização de exodontias necessárias ou/e a eliminação de focos infecciosos.

Com o avanço dos materiais restauradores utilizados na odontologia, o cimento de ionômero de vidro, desde seu desenvolvimento por Wilson e Kent¹ em 1971 até os dias atuais, apresenta constante evolução como a incorporação de resina e também de amálgama de prata para aumentar suas propriedades químicas, físicas e mecânicas. Os cimentos de ionômero de vidro convencionais possuem uma reação química de um pó com uma solução aquosa de polímeros e copolímeros de ácido acrílico contendo ácido tartárico que é responsável por aumentar o tempo de

endurecimento do cimento e ácido itacônico que é incorporado para impedir ou retardar a reação química dos ácidos, quando este está armazenado²⁷.

Tentativas de melhoria nas propriedades dos cimentos de ionômero de vidro feitas por Simmons²⁸, em 1983, resultaram na incorporação de íons metálicos, a limalha de prata ao pó do cimento de ionômero de vidro sendo sinterizadas em alta temperatura e fundidas ao vidro durante a fabricação. Foi chamada de “mistura milagrosa”, porém, não resultou na melhora da resistência além de deixar as margens da restauração escurecida. Foi em 1985, que McLean e Gasser²⁹ incorporaram partículas de prata ao pó do cimento de ionômero de vidro (cermet), radiopaco, que permite o acompanhamento radiográfico do material na restauração, evitando possíveis falhas em margens de restaurações³⁰.

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentam a composição dos cimentos de ionômero de vidro convencional e a incorporação de monômeros resinosos no líquido (Hidroxietilmetacrilato-HEMA) e grupos metacrílicos, e no pó fotoiniciadores.

O fato de serem cimentos de ionômero de vidro encapsulados, já com proporção pó-líquido pré-estabelecida, eliminando a possibilidade de alteração de proporção⁴², há relatos na literatura de estudos que demonstram o aumento nas propriedades mecânicas do cimento de ionômero de vidro convencional após acréscimo na proporção pó-líquido e da concentração e peso molecular dos poliácidos⁴³.

Segundo Bresciani *et al.* (2004)⁴⁶; Wang; Darvell (2008)⁴⁷ e Xie *et al.* (2000)⁴⁸ (apud COSTA, 2010)⁴⁴, houve inclusão de outros poliácidos mais reativos no líquido (copolímeros do ácido acrílico e do ácido maleico), pelo pré-tratamento das superfícies das partículas de vidro, mudanças na composição das partículas e adição de partículas metálicas ao pó foram realizadas alterando o tempo de presa dos cimentos de ionômero de vidro modificados, reduzindo a sensibilidade inicial à umidade e a solubilidade dos fluídos orais⁴⁵.

A reação de presa dos cimentos convencionais ocorre de forma mais lenta, com o deslocamento de íons e a formação de matriz hidrogel e por último a fase de gel polissais que promove o endurecimento do cimento de ionômero de vidro, sendo quimicamente ativado podendo levar até 24h para ter a completa geleificação. Já nos cimentos de ionômeros de vidro modificados, a presa se dá através de fotoativação atingindo a dureza do material imediatamente após a exposição a luz,

através da reação ácido-base característica dos cimentos de ionômero de vidro e também pela polimerização da matriz polimérica que também serve para coibir a reação ácido-base por contaminação de saliva³¹.

Tratar pacientes submetidos a radioterapia ainda é um desafio para cirurgiões dentistas, ainda que haja a evolução de materiais restauradores, pouco se sabe sobre a influência que o protocolo de radioterapia causa sobre eles. Sabemos sim, que o substrato dental, que é formado de matéria inorgânica em uma base orgânica fica fragilizado^{25,32} geralmente provocando, além dos efeitos colaterais na cavidade oral, cáries induzidas pela radiação³³ que segundo Kielbassa, Schendera e Schulte-Mönting (2000)⁸, também está relacionada a xerostomia, redução ou ausência de salivação.

Embora não tenhamos dados suficientes, alguns autores como Aggarwal *et al.* (2009)²², Amade *et al.* (2010)²⁴ e Reitemeier *et al.* (2002)³⁴ sugerem que a radiação parece afetar os componentes orgânicos dos materiais ainda que não haja nada comprovado na literatura.

Cheung *et al.* (1990)³⁸, relata que o cimento de ionômero de vidro submetido a radiação sofre interrupção das ligações químicas do polímero de cimentos modificados por resina, podendo assim diminuir as propriedades mecânicas do material.

Segundo Schnabel (1981)³⁹, Reichmanis, Frank e O'donnell (1993)⁴⁰ e Silverman (1999)⁴¹ uma das propriedades da radiação ionizante é a formação de íons, devido à transferência linear de energia para o meio. Reichmanis, Frank e O'donnell (1993)⁴⁰ afirmaram que a formação de íons origina a formação de moléculas pequenas podendo assim produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas além da degradação do polímero.

A resistência à tração diametral, segundo Anusavice (2005)²⁵ deve ser usado para materias que apresentem deformação elástica e pouca ou nenhuma deformação plástica. O mesmo autor, compara a resistência a tração diametral de cimentos de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, apresentando resistência maior os modificados por resina. O aumento da resistência é atribuído á maior quantidade de deformação plástica antes que a fratura ocorra.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Para a realização deste estudo in vitro, foram utilizados três cimentos de ionômero de vidro, Riva Self Cure (SDI, Austrália) convencional, Riva Light Cure (SDI, Austrália) modificado por resina, Riva Silver (SDI, Austrália) modificado com amálgama de prata, descritos no quadro 1, armazenadas em ambiente seco

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados na pesquisa

Nome Técnico	Nome Comercial	Apresentação Lote	Composição	Fabricante	Registro Anvisa
Cimento de ionômero de vidro convencional	Riva Self Cure	Cor A1 em cápsula. J1974881	Vidro de Estrôncio 70% Ácido Poliacrílico 17% Ácido Tartárico 3% Água 10% Pigmento <0,5%	SDI (Austrália)	10282490015
Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	Riva Light Cure	Cor A 1 em cápsula. B196466	Vidro de Silicato Fluoroalumínio - Estrôncio 70% Dimetacrilato Trietileno Glicol 1% Metacrilato Hidroxietil 9% Ácido Poliacrílico 11% Hidroxi Tolueno de Butila <0,5% Canforquinona <0,5% Tetra Metil Anilina <0,5% Água 6% Pigmento <0,5%	SDI (Austrália)	10282490025
Cimento de ionômero de vidro modificado por liga de prata	Riva Silver	Cor cinza, em cápsulas. G1003152	Vidro de Silicato Fluoroalumínio.....43% Liga de Prata-Estanho-Cobre-Platina 33,5% Ácido Poliacrílico 10,5% Água 10% Ácido Policarboxílico 3%	SDI (Austrália)	10282490018
Material selador de ionômero de vidro	Riva Coalt	Frasco de 5ml	UDMA 69% TEGDMA 30% Canforquinona 0,3% BHT 0,4% Tetrametil anilina 0,3%	SDI (Austrália)	

Fonte: A autora (2012).

4.2 MÉTODOS

As amostras foram confeccionadas de acordo com Farett *et al.* (2011)³⁵ para cimentos de ionômero de vidro. Segundo Elias e Lopes (2007)³⁶, deve ser usado no mínimo 5 corpos de prova para ensaios de tração.

Para a confecção das amostras (n=20) de cada tipo de ionômero de vidro, a cápsula do cimento de ionômero de vidro foi misturada no amalgamador (Ultramat 2, SDI, Austrália) durante 10 segundos. Foi inserido em incremento único, com aplicador do sistema chamado de *complet applicator*, os cimentos de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure), modificado por resina (Riva Light Cure) e modificado por liga de prata (Riva Silver), em uma matriz bipartida de PTFE (politetrafluoetileno) cilíndrica de 6 mm de diâmetro X 3 mm de altura (Figura 1). A matriz foi posicionada sobre uma tira de poliéster a fim de evitar o escoamento do ionômero de vidro. As amostras de cimento de ionômero de vidro modificado por resina Riva Light Cure foram fotopolimerizadas por 20s e imediatamente após, foi aplicado Riva Coat e polimerizado de acordo com o tempo indicado pelo fabricante, 20s, com uma unidade de fotoativação RADII (SDI, Austrália). O tempo de presa de cada cimento foi considerado na técnica, sendo que foi aguardado 6min para o cimento de ionômero de vidro convencional e 5min para o modificado por liga de prata.

Todas as amostras, após a confecção, foram armazenadas secas em recipientes plásticos protegidos da luz pelo período de 24h à 37° C em uma estufa para culturas (Modelo 002 CB; Fanem, São Paulo, Brasil).

Figura 1 – Dispositivo para confecção das amostras para o teste de tração diametral: (A) suporte metálico; (B) matriz bipartida de PTFE

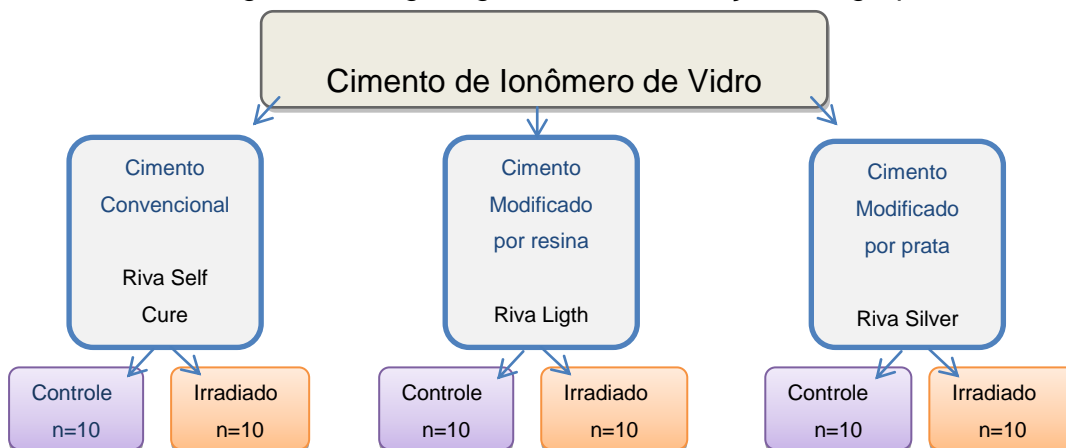


Fonte: Mota, EG. (2012).

Decorrido o período de 24h, as amostras foram divididas em dois grupos: grupo controle (n=10) e grupo irradiado (n=10) (Figura 2), o qual, foi submetido a irradiação, no Centro de Oncologia do Hospital Mãe de Deus realizada através de um acelerador linear, VARIAN, modelo Clinac 2100 (Figura 3) em 6MV.

Utilizado dose usual para tratamento de neoplasias de cabeça e pescoço⁴ fracionada em 35 aplicações de 2 Gy (200cGy) ao dia, durante 35 dias, totalizando a dose de 70 Gy (7000cGy), Para evitar sub dosagem na superfície do material devido ao efeito de acúmulo, foi utilizado Bólus de 2mm simulando tecidos moles circundantes³⁷.

Figura 2 – Organograma da distribuição dos grupos



Fonte: A autora (2012).

Figura 3 – Acelerador linear



Fonte: A autora (2012).

Tecnicamente, a melhor forma de garantir a dose entregue num determinado ponto e a precisão do cálculo realizado, é colocá-lo a certa profundidade maior que a profundidade dita de acúmulo (Figura 4). Esta profundidade de acúmulo é uma característica das radiações indiretamente ionizantes de alta energia usadas em Radioterapia; caracteriza-se pela forma como a radiação deposita sua energia no caminho inicial dentro de um tecido.

Quando um feixe de radiação com energia nominal de 6MV incide num determinado material, a dose absorvida só atinge seu valor máximo em torno de 1,5cm de profundidade após a superfície, iniciando na superfície com algo em torno de 60% da dose que virá a depositar a 1,5cm. Após esse trajeto inicial de *build-up*, onde ocorre a condição de equilíbrio eletrônico, decai exponencialmente com a atenuação dos tecidos. Ou seja, nestes primeiros 1,5cm há uma incerteza muito grande na determinação precisa da dose, que se torna facilmente determinável após essa profundidade.

Para simularmos a condição clínica e eliminarmos a incerteza da região de acúmulo, utilizamos uma configuração com 3cm de placas de água sólida e um bólus de 1cm envolvendo as amostras, ou seja, materiais equivalentes à água em densidade eletrônica (tecido equivalentes) (Figura 4) e que permite precisão no cálculo de dose em profundidade pois mantém o material numa região de segurança para o cálculo. Outra questão importante de setup é adicionar essa mesma camada abaixo das amostras, considerando também que os cálculos de radioterapia consideram o espalhamento da dose em todas as direções.

Figura 4 – Placas de água sólida e bólus



Fonte: A autora (2012).

Assim, fisicamente, foi feito um bloco tecido-equivalente de 8cm de espessura e as amostras colocadas no centro desta espessura. Portanto, a dose calculada de 200cGy dia foi estimada com base em uma área de irradiação de 30cm x 30cm, a uma profundidade de 4cm com a distância fonte-pele de 96cm (isocêntrico) com feixe de fótons de energia nominal de 6MV.

Considerando todos os fatores envolvidos, com uma irradiação de 185 Unidades Monitoras (unidade do acelerador linear), as amostras receberam a dose de 200cGy por dia ao longo de 35 dias úteis consecutivos.

4.3 ENSAIO DE TRAÇÃO DIAMETRAL

O ensaio de resistência à tração diametral foi realizado em uma máquina de ensaio Universal EMIC DL 2000 (Emic, São José dos Pinhais, Brasil), com velocidade de carregamento de 1mm/min, até a fratura do corpo-de-prova. As amostras foram medidas com paquímetro digital nas dimensões diâmetro e espessura.

A tensão máxima de fratura foi registrada em Newtons (N), e convertida em MPa segundo a fórmula abaixo:

$$T_s = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot T}$$

Onde, T_s é a resistência à tração diametral (MPa), P é a força máxima obtida (N), D é o diâmetro (mm) e T é a espessura (mm).

Durante a montagem dos corpos de prova na máquina de ensaio, foram perdidas quatro amostras dos grupos Riva Silver controle e Riva Silver Irrradiado. Os resultados da resistência à tração diametral (MPa) foram tabulados e analisados estatisticamente com auxílio do SPSS 15.0 (*Statistical Package for Social Science 15.0 for Windows*, Microsoft Co., EUA). Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov e teste de Levene, os quais avaliaram a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente.

Os dados assumiram distribuição normal e homogênea, a diferença entre os grupos foi avaliada pela análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey. Ambos os testes foram aplicados com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os três grupos de cimento de ionômero de vidro avaliados (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata) no ensaio de tração diametral (MPa) (Tabela 1).

Ao comparar os grupos de mesma classificação, submetidos ou não à radiação, não houve diferença significativa.

No estudo, ao comparar o grupo Riva Light Cure, as amostras do grupo controle obtiveram a média de valores de 31,83 e o grupo irradiado 24,82, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles.

O grupo Riva Silver apresentou no grupo controle a média de 12,06 e no grupo irradiado 17,29, apresentando diferença estatística entre eles.

Da mesma forma o grupo Riva Self Cure, as amostras testadas do grupo controle apresentaram uma média de 14,05 enquanto o grupo irradiado obteve 26,04 não apresentando diferença estatística entre eles.

Já, ao comparar todos os grupos de diferentes classificações que foram submetidos à radiação, houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,001$).

O grupo Riva Silver controle apresentou menor valor (12,03) quando comparado ao grupo Riva Light Cure controle (31,83).

Tabela 1 – Valores das Médias e Desvio Padrão obtidas no ensaio de tração diametral

Grupo	n	Média	Desvio padrão
Riva Self Cure Controle	10	14,05 ^{bc}	3,92
Riva Self Cure Irradiado	10	26,04 ^{ab}	14,70
Riva Light Cure Controle	10	31,83 ^a	12,30
Riva Light Cure Irradiado	10	24,82 ^{abc}	6,73
Riva Silver Controle	6	12,03 ^c	5,75
Riva Silver Irradiado	6	17,29 ^{bc}	2,80

Fonte: A autora (2012).

Legenda: *Médias seguidas de diferentes letras apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da radiação ionizante na tração diametral de cimentos de ionômeros de vidro.

Com base nos resultados do estudo, a hipótese nula testada é aceita ou seja, a irradiação não interfere negativamente na resistência á tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro, mas há diferenças significantes entre os diferentes cimentos de ionômero de vidro (convencional, modificado por resina, modificado por liga de prata).

Considerando que, a intenção era simular a dose usual da irradiação de tratamentos de neoplasias de cabeça e pescoço utilizado no Centro de Oncologia e Radioterapia do Hospital Mãe de Deus, em Porto Alegre, o mesmo protocolo foi considerado, 70Gy (7000cGy) em um fracionamento convencional de 35 frações de 2Gy (200cGy), técnica aplicada também em estudo realizado por Yesilyurt *et al.* (2008)⁴, o qual avaliou a resistência de união de dois cimentos de ionômero de vidro convencional, na dentina irradiada e não irradiada. Mesmo tratando-se da avaliação de outra propriedade mecânica e ainda comparando a dentina, não realizada por este estudo, os autores relatam que, segundo Cheung *et al.* (1990)³⁸, cimento de ionômero de vidro submetido a radiação sofre interrupção das ligações químicas do polímero de cimentos modificados por resina, podendo assim diminuir as propriedades mecânicas do material. Porém, no estudo de Yesilyurt *et al.* (2008)⁴ a radiação aplicada não atua de forma significante nas propriedades testadas o que concorda com os resultados encontrados neste estudo, quando comparamos os resultados obtidos nos grupos, considerando a mesma classificação e não o teste mecânico realizado, submetidos ou não á radiação, não foram registrados diferenças significantes ($p>0,05$), ao contrário, quando comparamos os grupos em relação a diferentes classificações e submetidos a irradiação, eles apresentaram diferença.

Schnabel (1981)³⁹ relatou que um polímero exposto à radiação ionizante pode sofrer ligações cruzadas ou quebra da cadeia principal em decorrência da formação de radicais livres, mas quando ocorrem ligações cruzadas devido à ação da radiação as propriedades mecânicas como dureza e elasticidade desses polímeros podem ser melhoradas, mas doses elevadas podem tornar o polímero duro e friável.

Não foi analisado neste estudo a quebra de cadeia química, mas segundo Schnabel (1981)³⁹, Reichmanis, Frank e O'donnell (1993)⁴⁰ e Silverman (1999)⁴¹

uma das propriedades da radiação é a formação de íons, devido à transferência linear de energia para o meio. Além disso, Reichmanis, Frank e O'donnell (1993)⁴⁰ afirmaram que a radiação produz em polímeros excitação e ionização, formando os íons e radicais livres, originando a formação de moléculas pequenas podendo assim produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas além da degradação do polímero.

O grupo Riva Light Cure Irradiado menor resultado, porém não significativo na resistência mecânica, com média no grupo controle de 24,82 e no grupo irradiado de 31,83. Possíveis explicações para esta diferença é a influência do calor no grau de conversão do ionômero de vidro, já que este é modificado por resina. Segundo Anusavice (2005)²⁷, a conversão do monômero em polímero depende de fatores como calor, luz e a composição do material, bem como a concentração do iniciador e inibidor.

O grau de conversão está relacionado ao percentual de ligações duplas de carbono transformadas em ligações simples para a formação de um polímero. Logo, os aparelhos de radioterapia geram energia com a liberação de raios X e de elétrons, utilizando um feixe externo (acelerador linear ou gama cobalto) ou radioterapia de intensidade modulada, na qual as doses são precisas e específicas para a neoplasia maligna^{22,23}, assim consequentemente gerando calor, acelerando o grau de conversão deste material.

Também deve ser considerado o fato de serem cimentos de ionômero de vidro encapsulados, os quais já possuem proporção pó-líquido pré-estabelecida, característica que elimina a possibilidade de alteração de proporção⁴² uma vez que há relatos na literatura com estudos que demonstram o aumento nas propriedades mecânicas do cimento de ionômero de vidro convencional após acréscimo na proporção pó-líquido e da concentração e peso molecular dos poliácidos⁴³.

As propriedades mecânicas deste material são similares a dentina e ao esmalte por esta razão devemos considerar o comportamento dos cimentos de ionômero de vidro, que em função das ligações químicas com os íons de hidroxiapatita promovem uma maior estabilidade de carga, promovendo uma maior preservação da integridade da interface entre o dente e o cimento de ionômero de vidro².

Outro fator que deve ser levado em consideração, é o tempo de presa de cada grupo de cimento de ionômero de vidro. Os cimentos de ionômero de vidro

apresentavam algumas limitações devido à sua lenta reação de presa, esta desvantagem é apresentada ainda pelo cimento de presa convencional.

Segundo Bresciani *et al.* (2004)⁴⁶; Wang; Darvell (2008)⁴⁷ e Xie *et al.* (2000)⁴⁸ (apud COSTA, 2010)⁴⁴, na tentativa de melhorar esta característica, a inclusão de outros poliácidos mais reativos no líquido (copolímeros do ácido acrílico e do ácido maleico), pelo pré-tratamento das superfícies das partículas de vidro, mudanças na composição das partículas e adição de partículas metálicas ao pó foram realizadas alterando o tempo de presa dos cimentos de ionômero de vidro modificados.

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresenta redução no tempo de presa que acontece durante a fotopolimerização e, conseqüentemente, reduz a sensibilidade inicial à umidade (sinérese e embebição) e à solubilidade aos fluidos orais⁴⁵. Os cimentos de ionômero de vidro convencional, Riva Self Cure e o modificado por liga de prata, Riva Silver apresentam pouca alteração no tempo de presa, sendo de 6 minutos no primeiro e de 5 minutos no segundo.

7 CONCLUSÃO

Dentro das limitações do estudo, conclui-se que a radioterapia aplicada como protocolo no tratamento de pacientes com câncer de cabeça e pescoço não influi negativamente na tração diametral dos três diferentes cimentos de ionômero de vidro pesquisados, sendo os cimentos de ionômero de vidro, pode ser um material de escolha indicado para pacientes que irão submeter-se ou que estão em tratamento com radioterapia.

Porém torna-se necessário estudos complementares *in vitro* para estabelecer o protocolo de atendimento odontológico indicado.

REFERÊNCIAS

1. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement: a new translucent dental filling material. *J Chem Technol Biotechnol*. 1971 Nov;21(11):313-8.
2. Behr M, Rosentritt M, Faltermeier A, Handel G. Electron beam irradiation of dental composites. *Dent Mater*. 2005 Sep;21(9):804-10.
3. De Moor RJ, Stassen IG, van 't Veldt Y, Torbeyns D, Hommez GM. Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head- and neck-irradiated cancer patients. *Clin Oral Investig*. 2011 Feb;15(1):31-8. doi: 10.1007/s00784-009-0355-4. Epub 2009 Dec 8.
4. Yesilyurt C, Bulucu B, Sezen O, Bulut G, Celik D. Bond strengths of two conventional glass-ionomer cements to irradiated and non-irradiated dentin. *Dent Mater J*. 2008 Sep;27(5):695-701.
5. Carl W. Oral and dental care for cancer patients receiving radiation and chemotherapy. *Quintessence Int Dent Dig*. 1981 Sep;12(9):861-9.
6. Liena MC, Bagan JV. Chlorhexidine varnish application and fluoride self-administration for dental caries control in head and neck irradiated patients. A three-years follow-up. *Oral Biosci Med*. 2004;1:187-93.
7. Frank RM, Herdly J, Philippe E. Acquired dental defects and salivary gland lesions after irradiation for carcinoma. *J Am Dent Assoc*. 1965 Apr;70:868-83.
8. Kielbassa AM, Schendera A, Schulte-Mönting J. Microradiographic and microscopic studies on in situ induced initial caries in irradiated and nonirradiated dental enamel. *Caries Res*. 2000 Jan-Feb;34(1):41-7.
9. Brown LR, Dreizen S, Handler S, Johnston DA. Effect of radiation-induced xerostomia on human oral microflora. *J Dent Res*. 1975 Jul-Aug;54(4):740-50.
10. Instituto Nacional do Câncer. Estimativa de incidência e mortalidade por cancer no Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro; 2012. [updated 2012; cited 2011 nov. 12]. Available from: <http://www.inca.gov.br>
11. Hong SX, Cha IH, Lee EW, Kim J. Mandibular invasion of lower gingival carcinoma in the molar region: its clinical implications on the surgical management. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001 Apr;30(2):130-8.
12. Cardoso MFA, Novikoff S, Tresso A, Segreto RA, Cervantes O. Prevenção e controle das sequelas bucais em pacientes irradiados por tumores de cabeça e pescoço. *Radiol Bras*, 2005;38(2):107-15.
13. Jansma J. Oral sequelae resulting from head and neck radiotherapy: course, prevention and management of radiation caries and other oral complications [thesis]. Groningen, The Netherlands: University of Groningen; 1991.

14. Dreizen S. Oral complications of cancer therapies. Description and incidence of oral complications. NCI Monogr. 1990;(9):11-5.
15. Konjhodžić-Prčić A, Keros J, Ajanović M, Smajkić N, Hasić-Branković L. Incidence of radiation caries in patients undergoing radiation therapy in the head and neck region. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2010 set./dez.;10(3):489-92.
16. Caccelli EMN, Rapoport A. Complications of irradiation in mouth and oropharyngeal cancer. *Rev Bras Cir Cabeça Pescoço.* 2008 out./dez.;37(4):198-201.
17. Sciubba JJ, Goldenberg D. Oral complications of radiotherapy. *Lancet Oncol.* 2006 Feb;7(2):175-83.
18. Freitas DA, Caballero AD, Pereira MM, Oliveira SKM, Silva GP, Hernández CIV. Oral sequelae of head and neck radiotherapy. *Rev CEFAC.* 2011 nov./dez.;13(6):1103-8.
19. Jham BC, Freire ARS. Oral complications of radiotherapy in the head and neck. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006 Sep/Oct;72(5):704-8.
20. Meredith A, Wang J, Plante D, Wang CC. Complications associated with therapeutic neck radiation. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996 Dec;54(12):1409-15.
21. Gomes FC, Küstner EC, López JL, Zubeldia FF, Melcior BG. Manejo odontológico de las complicaciones de la radioterapia y quimioterapia en el cáncer oral. *Med Oral* 2003;8:178-87.
22. Aggarwal V. An in vitro evaluation of effect of ionizing radiotherapy on push-out strength of fiber posts under cyclic loading. *J Endod.* 2009 May;35(5):695-8. doi: 10.1016/j.joen.2009.01.010. Epub 2009 Apr 2.
23. 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. Review.
24. Amade ES, Ferreira FM, Novais VR, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Influence of radiation on properties of resinous materials. *ROBRAC* 2010 jul./set.;19(50):205-10.
25. Soares CJ, Castro CG, Neiva NA, Soares PV, Santos-Filho PC, Naves LZ, et al. Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. *J Dent Res.* 2010 Feb;89(2):159-64.
26. Della Bona A, Benetti P, Borba M, Cecchetti D. Flexural and diametral tensile strength of composite resins. *Braz Oral Res.* 2008 jan./mar.;22(1):84-9.
27. Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários.* 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.

28. Simmons JJ. The miracle mixture. Glass ionomer and alloy powder. *Tex Dent J.* 1983 Oct;100(10):6-12.
29. McLean JW, Gasser O. Glass-cermet cements. *Quintessence Int.* 1985 May;16(5):333-43.
30. Reis A, Loguercio AD. *Materiais dentários: restauradores diretos: dos fundamentos à aplicação clínica.* São Paulo: Santos; 2006.
31. Coimbra LR, Giro EMA, Aranha AMF, Costa CAS. Citotoxicidade de cimentos de ionômero de vidro restauradores sobre células de linhagem odontoblásticas. *Rev Odonto Ciênc.* 2006 out./dez.;21(54):338-345.
32. Benson RS. Use of radiation in biomaterials science. *Nucl Instr and Meth in Phys Res B.* 2002(191): 752-7.
33. Silva AR, Alves FA, Antunes A, Goes MF, Lopes MA. Patterns of demineralization and dentin reactions in radiation-related caries. *Caries Res.* 2009;43(1):43-9. doi: 10.1159/000192799. Epub 2009 Jan 19.
34. Reitemeier B, Reitemeier G, Schmidt A, Schaal W, Blochberger P, Lehmann D, Herrmann T. Evaluation of a device for attenuation of electron release from dental restorations in a therapeutic radiation field. *J Prosthet Dent.* 2002 Mar;87(3):323-7.
35. Farret MM, Lima EM, Mota EG, Oshima HM, Barth V, Oliveira SD. Can we add chlorhexidine into glass ionomer cements for band cementation? *Angle Orthod.* 2011 May;81(3):496-502. doi: 10.2319/090310-518.1. Epub 2011 Feb 7.
36. Elias NC, Lopes HP. *Materiais dentários: ensaios mecânicos.* São Paulo: Santos; 2007.
37. Khan FM. *Physics of radiation therapy.* 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
38. Cheung DT, Perelman N, Tong D, Nimni ME. The effect of gamma-irradiation on collagen molecules, isolated alpha-chains, and crosslinked native fibers. *J Biomed Mater Res.* 1990 May;24(5):581-9.
39. Schnabel W. *Polymer degradation: principles and practical applications.* München: Hanser International; 1981. p. 95-153.
40. Reichmanis E, Frank CW, O'donnell JH. *Irradiations of polymeric materials: processes, mechanisms and applications.* Washington: American Chemical Society; 1993. p. 1-7.
41. Silverman S Jr. Oral cancer: complications of therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999 Aug;88(2):122-6.

42. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. *Dental Mater.* 2005 Aug;21(8):704-8.
43. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998 Mar;19(6):479-83.
44. Costa SB. Resistência adesiva do cimento de ionômeros de vidro a restaurações em resinas composta: revisão da literatura [monografia]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba /CCS; 2010.
45. Navarro MFL, Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC. Tratamento restaurador atraumático (ART) e o Programa de Saúde da Família. *BioOdonto.* 2004;2(4):1-111.
46. Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Adachi A; Terrin MM; Navarro MFL. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*, 12 (4): 344-348, 2004.
47. Wang Y, Darvell BW. Failure behavior of glass ionomer cement under Hertzian indentation. *Dent Mater*, 24 (9): 1223-1229, 2008.
48. Xiea D, Brantley WA, Culbertsonb BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glassionomer cements. *Dent Mater*, 16 (2): 129-138, 200

ANEXO A – ACEITE DA CCEFO DA PUCRS

*Comissão Científica e de Ética
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

Porto Alegre 19 de Março de 2012

O Projeto de: Dissertação

Protocolado sob n°: 0009/12
Intitulado: Estudo da influência da radiação gama na tração diametral de cimentos de ionômero de vidro.
Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota
Pesquisadores Associados: Lígia Maria Nogarett Pibernat de Carvalho
Nível: Dissertação / Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em *19 de Março de 2012*

Profa. Dra. Ana Maria Spohr
Presidente da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 06 sala 210
Porto Alegre /RS – Brasil – Cx. Postal:1429
90619-900

Fone/Fax: (51) 3320-3538
e-mail: odontologia-pg@pucrs.br

ANEXO B – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP DO HOSPITAL MÃE DE DEUS



Comitê de Ética em Pesquisa - CEP
Hospital Mãe de Deus

CADASTRO DE PESQUISAS QUE NÃO ENVOLVEM SERES HUMANOS

IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto: ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA NA TRAÇÃO DIAMETRAL DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO
 Pesquisador Responsável: Lígia Maria Nogarett
 Local de Realização da Pesquisa: PUCRS / COR HMD

Instituição de ensino que o pesquisador está vinculado:

Mestrado em Odontologia / Materiais Dentários / PUCRS

Objetivo Principal da Pesquisa:

Avaliar dois cimentos de ionômero de vidro submetidos a radiação gama.

Objetivos Secundários da Pesquisa:

Avaliar a influência da radiação gama sobre dois cimentos de ionômero de vidro, um modificado por resina e um convencional, quanto à:

- Tração diametral.
- Avaliar qualitativa em MEV e EDS morfologia e composição.

Cronograma da Pesquisa:

Revisão Preliminar da Literatura	Março /11
Redação do Projeto	Abril /11 até Outubro/11
Qualificação do Projeto	Novembro/11
Submissão CCEFO CEP	Dezembro/ 11
Confecção das Amostras	Março/12
Irradiação Gama	Março/Abril 12
Ensaio Tração Diametral	Abril/12
MEV /EDS	Abril/12
Análise Estatística	Maió/12
Redação Dissertação	Junho/Novembro 12
Defesa Dissertação	Dezembro 12

de Deus
 AESC Hospital Mãe de Deus
 Marcelo Jorge Sonneborn
 Gerente de Gestão de Pessoas
 RG 7038922187 - CPF 494.658.720-91
 KRB

Metodologia da Pesquisa:

As amostras serão confeccionadas de acordo com Farett et al para cimentos de ionômero de vidro. Para a confecção das amostras (n = 30) para cada tipo dos grupos descritos na Figura 2, a cápsula do cimento de ionômero de vidro será misturada no amalgamador (Ultramat 2, SDI, Austrália) durante 10 segundos. Será inserido em incremento único, com aplicador do sistema chamado de complet applicator, os cimentos de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure) e modificado por resina (Riva Light Cure) em uma matriz bipartida de PTFE (politetrafluoretileno) cilíndrica de 6 mm de diâmetro X 3 mm de altura (Figura 1). A matriz será posicionada sobre uma tira de poliéster a fim de evitar o escoamento do ionômero de vidro. Após será aplicado Riva Coat e polimerizado de acordo com o tempo indicado pelo fabricante, 20 segundos, com uma unidade de fotoativação XL 1500 (3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA) com potência acima de 400mW/cm² a qual será monitorada empregando um radiômetro (Curing Radiometer Model 100, Demetron Co, CA, EUA) a cada cinco exposições. Todas as amostras, após a confecção, serão armazenados em recipientes plásticos protegidos da luz pelo período de 24h à 37° C em uma estufa para culturas (Modelo 002 CB; Fanem, São Paulo, Brasil).

Decorrido o período de 24h, as amostras serão divididas em dois grupos: grupo controle (n=15) e grupo irradiado (n=15) o qual, será submetido a exposição de radiação gama fracionada de 2 Greiss ao dia, durante 30 dias, totalizando uma dose de 70 Greiss, realizada através de um acelerador linear, VARIAN, modelo Clinac 2100, na tentativa de simular a dose e o tempo de uma radioterapia de cabeça e pescoço, para evitar sub dosagem na superfície do material devido ao efeito Build-up, será utilizado Bólus de 2mm simulando tecidos moles circundantes.

Orçamento do Projeto de Pesquisa (Incluir informações sobre recursos e fonte de financiamento):

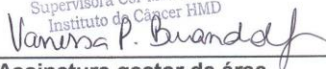
A pesquisa será custeada pela pesquisadora.

Justificativa para realização da pesquisa no Sistema de Saúde Mãe de Deus:

Ser o COR HMD serviço de referência e excelência no tratamento de pacientes com câncer no nosso estado, bem como possuir equipe e tecnologia avançada.


Assinatura Pesquisador

Dr. Ligia Maria Hognetti
Odontóloga Dentista
CRD-10884

Vanessa Patzlaff Brandolf
Supervisora Cor Mãe de Deus
Instituto de Câncer HMD

Assinatura gestor da área


Autorização Comitê de Ética em Pesquisa HMD

ABSC- Hospital Mãe de Deus
Marcelo Jorge Sonnebom
Gerente de Gestão de Pessoas
RG 7038022187 - CPF 494.658.720-91

ANEXO C – E-MAIL DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

De: "sgp@rb.org.br" <sgp@rb.org.br>

Para: nogarett@yahoo.com.br

Enviadas: Quinta-feira, 20 de Dezembro de 2012 12:27

Assunto: CONFIRMAÇÃO DE RECEBIMENTO DE ARTIGO SGP / RB



Revista Radiologia Brasileira

Colégio Brasileiro de Radiologia
Av. Paulista, 37 - 7º andar - conjunto 71

Bela Vista - São Paulo - SP

01311-902

Tel.: (55 11) 3372-4544

São Paulo, quinta-feira, 20 de dezembro de 2012

Ilmo(a) Sr.(a)

Prof(a), Dr(a) Ligia Maria Nogarett Pibernat de Carvalho

Referente ao código de fluxo: 1652

Classificação: Artigo Original

Confirmamos o recebimento do artigo ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA TRAÇÃO DIAMETRAL DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO , que será enviado para apreciação dos revisores para possível publicação na Revista Radiologia Brasileira. Por favor, para qualquer comunicação futura sobre este artigo, cite o código de fluxo indicado acima.

Obrigado por submeter seu trabalho à Revista Radiologia Brasileira.

Atenciosamente,

Edson Marchiori

Editor da Revista Radiologia Brasileira

««« Favor não responder esta mensagem pois ela foi gerada automaticamente pelo SGP »»»

APÊNDICE A – ARTIGO SUBMETIDO

Esta é um versão gerada unicamente para visualização dentro do SGP.
 A versão a ser impressa utilizará outros padrões de formatação.
 This is a version generated only for visualization inside of SGP.
 The version to be printed will use other formatting patterns.

Artigo Original
Código de Fluxo: 1652

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE NA TRAÇÃO DIAMETRAL DE CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO*

Study of the influence of radiation in ionising diametral tensile ionomer cements glass

Autores (Authors)

Ligia Maria Nogarett Pibernat de Carvalho: Mestranda em Odontologia, Materiais Dentários, PUCRS, Cirurgiã Dentista

Eduardo Gonçalves Mota: Doutorado em Odontologia, Professor titular de Pós Graduação na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Lissiane Martins Fracasso: Mestranda em Odontologia, Materiais Dentários, PUCRS, Cirurgiã Dentista

Unitermos: Materiais Dentários; Cimentos de Ionômero de Vidro; Resistência à Tração; Radiação Ionizante.

Keywords: Dental Materials; Glass ionomer cements; Tensile strength; radiation ionizing.

Resumo:

OBJETIVO: Avaliar a influência da radiação ionizante sobre três cimentos de ionômero de vidro (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata) quanto à tração diametral. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram confeccionadas amostras para os grupos: Convencional (n=20), modificado por resina (n=20),

*Trabalho submetido em (Article'ssubmission in): 20/12/2012 09:35:40.

Instituição (Affiliation): Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS.

Correspondência (Correspondence): Lígia Maria Nogarett - Rua Adão Baido 146/ 301 - Cristo Redentor - CEP: 91340060 - Porto Alegre - Rio Grande do Sul Brasil.

Suporte Financeiro (Financial support): Aluna de mestrado com Bolsa Capes.

Submetido para (Submitted for): Revista Radiologia Brasileira.

Artigo numerado no SGP sob código de fluxo (The Articlewasnumbered in SGP for the flux code): 1652

modificado por liga de prata (n=12), em uma matriz bipartida de PTFE, cilíndrica de 6mm de diâmetro X3 mm de altura, técnica indicada pelo fabricante, após confecção, armazenadas em recipiente plástico, protegidos por 24h à 37°C em estufa de cultura. Os grupos, divididos em controle e irradiado, com dose usual de tratamento de neoplasias de cabeça e pescoço fracionada em 35 aplicações de 2Gy (200cGy) ao dia, totalizando dose de 70Gy (7000cGy) em acelerador linear, para evitar subdosagem, utilizamos Bólus de 2mm simulando tecidos moles circundantes. A tração diametral foi realizada com velocidade de 1mm/min, até fratura do corpo-de-prova. RESULTADOS: Observadas diferenças significativas ($p<0,001$) entre os três grupos de cimento de ionômero de vidro (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata). Grupos de mesma classificação, submetidos ou não á radiação, não houve diferença significativa, o grupo Riva Light Cure controle, média 31,83 e grupo irradiado 24,82. O grupo Riva Silver controle, média 12,06 e o grupo irradiado 17,29. O grupo Riva Self Cure controle, média de 14,05 enquanto o grupo irradiado 26,04. CONCLUSÃO: Dentro das limitações do estudo, conclui-se que a radioterapia aplicada como protocolo no tratamento de pacientes com câncer de cabeça e pescoço não influi negativamente na tração diametral dos três diferentes cimentos de ionômero de vidro pesquisados

Abstract:

The aim of this study was evaluate the influence of ionizing radiation under three glass ionomer (conventional, resin modified and silver added) on the diametral tensile strength. The null hypothesis tested the action of ionizing radiation under glass ionomer cements submitted to tensile strength. To diametral tensile strength, samples were made with conventional (n=20), resin modified (n=20), silver added glass ionomer cements (n=20) into a cylindrical bipartite mould of PTFE (polytetrafluoroethylene) with 6 mm diameter X 3 mm high according to manufacturer's instructions. All samples were stored in plastic tubes protected from light for 24 h at 37° C in a culture stove. After that, each group was divided in a control or submitted to ionizing radiation at Centro de Oncologia do Hospital Mãe de Deus, with usual dose for head and neck cancer fractioned in 35 daily applications of 2 Gy (200cGy) for each Day, resulting at 70 Gy (7000cGy) by a linear accelerator. In order to avoid sub dosage at the material surface due to Build-up effect, a Bolus was

used with 2mm simulating soft tissues. The diametral tensile strength test was performed in a universal testing machine EMIC DL 2000 (Emic, São José dos Pinhais, Brazil), with 1 mm/min of cross-head speed. Data were submitted to analysis of variance and multiple comparison test of Tukey ($\alpha=0.05$). Significant differences were recorded ($p<0.001$) between the glass ionomer tested (conventional, resin modified and silver added) for diametral tensile strength. Comparing groups with the same classification, submitted or not to radiation, there was no significant difference. Riva Light Cure control showed an average (MPa) of 31.83 in comparison to 24.82 of irradiated group. Riva Silver control showed an average (MPa) of 12.06 in comparison to 17.29 for the irradiated group. Riva Self Cure control showed an average (MPa) of 14.05 in comparison to 26.04 irradiated group. Comparing all groups of different classification submitted to ionizing radiation, there were significant difference between them ($p<0.001$). Riva Silver control showed the lowest average (MPa) (12.03) in comparison to Riva Light control (31.83). The radiotherapy applied as protocol to head and neck cancer therapy do not act negatively in the diametral tensile strength of the three glass ionomer tested.

Keywords: Dental materials; glass ionomer cements; tensile strength, radiation, ionizing.

INTRODUÇÃO

A odontologia tem se desenvolvido intensamente na busca de materiais que apresentem propriedades físicas, químicas e mecânicas necessárias para a longevidade de tratamentos restauradores.

Em 1971 na Inglaterra, Wilson e Kent, através de estudos das características do cimento de silicato e do policarboxilato de zinco, o primeiro apresentava flúor e baixa alteração dimensional e o segundo excelente adesividade à estrutura dentária, resolveram unir estas propriedades em um novo material denominado cimento de ionômero de vidro, o qual foi introduzido no mercado a partir de 1975 na Europa⁽¹⁾. Desde seu desenvolvimento, os cimentos de ionômero de vidro vêm sendo aperfeiçoados, passando por sucessivas modificações, tais como a incorporação de metais ou resina com a finalidade de melhoria nas suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

Os cimentos de ionômero de vidro, os quais são comercializados na apresentação de pó e líquido, apresentam na sua composição: sílica, alumina, fluoreto de cálcio no pó e ácidos alcenóicos (ácido poliacrílico / ácido maleico) ácido itacônico e tartárico e iniciadores de polimerização no líquido. Apresentam como principal característica a liberação de flúor assim como a capacidade de reter o mesmo quando exposto a ele. Este material tem propriedades mecânicas mais similares ao esmalte e à dentina. A estabilidade sobre carga (deformação) é maior que as resinas compostas, em função das ligações químicas dos ionômeros de vidro com os íons de cálcio da hidroxiapatita, em função do comportamento elástico, há uma maior preservação da integridade da interface entre o dente e o material restaurador⁽²⁾.

Segundo De Moor *et al.*(2011)⁽³⁾, cimentos de ionômero de vidro não preenchem os requisitos mínimos como material restaurador direto em uma população sistemicamente hígida, pois suas propriedades mecânicas são inferiores quando comparado a resina composta na região cervical e são associadas à uma grande incidência de caries secundárias, considerando-se pacientes saudáveis. Entretanto, os mesmos autores relatam que, cimento de ionômero de vidro modificado por resina, em pacientes que são submetidos à radioterapia mostram-se

mais eficaz e proporcionam maior proteção contra cáries secundárias em pacientes “irradiados” quando comparados à resina composta⁽²⁾.

Os cimentos de ionômero de vidro, os quais são comercializados na apresentação de pó e líquido, apresentam na sua composição: sílica, alumina, fluoreto de cálcio no pó e ácidos alcenóicos (ácido poliacrílico / ácido maleico) ácido itacônico e tartárico e iniciadores de polimerização no líquido. Apresentam como principal característica a liberação de flúor assim como a capacidade de reter o mesmo quando exposto a ele. Este material tem propriedades mecânicas mais similares ao esmalte e à dentina. A estabilidade sobre carga (deformação) é maior que as resinas compostas, em função das ligações químicas dos ionômeros de vidro com os íons de cálcio da hidroxiapatita, em função do comportamento elástico, há uma maior preservação da integridade da interface entre o dente e o material restaurador⁽²⁾.

Segundo De Moor *et al.*(2011)⁽³⁾, cimentos de ionômero de vidro não preenchem os requisitos mínimos como material restaurador direto em uma população sistemicamente hígida, pois suas propriedades mecânicas são inferiores quando comparado a resina composta na região cervical e são associadas a uma grande incidência de caries secundárias, considerando-se pacientes saudáveis. Entretanto, os mesmos autores relatam que, cimento de ionômero de vidro modificado por resina, em pacientes que são submetidos à radioterapia mostraram-se⁽³⁾ mais eficaz e proporcionam maior proteção contra cáries secundárias em pacientes submetidos à radioterapia quando comparados a materiais como a resina composta⁽³⁾. Cárie por radiação é o efeito colateral mais conhecido por radioterapia de cabeça e pescoço⁽⁴⁾. Cáries ativas parecem surgir do defeito causado pela radiação induzida na junção amelo-dentinária^(5,6) e mudanças no biofilme pela redução da taxa de nível salivar e higiene oral precária⁽⁷⁾.

Fatores que influenciam na aceleração do aparecimento de cáries são a hipossalivação (xerostomia) como resultado da radiação e a mudança de hábitos alimentares diários que resultam a alteração da composição do biofilme^(8,9). Lesões de cáries ativas são visíveis após 3 meses de radioterapia e danos excessivos na dentição são comumente vistos um ano após a terapia de irradiação⁽³⁾.

É comum observarmos o comportamento deste e de outros materiais restauradores considerando uma população saudável, porém, é necessário avaliar o

comportamento também em populações não saudáveis. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da radiação ionizante sobre três cimentos de ionômero de vidro, convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata, submetidos ou não a radiação ionizante quanto à Tração diametral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foi utilizado três cimentos de ionômero de vidro, Riva Self Cure (SDI, Austrália) convencional, Riva Light Cure (SDI, Austrália) modificado por resina, Riva Silver (SDI, Austrália) modificado com amálgama de prata, descritos no Quadro 1. As amostras foram confeccionadas de acordo com Faret et al.(2011)⁽¹⁰⁾ para cimentos de ionômero de vidro⁽¹¹⁾. Segundo Elias e Lopes (2007)⁽¹²⁾, deve ser usado no mínimo 5 corpos de prova para ensaios de tração. Para a confecção das amostras (n=10), cada tipo dos grupos descritos na Figura 2, a cápsula do cimento de ionômero de vidro foi misturada no amalgamador (Ultramat 2, SDI, Austrália) durante 10 segundos. Foi inserido em incremento único, com aplicador do sistema chamado de *complet applicator*, os cimentos de ionômero de vidro convencional (Riva Self Cure), modificado por resina (Riva Light Cure) e modificado por liga de prata (Riva Silver), em uma matriz bipartida de PTFE (politetrafluoetileno) cilíndrica de 6 mm de diâmetro X 3 mm de altura (Figura 1). A matriz foi posicionada sobre uma tira de poliéster a fim de evitar o escoamento do ionômero de vidro. Após, foi aplicado Riva Coat e polimerizado de acordo com o tempo indicado pelo fabricante, 20 segundos, com uma unidade de foto ativação RADII (SDI, Austrália), o tempo de presa de cada cimento foi considerado na técnica, sendo de 6 minutos para o cimento de ionômero de vidro convencional: Riva Self Cure; modificado por resina: Riva Light Cure logo após a fotopolimerização; e modificado por liga de prata: 5 minutos.

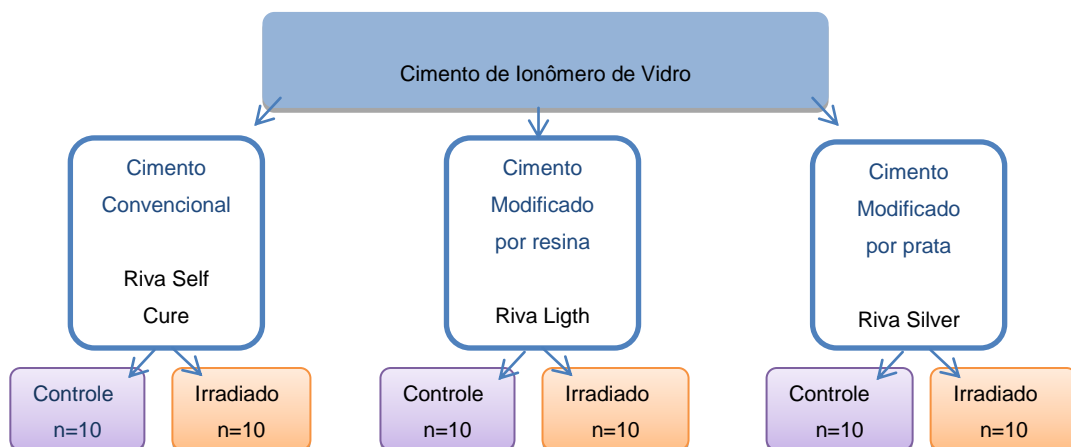
Figura 1 – Dispositivo para confecção das amostras para o teste de tração diametral: (A) suporte metálico; (B) matriz bipartida de PTFE



Fonte: Mota (2012).

Todas as amostras, após a confecção, foram armazenadas em recipientes plásticos protegidos da luz pelo período de 24h à 37°C em uma estufa para culturas (Modelo 002 CB; Fanem, São Paulo, Brasil).

Figura 2 – Organograma da distribuição dos grupos



Fonte: A autora (2012).

Decorrido o período de 24h, as amostras foram divididas em dois grupos: grupo controle (n=10) e grupo irradiado (n=10) o qual, foi submetido a irradiação, no Centro de Oncologia do Hospital Mãe de Deus, com dose usual para tratamento de

neoplasias de cabeça e pescoço fracionada em 35 aplicações de 2 Gy (200cGy) ao dia, durante 35 dias, totalizando a dose de 70 Gy (7000cGy).

Realizada através de um acelerador linear, VARIAN, modelo Clinac 2100, na tentativa de simular a dose e o tempo de uma radioterapia de cabeça e pescoço⁽⁴⁾, para evitar sub dosagem na superfície do material devido ao efeito de acúmulo, foi utilizado Bólus de 2mm simulando tecidos moles circundantes⁽¹³⁾.

Tecnicamente, a melhor forma de garantir a dose entregue num determinado ponto e a precisão do cálculo realizado, é colocá-lo a certa profundidade maior que a profundidade dita de acúmulo. Esta profundidade de acúmulo é uma característica das radiações indiretamente ionizantes de alta energia usadas em Radioterapia; caracteriza-se pela forma como a radiação deposita sua energia no caminho inicial dentro de um tecido. Quando um feixe de radiação com energia nominal de 6mv (típico de radioterapia) incide num determinado material, a dose absorvida só atinge seu valor máximo em torno de 1,5cm de profundidade após a superfície, iniciando na superfície com algo em torno de 60% da dose que virá a depositar a 1,5cm. Após esse trajeto inicial de acúmulo decai exponencialmente com a atenuação dos tecidos. Ou seja, nestes primeiros 1,5cm há uma incerteza muito grande na determinação precisa da dose, que se torna facilmente determinável após essa profundidade.

Para simularmos a condição clínica e eliminarmos a incerteza da região de acúmulo, utilizamos um *setup* com 3cm de placas de água sólida e um bólus de 1cm envolvendo as amostras, ou seja, materiais equivalentes à água em densidade eletrônica (tecido equivalentes) e que permite precisão no cálculo de dose em profundidade pois mantém o material numa região de segurança para o cálculo. Outra questão importante de *setup* é adicionar essa mesma camada abaixo das amostras, considerando também que os cálculos de radioterapia consideram o espalhamento da dose em todas as direções.

Assim, fisicamente, foi feito um bloco de tecido equivalente de 8cm de espessura e as amostras colocadas no centro desta espessura. Portanto, a dose calculada de 200cGy dia foi estimada com base em uma área de irradiação de 30cm x 30cm, a uma profundidade de 4cm com a distância fonte-pele de 96cm (isocêntrico).

Considerando todos fatores envolvidos, com uma irradiação de 185 Unidades Monitoras (unidade do acelerador linear), as amostras receberam a dose de 200cGy por dia ao longo de 35 dias úteis consecutivos.

O ensaio de resistência à tração diametral foi realizado em uma máquina de ensaio Universal EMIC DL 2000 (Emic, São José dos Pinhais, Brasil), com velocidade de carregamento de 1mm/min, até a fratura do corpo-de-prova. As amostras foram medidas com parquímetro digital nas dimensões diâmetro e espessura.

A tensão máxima de fratura foi registrada em Newtons, e convertida em MPa segundo a fórmula abaixo:

$$T_s = \frac{2P}{\pi \cdot D \cdot T}$$

Onde, T_s é a resistência à tração diametral (MPa), P é a força máxima obtida (N), D é o diâmetro (mm) e T é a espessura (mm).

Os resultados da resistência à tração diametral (MPa) foram tabulados e analisados estatisticamente com auxílio do SPSS 15.0 (*Statistical Package for Social Science* 15.0 for Windows, Microsoft Co., EUA). Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov teste de Levene, os quais avaliaram a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente.

Os dados assumiram distribuição normal e homogênea, a diferença entre os grupos foi avaliada pela análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de Tukey. Ambos os testes foram aplicados com nível de significância de 5%.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados na pesquisa

Nome Técnico	Nome Comercial	Apresentação Lote	Composição	Fabricante	Registro Anvisa
Cimento de ionômero de vidro convencional	Riva Self Cure	Cor A1, A2, A3, A3,5, A4, B2 e B3, em cápsulas. J1974881	Vidro de Estrôncio 70% Ácido Poliacrílico 17% Ácido Tartárico 3% Água 10% Pigmento <0,5%	SDI (Austrália)	10282490015
Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	Riva Light Cure	Cor A 1, A2, A3, A3,5, A4, B2, B3, B4, C2, C4, em cápsulas. B196466	Vidro de Silicato Fluoroalumínio - Estrôncio 70% Dimetacrilato Trietileno Glicol 1% Metacrilato Hidroxietil 9% Ácido Poliacrílico 11% Hidroxi Tolueno de Butila <0,5% Canforquinona <0,5% Tetra Metil Anilina <0,5% Água 6% Pigmento <0,5%	SDI (Austrália)	10282490025
Cimento de ionômero de vidro modificado por liga de prata	Riva Silver	Cor cinza, em cápsulas. G1003152	Vidro de Silicato Fluoroalumínio.....43% Liga de Prata-Estanho-Cobre-Platina 33,5% Ácido Poliacrílico 10,5% Água 10% Ácido Policarboxílico 3%	SDI (Austrália)	10282490018
Material selador de ionômero de vidro	Riva Coalt	Frasco de 5ml	UDMA 69% TEGDMA 30% Canforquinona 0,3% BHT 0,4% Tetrametil anilina 0,3%	SDI (Austrália)	

RESULTADOS

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,001$) entre os três grupos de cimento de ionômero de vidro avaliados (convencional, modificado por resina e modificado por liga de prata) no ensaio de tração diametral.

Ao comparar os grupos de mesma classificação, submetidos ou não à radiação, não houve diferença significativa.

No estudo, ao comparar o grupo Riva Light Cure, as amostras do grupo controle obtiveram a média de valores de 31,83 e o grupo irradiado 24,82, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles.

O grupo Riva Silver apresentou no grupo controle a média de 12,06 e no grupo irradiado 17,29, não apresentando diferença estatística entre eles.

Da mesma forma o grupo Riva Self Cure, as amostras testadas do grupo controle apresentaram uma média de 14,05 enquanto o grupo irradiado obteve 26,04 não apresentando diferença estatística entre eles.

Já, ao comparar todos os grupos de diferentes classificações que foram submetidos à radiação, houve diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,05$). O grupo Riva Silver controle apresentou menor valor (12,03) quando comparado ao grupo Riva Light controle (31,83).

Tabela 1 – Valores das Médias e Desvio Padrão obtidas no ensaio de tração diametral

Grupo	n	Média	Desvio padrão
Riva Self Cure Controle	10	14,05 ^{bc}	3,92
Riva Self Cure Irradiado	10	26,04 ^{ab}	14,70
Riva Light Cure Controle	10	31,83 ^a	12,30
Riva Light Cure Irradiado	10	24,82 ^{abc}	6,73
Riva Silver Controle	6	12,03 ^c	5,75
Riva Silver Irradiado	6	17,29 ^{bc}	2,80

Fonte: A autora (2012).

Legenda: *Médias seguidas de diferentes letras apresentam diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Com base nos resultados do estudo, a hipótese nula testada é aceita. A irradiação não interfere negativamente na resistência à tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro, mas há diferenças significantes entre os diferentes cimentos de ionômero de vidro (convencional, modificado por resina, modificado por liga de prata).

Considerando que, a intenção era simular a dose usual da irradiação de tratamentos de neoplasias de cabeça e pescoço utilizado no Centro de Oncologia e Radioterapia do Hospital Mãe de Deus, em Porto Alegre, o mesmo protocolo foi considerado, 70Gy (7000cGy) em um fracionamento convencional de 35 frações de 2Gy (200cGy), técnica aplicada também em estudo realizado por Yesilyurt *et al.*(2008)⁽⁴⁾, o qual avaliou a resistência de união de dois cimentos de ionômero de vidro convencional, na dentina irradiada e não irradiada. Mesmo tratando-se da avaliação de outra propriedade mecânica e ainda comparando a dentina, não realizada por este estudo, os autores relatam que, segundo Cheung *et al.*(1990)⁽¹⁴⁾, cimento de ionômero de vidro submetido a radiação sofre interrupção das ligações químicas do polímero de cimentos modificados por resina, podendo assim diminuir as propriedades mecânicas do material. Porém, no estudo de Yesilyurt *et al.*, (2008)⁽⁴⁾ a radiação aplicada não atua de forma significante nas propriedades testadas o que concorda com os resultados encontrados neste estudo, quando comparamos os resultados obtidos nos grupos, considerando a mesma classificação e não o teste mecânico realizado, submetidos ou não á radiação, não foram registrados diferenças significantes($p>0,05$), ao contrário, quando comparamos os grupos em relação a diferentes classificações e submetidos a irradiação, eles apresentaram diferença.

Schnabel (1981)⁽¹⁵⁾ relatou que um polímero exposto à radiação ionizante pode sofrer ligações cruzadas ou quebra da cadeia principal em decorrência da formação de radicais livres, mas quando ocorrem ligações cruzadas devido à ação da radiação as propriedades mecânicas como dureza e elasticidade desses polímeros podem ser melhoradas, mas doses elevadas podem tornar o polímero duro e friável.

Não foi analisado neste estudo a quebra de cadeia química, mas segundo Schnabel (1981)⁽¹⁵⁾, Reichmanis *et al.* (1993)⁽¹⁶⁾ e Silverman (1999)⁽¹⁷⁾ uma das

propriedades da radiação é a formação de íons, devido à transferência linear de energia para o meio. Além disso, Reichmanis *et al.* (1993)⁽¹⁶⁾ afirmaram que a radiação produz em polímeros excitação e ionização, formando os íons e radicais livres, originando a formação de moléculas pequenas podendo assim produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas além da degradação do polímero.

O grupo Riva Light Cure irradiado, apresentou aumento, porem não significativo na resistência mecânica, com média no grupo controle de 24,82 e no grupo irradiado de 31,83. Possíveis explicações para esta diferença é a influência do calor no grau de conversão do ionômero de vidro, já que este é modificado por resina. Segundo Anusavice (2005)⁽¹⁸⁾, a conversão do monômero em polímero depende de fatores como calor, luz e a composição do material, bem como a concentração do iniciador e inibidor.

O grau de conversão está relacionado ao percentual de ligações duplas de carbono transformadas em ligações simples para a formação de um polímero. Logo, os aparelhos de radioterapia geram energia com a liberação de raios X e de elétrons, utilizando um feixe externo (acelerador linear ou gama cobalto) ou radioterapia de intensidade modulada, na qual as doses são precisas e específicas para a neoplasia maligna^(19,20), assim consequentemente gerando calor, acelerando o grau de conversão deste material.

Também deve ser considerado o fato de serem cimentos de ionômero de vidro encapsulados, os quais já possuem proporção pó/ líquido pré-estabelecida, característica que elimina a possibilidade de alteração de proporção⁽²¹⁾ uma vez que há relatos na literatura com estudos que demonstram o aumento nas propriedades mecânicas do cimento de ionômero de vidro convencional após acréscimo na proporção pó líquido e da concentração e peso molecular dos poliácidos⁽²²⁾.

Outro fator que deve ser levado em consideração, é o tempo de presa de cada grupo de cimento de ionômero de vidro. Os cimentos de ionômero de vidro apresentavam algumas limitações devido à sua lenta reação de presa, esta desvantagem é apresentada ainda pelo cimento de presa convencional. Na tentativa de melhorar esta característica, a inclusão de outros poliácidos mais reativos no líquido (copolímeros do ácido acrílico e do ácido maleico), pelo pré-tratamento das superfícies das partículas de vidro, mudanças na composição das partículas e

adição de partículas metálicas ao pó⁽²³⁾ foram realizadas alterando o tempo de presa dos cimentos de ionômero de vidro modificados.

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresenta redução no tempo de presa que acontece durante a fotopolimerização e, conseqüentemente, reduz a sensibilidade inicial à umidade (sinérese e embebição) e à solubilidade aos fluidos orais⁽²⁴⁾. Os cimentos de ionômero de vidro convencional, Riva Self Cure e o modificado por liga de prata, Riva Silver apresentam pouca alteração no tempo de presa, sendo de 6 minutos no primeiro e de 5 minutos no segundo.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do estudo, conclui-se que a radioterapia aplicada como protocolo no tratamento de pacientes com câncer de cabeça e pescoço não influi negativamente na tração diametral dos três diferentes cimentos de ionômero de vidro pesquisados, podendo ser os cimentos de ionômero de vidro um material de escolha indicado para pacientes que irão submeter-se ou que estão, em tratamento com radioterapia. Porém torna-se necessário estudos complementares *in vitro* para estabelecer protocolo de atendimento odontológico indicado.

REFERÊNCIAS

1. Wilson AD, Kent BE. The glass-ionomer cement: a new translucent dental filling material. *J Chem Technol Biotechnol.* 1971 Nov;21(11):313-8.
2. Behr M, Rosentritt M, Faltermeier A, Handel G. Electron beam irradiation of dental composites. *Dent Mater.* 2005 Sep;21(9):804-10.
3. De Moor RJ, Stassen IG, van 't Veldt Y, Torbeyns D, Hommez GM. Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head- and neck-irradiated cancer patients. *Clin Oral Investig.* 2011 Feb;15(1):31-8.doi: 10.1007/s00784-009-0355-4. Epub 2009 Dec 8.
4. Yesilyurt C, Bulucu B, Sezen O, Bulut G, Celik D. Bond strengths of two conventional glass-ionomer cements to irradiated and non-irradiated dentin. *Dent Mater J.* 2008 Sep;27(5):695-701.
5. Carl W. Oral and dental care for cancer patients receiving radiation and chemotherapy. *Quintessence Int Dent Dig.* 1981 Sep;12(9):861-9.
6. Liena MC, Bagan JV. Chlorhexidine varnish application and fluoride self-administration for dental caries control in head and neck irradiated patients. A three-years follow-up. *Oral Biosci Med.* 2004;1:187-93.
7. Frank RM, Herdly J, Philippe E. Acquired dental defects and salivary gland lesions after irradiation for carcinoma. *J Am Dent Assoc.* 1965 Apr;70:868-83.
8. Brown LR, Dreizen S, Handler S, Johnston DA. Effect of radiation-induced xerostomia on human oral microflora. *J Dent Res.* 1975 Jul-Aug;54(4):740-50.
9. Kielbassa AM, Schendera A, Schulte-Mönting J. Microradiographic and microscopic studies on in situ induced initial caries in irradiated and non-irradiated dental enamel. *Caries Res.* 2000 Jan-Feb;34(1):41-7.
10. Farret MM, Lima EM, Mota EG, Oshima HM, Barth V, Oliveira SD. Can we add chlorhexidine into glass-ionomer cements for band cementation? *AngleOrthod.* 2011 May;81(3):496-502.doi: 10.2319/090310-518.1. Epub 2011 Feb 7.
11. Instituto Nacional do Câncer. Estimativa de incidência e mortalidade por cancer no Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro; 2012. [updated 2012; cited 2011 nov. 12]. Available from: <http://www.inca.gov.br>
12. Elias NC, Lopes HP. Materiais dentários: ensaios mecânicos. São Paulo: Santos; 2007.

13. Jansma J. Oral sequelae resulting from head and neck radiotherapy: course, prevention and management of radiation caries and other oral complications [thesis]. Groningen, The Netherlands: University of Groningen; 1991.
14. Cheung DT, Perelman N, Tong D, Nimni ME. The effect of gamma-irradiation on collagen molecules, isolated alpha-chains, and crosslinked native fibers. *J Biomed Mater Res.* 1990 May;24(5):581-9.
15. Schnabel W. Polymer degradation: principles and practical applications. München: Hanser International; 1981. p. 95-153.
16. Reichmanis E, Frank CW, O'donnell JH. Irradiations of polymeric materials: processes, mechanisms and applications. Washington: American Chemical Society; 1993. p. 1-7.
17. Silverman S Jr. Oral cancer: complications of therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999 Aug;88(2):122-6.
18. Anusavice KJ. Phillips materiais dentários. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
19. Aggarwal V. An in vitro evaluation of effect of ionizing radiotherapy on push-out strength of fiber posts under cyclic loading. *J Endod.* 2009 May;35(5):695-8. doi: 10.1016/j.joen.2009.01.010. Epub 2009 Apr 2.
20. 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. Review.
21. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. *Dental Mater.* 2005 Aug;21(8):704-8.
22. Guggenberger R, May R, Stefan KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials.* 1998 Mar;19(6):479-83.
23. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000 Mar;16(2):129-38.
24. Navarro MFL, Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC. Tratamento Restaurador Atraumático (ART) e o Programa de Saúde da Família. *BioOdonto.* 2004;2(4):1-111.