

LAÍS CÉSAR DE VASCONCELOS

**ANÁLISE DA INTERFACE DE RESTAURAÇÕES
DENTÁRIAS E MORFOLOGIA SUPERFICIAL DE RESINAS
BULK FILL APÓS IRRADIAÇÃO GAMA**

RECIFE - PE

2018

LAÍS CÉSAR DE VASCONCELOS

**ANÁLISE DA INTERFACE DE RESTAURAÇÕES
DENTÁRIAS E MORFOLOGIA SUPERFICIAL DE RESINAS
BULK FILL APÓS IRRADIAÇÃO GAMA**

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, área de concentração em Clínica Integrada.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Luiza dos Anjos Pontual

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Gabriela Queiroz de Melo Monteiro

RECIFE - PE

2018

Catálogo na fonte:
bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4:1895

V331a Vasconcelos, Laís César de.
Análise da interface de restaurações dentárias e morfologia superficial de resinas bulk fill após irradiação gama / Laís César de Vasconcelos. – Recife: o autor, 2018.
99 f.; 30 cm.

Orientadora: Maria Luiza dos Anjos Pontual.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em odontologia.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Microtomografia por raio-x. 2. Tomografia de coerência óptica. 3. Resinas compostas. 4. Radiologia. I. Pontual, Maria Luiza dos Anjos (orientadora). II. Título.

617.6 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2018 - 101)

LAÍS CÉSAR DE VASCONCELOS

“ANÁLISE DA INTERFACE DE RESTAURAÇÕES DENTÁRIAS E
MORFOLOGIA SUPERFICIAL DE RESINAS BULK FILL APÓS
IRRADIAÇÃO GAMA”

Aprovado em 23 de fevereiro de 2018

Orientador: Prof.^a Dr.^a MARIA LUIZA DOS ANJOS PONTUAL

Banca Examinadora

- 5^o _____
Prof.^a Dr.^a MARIA LUIZA DOS ANJOS PONTUAL
(Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco
- 4^o _____
Prof.^a Dr.^a FLÁVIA MARIA DE MORAES RAMOS PEREZ
(Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco
- 3^o _____
Prof.^a Dr.^a CINTIA REGINA TORNISIELLO KATZ
(Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco
- 2^o _____
Prof.^a Dr.^a ROSENÊS LIMA DOS SANTOS
(Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba
- 1^o _____
Prof. Dr. FRANKLIN DELANO SOARES FORTE
(Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba

Dedico este trabalho ao meu filho Arthur, que já me ensinou a sentir o amor mais sublime do mundo.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, acima de tudo, por abençoar a minha vida e por me dar forças para perseverar na concretização dos meus objetivos.

Aos meus pais, **Laurylene e Sergio**, pelo carinho e dedicação de sempre, pelo imenso amor que têm por mim e por toda compreensão. Amo vocês!

Ao meu esposo **Caio**, por toda paciência e carinho. Obrigada por compartilhar esse momento comigo!

Ao meu irmão, **Diogo**, pelo apoio constante e por sua preciosa amizade.

A toda minha **família**, pela força do amor que nos une.

À **Universidade Federal de Pernambuco**, em especial ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia**, pela oportunidade concedida e pela viabilização das atividades desenvolvidas.

À professora e orientadora **Maria Luiza dos Anjos Pontual**, por ter depositado em mim a confiança para a realização deste trabalho e pela preciosa orientação.

À professora **Gabriela Monteiro**, por todas as orientações, ensinamentos e suporte durante a realização de todas as etapas desta pesquisa.

Às professoras **Andréa Pontual e Flávia Ramos Perez**, pela disponibilidade em avaliar as imagens desta pesquisa.

À **Rafaella Souza**, pela contribuição e auxílio na realização da pesquisa.

À minha querida amiga **Julyana Araújo**, pela grande amizade construída e pelo fiel apoio.

Ao **Laboratório de Pós-graduação** da Universidade de Pernambuco (UPE), na figura da professora Gabriela Monteiro, por ter disponibilizado estrutura física e equipamentos para o preparo das amostras da pesquisa.

Ao **Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X**, do Departamento de Energia Nuclear (UFPE), na figura do professor Antônio Celso Antonino e do técnico Daniel Duarte, pela disponibilidade de utilizarmos o microtomógrafo e pelo auxílio na obtenção das imagens.

Ao **Laboratório de Fotônica e Biofotônica**, do Departamento de Física (UFPE), na figura do professor Anderson Gomes, pela disponibilidade de utilizarmos o tomógrafo de coerência óptica.

Ao **Laboratório de Radiação Gama – GamaLab**, do Departamento de Energia Nuclear (UFPE), na figura do técnico André Luiz França, por ter realizado a irradiação das amostras desta pesquisa.

Ao **Laboratório de Microscopia do CETENE – Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste**, pela metalização das amostras a serem avaliadas em microscopia eletrônica de varredura.

Ao **Laboratório de Microscopia Eletrônica**, do Departamento de Física (UFPE), na figura do técnico Sérgio Santos, pela disposição de nos ajudar na obtenção das imagens de microscopia eletrônica de varredura.

A **Fábio Cavalcanti**, pela realização da análise estatística deste trabalho.

Aos professores **Flávia Ramos Perez, Cintia Katz, Rosenês Lima, Franklin Forte, Danyel Perez e Daniela Pita** pela contribuição e disponibilidade em participar como membros avaliadores desta pesquisa.

A todos os pacientes que indiretamente participaram da pesquisa ao doar seus elementos dentários.

A todos os **colegas** do curso de Doutorado, pela convivência e pelos momentos compartilhados.

Aos **professores** do Programa de Pós-graduação em Odontologia (UFPE), pela dedicação e por todo o conhecimento compartilhado.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (UFPE), **Oziclere Araújo e Tamires Oliveira**, pela constante solicitude no atendimento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu sincero agradecimento.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar *in vitro*, através da micro-tomografia computadorizada e da tomografia de coerência óptica, a influência da irradiação gama na integridade marginal de restaurações de resinas compostas bulk fill, além de verificar em microscopia eletrônica de varredura o efeito da irradiação na morfologia superficial desses materiais. Para a avaliação da integridade marginal das restaurações, foram confeccionadas cavidades classe I de 3 mm de profundidade e 3,8mm de diâmetro em 60 terceiros molares humanos hígidos, que foram divididos em quatro grupos (n=15), sendo três compostos pelas resinas Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill) e um quarto grupo composto pelo compósito controle (Filtek™ Z350). Após aplicação do sistema adesivo, as resinas foram inseridas nas cavidades e fotopolimerizadas, seguindo instruções dos fabricantes. Posteriormente, os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 50% por 12 horas e em revelador por 6 horas. Os dentes foram escaneados em micro-tomógrafo e tomógrafo de coerência óptica. Cada grupo foi dividido (n=5) de acordo com as doses de radiação gama de Co⁶⁰ a que foram submetidos (0, 30 e 60 Gy). Após a irradiação, os dentes foram novamente imersos em solução de nitrato de prata 50% e em revelador, escaneados em micro-tomógrafo e tomógrafo de coerência óptica e as imagens analisadas no programa Image J. Para análise morfológica, foram confeccionados 12 corpos de prova de 10mm de diâmetro e 2mm de espessura das resinas bulk fill e do compósito controle. Em seguida, os corpos de prova de cada grupo foram divididos (n=3) de acordo com as doses de radiação a que foram submetidos por uma fonte de Co⁶⁰ de radiação gama (0, 30 e 60 Gy). As imagens de microtomografia foram avaliadas individualmente por três pesquisadores. Para avaliação intra e inter-examinador foi realizado o teste Kappa Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis e teste LSD de Fisher, com valor de probabilidade de 5%. Na avaliação das imagens da microtomografia computadorizada, observou-se que as doses de radiação gama avaliadas (30 e 60 Gy) ocasionaram prejuízo na interface dente-restauração das amostras restauradas com a resina Filtek™ Bulk Fill em relação ao grupo não irradiado ($p < 0,05$). As demais resinas compostas do tipo bulk fill, bem como o compósito controle não apresentaram infiltração significativa, independente da dose avaliada ($p > 0,05$). Não foi possível identificar falhas marginais por meio da tomografia de coerência óptica. As doses de 30 e 60 Gy afetaram a morfologia superficial do compósito controle (Filtek™ Z350), não sendo demonstrada, entretanto, influência no padrão de morfologia de superfície dos compósitos do tipo bulk fill. As resinas bulk fill Tetric EvoCeram Bulk Fill e X-tra Fil Bulk Fill devem ser consideradas como uma alternativa no tratamento restaurador de pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço, no entanto, é necessária uma seleção criteriosa do material, uma vez que as doses acumuladas de 30 e 60 Gy ocasionaram prejuízo na interface restauradora da resina Filtek™ Bulk Fill.

Palavras-chave: Microtomografia por raio-x. Tomografia de coerência óptica.

Resinas compostas. Radiologia.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate *in vitro*, the influence of gamma irradiation on the marginal integrity of bulk fill composite resins, through micro computed tomography (micro-CT) and optical coherence tomography (OCT), as well as to verify by scanning electron microscopy the effect of irradiation on the surface morphology of these materials. In order to evaluate the marginal integrity of the restorations, class I cavities of 3 mm deep and 3.8 mm in diameter were prepared in 60 human third molars, which were divided in four groups (n = 15), three of which composed of Bulk Fill resins (Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill) and a fourth group consisting of a control composite (Filtek™ Z350). After application of the adhesive system, the resins were inserted into the cavities and photopolymerized, following the manufacturers' instructions. Following, the teeth were immersed into a 50% silver nitrate solution for 12 hours and into developer for 6 hours. The teeth were scanned in a micro tomograph and optical coherence tomograph. Each group was divided (n = 5) considering the Co⁶⁰ gamma radiation doses to which they were subjected (0, 30 and 60 Gy). After irradiation, teeth were again immersed into a 50% silver nitrate solution and into developer, scanned in a micro tomograph and optical coherence tomograph and the images were analyzed by Image J software. For morphological analysis, 12 specimens of 10mm diameter and 2mm thickness of the bulk fill resins and the control composite were prepared. Then, the specimens of each group were divided (n = 3) considering the Co⁶⁰ gamma radiation doses to which they were subjected (0, 30 and 60 Gy). The microtomography images were evaluated individually by three examiners. The Kappa test was performed for intra- and inter-examiner evaluation. Data were analyzed by means of descriptive and inferential statistics, applying the Kruskal-Wallis test and Fisher's LSD test, considering a significance level of 5%. It was observed in the computed microtomography images that the gamma radiation doses evaluated (30 and 60 Gy) negatively affected the tooth-restoration interface of the samples restored with Filtek™ Bulk Fill resin in comparison to the non-irradiated group ($p < 0.05$). The other bulk fill composite resins, as well as the control composite have not presented significant infiltration, regardless the evaluated dose ($p > 0.05$). It was not possible to identify marginal faults through optical coherence tomography. The doses of 30 and 60 Gy affected the surface morphology of the control composite (Filtek™ Z350). However, no influence was demonstrated on the surface morphology of bulk fill composites. The bulk fill resins Tetric EvoCeram Bulk Fill and X-tra Fil Bulk Fill may be considered as an alternative for restorative treatment of patients submitted to head and neck radiotherapy, however, a critical selection of the material is required, since the accumulated doses of 30 and 60 Gy resulted in damage to the restorative interface of Filtek™ Bulk Fill resin.

Keywords: X-ray microtomography. Optical coherence tomography. Composite resins. Radiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Sistema digital Express® (KaVo, EUA).	23
Figura 2- Posicionamento das amostras para radiografia digital. Distância foco-filme de 40 cm.	23
Figura 3- Dispositivo padronizador de preparos cavitários.	24
Figura 4- Ponta diamantada 4103 utilizada para demarcar a profundidade do preparo (a); ponta diamantada 3053 utilizada para alargar o preparo (b); preparo cavitário com formato cilíndrico (c).	25
Figura 5- Raízes seccionadas com auxílio de discos de carborundum.	25
Figura 6- Resinas compostas avaliadas no estudo.	26
Figura 7- Sistema adesivo autocondicionante utilizado no estudo (Clearfil™ SE Bond, Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan).	27
Figura 8- Restauração das amostras seguindo instruções dos fabricantes.	28
Figura 9- Silicone (a) utilizado para preencher as bases de PVC (b).	29
Figura 10- Amostras posicionadas sobre o silicone para obtenção dos moldes.	29
Figura 11- Nitrato de prata a 50% (Dilecta, João Pessoa, PB, Brasil) (a); amostra imersa em solução de nitrato de prata a 50% (b).	30
Figura 12- Solução reveladora (Carestream Dental, São Paulo, SP, Brasil) (a); amostra após imersão em nitrato de prata a 50% e em solução reveladora (b).	31
Figura 13- Fonte de cobalto 60 com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada).	32
Figura 14- Divisão dos grupos experimentais.	32
Figura 15- Amostras posicionadas nas bases de silicone e sobre o suporte de amostras (a); microtomógrafo (XT H 225 ST, Industrial CT Scanning, Nikon Metrology, Tokyo, Japan) (b).	33
Figura 16- Sistema de Tomografia de Coerência Óptica – OCT (Callisto 930 nm OCT Imaging System/ Thorlabs, New Jersey, USA).	39

Figura 17- Amostras fixadas em stubs metálicos (a); amostras metalizadas (b).	44
Figura 18- Microscópio Eletrônico de Varredura (MIRA 3, Tescan, Kohoutovice, República Tcheca)	45
Figura 19- Imagens de micro-CT da resina Z350 (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.	47
Figura 20- Imagens de micro-CT da resina Filtek Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.	48
Figura 21- Imagens de micro-CT da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.	48
Figura 22- Imagens de micro-CT da resina X-tra Fil Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.	49
Figura 23- Exemplo da resina Z350 apresentando infiltração marginal após irradiação. Observar a presença do nitrato de prata (setas amarelas) no corte coronal após a irradiação (f) em relação à imagem antes da irradiação (c). Bolhas de ar estão presentes no interior da restauração.	51
Figura 24- Exemplo da resina Filtek Bulk Fill apresentando infiltração marginal após irradiação. Observar a presença do nitrato de prata (setas amarelas) nos cortes após a irradiação (d,e,f) em relação à imagem antes da irradiação (a,b,c).	51
Figura 25- Exemplo da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill antes (a,b,c) e após (d,e,f) irradiação. Observar ausência do nitrato de prata após irradiação (d,e,f) e integridade da interface.	52
Figura 26- Exemplo da resina X-tra Fil Bulk Fill antes (a,b,c) e após (d,e,f) irradiação. Observar ausência do nitrato de prata após irradiação (d,e,f) e integridade da interface.	52
Figura 27- Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Z350 por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. Identifique-se a presença de bolhas no interior da restauração (setas vermelhas).	54

- Figura 28-** Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Filtek Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. Bolhas no interior da restauração (setas vermelhas). 55
- Figura 29-** Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. 55
- Figura 30-** Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina X-tra Fil Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. 56
- Figura 31-** Imagens de MEV da resina Z 350 (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). Observar a aparente compactação da matriz orgânica em (b) e microcavidades com cargas inorgânicas mais desprendidas em (c). 57
- Figura 32-** Imagens de MEV da resina Filtek Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). 58
- Figura 33-** Imagens de MEV da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). 59
- Figura 34-** Imagens de MEV da resina X-tra Fil Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Lista de materiais utilizados, composição e classificação, de acordo com instruções do fabricante.	26
Tabela 2- Parâmetros para utilização de micro-CT em pesquisas recentes na Odontologia.	35
Tabela 3- Parâmetros para utilização de tomografia de coerência óptica (OCT) em pesquisas recentes na Odontologia.	40
Tabela 4- Penetração do nitrato de prata nas resinas avaliadas.	46
Tabela 5- Comparação de diferenças significativas entre pares de resinas por doses de irradiação.	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AUDMA	Dimetacrilato de uretano aromático
Bis-EMA	Bisfenol-A dimetacrilato etoxilado
Bis-GMA	Bisfenol-A diglicidil éter dimetacrilato
DDDMA	1, 12-Dodecanediol dimetacrilato
Gy	Gray
kVA	Kilovolt amperes
kHz	Kilohertz
KGy	Kilogray
KGy/h	Kilogray por hora
kV	Kilovoltagem
kVp	Pico de kilovoltagem
LTC-RX	Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X
mA	Millampères
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
micro-CT	Microtomografia computadorizada
MMPs	Metaloproteinasas de matriz
ms	Milisegundos
mW/cm²	Milivolts por centímetro quadrado
nm	Nanômetros
OCT	Tomografia de coerência óptica
PVC	Policloreto de vinil
pH	Potencial hidrogeniônico
RPM	Rotações por minuto
SLD	Diodo superluminescente
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
UDMA	Uretano Dimetacrilato
µA	Microampères

μm	Micrômetros
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
®	Marca registrada
™	Trade mark
>	Maior que
<	Menor que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	METODOLOGIA	22
2.1	Delineamento do estudo	22
2.2	Procedimentos da Pesquisa	22
2.2.1	Seleção das amostras	22
2.2.2	Materiais e confecção das amostras	24
2.2.3	Restauração dos dentes	27
2.2.4	Confecção da base das amostras e preparo para imersão em agente traçador	28
2.2.5	Irradiação das amostras	31
2.2.6	Análise das amostras por microtomografia computadorizada	33
2.2.7	Análise das amostras por tomografia de coerência óptica	39
2.2.8	Ensaio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	44
2.3	Análise dos Dados	45
3	RESULTADOS	46
3.1	Microtomografia Computadorizada	46
3.2	Tomografia de Coerência Óptica	54
3.3	Microscopia Eletrônica de Varredura	56
4	CONCLUSÕES	61
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICE A- ARTIGO	66
	ANEXO 1 - INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO DO ARTIGO	83
	ANEXO 2- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	98

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer, INCA (BRASIL, 2016), câncer é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células, que invadem tecidos e órgãos, podendo determinar a formação de tumores malignos e gerar metástases. O tratamento para esta patologia inclui cirurgia, radioterapia, quimioterapia ou uma combinação destas modalidades.

A radioterapia é um tratamento que emprega feixes de radiação ionizante e tem por finalidade destruir as células tumorais ou impedir a sua proliferação, inativando os sistemas vitais da célula até a sua incapacidade de reprodução (TERRA, 2005). Dependendo da localização do câncer de cabeça e pescoço e do tipo de radioterapia utilizada, inevitavelmente diferentes tecidos saudáveis e materiais odontológicos presentes na cavidade bucal são afetados na radioterapia. Desta forma, é frequente a exposição de restaurações dentárias a uma dose significativa de radiação (BINGER et al., 2008).

A radiação ionizante é capaz de interagir com os materiais restauradores, podendo promover alterações químicas moleculares e modificações de suas propriedades (CRUZ et al., 2008). Segundo Cleland, Parks e Cheng (2003), a radiação de alta energia produz em um polímero excitação e ionização, formando íons e radicais livres, os quais podem produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas, além de induzir processos de degradação. De acordo com Porto (2013), as principais alterações químicas que ocorrem em polímeros devido à radiação gama são a cisão das ligações da cadeia principal (degradação) e as ligações cruzadas (reticulação), que podem provocar tensões internas no material e fragilizar o compósito.

Além disso, a exposição de dentes restaurados pode também causar alterações nos tecidos dentários. Yadav e Yadav (2013) e Ferreira et al. (2016) afirmam que restaurações de resina composta podem ser indiretamente afetadas, pois a irradiação seria capaz de comprometer a rede de fibrilas colágenas dentinárias, o que geraria falhas na formação da camada híbrida e traria, como consequências, defeitos marginais nas restaurações. De acordo com Kielbassa et al. (2006), a radiação também reduz a microdureza dentinária e esta alteração pode resultar na ablação do esmalte ao longo da junção amelodentinária com

formação de fendas e fissuras. Para Munk et al. (2010), a irradiação também ativa enzimas, incluindo metaloproteinases de matriz (MMPs) dentro da dentina, que possuem potencial de hidrolisar os agentes de união dentinários. Estas alterações no dente e no material restaurador podem acarretar defeitos na interface dente-restauração, com conseqüente prejuízo na integridade marginal (BERNARD et al., 2015).

De forma notável, muitos problemas no manejo da Odontologia restauradora em pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço continuam a representar um desafio, como a falta de protocolos científicos que especifiquem técnicas restauradoras apropriadas, bem como o melhor tipo de material restaurador a ser usado em pacientes submetidos à irradiação (GALETTI et al. 2014). Conforme Moor et al. (2011), procedimentos restauradores neste grupo de pacientes devem ser realizados de modo preciso, porém em um reduzido tempo clínico de atendimento, a fim de preservar a função e a estética do dente e garantir o bem estar dos indivíduos. Desta forma, as resinas compostas são os materiais restauradores de escolha, graças a sua facilidade de manuseio, seu potencial adesivo e sua capacidade de vedação.

Neste sentido, uma avaliação odontológica detalhada e abrangente e a implementação de protocolos de atenção à saúde bucal são componentes imprescindíveis nos cuidados dos pacientes submetidos ao tratamento radioterápico como forma de garantir uma melhor qualidade de vida (DEVI, SINGH, 2014).

Assim, para Amade et al. (2010), a análise da influência da irradiação sobre os materiais restauradores se faz necessária, a fim de determinar o seu real efeito sobre os materiais que foram ou que estão sendo submetidos ao tratamento radioterápico, respaldando com segurança e confiabilidade a conduta do cirurgião-dentista no ato da escolha e/ou indicação dos materiais odontológicos.

Segundo Ilie, Butuca, Draenert (2013), as resinas bulk fill representam uma boa opção de material restaurador para pacientes que necessitam de algum tipo de atenção especial, como aqueles submetidos ao tratamento radioterápico. As resinas bulk fill apresentam diversas vantagens em relação aos compósitos convencionais de técnica incremental, como menor tensão de contração de polimerização, elevado grau de cura, minimização da formação de falhas marginais, além de facilidade de manuseio e redução do tempo clínico de

atendimento (FURNESS et al. 2014; ORLOWSKI, TARCZYDLO, CHALAS, 2015). Infelizmente, ainda não foi avaliado e descrito na literatura vigente o efeito da radiação nesses materiais, de modo a se estudar a sua viabilidade em procedimentos restauradores em pacientes a serem submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço.

Técnicas não invasivas para estudos *in vitro* como a microtomografia computadorizada (micro-CT) e a tomografia de coerência óptica (OCT) têm sido utilizadas para a detecção de defeitos marginais em restaurações de resina composta. Segundo Zhao et al. (2014), a técnica de micro-CT utiliza feixes de raios X para a obtenção de cortes transversais que podem ser empregados para recriar estruturas de forma virtual com uma resolução espacial em nível de micrômetros, sem destruir os espécimes originais, sendo assim amplamente utilizada na investigação científica na Odontologia com o objetivo de analisar a estrutura interna dos materiais dentários.

Tais características tornam este método muito mais abrangente e quantitativo, uma vez que, em contraste, os métodos tradicionais para estudos de microinfiltração proporcionam informações limitadas, ou mesmo não representativas, a menos que sejam analisadas várias secções da amostra (CARRERA et al., 2015). Outra vantagem da técnica de micro-CT, de acordo com Eden et al. (2008), seria o fato de nenhuma informação ser perdida durante os cortes das amostras e praticamente todas as margens da restauração serem facilmente identificáveis na análise, proporcionando uma avaliação bastante precisa da adesão dos materiais restauradores com as estruturas dentárias.

A análise de micro-CT permite que uma mesma amostra possa ser analisada várias vezes, isto é, uma amostra pode ser submetida a uma primeira análise em micro-CT e depois pode ser sujeita a diferentes tratamentos e ser novamente avaliada. Desta forma, é possível observar diferenças dimensionais ou quaisquer outros tipos de alterações induzidas na mesma amostra como, por exemplo, uma possível degradação da interface adesiva em restaurações dentárias (MELEO et al., 2012; KIM, PARK, 2014; HAN, PARK, 2014).

Da mesma forma, a OCT é uma técnica utilizada para a análise da interface entre o dente e a restauração e tornou-se um método poderoso para a aquisição de imagens de estruturas internas de sistemas biológicos, bem como de materiais restauradores odontológicos, uma vez que é capaz de gerar, utilizando

propriedades ópticas, imagens subsuperficiais com micrômetros (μm) de resolução (FREITAS et al., 2006). Esta técnica é um instrumento auxiliar na avaliação da qualidade dos procedimentos restauradores e pode ser considerado um método confiável, preciso e seguro (SHIMADA et al., 2015). Makishi et al. (2011) avaliaram a adaptação marginal de restaurações de resinas compostas utilizando OCT, a qual demonstrou-se viável para a detecção rápida de falhas na interface dente-restauração.

Para Han et al. (2016), micro-CT e OCT são métodos não destrutivos bastante úteis na avaliação da adaptação interna de restaurações de resina composta e, geralmente, apresentam-se altamente correlacionados. Ainda, segundo os autores, ambas as técnicas têm suas características próprias como ferramenta para avaliação, sendo que a micro-CT não tem nenhuma limitação na avaliação de restaurações em termos de profundidade da cavidade. Já a OCT pode apresentar limitação de profundidade de penetração do feixe de luz para a geração das imagens. Até o momento, não foram relatados na literatura estudos que investigaram, por meio de micro-CT e OCT, a influência da irradiação em restaurações de resinas compostas do tipo bulk fill.

Além disso, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um método eficaz para avaliar as características topográficas da superfície de resinas compostas, possibilitando uma avaliação precisa da variação morfológica destes materiais. Assim, é possível que por meio desta técnica se possa estabelecer distintos padrões de morfologia superficial dos materiais restauradores após diferentes doses de irradiação gama que simulem protocolos de radioterapia de cabeça e pescoço.

Dessa forma, o objetivo geral neste trabalho foi avaliar *in vitro* a interface de restaurações dentárias e a morfologia superficial de resinas Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill) após irradiação gama (30 e 60 Gy). Foram objetivos específicos desta pesquisa: verificar por meio da microtomografia computadorizada se as resinas bulk fill apresentam integridade marginal adequada após irradiação; observar se a OCT convém como forma de avaliação da integridade marginal de restaurações classe I com 3 mm de profundidade; verificar se as diferentes doses de radiação causam alterações distintas na integridade marginal das restaurações; avaliar o efeito da irradiação na morfologia superficial das resinas e verificar se as diferentes doses de

radiação causam alterações distintas na morfologia superficial das resinas avaliadas.

2 METODOLOGIA

2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de uma pesquisa experimental, laboratorial *in vitro*. O estudo teve enfoque quantitativo e qualitativo. Esta pesquisa foi desenvolvida no período de agosto de 2015 a setembro de 2017.

2.2 Procedimentos da Pesquisa

2.2.1 Seleção das amostras:

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos, sob protocolo CAAE 35139814.3.0000.5188 (ANEXO 2), foram utilizados 60 terceiros molares humanos extraídos com devida indicação clínica e livres de cárie. Os dentes foram coletados na Clínica de Cirurgia da Universidade Federal da Paraíba, após doação e consentimento prévio, limpos e armazenados em solução de timol a 0,2% e, posteriormente, em solução fisiológica.

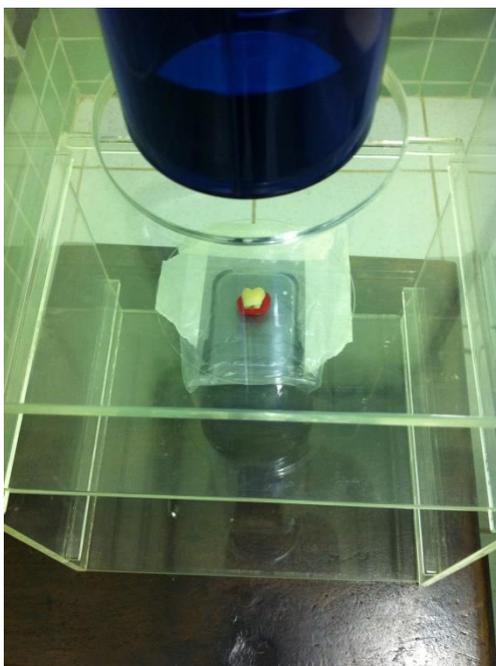
Todas as amostras foram inicialmente analisadas através de radiografias digitais com o objetivo de confirmar a higidez dos dentes, bem como de selecionar aqueles que possuísem mais de 3 mm de profundidade da superfície oclusal (cúspide méso-vestibular) ao teto da câmara pulpar. Para tanto, a fonte de raios X foi o aparelho Heliodent (Sirona Brasil, São Paulo, SP), com 70 kVp e 7 mA. O sistema digital utilizado foi o Express® (KaVo, EUA) (Figura 1), disponibilizado pela Disciplina de Radiologia Odontológica (UFPE). As medições foram realizadas por meio do software *ClearView*. As amostras foram posicionadas sobre a placa de fósforo número 2 com dimensão de 31 x 41 mm a uma distância foco-filme de 40 cm, obtida por meio de dispositivo de acrílico para posicionamento radiográfico pela técnica do paralelismo. O tempo de exposição foi de 0,12 segundos (Figura 2).

Figura 1- Sistema digital Express® (KaVo, EUA).



Fonte: Produção própria

Figura 2- Posicionamento das amostras para radiografia digital. Distância foco-filme de 40 cm.



Fonte: Produção própria

2.2.2 Materiais e confecção das amostras:

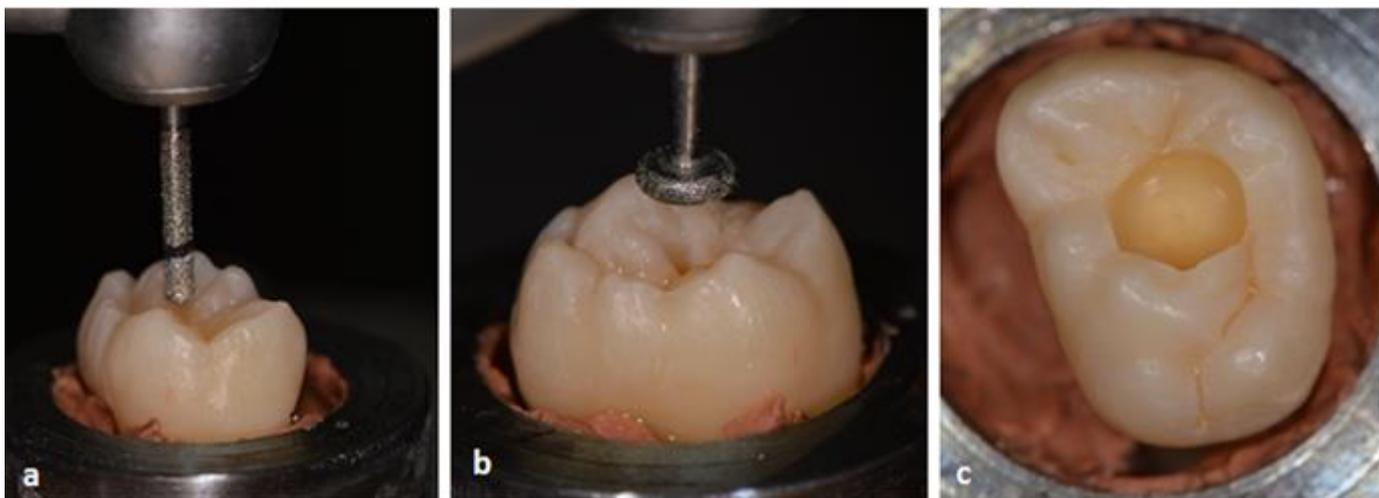
No Laboratório de Pós-graduação da Universidade de Pernambuco (UPE), foram confeccionadas cavidades oclusais classe I com a utilização de peça de alta rotação com spray de água refrigerada e pontas diamantadas 4103 e 3053 (granularidade regular, KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acopladas em dispositivo padronizador (Figura 3). O dispositivo padronizador foi posicionado de modo que as pontas diamantadas permanecessem no sulco central da superfície oclusal e paralelas ao eixo longitudinal da amostra. A ponta 4103 foi utilizada para demarcar a profundidade do preparo (3mm) (Figura 4a), o qual foi, em seguida, alargado com a ponta 3053 (Figura 4b), que tem forma de roda e 3,8 mm de diâmetro, obtendo-se, desta forma, um preparo com formato cilíndrico (Figura 4c).

Figura 3- Dispositivo padronizador de preparos cavitários.



Fonte: Produção própria

Figura 4- Ponta diamantada 4103 utilizada para demarcar a profundidade do preparo (a); ponta diamantada 3053 utilizada para alargar o preparo (b); preparo cavitário com formato cilíndrico (c).



Fonte: Produção própria

Em seguida, as raízes foram seccionadas 1 mm além da junção amelocementária com utilização de discos de carborundum (Figura 5) e as cúspides planificadas em Politriz (Risitec, Casa Verde, São Paulo) com velocidade de 300 rpm, a fim de reduzir o volume de estruturas a serem escaneadas. Posteriormente, os dentes foram novamente radiografados para confirmar a integridade da câmara pulpar. Em seguida, foram distribuídos, aleatoriamente, em 4 grupos (n=15) de acordo com as resinas compostas avaliadas (Tabela 1) (Figura 6).

Figura 5- Raízes seccionadas com auxílio de discos de carborundum.



Fonte: Produção própria

Tabela 1- Lista de materiais utilizados, composição e classificação, de acordo com instruções do fabricante.

GRUPOS ESTUDADOS	MATERIAL / FABRICANTE	COMPOSIÇÃO/ TAMANHO E PERCENTUAL DE PARTÍCULAS INORGÂNICAS/ CLASSIFICAÇÃO
Z350	Filtek™ Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA)	Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA e TEGDMA. Cargas de nanopartículas de sílica não-aglomerada (20 nm) e nanoaglomerados de zircônia/sílica (5-20 nm.). 78,5% /peso. Nanoparticulada
FiltekBF	Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA)	AUDMA, UDMA, DDDMA. Cargas de nanopartículas de sílica (20nm) e zircônia (4-11 nm). Trifluoreto de itérbio (100nm). 76,5%/peso. Nanoparticulada
TetricBF	Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany)	Bis-GMA e UDMA Cargas de vidro de bário, trifluoreto de itérbio, vidro de Ba-Al fluorsilicato e dióxido de sílica (40 -550nm). 79%/peso. Nanohíbrida
X-tra	X-tra Fil (Voco, Cuxhaven, Germany)	Bis-GMA,UDMA e TEGDMA Cargas de vidro de bário-alumino silicato e fluoreto de itérbio (2-3µm). 86%/peso. Microhíbrida

Abreviaturas: Bis-GMA: bisphenol-A diglycidyl ether dimethacrylate; Bis-EMA: ethoxylated bisphenol-A dimethacrylate; TEGDMA: triethyleneglycol dimethacrylate; UDMA: urethane dimethacrylate; AUDMA:aromatic urethane dimethacrylate; DDDMA: 1, 12-Dodecanediol dimethacrylate.

Figura 6- Resinas compostas avaliadas no estudo.



Fonte: Produção própria

2.2.3 Restauração dos dentes:

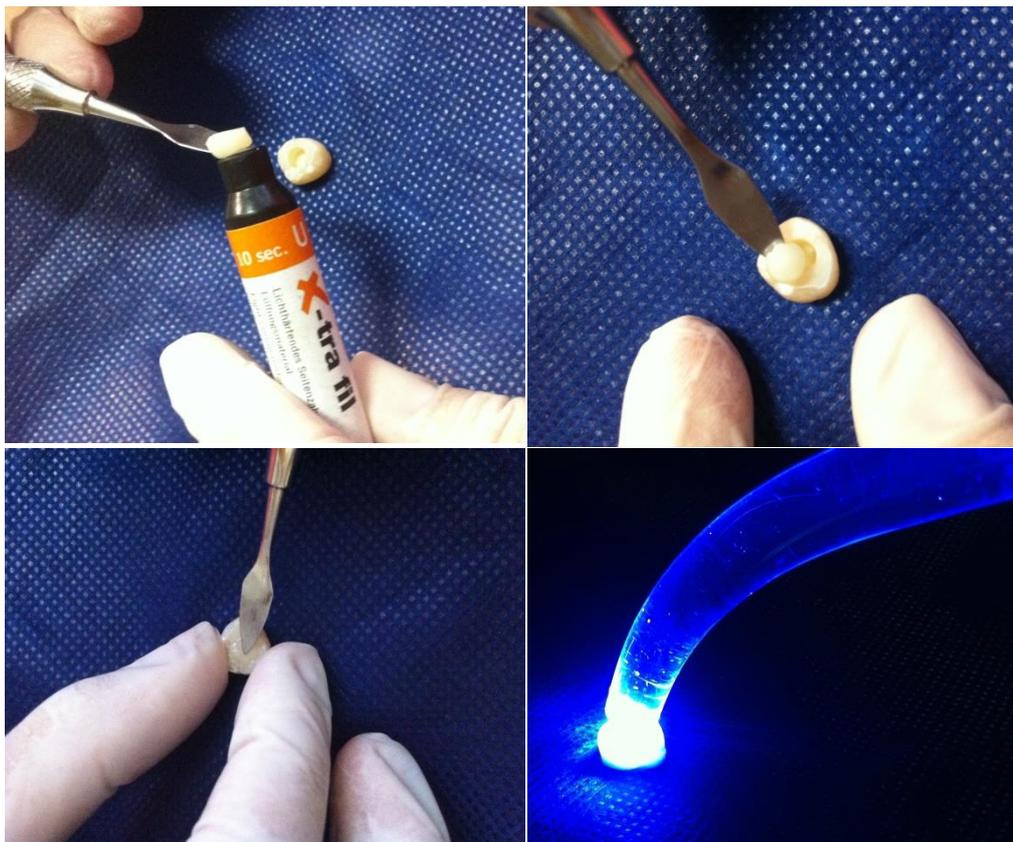
O sistema adesivo (Clearfil™ SE Bond, Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan) (Figura 7), foi aplicado nas cavidades de acordo com o seguinte protocolo: aplicação do primer autocondicionante por 20 segundos, secagem com suave jato de ar, aplicação do adesivo e fotopolimerização por 10 segundos. O sistema adesivo utilizado é classificado como autocondicionante de dois passos, permitindo redução do tempo operacional e menos falhas de hibridização. As resinas compostas foram inseridas nas cavidades e fotopolimerizadas diretamente sobre a superfície das amostras por 20 segundos de acordo com as instruções dos fabricantes (Figura 8), através de uma fonte de luz halógena (Optilight Plus™ / Gnatus, São Paulo, Brasil) com intensidade de luz aferida em $400\text{mW}/\text{cm}^2$, conforme leitura em radiômetro (Demetron, Kerr, USA). Em seguida, as amostras foram imersas em soro fisiológico por 24h a 37°C e, após este período, foi realizado o acabamento e polimento, utilizando pontas diamantadas de granulação fina e extra fina, seguida por pontas siliconadas (Enhance / Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), discos de feltro e pasta de polimento (Diamond R / FGM, Joinville, Brasil).

Figura 7- Sistema adesivo autocondicionante utilizado no estudo (Clearfil™ SE Bond, Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan).



Fonte: Produção própria

Figura 8- Restauração das amostras seguindo instruções dos fabricantes.



Fonte: Produção própria

2.2.4 Confeção da base das amostras e preparo para imersão em agente traçador:

Uma vez que as amostras seriam analisadas antes e após irradiação, se fez necessária a confecção de uma base para que os espécimes mantivessem a mesma posição durante a obtenção das imagens. Foram confeccionadas bases de PVC com 40 mm de diâmetro e 4 cm de altura, as quais foram preenchidas com silicone industrial (Grupo Amazonas, Franca, SP, Brasil) (Figuras 9a e 9b). As amostras foram cobertas com vaselina líquida (ADV Farma, Nova Odessa, SP, Brasil) e posicionadas sobre o silicone por 24h, de forma que cada amostra fosse moldada no silicone (Figura 10).

Figura 9- Silicone (a) utilizado para preencher as bases de PVC (b).



Fonte: Produção própria

Figura 10- Amostras posicionadas sobre o silicone para obtenção dos moldes.

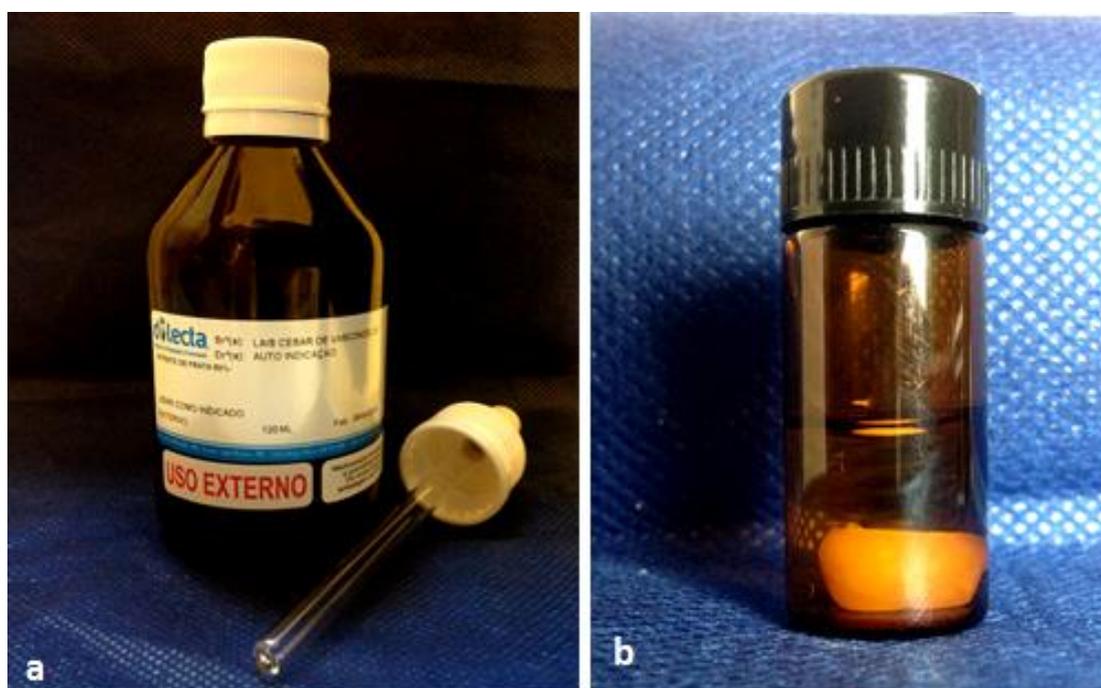


Fonte: Produção própria

Os espécimes foram então preparados para imersão no agente traçador. Para isso, suas coroas foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte incolor para unhas (Risqué, São Paulo, Brasil), com exceção da área da restauração e 1 mm de toda extensão ao seu redor. Após 24 horas, as restaurações foram imersas e mantidas em solução de nitrato de prata a 50% (Dilecta – Farmácia de manipulação e homeopatia, João Pessoa, PB, Brasil) por 12 horas sob ausência de luz (Figuras 11a e 11b). Em seguida, foram

introduzidas em solução reveladora por 6 horas (Carestream Dental, São Paulo, SP, Brasil), sob luz fluorescente, permitindo a precipitação dos cristais de prata (Figuras 12b e 12b). Posteriormente, todas as amostras foram armazenadas em soro fisiológico até a obtenção das imagens pré-irradiação. Após a irradiação, os espécimes foram novamente imersos no agente traçador e na solução reveladora como descrito anteriormente, para posterior obtenção das imagens pós-irradiação.

Figura 11- Nitrato de prata a 50% (Dilecta, João Pessoa, PB, Brasil) (a); amostra imersa em solução de nitrato de prata a 50% (b).



Fonte: Produção própria

Figura 12- Solução reveladora (Carestream Dental, São Paulo, SP, Brasil) (a); amostra após imersão em nitrato de prata a 50% e em solução reveladora (b).



Fonte: Produção própria

2.2.5 Irradiação das amostras:

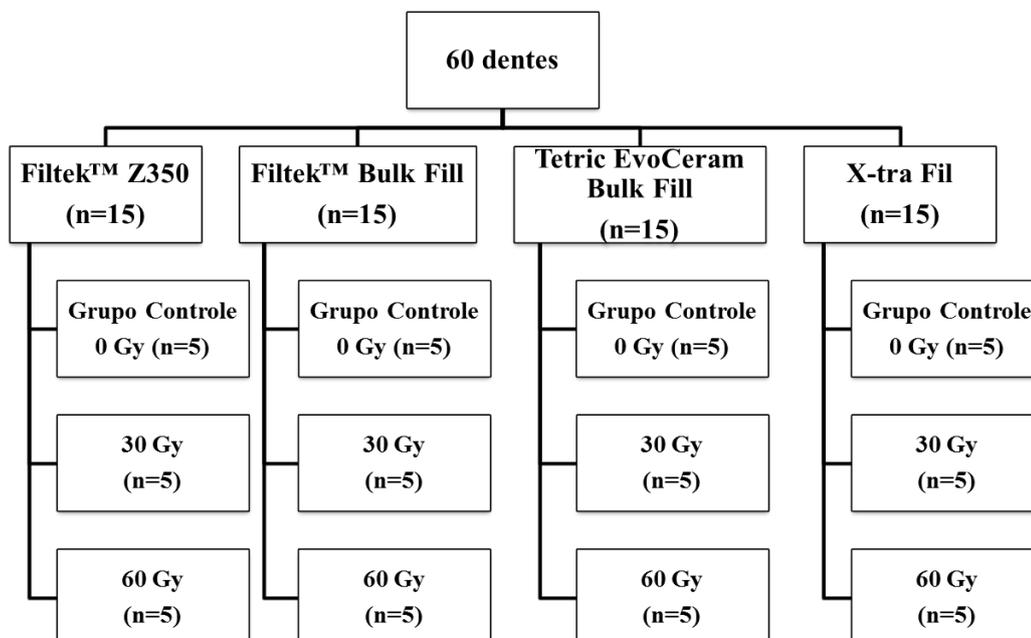
Para irradiar as amostras foi utilizada uma fonte de cobalto 60 com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada), disponível no Laboratório de Radiação Gama – GamaLab, do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN/ UFPE) (Figura 13). As amostras foram divididas em 3 grupos, de acordo com as doses de radiação, e foram colocadas em recipientes plásticos de poliestireno (34 mm x 20 mm) contendo soro fisiológico. O primeiro grupo (grupo controle) não foi irradiado, o segundo grupo recebeu uma dose de 30 Gy, e o terceiro grupo recebeu uma dose de 60 Gy de radiação. A taxa de dose foi de 2,629 K Gy/h. Estas doses são compatíveis com aquelas utilizadas no tratamento de radioterapia na região da cabeça e pescoço, tendo em vista diferentes protocolos de tratamento (CRUZ, et al., 2010). Os dois grupos de doses e o grupo controle receberam, de forma aleatória, 5 amostras de cada compósito a ser avaliado (Figura 14).

Figura 13- Fonte de cobalto 60 com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada).



Fonte:labs.tudelft.nl

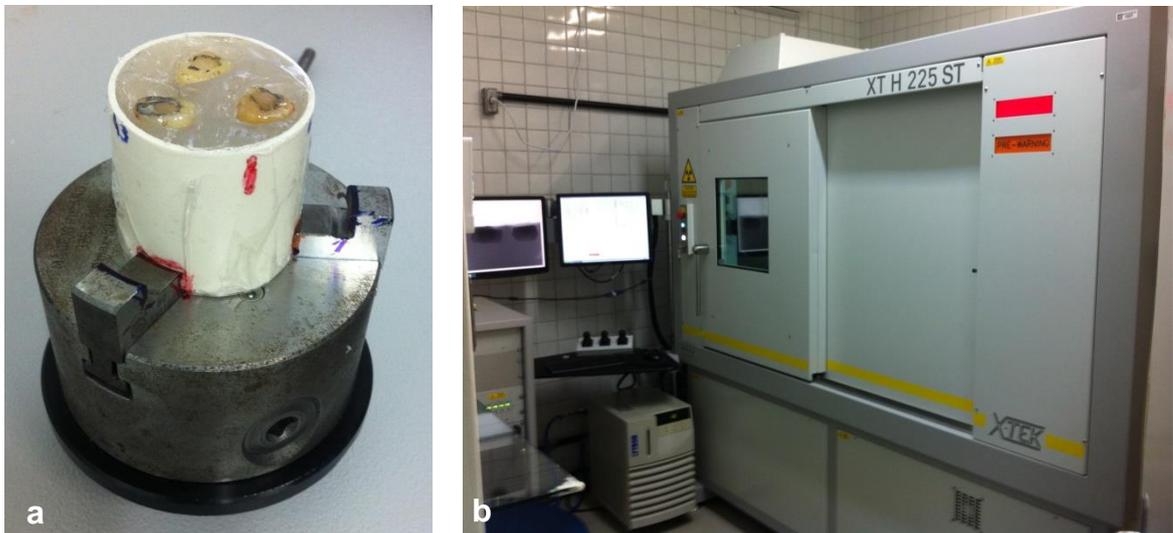
Figura 14- Divisão dos grupos experimentais.



2.2.6 Análise das amostras por microtomografia computadorizada

Todas as amostras foram escaneadas antes e após o procedimento de irradiação através de microtomografia computadorizada, a fim de ser analisada a integridade marginal e a presença de possíveis fissuras e falhas internas nas restaurações após a exposição à radiação. As amostras foram posicionadas nas bases de silicone e estas sobre o suporte de amostras do microtomógrafo (XT H 225 ST, Industrial CT Scanning, Nikon Metrology, Tokio, Japan), disponível no Laboratório de Tomografia Computadorizada de Raios X (LTC-RX), do departamento de Energia Nuclear (UFPE) (Figuras 15a e 15b). Pontos de referência foram demarcados nas bases das amostras para que os espécimes fossem escaneados na mesma posição antes e após irradiação.

Figura 15- Amostras posicionadas nas bases de silicone e sobre o suporte de amostras (a); microtomógrafo (XT H 225 ST, Industrial CT Scanning, Nikon Metrology, Tokio, Japan) (b).



Fonte: Produção própria

No microtomógrafo utilizado nesta pesquisa, para gerar um volume 3D, uma série sequencial de imagens de raios X 2D são capturadas enquanto o objeto é girado em 360°. Estas imagens são então reconstruídas para gerar uma representação volumétrica 3D do objeto. Além das superfícies exteriores, o volume reconstruído contém todas as informações estruturais do interior da

amostra analisada. Foram escaneados três espécimes por vez com resolução de 18µm, 100kV, 100µA e filtro de alumínio de 1 mm. As imagens foram processadas e reconstruídas utilizando os *softwares* CT Pro 3D (versão 3.0.3) e VGStudio MAX (versão 2.2). Posteriormente foram avaliadas usando o *software* de análise de imagens ImageJ (versão 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

A avaliação da microinfiltração, antes e após irradiação, foi realizada de forma cega e independente por três pesquisadores experientes, em ambiente escurecido utilizando monitor de computador de 23" (Vaio, Sony Corporation, Brasil). Foi realizada calibração prévia entre os pesquisadores, utilizando 15% da totalidade de amostras a serem analisadas. A penetração do agente traçador foi avaliada, quantitativamente, nas imagens obtidas do microtomógrafo através dos seguintes escores: 0 – ausência de penetração do nitrato de prata; 1 - penetração do nitrato de prata até terço oclusal do preparo; 2- penetração do nitrato de prata até terço médio do preparo; 3- penetração do nitrato de prata até terço pulpar do preparo. Após 15 dias, uma nova avaliação das imagens foi realizada pelos mesmos pesquisadores, a fim de ser realizado o teste de concordância intra-examinador.

A Tabela 2 apresenta informações relevantes sobre os parâmetros utilizados para micro-CT em pesquisas recentes na Odontologia.

Tabela 2- Parâmetros para utilização de micro-CT em pesquisas recentes na Odontologia.

ARTIGO	AUTOR ANO	O QUE FOI AVALIADO?	METODOLOGIA	PARÂMETROS PARA MICRO-CT	NÚMERO DE DENTES	OBSERVAÇÕES
Marginal leakage of bulk fill composites in Class II restorations: A microCT and digital microscope analysis	Rengo et al. 2015	Infiltração marginal de resinas compostas bulk fill em comparação com resinas convencionais	A infiltração marginal dos materiais foi avaliada separadamente em esmalte e dentina por meio da infiltração de nitrato de prata através de (microCT) e microscópio digital. Um sistema de pontuação foi definido para quantificar a extensão da infiltração.	Cada dente foi digitalizado utilizando micro-CT (SkyScan1072, SkyScan BVBA, Aartselaar, Bélgica) com as seguintes configurações: 10W, 100 kV, 98 mA, uma placa de alumínio 1 mm de espessura, 15x de ampliação, 4.9s de tempo de exposição, e 0,45 ° de rotação. Os procedimentos de aquisição consistiram na realização de várias projeções laterais 2D das amostras durante uma rotação de 180° em torno do eixo vertical. Os dados digitais foram elaboradas usando o software de reconstrução (NReconV1.4.0, SkyScanBVBA, Aartselaar, Bélgica), que forneceu novas secções transversais axiais com pixel de 19,1 mm x 19,1 mm. A distância entre cada secção transversal foi de 38,0 mm. As secções transversais foram coletadas para cada amostra. Após a reconstrução, os dados brutos foram convertidos em arquivos de 16 bits em tons de cinza com uma resolução de 1024 x 1024 pixels. As imagens foram adquiridas a partir de 502 secções de cada dente.	36 molares humanos hígidos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 50% durante 24 h, lavados com água destilada, colocados em uma solução reveladora por 8h e abundantemente lavados com água.
Non-destructive evaluation of an internal adaptation of resin composite restoration with swept-source optical coherence tomography and micro-CT.	Han et al., 2016	Adaptação interna de restaurações utilizando micro-CT e SS-OCT	Cavidades foram criadas em incisivos bovinos e preenchidas com resina composta. Todas as restaurações foram submetidas a termociclagem, e oito imagens SS-OCT foram feitas (Santec OCT-2000TM Komaki, Japão). A adaptação interna foi também avaliada usando micro-CT (Skyscan, Aartselaar, Bélgica). A análise de imagem foi usada para calcular a percentagem de pontos defeituosos e comparar os resultados	Um micro-CT de alta resolução (Modelo 1076, Skyscan, Aartselaar, Bélgica) foi utilizado para obter as imagens. As configurações de imagem foram os seguintes: tensão de aceleração: 100 kV, corrente do feixe: 100 µA, filtro de Al: 1 mm, resolução: 18 µm e rotação: 360° e 0.5°. As imagens 2D foram analisados usando o software de análise de imagens (ImageJ TMver. 1.45).	12 incisivos bovinos	Todos os dentes foram cortados na junção cimento-esmalte para expor a câmara pulpar. As restaurações foram embebidas em EDTA 17% durante 5 minutos para remover a smear layer na câmara pulpar. Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata a 25% durante 3 dias e armazenados em solução salina.

The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations	Carrera et al. 2015	O desenvolvimento de um método para quantificar infiltração em restaurações de resina composta após a polimerização,, usando micro-CT e segmentação de imagens.	Imagens de micro-CT foram realizadas antes e depois que os dentes foram submersos em solução de nitrato de prata para revelar qualquer lacuna interfacial e infiltrações. A segmentação foi feita através da correlação das imagens (pré e pós imersão em nitrato de prata) e, em seguida, por subtração das imagens para isolar o agente penetrante para o cálculo do volume.	A digitalização das amostras foi realizada utilizando micro-CT (XT H 225, Nikon Inc. Brighton, MI, EUA). Os parâmetros utilizados foram 90 kV, 90µ A, 708 ms de exposição e 720 projeções. A posição de cada amostra no interior do equipamento de micro-CT foi armazenada para posteriores análises na mesma posição. O tempo total de escanemaento foi de aproximadamente 30 minutos para cada amostra. Reconstruções em 3D foram feitas usando o software CT Pro 3D (Nikon Inc., Brighton, MI, EUA). A visualização inicial e renderização em 3D foi realizada utilizando VGStudioMAX 2.1 (Volume Graphics GmbH, Heidelberg, Alemanha). Todas as imagens reconstruídas foram examinadas, corte-a-corte, para a penetração de nitrato de prata, tal como indicado por uma linha luminosa formada pelo corante radiopaco ao longo da interface. Para a comparação, uma série de imagens em corte transversal buco-lingual foram recuperados do baseline e do pós-tratamento para cada uma das amostras.	20 terceiros molares humanos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 50% (pH 3.3) por uma noite. A coroa foi coberta com esmalte de unha, deixando um espaço de ~ 1 mm ao redor da interface dente-restauração. Isto impediu a entrada do nitrato de prata através de outros defeitos nas superfícies da coroa. Um pequeno pedaço de algodão molhado foi utilizado para cobrir a amostra para evitar a sua secagem e fissuração durante a digitalização.
Measurement of the Internal Adaptation of Resin Composites Using Micro-CT and Its Correlation With Polymerization Shrinkage	Kim, Park, 2014	A adaptação interna de interfaces dentina-resina de vários materiais resinosos sob condições de carga termomecânica analisada de forma não destrutiva usando micro-CT, comparados após o corte das amostras.	Cavidades de Classe I foram preparadas em 48 pré-molares. Para avaliar a adaptação interna, as amostras foram imersas em solução de nitrato de prata e a análise de micro-CT foi realizada antes e após aplicação de carga termomecânica. A penetração de nitrato de prata foi medida.	Micro-CT (Modelo 1076, SkyScan, Aartselaar, Bélgica) foi usado com parâmetros de 100 kV, 100µA, filtro de Al de 0,5 mm, 18 µm de resolução e rotação de 360 ⁰ e 0.5 ⁰ . Imagens bidimensionais de 550-560 pontos sagitais e coronais de cada espécime foram realizadas duas vezes. Cada dente foi montado num molde que minimizou a alteração da posição da amostra quando da repetição imagem no micro-CT. As imagens 2D foram analisados através do CTAN (SkyScan) e programas Data-Viewer (SkyScan)..	48 pré-molares humanos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 25% por 3 dias. Antes de análise de imagem, a densidade da estrutura do dente e da restauração foi medida utilizando o programa DataViewer (SkyScan) (dentina: 40-65; resina: 90-130; nitrato de prata 125-180). A penetração do nitrato de prata entre o dente e os materiais restauradores foi considerada válida quando as densidades foram acima do índice 141

Micro-CT evaluation of internal adaptation in resin fillings with different dentin adhesives	Han, Park, 2014	A adaptação interna de restaurações de resina composta utilizando diferentes sistemas adesivos através de micro-CT.	Cavidades classe I foram preparadas em molares humanos. Após aplicação dos adesivos dentinários, as cavidades foram preenchidas com asresinas compostas. Em seguida, a solução de nitrato de prata foi infiltrada, e todas as amostras foram varridas por micro-CT antes e depois da ciclagem termo-mecânica. Para cada imagem, o volume de nitrato de prata infiltrado foi calculado como uma porcentagem de todo o comprimento do assoalho pulpar.	Micro-CT (Modelo 1076, Skyscan, Aartselaar, Bélgica) foi utilizado para obtenção de imagens de acordo com as condições de 100 kV de voltagem, 100 mA de corrente de feixe, um filtro de Al 0,5 mM, 18 uM de resolução e 360 ° de rotação em 0,5 °. Imagens coronais e sagitais bidimensionais (550-560) de cada amostra foram obtidas a partir das superfícies mesiais e distais do dente. A partir das imagens sagitais, a imagem no centro do restauração foi escolhida. Depois foram selecionadas 50 imagens mesiais do centro no intervalo de 40 um e 50 imagens distais do centro no mesmo intervalo. Cada dente foi montado num molde especial, o que minimizava as mudanças na posição da amostra durante as repetições das imagens. As imagens 2D foram analisados utilizando o programa de computador CTAN (Skyscan, Bélgica).	32 terceiros molares humanos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 25% por 3 dias
Detection of Marginal Leakage of Class V Restorations In Vitro by Micro-Computed Tomography	Zhao et al., 2014	Eficácia da micro tomografia computadorizada (micro-CT)) na detecção de infiltração marginal de restaurações classe V	As amostras foram restauradas resina composta e imersas em solução de nitrato de prata. Cada restauração foi digitalizada por micro-CT e a profundidade de infiltração marginal do nitrato de prata no corte central foi medida. As imagens tridimensionais da infiltração em torno de cada restauração foram reconstruídas.	Cada dente foi digitalizado individualmente usando micro-CT (Inveon, Siemens, Alemanha) com uma resolução de 20 µm com um tempo de integração de 2500 ms. A fonte de raios X de micro-focagem foi definida a 80 kV e 500 µA. As imagens 2D e 3D de cada restauração foram reconstruídas usando software de análise de imagem - Inveon CT Research Workplace. A profundidade de infiltração foi medida a partir do corte seccionado longitudinalmente no centro da restauração.	20 terceiros molares humanos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 50% por 12 horas e posteriormente em solução reveladora por 8h. As superfícies dentárias foram seladas com duas camadas de esmalte para as unhas, exceto 1 mm das margens da restauração
Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT	Jacker-Guhr et al., 2015	Microinfiltração em cavidades classe V utilizando imagens de micro-CT e penetração de corante	60 cavidades classe V foram preparadas e restauradas. Após termociclagem e penetração de nitrato de prata, oito amostras por grupo foram seccionados longitudinalmente e avaliadas sob microscópio de luz axial. As demais amostras foram analisadas com micro-CT por meio da contagem de lacunas em áreas adesivas.	Imagens de micro-CT (µCT 80, Scanco Medical, Brütisellen, Suíça) foram obtidas com parâmetros de 70 kV, 114 uA a intervalos de 20 um. Uma resolução de 20 mm foi utilizada para uma área de 74 mm × 140 mm da amostra..	60 molares humanos	Os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata 50% por 4 horas.

Evaluation of resin composite polymerization by three dimensional micro-CT imaging and nanoindentation	Cho et al., 2011	Contração de polimerização de resinas fotopolimerizáveis por meio da micro-CT	de Uma resina experimental foi desenvolvida com a adição de partículas esféricas de óxido de zircônio. Cavidades classe I foram restauradas com ou sem agente de união. O marcador foi traçado em imagens 3D obtidas por micro-CT antes e após polimerização usando um software (TRI/3D-BON).	As condições de funcionamento da micro-CT (TDM-1000, Yamato, Tóquio, Japão) foram de 100 kV, 50µA, e dimensões do voxel de14,2µM. As amostras foram fixadas na posição vertical com fita dupla face em posições marcadas no suporte de amostras do micro-CT. Os dados antes e após polimerização foram submetidos à segmentação e registro de imagens para rastrear o movimento do marcador durante a polimerização.	-----	-----
A proposal of microtomography evaluation for restoration interface gaps	Meleo et al., 2012	Imagens 3D para avaliar e medir por meio de micro-CT lacunas em sistemas adesivos	Coroas de dentes humanos foram selecionadas e restauradas com o mesmo material compósito, usando cinco sistemas adesivos. Cada dente foi escaneado por micro-CT (Skyscan 1072) e, em seguida reconstruídos em 3D.	Os parâmetros de aquisição foram os seguintes:- Tensão: 100 kV;- Corrente: 98 mA;- Material de filtro: 1 mm di alluminio;- Resolução espacial: 14-15 micron tamanho voxel / pixel;- Ângulo de rotação: 0,45 °;- Quantidade de seccõess axiais micro-CT: cerca de 800;- Espessura de corte: 10 micron.Ao final da aquisição de micro-CT, cada amostra foi submetida ao processo de reconstrução 3D (reprodução da amostra por meio de cerca de 600 ou 800 seccões que podem ser exibidos por meio de um software dinâmico - TView - SkyScan, Kartuizersweg 3B, 2550 Kontich, Bélgica). Por meio de outro software (CT-Analyser - SkyScan, Kartuizersweg 3B, 2550 Kontich, Bélgica) parâmetros volumétrico dimensionais foram obtidos para cada amostra.	25 terceiros molares humanos	Os dentes foram fixos em massa de modelar para evitar qualquer movimentação durante a aquisição das imagens de micro-CT.

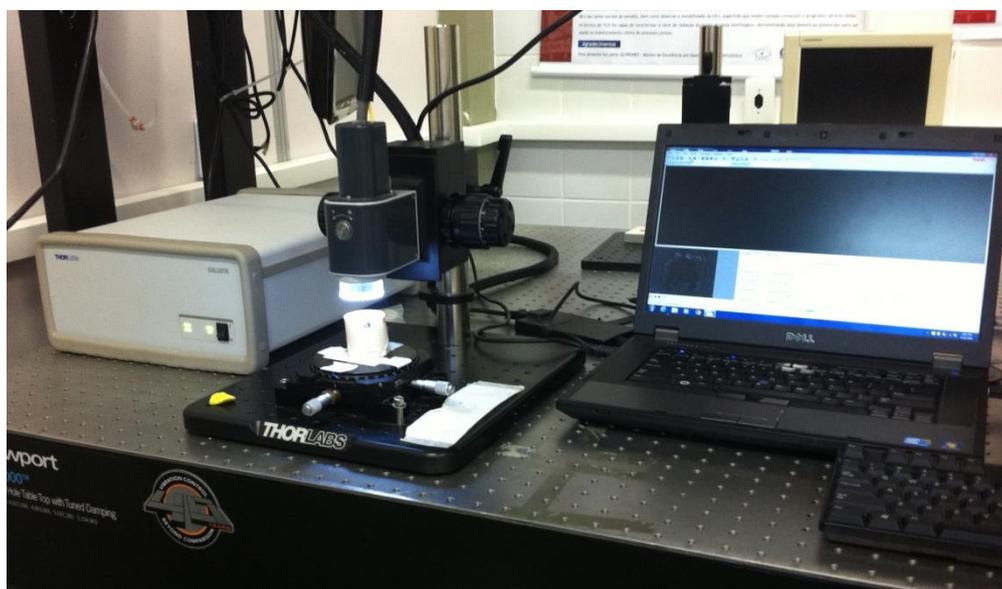
2.2.7 Análise das amostras por tomografia de coerência óptica:

Todas as amostras foram analisadas antes e após o procedimento de irradiação através de tomografia de coerência óptica, a fim de ser observada e comparada a integridade marginal e a presença de possíveis fissuras e falhas internas nas restaurações após a exposição à radiação. Pontos de referência foram demarcados nas bases das amostras para que os espécimes fossem escaneados na mesma posição antes e após irradiação.

Foi utilizada uma montagem (Callisto 930 nm OCT Imaging System/ Thorlabs, New Jersey, USA) disponível no Laboratório de Fotônica e Biofotônica, localizado no Departamento de Física (DF/UFPE) (Figura 16). Nesta montagem, a fonte de luz consiste num diodo superluminescente (SLD), com comprimento de onda central de 930 nm e resolução axial de 7 μm , podendo ser obtidas imagens no modo 2D (seccionais) e 3D (topográficas). Todas as aquisições de dados, assim como os processamentos, foram realizados via *software* específico (ThorImage OCT/ Thorlabs). As imagens foram posteriormente avaliadas usando o *software* de análise de imagens ImageJ (versão 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

Na Tabela 3 observam-se informações relevantes de recentes pesquisas na Odontologia que fizeram uso da tomografia de coerência óptica (OCT).

Figura 16- Sistema de Tomografia de Coerência Óptica – OCT (Callisto 930 nm OCT Imaging System/ Thorlabs, New Jersey, USA).



Fonte: Produção própria

Tabela 3: Parâmetros para utilização de tomografia de coerência óptica (OCT) em pesquisas recentes na Odontologia.

ARTIGO	AUTOR /ANO	O QUE FOI AVALIADO?	METODOLOGIA	PARÂMETROS PARA OCT	OBSERVAÇÕES
Assessment of bacterial demineralization around composite restorations using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT)	Zhou et al., 2016	A desmineralização do esmalte e da dentina ao redor de restaurações em resina composta (sistema adesivo de 1 passo x sistema adesivo de 2 passos) usando tomografia de coerência óptica	40 cavidades classe V (2,5 mm de diâmetro de superfície, 2.0 mm de profundidade) foram preparadas em áreas cervicais de 20 molares humanos. As amostras foram tratadas com adesivo de um passo (Clearfil Tri-S de Bond ND rápida; TS) ou adesivo de dois passos (Clearfil SE Bond; SE), restauradas com uma resina composta fluida (Estelite Fluxo Rápido). As amostras do grupo “desmineralizados” foram incubadas durante 2 semanas após a formação do biofilme de <i>Streptococcus mutans</i> , enquanto os espécimes do grupo controle foram incubadas durante 2 semanas sem biofilmes.	O sistema SS-OCT (IVS-2000, Santec, Komaki, Japão) foi utilizado para examinar as amostras antes e depois de duas semanas de incubação. O comprimento de onda central foi 1310nm, a taxa de varredura foi de 20 kHz. A resolução óptica foi de 17µm lateralmente e 11µm axialmente no ar, o que corresponde a 7µm em tecidos assumindo um índice de refração de cerca de 1,5. Para assegurar a reprodutibilidade da verificação, os espécimes foram colocados na mesma posição com a maior precisão possível. Um software de análise de imagem (imageJ, versão 1,48) foi usado para ler os dados brutos do SS-OCT As imagens obtido foram rotacionadas para compensar a inclinação durante o escaneamento e alcançar uma superfície horizontal.	O SS-OCT detectou de forma não invasiva a desmineralização ao redor de restaurações de resina composta criada por biofilmes de <i>S. mutans</i> neste modelo <i>in vitro</i> .
Failure analysis of adhesive restorations with SEM and OCT: from marginal gaps to restoration loss	Bortolotto et al., 2015	Falhas de interfaces adesivas comparando OCT e análise de microscopia eletrônica de varredura (SEM) de margens de restaurações classe V localizadas em esmalte e dentina.	Três grupos foram testados diferindo na aplicação do sistema adesivo de 3 passos (OptiBond FL) antes do preenchimento da cavidade com a resina composta restauradora (Clearfil AP-X). Após a restauração do dente e do polimento, as amostras foram carregadas numa máquina de fadiga, e as interfaces adesivas foram avaliadas com OCT e SEM.	Especificações sobre o OCT (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemanha): Spectral domain OCT, fonte óptica: diodo superluminescente (SLD), 840 nm, A-scan profundidade: 2,0 mm (no tecido), resolução axial: 5 microns (no tecido), resolução transversal: 15 microns (no tecido), taxa de varredura: mais de 20 kHz. 5 imagens de OCT de cada amostra foram selecionadas e dados quantitativos de áreas de dispersão da resina ao longo da interface foram obtidos utilizando um sistema de pontuação com a seguinte escala: 0, sem infiltração visível; 2, infiltração não atingindo o esmalte-dentina; 3, infiltração superior a junção esmalte-dentina; e 4, perda de restauração.	Informações importantes e complementares podem ser obtidas com a análise de OCT em relação a como defeitos marginais podem se propagar no interior da cavidade, comprometendo o desempenho em longo prazo da restauração.

Non-destructive characterization of voids in six flowable composites using swept-source optical coherence tomography	Nazari et al., 2013	A frequência e volume de lacunas em restaurações com diferentes compósitos de baixa viscosidade, utilizando tomografia de coerência óptica (SS-OCT).	As restaurações foram em OCT As tomografias foram analisados e a média da frequência x volume por restauração para cada compósito foi calculada. Microscópio eletrônico de varredura (SEM) foi usado para observar a estrutura de cada compósito.	O sistema SS-OCT utilizado (IVS-2000, Santec, Komaki, Japão) possui comprimento de onda central de 1310 nm, velocidade de varredura de 20 kHz. A resolução axial deste sistema é de 11µm no ar, equivalente a cerca de 7µm em estruturas de tecidos e resinas compostas (assumindo um índice de refração de cerca de n = 1,5).	Os resultados deste estudo indicam a confiabilidade do real time SS-OCT para caracterização de lacunas em materiais compósitos e restaurações.
3D evaluation of composite resin restoration at practical training using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT)	Shimada et al., 2012	A possibilidade de utilizar o sistema de imagem tomográfica não invasiva para ensinar a importância da adaptação do material restaurador na cavidade. SS-OCT foi utilizado para a detecção de defeitos marginais e internos nas restaurações de resina composta como um dispositivo educacional.	Cavidades Classe 1 e Classe 2 em molares foram restauradas com resina composta por estudantes de Odontologia, e imagens de SS-OCT foram realizadas para avaliar os trabalhos dos alunos. O OCT detectou as lacunas internas nas restaurações, com base no sinal de retroespalhamento a partir de dentro da restauração. Os seguintes escores foram estabelecidos: Excelente adaptação sem falhas ou bolhas (escore 3); Restauração com misturas de lacunas e bolhas de ar (escore 2); Adaptação pobre, com diferença significativa no assoalho da cavidade (escore 1).	Um sistema de OCT (comprimento de onda central de 1310nm, resolução óptica foi de 20µm lateralmente e 12µm axialmente. Para garantir a presença de lacunas dentro da restauração, dez cavidades representativas foram escolhidas para observação transversal direta por microscopia confocal de varrimento a laser.	Sugere-se que o OCT é uma modalidade promissora de diagnóstico, bem como um dispositivo de imagem educacional para a detecção de falhas internas em restaurações adesivas.
Swept-source optical coherence tomography as a new tool to evaluate defects of resin-based composite restorations	Ishibashi et al., 2011	A tomografia de coerência óptica (SS-OCT) como uma nova ferramenta para avaliar defeitos de restaurações de resina composta.	Foi avaliado o insucesso das restaurações de resina composta em 52 pacientes (11 do sexo masculino, 41 do sexo feminino) na Divisão de Cirurgia Oral e Dental, Centro Nacional de Geriatria e Gerontologia, no Japão. Imagens de SS-OCT de 132 restaurações de resina composta foram obtidas a fim de investigar a sua adaptação marginal, a porosidade e integridade interna.	O sistema de SS-OCT (Santec OCT- 20001) foi usado para imagiologia da secção transversal in vivo das restaurações de resina composta. A fonte de luz varre repetidamente com comprimento de onda de 1260 nm a 1360 nm, a uma taxa de varrimento de 20 kHz. A resolução axial do sistema é de 11 µm no ar, o que corresponde a 8 µm no tecido, assumindo um índice de refração de cerca de 1,38.	SS-OCT tem o potencial de fornecer informações em maior resolução relacionada com a estrutura das restaurações de resina composta, indisponível no momento com qualquer outro método de diagnóstico ou de imagem.

<p>Non-invasive quantification of resin-dentin interfacial gaps using optical coherence tomography: Validation against confocal microscopy</p>	<p>Bakhsh et al., 2011</p>	<p>A interface dente-restauração, utilizando uma técnica não-invasiva; tomografia de coerência óptica (SS-OCT) e confirmar os achados com microscópio confocal de varredura a laser (CLSM).</p>	<p>Foram preparadas cavidades de classe I cilíndricas (3 mm de diâmetro e 1,5 mm de profundidade) na superfície oclusal de pré-molares humanos. Cada cavidade foi restaurada utilizando Clearfil Tri-S Bond e um dos três tipos de compósitos: Majesty Posterior, AP-X e Majesty LV (todos por Kuraray Medical, Japão). Dez imagens transversais em série de toda a cavidade restaurada foram obtidas por SS-OCT com 1319 nm de comprimento de onda central. As amostras foram posteriormente cortadas, polidas e observada sob CLSM</p>	<p>No sistema SS-OCT (OCT-2000®, Santec, Komaki, Japão) a fonte de luz neste sistema varre com comprimento de onda de 1260nm a 1360nm e velocidade de varredura de 20kHz, com comprimento de onda central em 1319 nm. A resolução axial deste sistema OCT é 11µm, que corresponde a cerca de 7µm dentro de uma estrutura biomédica com um índice de refração de cerca de 1,5. A resolução lateral de 17µm é determinada pela lente objetiva na sonda.</p>	<p>A tecnologia de imagem do SS-OCT pode ser usada para detectar e quantificar de forma não invasiva lacunas micrométricas na parte inferior de restaurações de resina composta, e potencialmente se tornar uma ferramenta de monitoramento para restaurações de resina composta tanto na pesquisa laboratorial quanto em pesquisas clínicas.</p>
<p>Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: Marginal adaptation of self-etch adhesives</p>	<p>Makishi et al., 2011</p>	<p>O potencial uso da tomografia de coerência óptica (SS-OCT) como uma nova ferramenta para avaliar a adaptação marginal de restaurações de resina composta em cavidades classe I.</p>	<p>Cavidades classe I em formato redondo (3 mm de diâmetro x 1,5 mm de profundidade) foram preparadas no esmalte na superfície vestibular de dentes bovinos (assoalho da cavidade localizado na dentina). As cavidades foram restauradas com uma resina composta fluida (Clearfil Majesty LV) usando adesivo de dois passos (SE Bond), adesivo de passo único (G-Bond) ou nenhum adesivo (controle). Os espécimes foram submetidos a armazenamento em água (37 °C, 24 h) ou desafio e estresse térmico (5000 ciclos, 5 °C e 55 °C).</p>	<p>O sistema de OCT utilizado foi o SS-OCT (SantecOCT-20001, Santec Co., Komaki, Japão). O comprimento de onda do laser é superior a 100 nm centrado em 1319 nm, a uma taxa de varredura de 20 kHz. A resolução axial do sistema é de 11 µm no ar, o que corresponde a 7 µm no tecido assumindo um índice de refração de cerca de 1,5. Após 24 h de armazenamento e testes de estresse térmico, scans 3D foram realizadas antes e após a infiltração do nitrato de prata usando SS-OCT. Em imagens obtidas a partir de amostras imersas no agente de contraste, a reflexão do agente metálico resulta em áreas brilhantes sob a imagem do SS-OCT.</p>	<p>OCT pode ser considerado como uma técnica não invasiva para a detecção rápida de lacunas na interface dente-restauração.</p>
<p>Non-destructive assessment of cavity wall adaptation of class V composite restoration using swept-source optical coherence tomography</p>	<p>Senawongse et al., 2011</p>	<p>A formações de lacunas sob restaurações classe V usando tomografia de coerência óptica (SS-OCT).</p>	<p>Cavidades em forma de cunha foram preparadas na superfície vestibular de 40 dentes pré-molares extraídos, em 2 locais; 1) junção cimento esmalte (CEJ), com margem em esmalte e cimento e 2) superfícies radiculares com margem em cimento. A cavidade foi tratada com Clearfil S3 Bond, restauradas com Clearfil Majesty e polidas com discos abrasivos.</p>	<p>Um SS-OCT (HSL-2000, SANTEC, Aichi, Japão) foi utilizado para avaliar a adequação de restauração de compósito. A fonte óptica do sistema SS-OCT consiste de um varrimento de alta velocidade (20.000 linha / seg), comprimento de onda de 1315-nm a 1340 nm, a uma taxa de varredura de 20 kHz. Formações de lacunas na interface dente-restauração foram medidas com SS-OCT e infiltração de corante convencional sob um microscópio.</p>	<p>SS-OCT tem a capacidade de detectar lacunas ao longo das paredes das cavidades de restaurações de compósito melhor do que o teste com corantes convencionais. Com esta técnica não invasiva, as amostras podem ser preservadas para uma investigação mais aprofundada.</p>

Marginal analysis of resin composite restorative systems using optical coherence tomography

Monteiro et al., 2011a

A integridade marginal de restaurações dentárias de resinas compostas utilizando tomografia de coerência óptica (OCT).

Trinta pré-molares humanos extraídos tiveram cavidades oclusais preparadas e foram divididos aleatoriamente de acordo com os sistemas restauradores avaliados. Os dentes foram então armazenadas no escuro durante 24 h em solução salina a 0,9%. As restaurações receberam acabamento e polimento e foram armazenadas por 24 h antes da termociclagem (500 ciclos, 5-55 °C). Um sistema de OCT comercialmente disponível foi utilizado (SR-OCT: OCP930SR / Thorlabs).

Um sistema de OCT comercialmente disponível foi utilizado (Spectral Radar SR-OCT: OCP930SR / Thorlabs, New Jersey, EUA). A fonte de luz superluminescente diodo (SLD) opera em um comprimento de onda central de 930 nm. A profundidade da imagem máxima é 1,6 mm, a varredura lateral máxima é de 6,0 mm e a resolução axial é de 6,2µm. Imagens vestibulolinguais transversais foram obtidas a cada 250µm de uma margem proximal a outra. Este procedimento forneceu um mapeamento completo das margens internas da restauração. As imagens foram analisadas qualitativamente utilizando software de domínio público, Imagem J.

Considerando as características do sistema de OCT, a configuração utilizada foi capaz de avaliar a integridade marginal de restaurações de resina composta e detectar alguma interação entre os agentes união e substratos dentais. O OCT pode ser considerado um método promissor para a avaliação das margens internas de restaurações *in vivo*.

Alternative methods for determining shrinkage in restorative resin composites

Monteiro et al., 2011b

A contração de polimerização de resinas compostas, utilizando uma máquina de medição de coordenadas, tomografia de coerência óptica e Princípio de Arquimedes.

A polimerização de contração de sete compósitos dentários à base de resina foi medida. Para medições de coordenadas, os compósitos foram aplicadas a um molde cilíndrico de Teflon (7 mm × 2 mm), polimerizados e removidos do molde. A diferença entre o volume do molde e o volume da amostra foi calculada como uma porcentagem. A tomografia de coerência óptica foi também utilizada para avaliações de contração linear. A espessura das amostras foi medida antes e depois de fotoativação. A contração de polimerização foi também medida usando Princípio de Arquimedes.

Um sistema de OCT comercialmente disponível foi utilizado (Spectral Radar SR-OCT: OCP930SR / Thorlabs, New Jersey, EUA). A fonte de luz superluminescente diodo (SLD) opera em um comprimento de onda central de 930 nm. A profundidade da imagem máxima é 1,6 mm, a varredura lateral máxima é de 6,0 mm e a resolução axial é de 6,2µm. Imagens vestibulolinguais transversais foram obtidas a cada 250µm de uma margem proximal a outra.

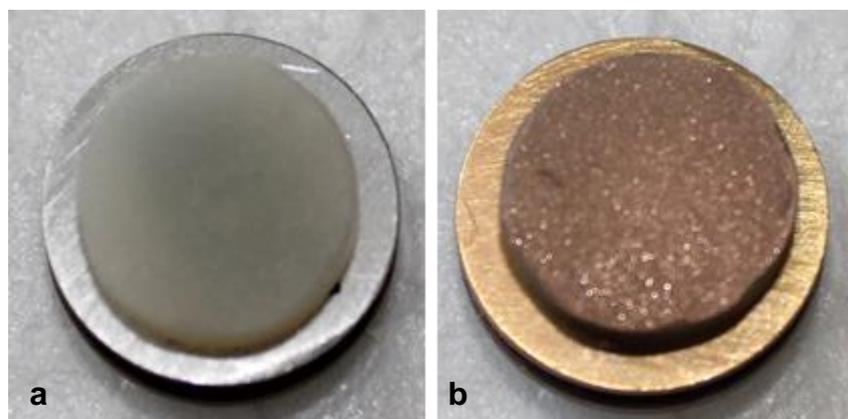
Os resultados mostram que os valores da contração de polimerização variam de acordo com o método utilizado para avaliação.

2.2.8 Ensaio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV):

A microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para a obtenção das imagens da morfologia superficial das resinas em estudo. Para isso, foram confeccionadas 12 amostras das resinas (Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill e Filtek™ Z350) e os corpos-de-prova foram divididos de acordo com as doses de radiação (0 Gy, 30 Gy e 60 Gy). Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e inseridos em uma matriz de teflon de forma circular com 10,0 mm de diâmetro e 2,0mm de espessura, sobre a qual foi posicionada uma tira de poliéster e uma placa de vidro para obtenção de uma superfície lisa e regular. Os corpos-de-prova foram fotopolimerizados, removidos da matriz para remoção dos excessos com lâmina de bisturi e, posteriormente, imersos em soro fisiológico por 24h a 37°C. Para irradiar as amostras foi utilizada uma fonte de cobalto 60, com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada), disponível no Laboratório de Radiação Gama – GamaLab, do Departamento de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco (DEN/ UFPE). A taxa de dose foi de 2,515 KGy/h.

A fim de tornar a superfície das resinas condutora e permitir a captação das imagens, os corpos-de-prova foram submetidos à metalização com ouro paládio sob alto vácuo. As amostras foram fixadas em porta-amostras metálicos (stubs) com fita de carbono adesiva e, posteriormente, metalizadas no Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE (Figuras 17a e 17b).

Figura 17- Amostras fixadas em stubs metálicos (a); amostras metalizadas (b).



Fonte: Produção própria

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura foram obtidas no Laboratório de Microscopia, do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco. As amostras foram observadas em microscópio eletrônico de varredura (MIRA 3, Tescan, Kohoutovice, República Tcheca) (Figura 18) com 10 kVA, acoplado a aparelho computadorizado de captura das imagens, com aumento de 2000 vezes, permitindo a análise de possíveis alterações morfológicas geradas nos grupos de resinas irradiados.

Figura 18- Microscópio Eletrônico de Varredura (MIRA 3, Tescan, Kohoutovice, República Tcheca).



Fonte: Produção própria

2.3 Análise dos Dados

Para avaliação intra e inter-examinador foi realizado o teste Kappa, adotando 95% de confiabilidade e categorização descrita por Landis e Koch (1977). Os dados foram registrados na forma de banco de dados do pacote estatístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para Windows®, versão 20.0, e analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis e teste LSD de Fisher, sendo estabelecido um valor de probabilidade de 5%.

3 RESULTADOS

3.1 Microtomografia Computadorizada

A avaliação intra-examinador variou entre 0,86 e 0,91, ratificando uma intensidade de concordância considerada “muito boa”. Os valores do Kappa inter-examinador variaram entre 0,68 e 0,91, demonstrando intensidade de concordância “boa” a “muito boa” entre os pesquisadores.

Na Tabela 4 estão demonstrados os escores atribuídos a cada uma das amostras nos subgrupos de irradiação, por resina avaliada.

Tabela 4: Penetração do nitrato de prata nas resinas avaliadas.

Escore		Ausência de penetração do nitrato de prata	Penetração do nitrato de prata até terço oclusal	Penetração do nitrato de prata até terço médio	Penetração do nitrato de prata até terço pulpar
Resinas Avaliadas					
Filtek Z 350					
0 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
30 Gy	n	3	1	1	0
	%	60	20	20	0
60 Gy	n	3	2	0	0
	%	60	40	0	0
Filtek Bulk Fill					
0 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
30 Gy	n	0	1	3	1
	%	0	20	60	20
60 Gy	n	0	1	3	1
	%	0	20	60	20
Tetric EvoCeram Bulk Fill					
0 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
30 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
60 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
X-tra Fil Bulk Fill					
0 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
30 Gy	n	5	0	0	0
	%	100	0	0	0
60 Gy	n	4	0	1	0
	%	80	0	20	0

Para todas as resinas avaliadas, as imagens dos grupos controle – não irradiados (0 Gy) permaneceram inalteradas após as exposições em micro-CT, não sendo observada a penetração do nitrato de prata nas imagens. Apesar de não ter sido objetivo deste trabalho, bolhas de ar foram identificadas e estiveram mais presentes nos cortes tomográficos das resinas Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) e Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) (setas vermelhas) (Figuras 19, 20, 21 e 22). No entanto a presença das bolhas não demonstrou estar relacionada às doses avaliadas, uma vez que foram identificadas antes de as amostras serem expostas à irradiação.

Figura 19- Imagens de micro-CT da resina Z350 (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.

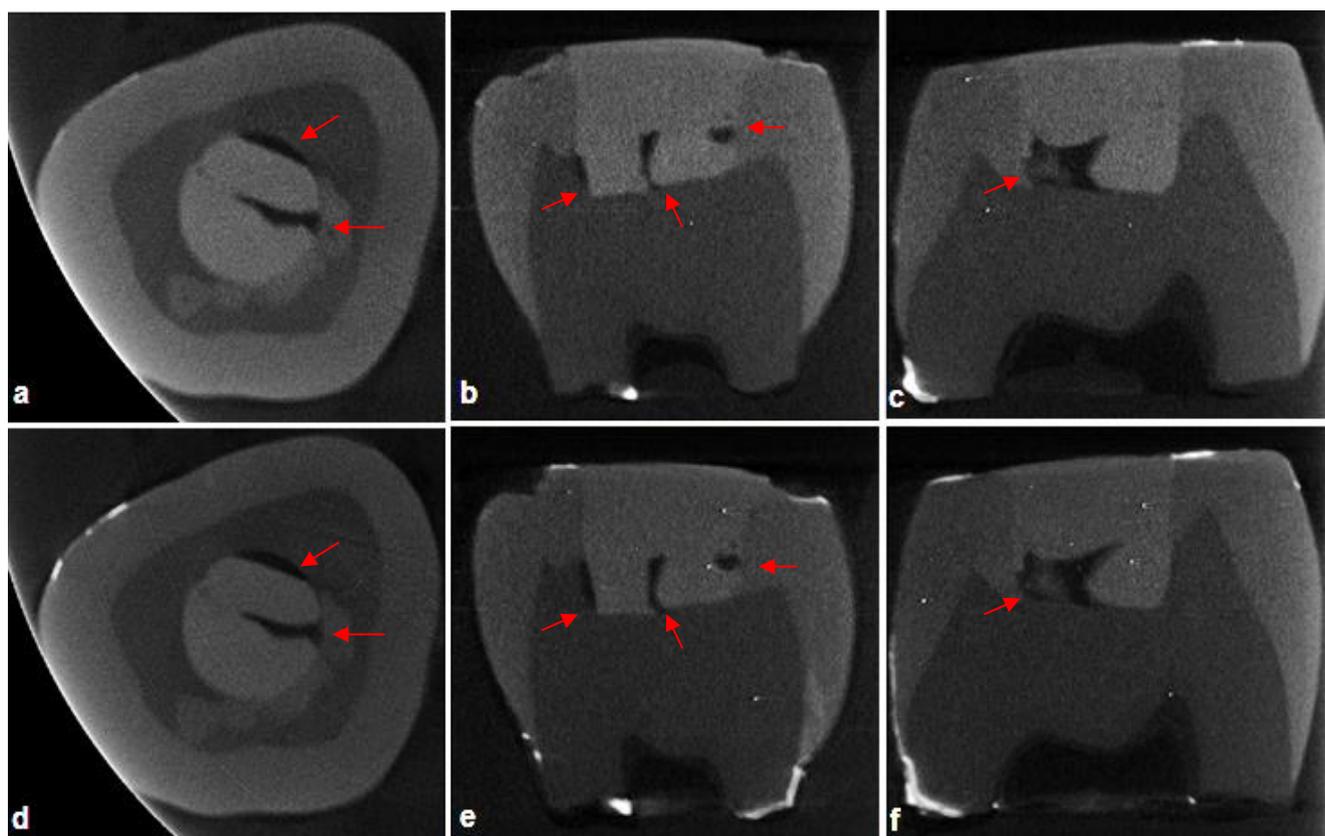


Figura 20- Imagens de micro-CT da resina Filtek Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.

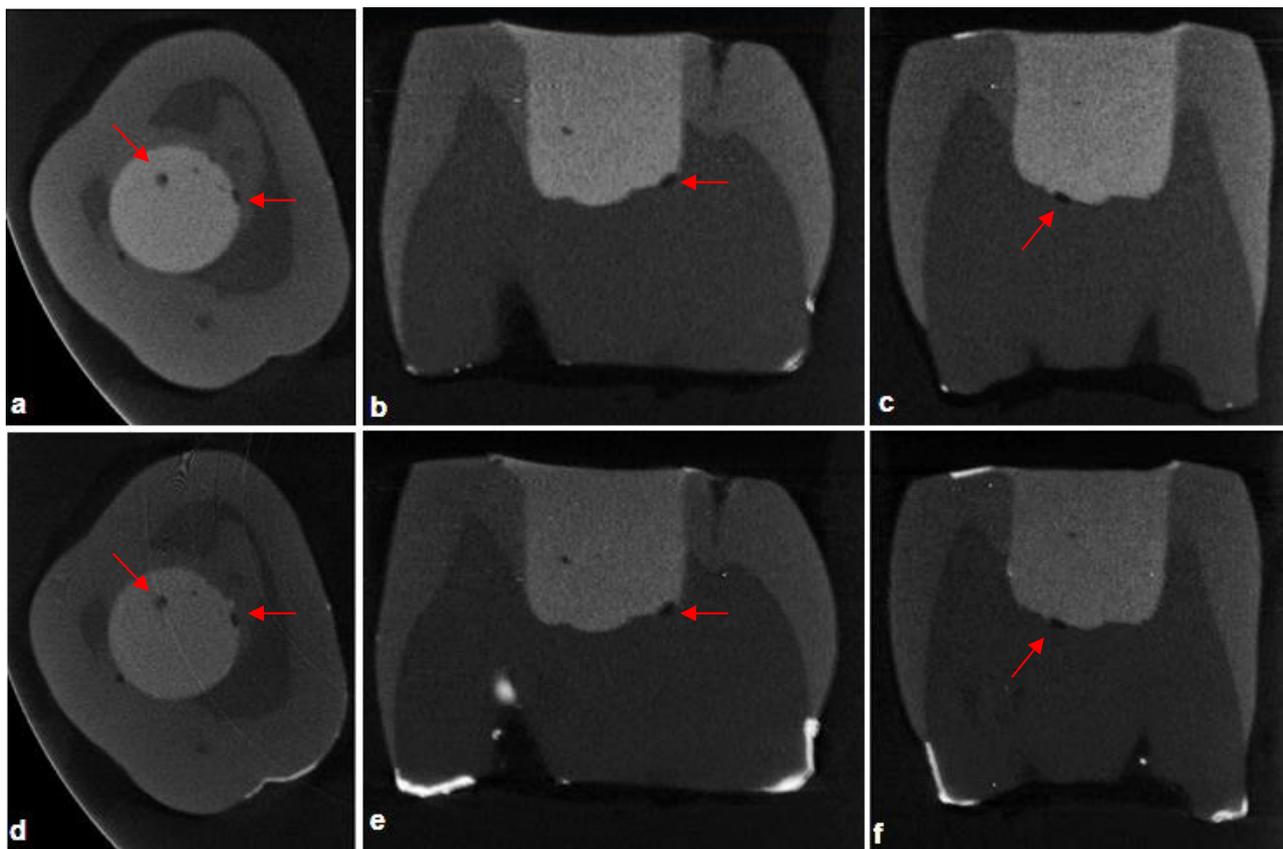


Figura 21- Imagens de micro-CT da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.

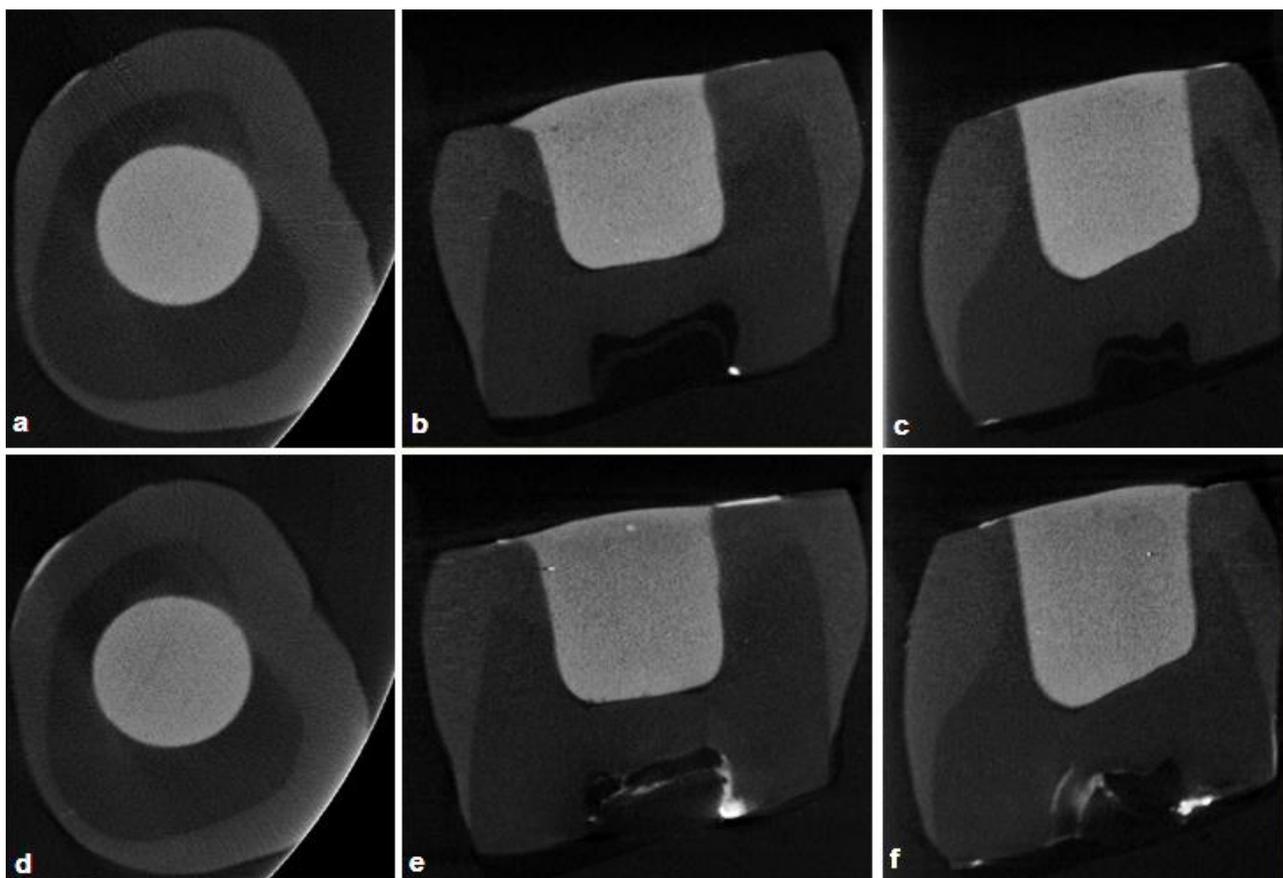
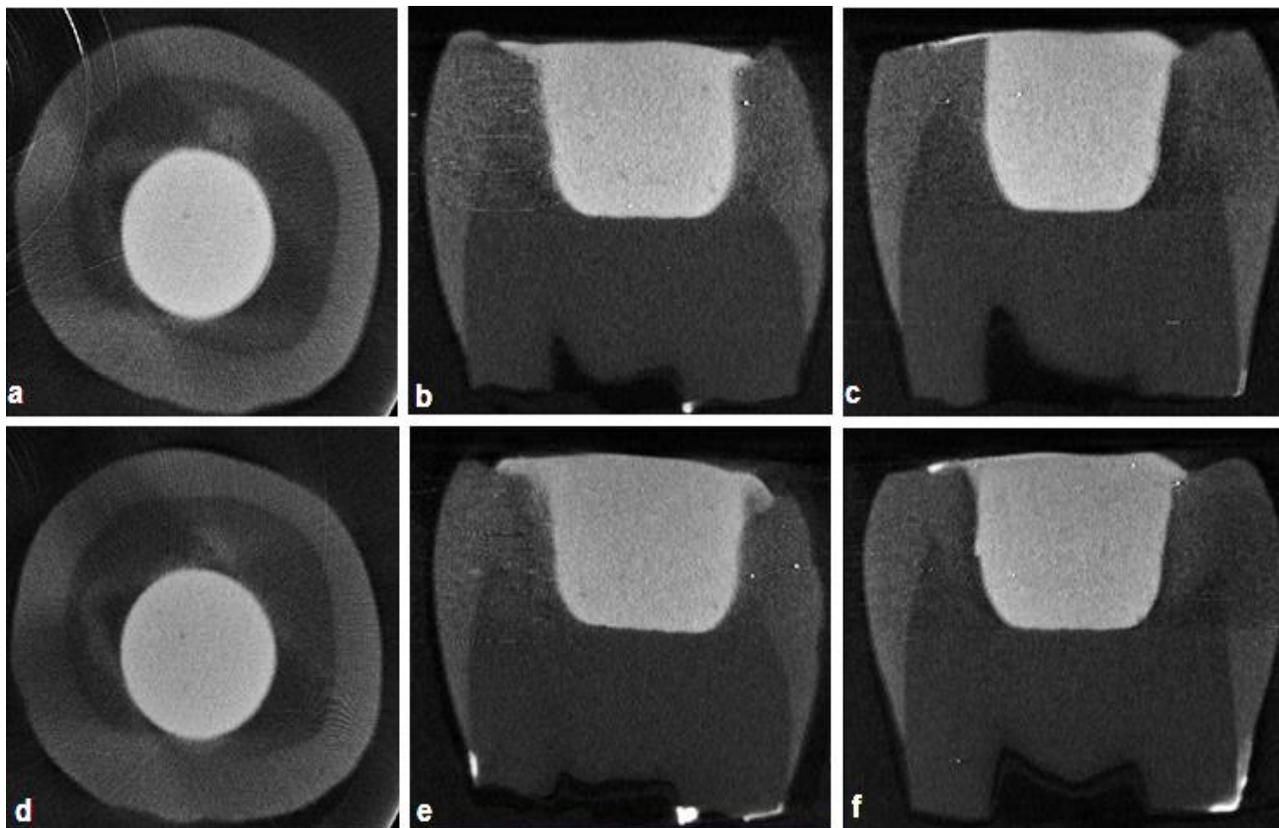


Figura 22- Imagens de micro-CT da resina X-tra Fil Bulk Fill (grupo controle – 0 Gy). Cortes axial (a,d), sagital (b,e) e frontal (c,f). Não houve diferenças entre a primeira exposição (a,b,c) e a segunda exposição (d,e,f) em micro-CT.



Nos grupos irradiados da resina Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), duas amostras do subgrupo 30 Gy apresentaram infiltração, caracterizada pela penetração visível do nitrato de prata (setas amarelas). Da mesma forma, no subgrupo 60 Gy também duas amostras foram caracterizadas como infiltradas após irradiação (Figura 23). Todas as amostras de ambos os subgrupos irradiados (30 e 60 Gy) da resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) exibiram infiltração (Figura 24), enquanto que a resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) não apresentou infiltração após irradiação, independente da dose avaliada (Figura 25). Para a resina X-tra Fil Bulk Fill (Voco, Cuxhaven, Germany) apenas uma amostra do subgrupo 60 Gy demonstrou falha marginal, enquanto que todas as demais permaneceram inalteradas (Figura 26).

Os defeitos marginais, caracterizados pela presença do nitrato de prata nas imagens, estiverem predominantemente localizados nas paredes laterais das cavidades.

Ao se comparar as doses de radiação entre as resinas, foi possível constatar que o subgrupo não-irradiado (0 Gy) não diferiu significativamente entre os materiais testados. Em ambos os subgrupos irradiados (30 e 60 Gy), a resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) diferiu das demais resinas avaliadas ($p<0,05$). Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre as resinas Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) e X-tra Fil Bulk Fill (Voco, Cuxhaven, Germany), em ambas doses de radiação.

Assim como a resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) que não apresentou falhas de interface em nenhum subgrupo de irradiação, as diferenças descritas nos subgrupos irradiados das resinas Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) e X-tra Fil Bulk Fill (Voco, Cuxhaven, Germany) não foram significativas em relação ao grupo controle, em ambas doses de radiação. A resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), no entanto, apresentou falhas marginais consideradas significativas em relação ao grupo controle ($p<0,05$), não havendo, entretanto, diferenças entre as doses de 30 e 60 Gy nesta resina.

A comparação de diferenças significativas entre pares de resinas por doses de irradiação avaliadas está descrita na Tabela 5.

Figura 23- Exemplo da resina Z350 apresentando infiltração marginal após irradiação. Observar a presença do nitrato de prata (setas amarelas) no corte coronal após a irradiação (f) em relação à imagem antes da irradiação (c). Bolhas de ar estão presentes no interior da restauração.

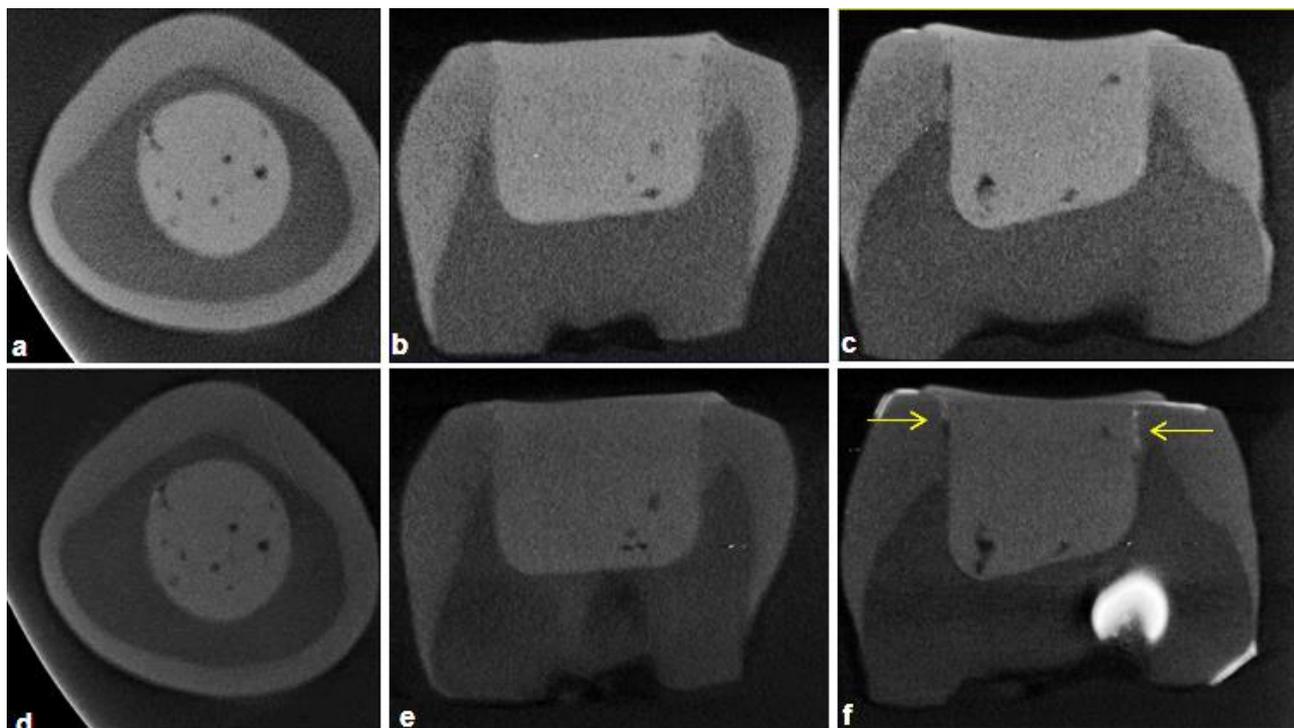


Figura 24- Exemplo da resina Filtek Bulk Fill apresentando infiltração marginal após irradiação. Observar a presença do nitrato de prata (setas amarelas) nos cortes após a irradiação (d,e,f) em relação à imagem antes da irradiação (a,b,c).

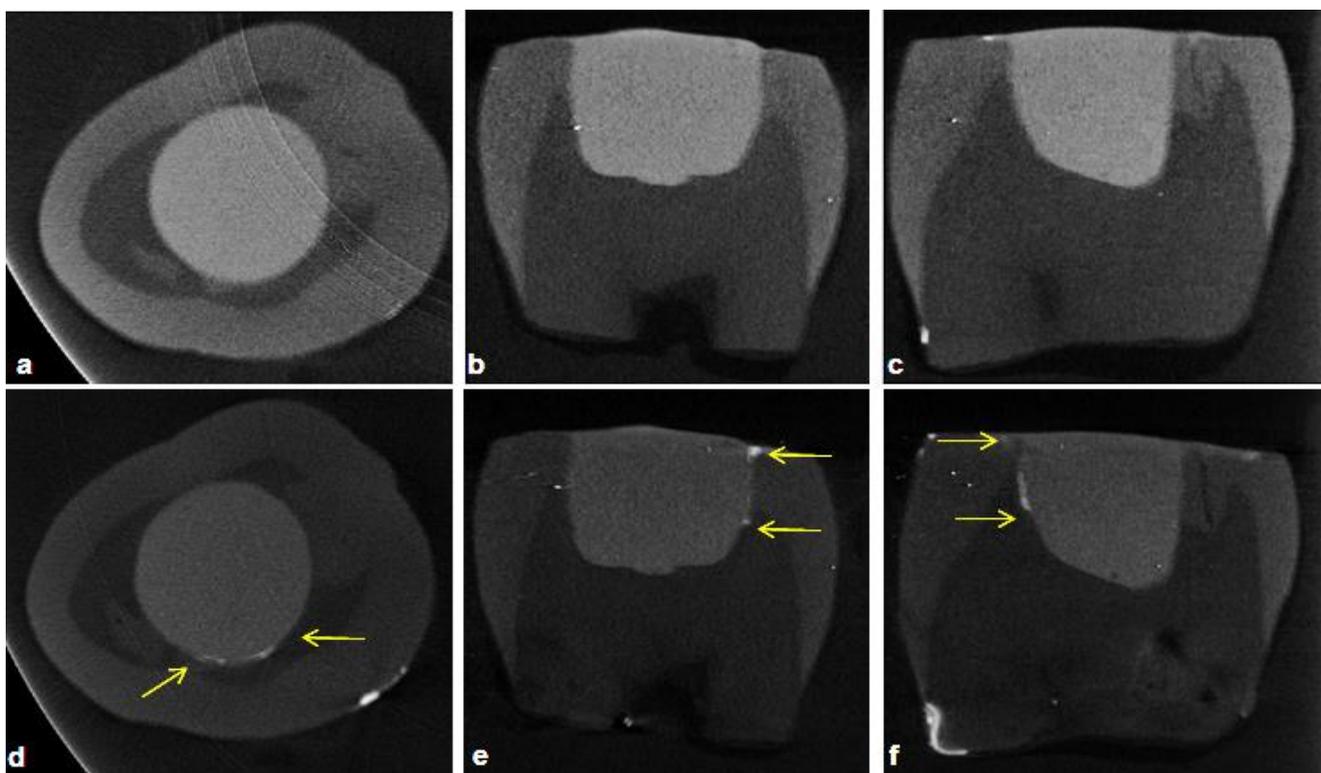


Figura 25- Exemplo da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill antes (a,b,c) e após (d,e,f) irradiação. Observar ausência do nitrato de prata após irradiação (d,e,f) e integridade da interface.

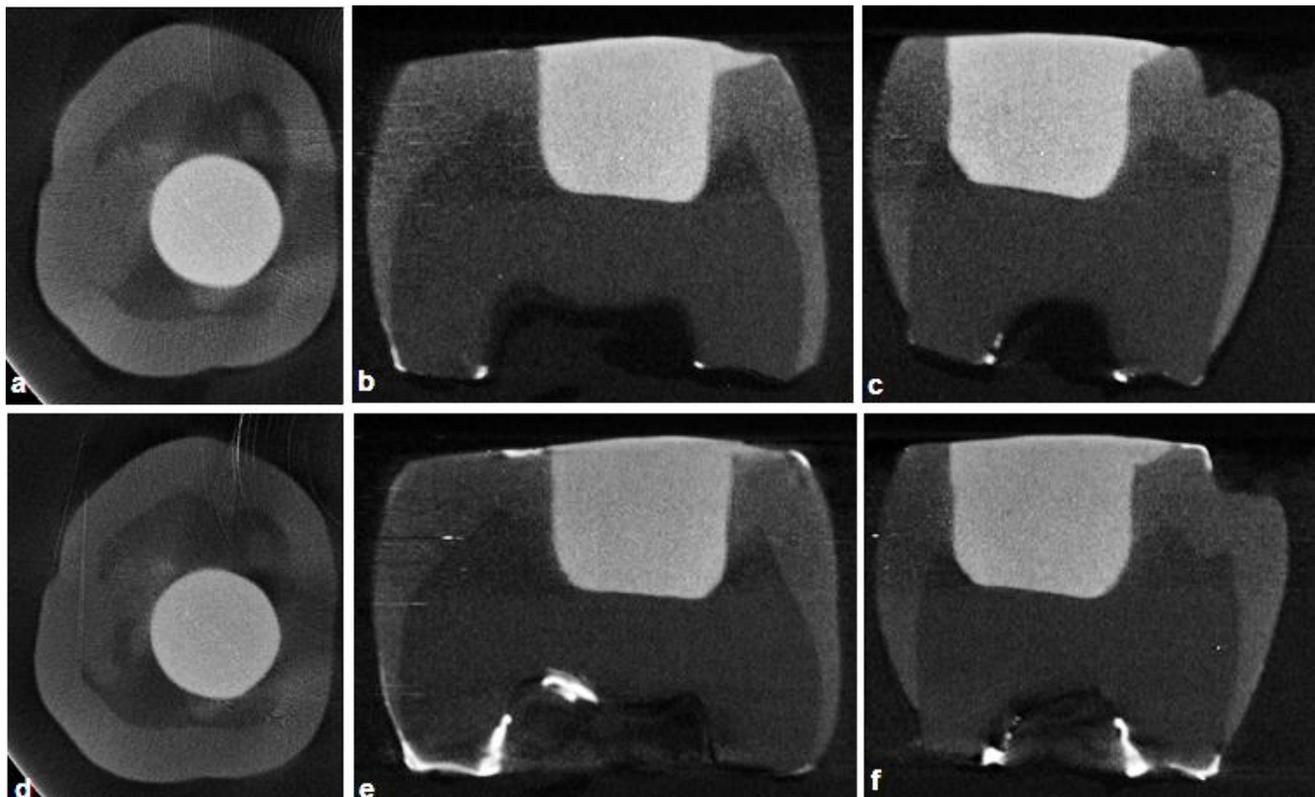


Figura 26- Exemplo da resina X-tra Fil Bulk Fill antes (a,b,c) e após (d,e,f) irradiação. Observar ausência do nitrato de prata após irradiação (d,e,f) e integridade da interface.

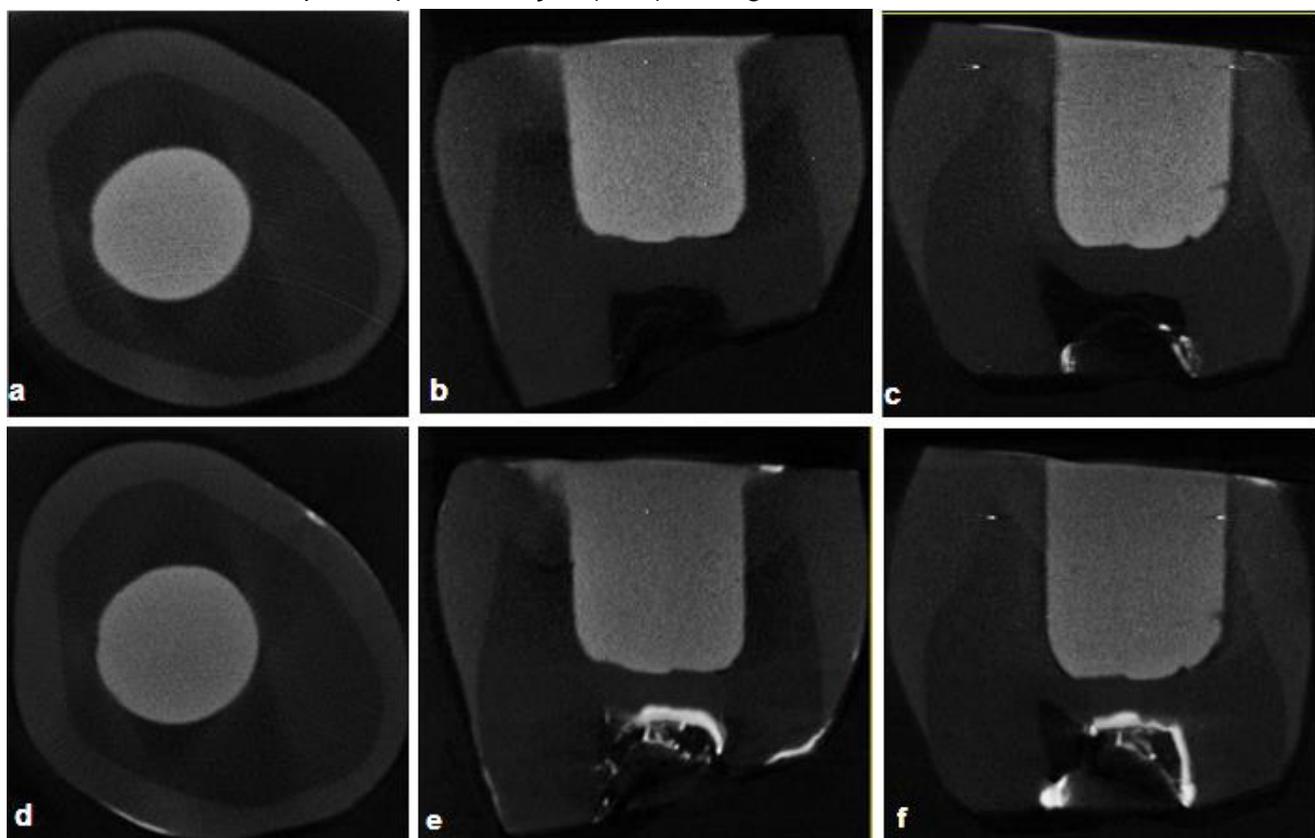


Tabela 5- Comparação de diferenças significativas entre pares de resinas por doses de irradiação.

	Filtek Z350 0 Gy	Filtek Z350 30 Gy	Filtek Z350 60 Gy	Filtek Bulk Fill 0 Gy	Filtek Bulk Fill 30 Gy	Filtek Bulk Fill 60Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 0 Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 30 Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 60 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 0 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 30 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 60 Gy
Filtek Z350 0 Gy	X	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Z350 30 Gy	NS	X	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Z350 60 Gy	NS	NS	X	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	X	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Bulk Fill 30 Gy	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	X	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05
Filtek Bulk Fill 60Gy	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	X	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05
Tetric EvoCeram Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	X	NS	NS	NS	NS	NS
Tetric EvoCeram Bulk Fill 30 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	X	NS	NS	NS	NS
Tetric EvoCeram Bulk Fill 60 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	X	NS	NS	NS
X-tra Fil Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	X	NS	NS
X-tra Fil Bulk Fill 30 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	X	NS
X-tra Fil Bulk Fill 60 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	X

NS = diferença estatisticamente não significativa.

p<0,05 = diferença estatisticamente significativa.

X = comparação entre o mesmo subgrupo.

3.2 Tomografia de Coerência Óptica

Nas imagens obtidas por meio da técnica da Tomografia de Coerência Óptica (OCT) não foi possível identificar e diferenciar, para nenhuma das resinas avaliadas, a presença do agente traçador. Consequentemente não foram visualizados possíveis defeitos marginais após a irradiação. As paredes de fundo das cavidades não foram visualizadas devido às limitações de penetração do feixe de luz. No entanto, bolhas de ar, quando presentes, puderam ser caracterizadas no interior das restaurações (setas vermelhas) (Figuras 27, 28, 29 e 30).

Figura 27- Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Z350 por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. Identifica-se a presença de bolhas no interior da restauração (setas vermelhas).

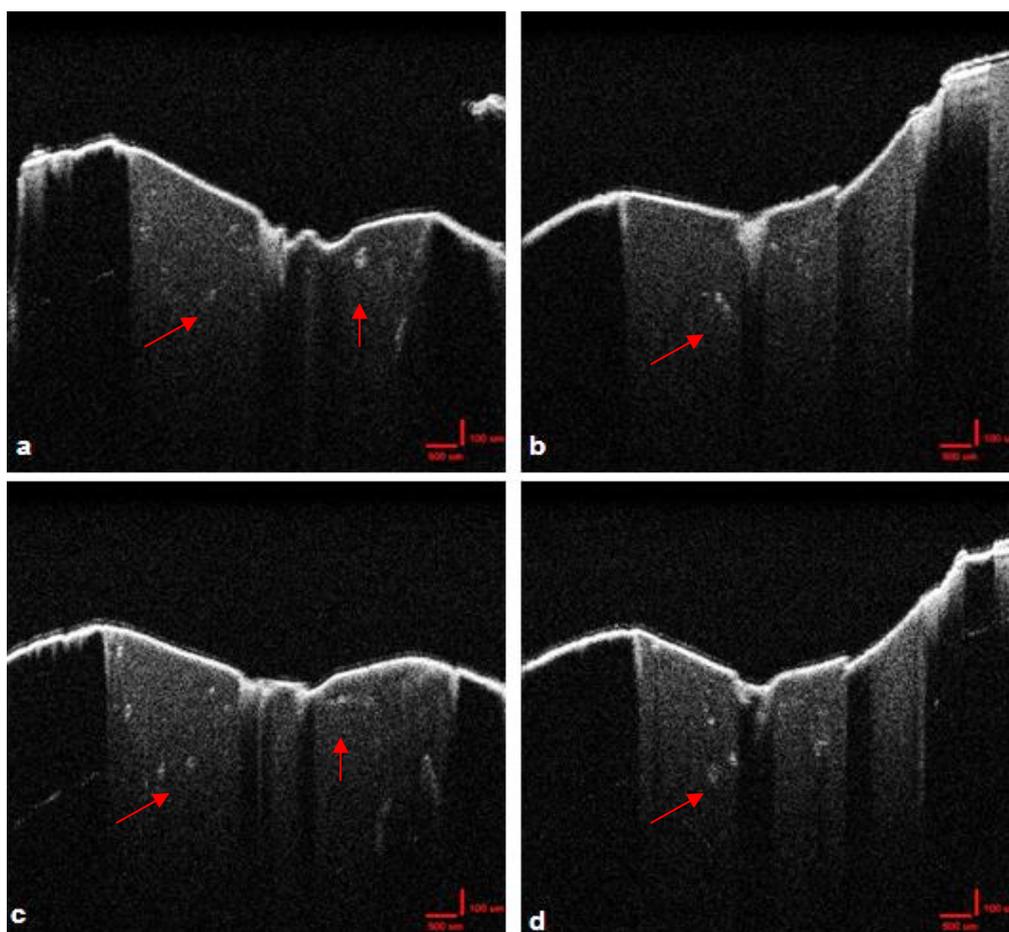


Figura 28- Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Filtek Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação. Bolhas no interior da restauração (setas vermelhas).

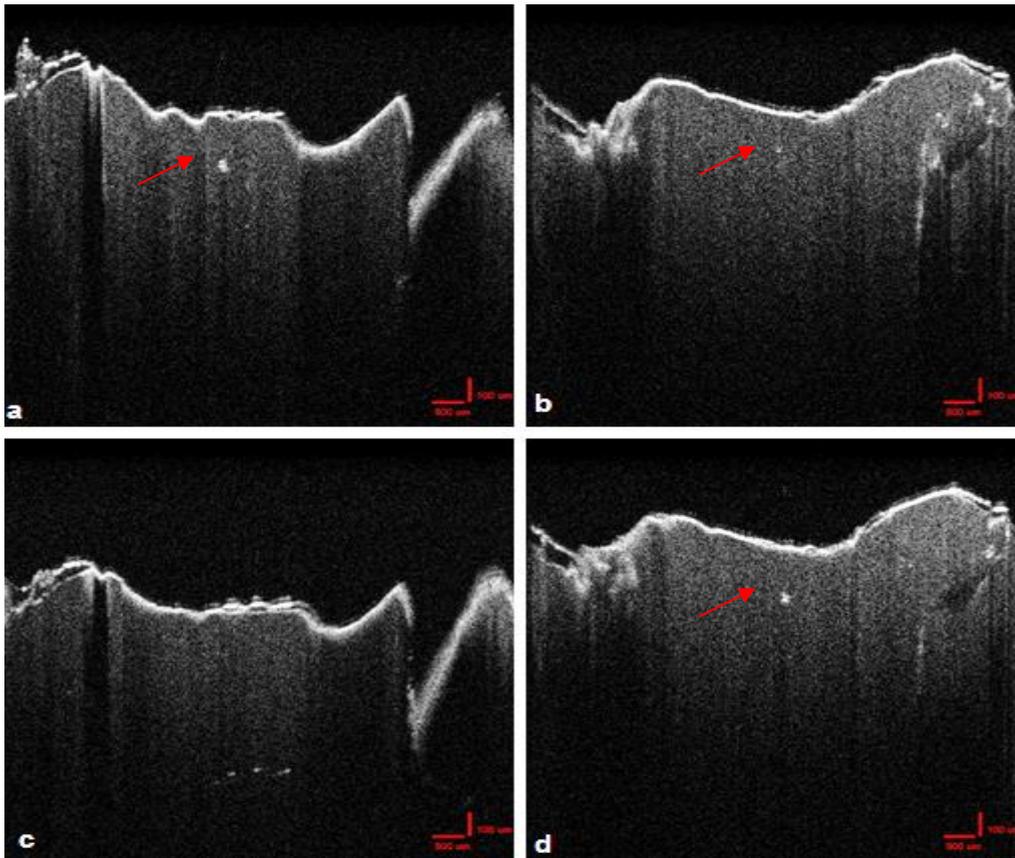


Figura 29- Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação.

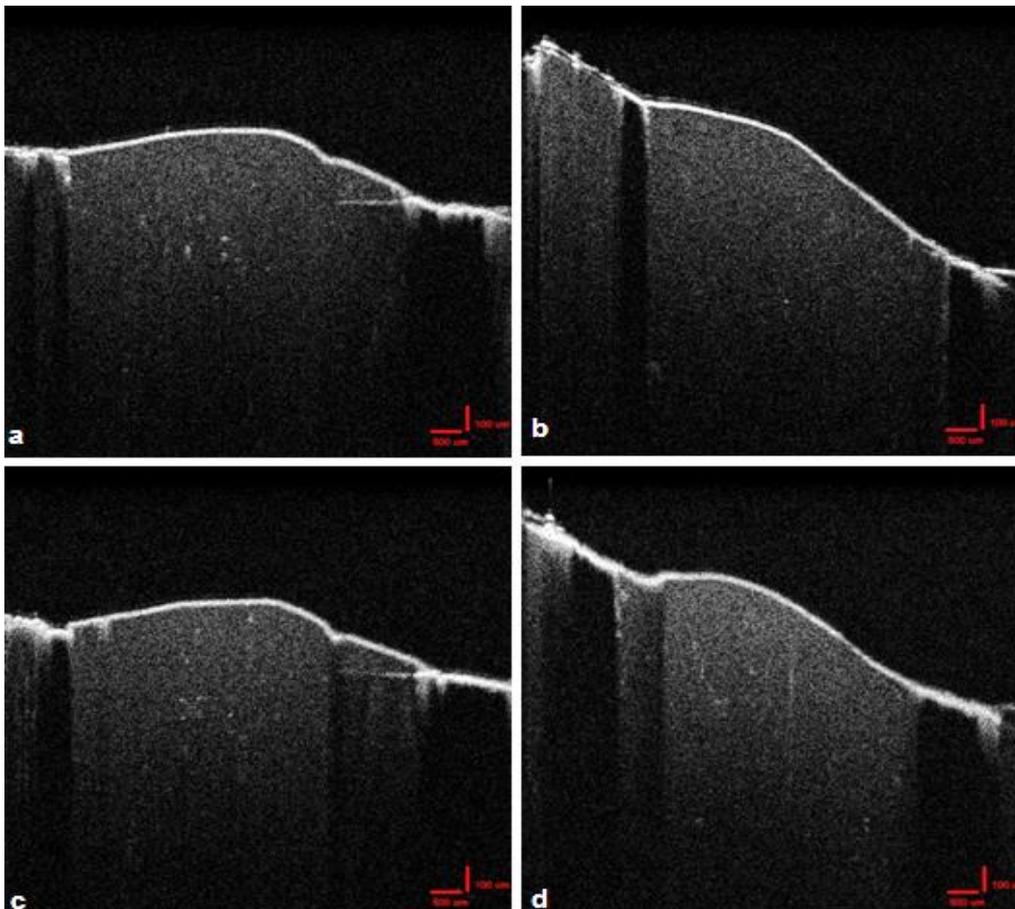
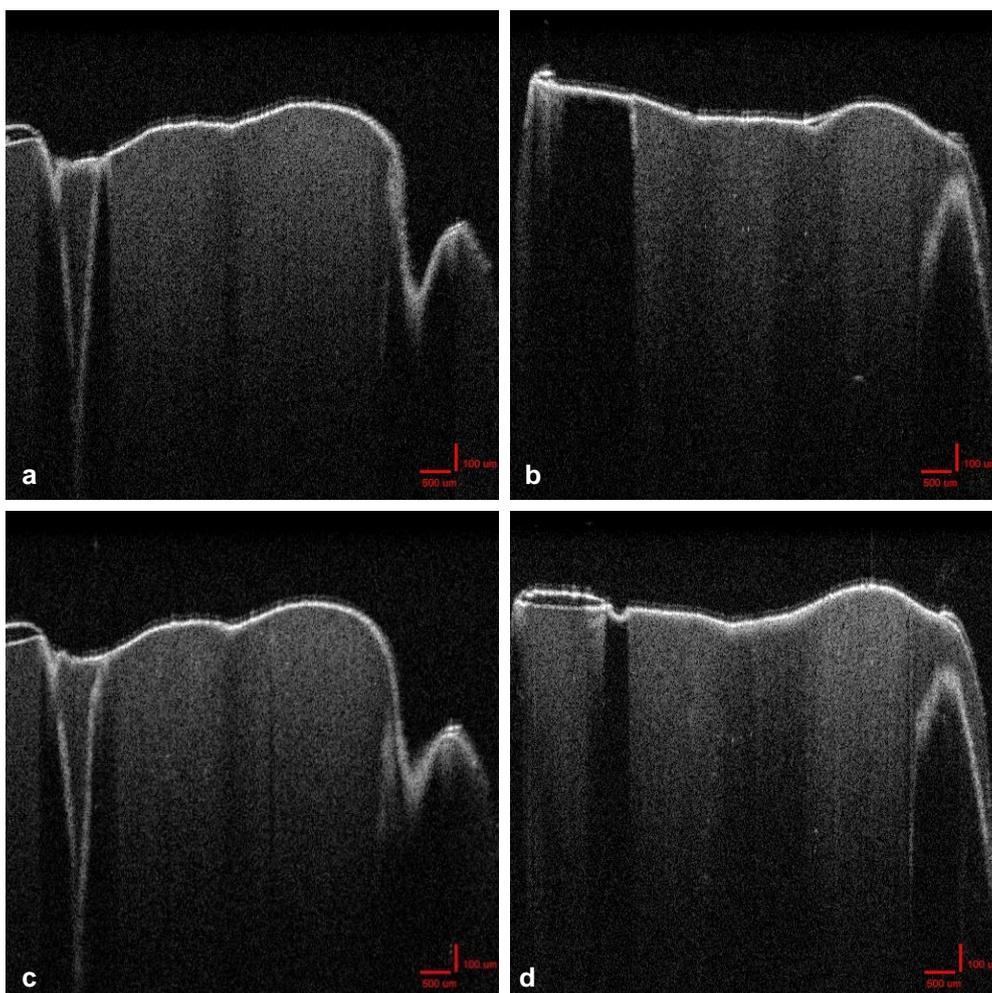


Figura 30- Exemplo dos cortes sagital (a,c) e coronal (b,d) da resina X-tra Fil Bulk Fill por meio da OCT, antes (a,b) e após (c,d) irradiação.



3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da resina Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), em um aumento de 2000x, revelaram que, em relação ao grupo não-irradiado, a dose de 30 Gy provocou, aparentemente, uma compactação da resina, deixando a sua matriz orgânica mais densa e as cargas inorgânicas menos aparentes. A dose de 60 Gy, para esta mesma resina, resultou em uma suposta formação de microcavidades superficiais, deixando as cargas inorgânicas mais desprendidas (Figura 31). Nenhuma alteração evidente e significativa foi identificada nas imagens de MEV das demais resinas avaliadas (Figuras 32, 33 e 34).

Figura 31- Imagens de MEV da resina Z 350 (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). Observar a aparente compactação da matriz orgânica em (b) e microcavidades com cargas inorgânicas mais desprendidas em (c) (setas).

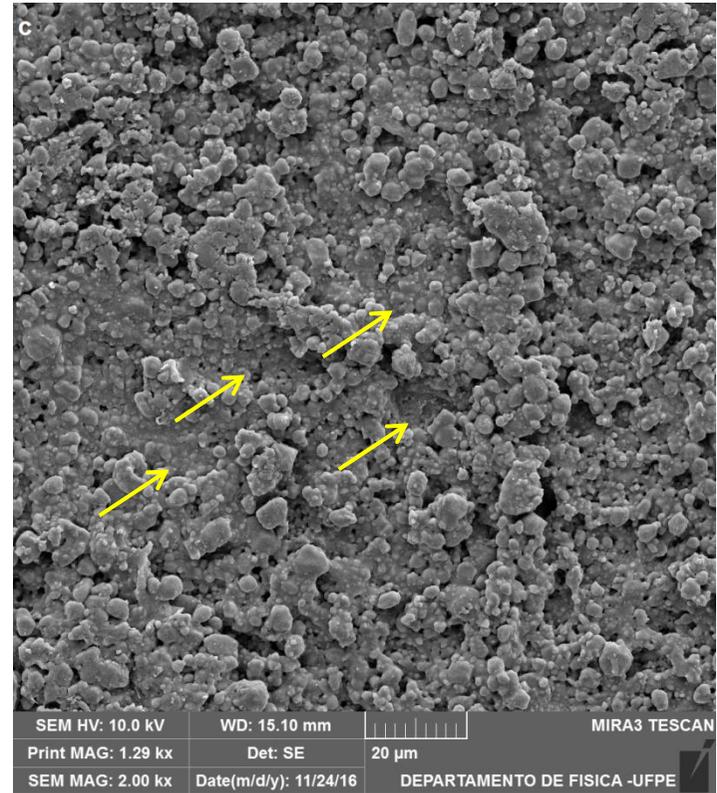
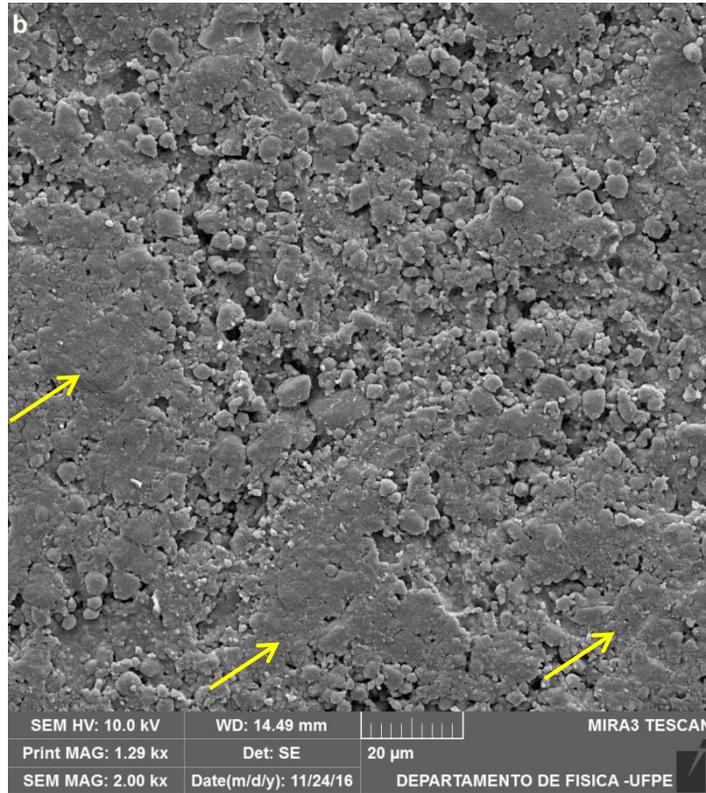
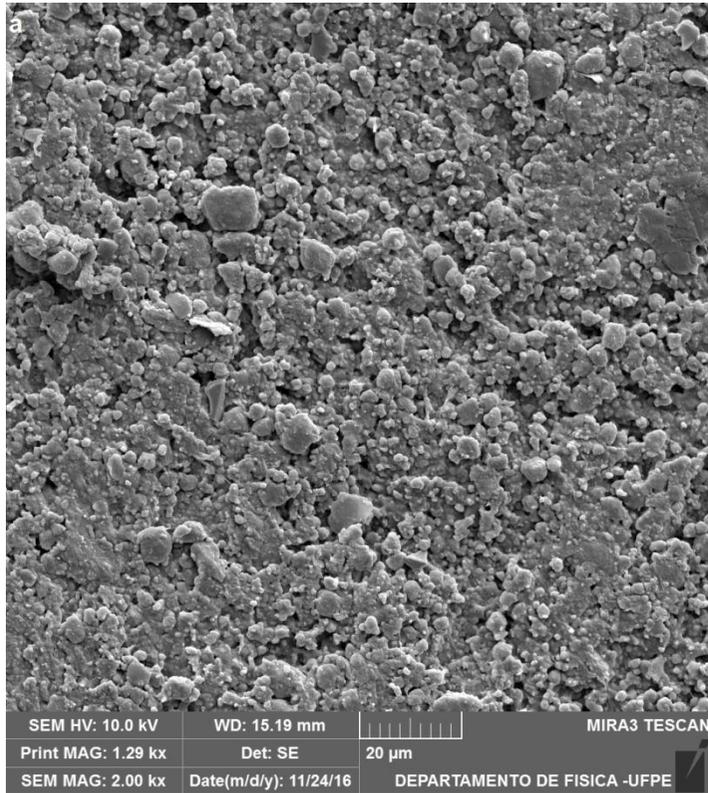


Figura 32- Imagens de MEV da resina Filtek Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c).

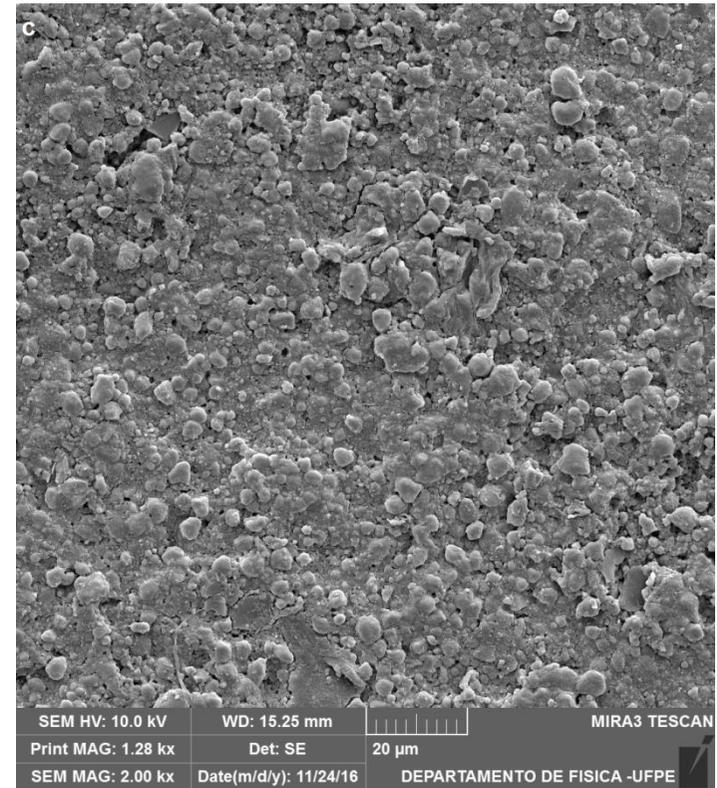
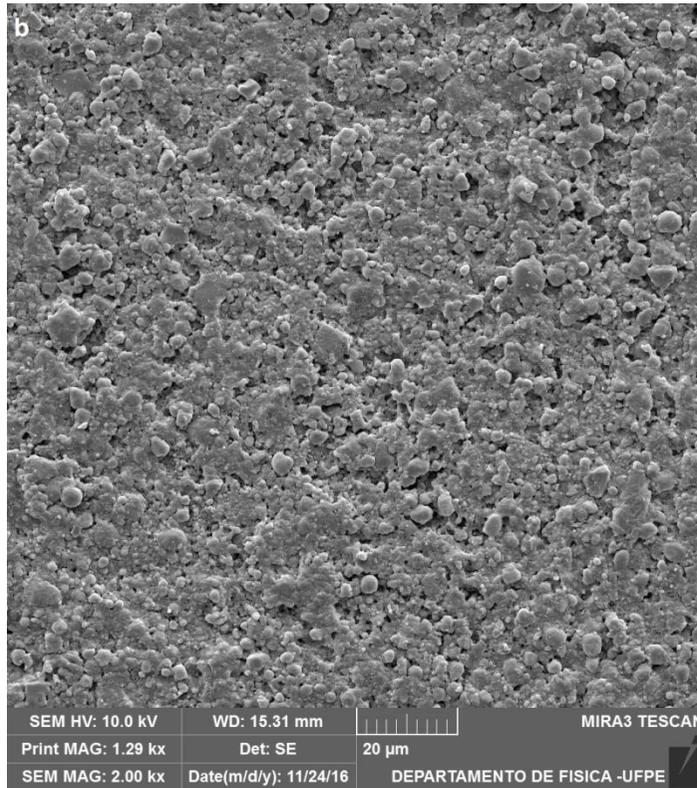
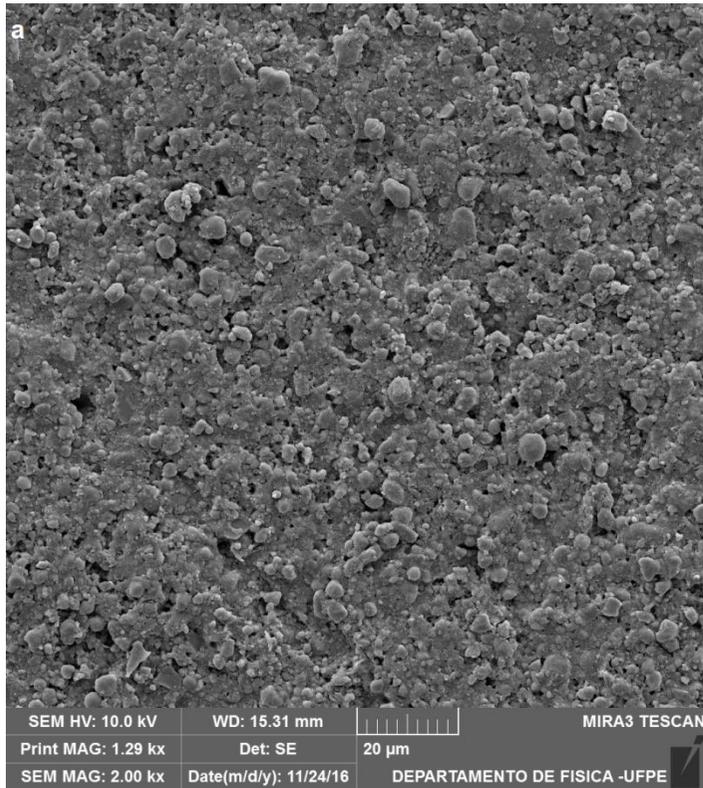


Figura 33- Imagens de MEV da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c).

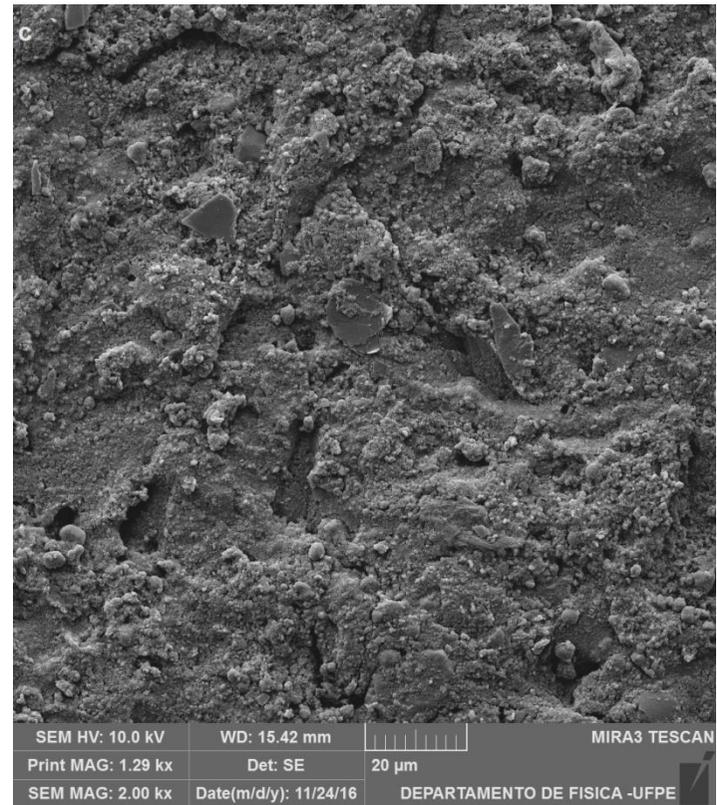
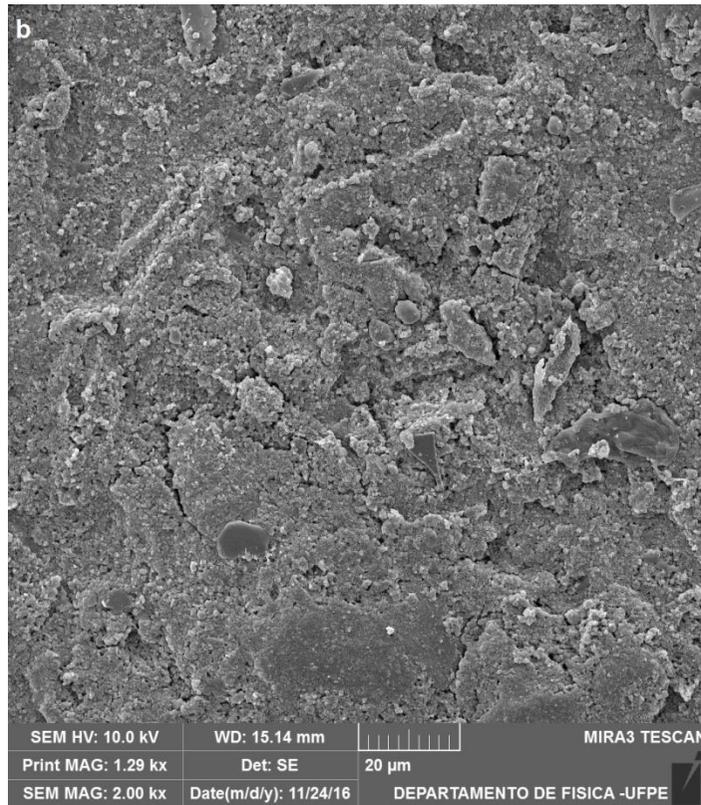
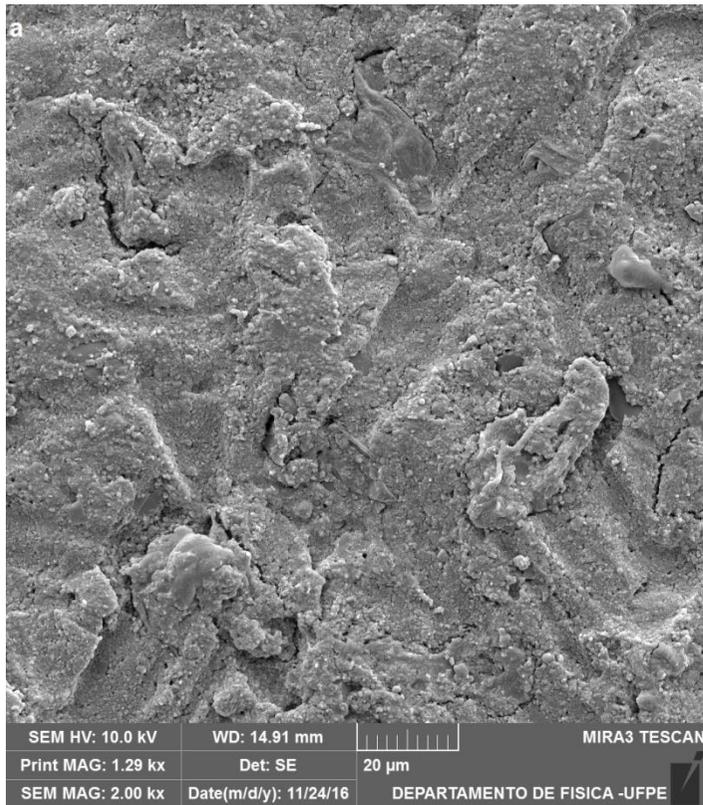
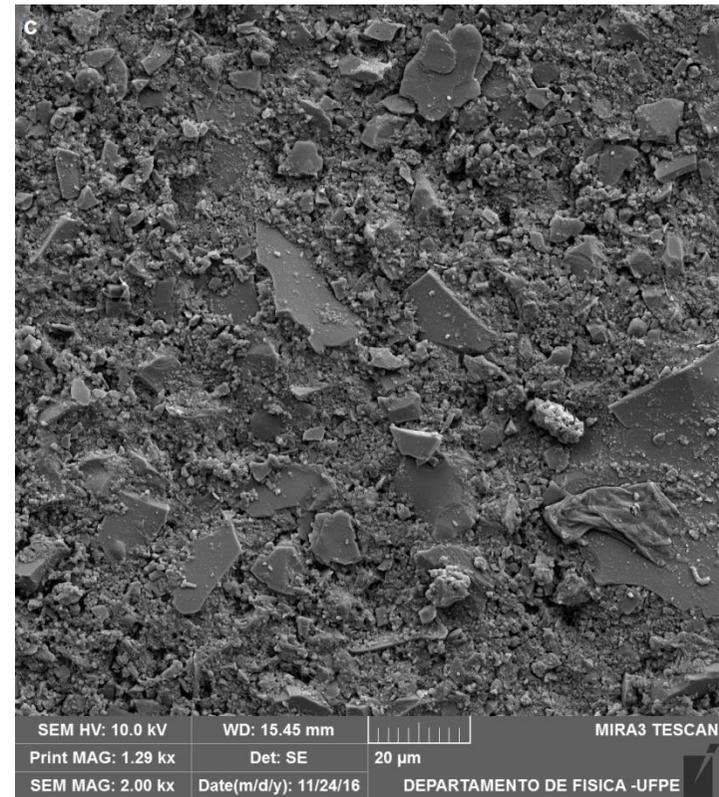
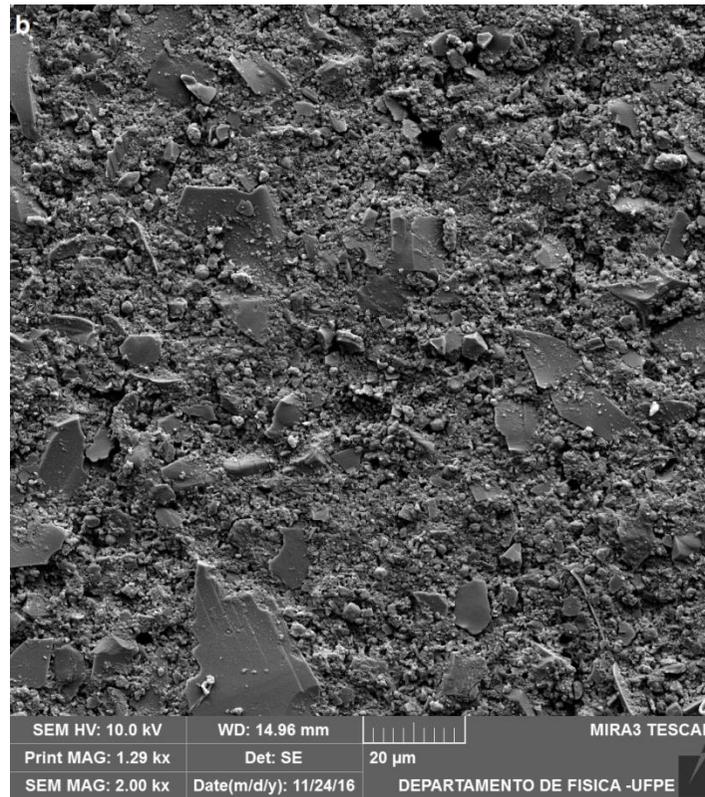
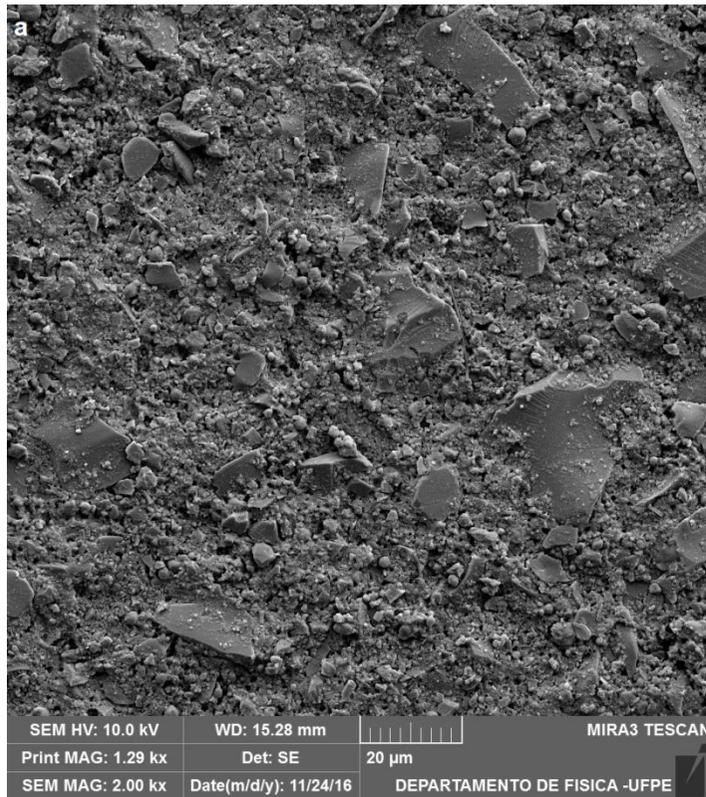


Figura 34- Imagens de MEV da resina X-tra Fil Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c).



4 CONCLUSÕES

- As doses de radiação gama avaliadas (30 e 60 Gy) geraram falhas na interface dente-restauração das amostras restauradas com a resina Filtek™ Bulk Fill, enquanto que as resinas Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill e Filtek™ Z350 não sofrem alterações;
- No presente estudo, considerando a metodologia utilizada, a Tomografia de Coerência Óptica não foi eficaz para identificação de defeitos marginais em restaurações de resina composta;
- As falhas na integridade marginal das amostras, quando identificadas, ocorreram independentes das doses de radiação avaliadas (30 ou 60 Gy);
- As doses de 30 e 60 Gy afetaram de forma distinta a morfologia superficial do compósito controle (Filtek™ Z350). Entretanto, não causaram alteração no padrão de morfologia de superfície dos compósitos do tipo bulk fill;
- As resinas bulk fill Tetric EvoCeram Bulk Fill e X-tra Fil Bulk Fill podem ser consideradas como uma alternativa no tratamento restaurador de pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço;
- É necessária uma seleção criteriosa do material, uma vez que as doses acumuladas de 30 e 60 Gy ocasionaram prejuízo na interface restauradora da resina Filtek™ Bulk Fill.

REFERÊNCIAS

AMADE, E.S; FERREIRA, F.M; NOVAIS, V.R; CORRER-SOBRINHO, L; SOARES, C.J. Influence of Radiation on Properties of Resinous Materials. **Rev Odontol Bras Central**, v. 19, n. 50, p. 205-210, 2010.

BAKHSH, T.A; SADR, A; SHIMADA, Y; TAGAMI, J; SUMI, Y. Non-invasive quantification of resin-dentin interfacial gaps using optical coherence tomography: Validation against confocal microscopy. **Dent Mater.**, v. 27, n.9, p. 915-925, 2011.

BERNARD, C; VILLAT, C; ABOUELLEIL, H; GUSTIN, M.P; GROSGOGEAT, B. Tensile bond strengths of two adhesives on irradiated and nonirradiated human dentin. **Biomed Res Int.**, 2015. doi: 10.1155/2015/798972.

BINGER, T; SEIFERT, H; BLASS, G; BORMANN, KH; RÜCKER, M. Dose inhomogeneities on surfaces of different dental implants during irradiation with high-energy photons. **Dentomaxillofac Radiol.**, v.37, n.3, p. 149-153, 2008.

BORTOLOTTI, T; BAHILLO, J; RICHOS, O; HAFEZI, F; KREJCI, I. Failure analysis of adhesive restorations with SEM and OCT: from marginal gaps to restoration loss. **Clin Oral Investig.**, v. 19, n.8, p. 1881-1890, 2015.

CARRERA, C.A; LAN, C; ESCOBAR-SANABRIA, D; LI, Y; RUDNEY, J; APARICIO, C; FOK, A. The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. **Dent Mater.**, v.31, n.4, p. 382-390, 2015.

CHEN, X; CUIJPERS, V.M.J.I; FAN, M.W; FRENCKEN, J.E. Validation of micro-CT against the section method regarding the assessment of marginal leakage of sealants. **Aust Dent J.**, v. 57, n. 2, p. 196-199, 2012.

CHO, E; SADR, A; INAI, N; TAGAMI, J. Evaluation of resin composite polymerization by three dimensional micro-CT imaging and nanoindentation. **Dent Mater.**, v. 27, n.11, p. 1070-1078, 2011.

CLELAND MR, PARKS LA, CHENG S. Applications for radiation processing of materials. **Nucl. Instr. and Meth. In Phys**, v. 208, n.1, p. 66-73, 2003.

CRUZ, A.D; COGO, K; BERGAMASCHI, C.C; BÓSCOLO, F.N; GROppo, F.C; ALMEIDA, S.M. Oral Streptococci Growth on Aging and Non-Aging Esthetic Restorations after Radiotherapy. **Braz. Dent.J.**, v.21, n.4, p. 346-350, 2010.

CRUZ, A.D; SINHORETI, M.A.C; AMBROSANO, G.M; RASTELLI, A.N.S; BAGNATO, V.S; BÓSCOLO, F.N. Effect of Therapeutic Dose X Rays on Mechanical and Chemical Properties of Esthetic Dental Materials. **Mat Research**, v.11, n.3, p.313-318, 2008.

DEVI, S; SINGH, N. Dental care during and after radiotherapy in head and neck cancer. **Natl J Maxillofac Surg.**, v. 5, n.2, p. 117-125, 2014.

EDEN, E; TOPALOGLU-AK, A; CUIJPERS, V; FRENCKEN, J.E. Micro-CT for measuring marginal leakage of Class II resin composite restorations in primary molars prepared in vivo. **Am J Dent.**, v. 21, n.6, p. 393-397, 2008.

FERREIRA, E.M.S; SOARES, L.E; ANTUNES, H.S; UEMURA, S.T; BARBOSA P.S; SALMON JR, H.A et al. Effect of therapeutic doses of radiotherapy on the organic and inorganic contents of the deciduous enamel: an in vitro study. **Clin Oral Investig.**, v.20, n.8, p. 1953-1961, 2016.

FREITAS, A.Z; ZECELL, D.M; VIEIRA JR, N.D; RIBEIRO, A.C; GOMES, A.S.L. Imaging carious human dental tissue with optical coherence tomography. **J Appl Phys**, v.99, n.2, p. 024906, 2006.

FURNESS, A; TADROS, M.Y; LOONEY, S.W; RUEGGERBERG, F.A. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. **J Dent.**, v. 45, n. 2, p. 439-449, 2014.

GALETTI, R; SANTOS-SILVA, A.R; ANTUNES, A.N; ALVES, F.D.E.A; LOPES, M.A; DE GOES, M.F. Radiotherapy does not impair dentin adhesive properties in head and neck cancer patients. **Clin Oral Investig.**, v.18, n.7, p. 1771-1778, 2014.

HAN, S.H; PARK, S.H. Micro-CT evaluation of internal adaptation in resin fillings with different dentin adhesives. **Restor Dent Endod.**, v.39, n.1, p. 24-31, 2014.

HAN, S.H; SADR, A; TAGAMI, J; PARK, S.H. Non-destructive evaluation of an internal adaptation of resin composite restoration with swept-source optical coherence tomography and micro-CT. **Dent Mater.**, v. 32, n. 1, p. e1-7, 2016.

ILIE, N; BUTUCA, S; DRAENERT, M. Bulk-fill Resin-based Composites: An In Vitro Assessment of Their Mechanical Performance. **Oper Dent.**, v. 38, n.5, p. 1-8, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/oquee> Acesso em: 27 dez 2016.

ISHIBASHI, K; OZAWA, N; TAGAMI, J; SUMI, Y. Swept-source optical coherence tomography as a new tool to evaluate defects of resin-based composite restorations. **J Dent.**, v. 39, n. 8, p. 543-548, 2011.

JACKER-GUHR, S; IBARRA, G; OPPERMANN, L.S; LUHRS, A.K; RAHMAN, A; GEURTSSEN, W. Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT. **Clin Oral Invest.**, v. 20, n. 7, p. 1709-1718, 2015.

KIELBASSA, A.M; HINKELBEIN, W; HELLWIG, E; MEYER-LÜCKEL, H. Radiation-related damage to dentition. **Lancet Oncol**, v. 7, n. 4, p. 326- 335, 2006.

KIM, H.J; PARK, S.H. Measurement of the Internal Adaptation of Resin Composites Using Micro-CT and Its Correlation With Polymerization Shrinkage. **Oper Dent.**, v. 39, n.2, p. E57-E70, 2014.

LANDIS, J.R; KOCH, G.G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics.**, v. 33, n.1, p. 159-174, 1977.

MAKISHI, P; SHIMADA, Y; SADR, A; TAGAMI, J; SUMI, Y. Non-destructive 3D imaging of composite restorations using optical coherence tomography: Marginal adaptation of self-etch adhesives. **J Dent.**, v. 39, n.4, p. 316-325, 2011.

MELEO, D; MANZON,M; PECCI, R; ZUPPANTE, F; BEDINI, R. A proposal of microtomography evaluation for restoration interface gaps. **Ann Ist Super Sanità**, v. 48, n. 1, p. 83-88, 2012.

MONTEIRO, G.Q.M; MONTES, M.A.J.R; GOMES, A.S.L; MOTA, C.C.B.O; CAMPELLO, S.L; FREITAS, A.Z. Marginal analysis of resin composite restorative systems using optical coherence tomography. **Dent Mater.**, v. 27, n. 12, p. e213-e223, 2011a.

MONTEIRO, G.Q.M; MONTES, M.A; ROLIM, T.V; MOTA, C.C.O; KYOTOKU, B.B.C; GOMES, A.S; et al. Alternative methods for determining shrinkage in restorative resin composites. **Dent Mater.**, v. 27, n. 8. p. e176-185, 2011b.

MOOR, R.J; STASSEN, I.G; VAN 'T VELDT, Y; TORBEYNS, D; HOMMEZ, G.M. Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head and neck-irradiated cancer patients. **Clin Oral Investig.**, v. 15, n.1, p.31-38, 2011.

MUNCK, J; MINE, A; VAN DEN STEEN, P.E; VAN LANDUYT, K.L; POITEVIN, A; OPDENAKKER, G et al. Enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces produced by mild self-etch adhesives. **Eur J Oral Sci.**, v. 118, n. 5, p. 494-501, 2010.

NAZARI, A; SADR, A; SAGHIRI, M.A; CAMPILLO-FUNOLLET, M; HAMBA, H; SHIMADA, Y; et al. Non-destructive characterization of voids in six flowable composites using swept-source optical coherence tomography. **Dent Mater.**, v. 29, n.3, p. 278-286, 2013.

ORŁOWSKI, M; TARCZYDŁO, B; CHAŁAS, R. Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. **ScientificWorldJournal.** 2015. doi: 10.1155/2015/701262.

PORTO, K.M.B.G. **Efeitos da radiação gama (Cobalto-60) nas principais propriedades físicas e químicas de embalagens compostas por papel grau cirúrgico e filme plástico laminado, destinadas à esterilização de produtos para saúde.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências- Área de concentração em Tecnologia Nuclear). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

RENGO, C; SPAGNUOLO, G; AMETRANO, G; GORACCI, C; NAPPO, A; RENGO, S et al. Marginal leakage of bulk fill composites in ClassII restorations: A micro CT and digital microscope analysis. **Int Journal of Adhesion and Adhesives**, v.60, n.1, p. 123-129, 2015.

SENAWONGSE, P; PONGPRUEKSA, P; HARNIRATTISAI, C; SUMI, Y; OTSUKI, M; SHIMADA, Y; et al. Non-destructive assessment of cavity wall adaptation of class V composite restoration using swept-source optical coherence tomography. **Dent Mater J.**, v. 30, n.4, p. 517-522, 2011.

SHIMADA, Y; SADR, A; NAZARI, A; NAKAGAWA, H; OTSUKI, M; TAGAMI J; et al. 3D evaluation of composite resin restoration at practical training using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT). **Dent Mater J.**, v. 31, n.3, p. 409-417, 2012.

SHIMADA, Y; SADR, A; SUMI, Y; TAGAMI, J. Application of Optical Coherence Tomography (OCT) for Diagnosis of Caries, Cracks, and Defects of Restorations. **Curr Oral Health Rep.**, v. 2, n.2, p. 73-80, 2015.

TERRA, E.R. **Efeito da radiação x em um compósito odontológico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Odontologia- Área de concentração em Radiologia Odontológica) Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2005.

YADAV, S; YADAV, H. Ionizing irradiation affects the microtensile resin dentin bond strength under simulated clinical conditions. **J Conserv Dent.**, v. 16, n.2, p. 148-151, 2013.

ZHAO, X.Y; LI, S.B; GU, L.J; LI, Y. Detection of Marginal Leakage of Class V Restorations In Vitro by Micro-Computed Tomography. **Oper Dent.**, v.39, n.2, p. 174-180, 2014.

ZHOU, Y; SHIMADA, Y; MATIN, K; SADR, A; SUMI, Y; TAGAMI, J. Assessment of bacterial demineralization around composite restorations using swept-source optical coherence tomography (SS-OCT). **Dent Mater.**, v. 32, n.9, p. 1177-1188, 2016.

APÊNDICE A - ARTIGO

Influência da irradiação gama na interface restauradora e morfologia superficial de resinas bulk fill

Laís César de Vasconcelos¹

Gabriela Queiroz de Melo Monteiro²

Andréa dos Anjos Pontual³

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez³

Maria Luiza dos Anjos Pontual³

¹MSc., Postgraduate Program in Dentistry, Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil. Av. Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - Pernambuco, 50670-901.

²PhD, Department of Dental Materials, University of Pernambuco (UPE), Camaragibe, PE, Brazil. Av. General Newton Cavalcanti, 1650, Camaragibe - Pernambuco, 54756-220.

³PhD, Department of Clinical and Preventive Dentistry, Federal University of Pernambuco, Recife – Brazil. Av. Professor Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - Pernambuco, 50670-901.

Corresponding author:

Maria Luiza dos Anjos Pontual
E.mail: mlpontual@gmail.com

Telephone: +55 81 996566861
Fax: +55 81 2126.8342

Resumo

Objetivos: avaliar pela microtomografia computadorizada, tomografia de coerência óptica e microscopia electrónica de varredura a influência da irradiação gama na integridade marginal e na morfologia superficial de resinas bulk fill. **Materiais e Métodos:** Confeccionou-se cavidades classe I (3 mm de profundidade e 3,8 mm de diâmetro) em 60 terceiros molares, os quais foram aleatoriamente restaurados com as resinas Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill e Filtek™ Z350 (n=15). As amostras foram imersas em solução de nitrato de prata 50% e em revelador, escaneadas e subdivididas segundo as doses de radiação gama (0, 30 e 60 Gy). Após a irradiação, os dentes foram novamente imersos em nitrato de prata e em revelador e escaneados para avaliar a integridade marginal. Para análise morfológica, foram confeccionados 12 corpos de prova (10 x 2 mm), subdivididos de acordo com as doses de radiação. Os dados foram analisados por meio dos testes Kruskal-Wallis e LSD de Fisher ($p<0.05$). **Resultados:** A irradiação afetou negativamente a interface das amostras restauradas com a resina Filtek™ Bulk Fill ($p<0.05$). As demais resinas compostas não apresentaram infiltração significativa. Não foi possível identificar falhas marginais por meio da tomografia de coerência óptica. Não evidenciou-se alterações na morfologia de superfície dos compósitos bulk fill, apesar da irradiação ter afetado a morfologia superficial do compósito controle. **Conclusões:** As doses acumuladas de 30 e 60 Gy resultam em alterações na integridade marginal de restaurações com a resina Filtek™ Bulk Fill e na morfologia superficial da resina Filtek Z350. **Relevância clínica:** As resinas bulk fill Tetric EvoCeram Bulk Fill e X-tra Fil devem ser consideradas como alternativa no tratamento restaurador de pacientes submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço.

Palavras-chave: X-Ray Microtomography, Optical Coherence Tomography, Composite Resins, Radiology.

Introdução

A radiação ionizante de alta energia produz em um polímero excitação e ionização, formando íons e radicais livres, os quais podem produzir mudanças nas propriedades físicas e mecânicas, além de processos de degradação [1,2]. Desta forma, para Amade et al [3], a análise da influência da irradiação sobre os materiais restauradores se faz necessária, a fim de determinar o seu real efeito sobre os pacientes que foram ou que estão sendo submetidos ao tratamento radioterápico, respaldando com segurança e confiabilidade a conduta do cirurgião-dentista no ato da escolha e/ou indicação dos materiais odontológicos.

As resinas bulk fill representam uma boa opção de material restaurador para pacientes que necessitam de algum tipo de atenção especial [4], como aqueles submetidos ao tratamento radioterápico, pois apresentam diversas vantagens como menor tensão de contração de polimerização, elevado grau de cura, minimização da formação de falhas marginais, além de facilidade de manuseio e redução do tempo clínico de atendimento [5,6]. Infelizmente, ainda não foi avaliado e descrito na literatura vigente o efeito da radiação nesses materiais, de modo a se estudar a sua viabilidade em procedimentos restauradores em pacientes a serem submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço.

Métodos não invasivos para estudos *in vitro* como a microtomografia computadorizada (micro-CT) e a tomografia de coerência óptica (OCT) têm sido utilizados para a detecção de defeitos marginais em restaurações de resina composta. A micro-CT tem sido amplamente utilizada para estudar a formação de fendas e a infiltração em restaurações, além de permitir a reconstrução tridimensional da totalidade da restauração dentária e tecidos circundantes. Estas características tornam este método mais abrangente e quantitativo. Os métodos tradicionais para estudos de microinfiltração proporcionam informações limitadas, ou mesmo não representativas, a menos que sejam analisadas várias seções da amostra [7].

Da mesma forma, a OCT é um método utilizado para a análise da interface entre o dente e a restauração. Tornou-se uma ferramenta interessante para a aquisição de imagens de estruturas internas de sistemas biológicos, bem como de materiais restauradores odontológicos, uma vez que é capaz de gerar, utilizando propriedades ópticas, imagens subsuperficiais com micrômetros (μm) de resolução [8].

Além disto, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) é um método eficaz para avaliar as características topográficas da superfície de resinas compostas, possibilitando uma avaliação precisa da variação morfológica destes materiais. Assim, é possível que por meio desta técnica se possa estabelecer diferentes padrões de morfologia superficial dos materiais restauradores após diferentes doses de irradiação gama que simulem protocolos de radioterapia de cabeça e pescoço.

Dessa forma, o objetivo no presente trabalho foi avaliar *in vitro* a interface de restaurações dentárias e morfologia superficial de resinas Bulk Fill (Filtek™ Bulk Fill, Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill) após irradiação gama (30 e 60 Gy).

Materiais e métodos

Seleção das amostras

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (protocolo número 35139814.3.0000.5188) foram utilizados 60 terceiros molares humanos extraídos com devida indicação clínica e

livres de cárie. Todas as amostras foram inicialmente analisadas através de radiografias digitais com o objetivo de confirmar a higidez dos dentes, bem como de selecionar aqueles que possuem mais de 3 mm de profundidade da superfície oclusal (cúspide méso-vestibular) ao teto da câmara pulpar. Para tanto, a fonte de raios-X foi o aparelho Heliodont (Sirona, São Paulo, SP), com 70 kVp e 7 mA. O sistema digital utilizado foi o Express® (KaVo, EUA). As amostras foram posicionadas sobre a placa de fósforo número 2 com dimensão de 31 x 41 mm a uma distância foco-filme de 40 cm e o tempo de exposição foi de 0,12 segundos.

Confecção das amostras

Foram confeccionadas cavidades oclusais classe I com a utilização de peça de alta rotação com spray de água refrigerada e pontas diamantadas 4103 e 3053 (granularidade regular, KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acopladas em dispositivo padronizador. A ponta 4103 foi utilizada para demarcar a profundidade do preparo (3mm), o qual foi, em seguida, alargado com a ponta 3053 (3,8 mm de diâmetro), obtendo-se, desta forma, um preparo com formato cilíndrico. As raízes foram seccionadas 1 mm além da junção amelocementária com utilização de discos de carborundum e as cúspides planificadas em Politriz (Risitec, Casa Verde, São Paulo) com velocidade de 300 RPM. Posteriormente, os dentes foram novamente radiografados, para confirmar que não houve exposição da câmara pulpar, e em seguida, foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com as resinas compostas avaliadas: Filtek™ Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany), X-tra Fil Bulk Fill (Voco, Cuxhaven, Germany).

Restauração das amostras

Após a aplicação do sistema adesivo (Clearfil™ SE Bond, Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan), as resinas compostas foram inseridas nas cavidades e fotopolimerizadas de acordo com as instruções dos fabricantes, através de uma fonte de luz halógena (Optilight Plus™ / Gnatus, São Paulo, Brasil) com intensidade de luz aferida em 400mW/cm², conforme leitura em radiômetro (Demetron, Kerr, USA). Em seguida, as amostras foram imersas em soro fisiológico por 24h a 37°C e após este período foi realizado o acabamento e polimento, utilizando pontas diamantadas de granulação fina e extra fina, seguida por pontas siliconadas (Enhance / Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), discos de feltro e pasta de polimento (Diamond R / FGM, Joinville, Brasil).

Confecção da base das amostras e preparo para imersão em agente traçador

Uma vez que as amostras seriam analisadas antes e após irradiação, se fez necessária a confecção de uma base para que os espécimes mantivessem a mesma posição durante a obtenção das imagens. Foram confeccionadas bases de PVC com 40 mm de diâmetro e 4 cm de altura, as quais foram preenchidas com silicone industrial (Grupo Amazonas, Franca, SP, Brasil). As amostras foram posicionadas sobre o silicone por 24h, de forma que cada amostra fosse moldada no silicone.

Os espécimes foram então preparados para imersão no agente traçador. Para isso, suas coroas foram impermeabilizadas com duas camadas de esmalte incolor para unhas (Risqué, São Paulo, Brasil), com exceção da área da restauração e 1 mm de toda extensão ao redor da restauração. Após 24 horas, as restaurações foram imersas e mantidas em solução de nitrato de prata a 50% (Dilecta – Farmácia de manipulação e

homeopatia, João Pessoa, PB, Brasil) por 12 horas sob ausência de luz. Em seguida, foram introduzidas em solução reveladora por 6 horas (Carestream Dental, São Paulo, SP, Brasil), sob luz fluorescente. Posteriormente, todas as amostras foram armazenadas em soro fisiológico até a obtenção das imagens pré-irradiação. Após a irradiação, os espécimes foram novamente imersos no agente traçador e na solução reveladora como descrito anteriormente, para posterior obtenção das imagens pós-irradiação.

Irradiação das amostras

Para irradiar as amostras foi utilizada uma fonte de cobalto 60 com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada). As amostras foram divididas em 3 grupos, de acordo com as doses de radiação, e foram colocadas em recipientes plásticos de poliestireno (34 mm x 20 mm) contendo soro fisiológico. O primeiro grupo (grupo controle) não foi irradiado, o segundo grupo recebeu uma dose de 30 Gy, e o terceiro grupo recebeu uma dose de 60 Gy de radiação. A taxa de dose foi de 2,629 KGy/h. Estas doses são compatíveis com aquelas utilizadas no tratamento de radioterapia na região da cabeça, tendo em vista diferentes protocolos de tratamento [9]. Cada um dos três grupos de doses de radiação recebeu, de forma aleatória, 5 amostras de cada compósito a ser avaliado.

Análise das amostras por micro tomografia computadorizada

Todas as amostras foram escaneadas antes e após o procedimento de irradiação através de microtomografia computadorizada, a fim de ser analisada a integridade marginal e a presença de possíveis fissuras e falhas internas nas restaurações após a exposição à radiação. As amostras foram posicionadas nas bases de silicone e estas sobre o suporte de amostras do microtomógrafo (XT H 225 ST, Industrial CT Scanning, Nikon Metrology, Tokio, Japan). Pontos de referência foram demarcados nas bases das amostras para que os espécimes fossem escaneados na mesma posição antes e após irradiação.

Foram escaneados três espécimes por vez com resolução de 18 μ m, 100kV, 100 μ A e filtro de alumínio de 1 mm. As imagens foram processadas e reconstruídas utilizando os softwares CT Pro 3D (versão 3.0.3) e VGStudio MAX (versão 2.2). Posteriormente foram avaliadas usando o software de análise de imagens ImageJ (versão 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

A avaliação da microinfiltração foi realizada de forma cega e independente por três pesquisadores experientes, em ambiente escurecido e utilizando monitor de computador de 23". A penetração do agente traçador foi avaliada quantitativamente nas imagens obtidas do microtomógrafo através dos seguintes escores: 0 – ausência de penetração do nitrato de prata; 1 - penetração do nitrato de prata até terço oclusal do preparo; 2- penetração do nitrato de prata até terço médio do preparo; 3- penetração do nitrato de prata até terço pulpar do preparo.

Análise das amostras por tomografia de coerência óptica

Todas as amostras foram analisadas antes e após o procedimento de irradiação através de tomografia de coerência óptica. Foi utilizada uma montagem comercialmente disponível (Callisto 930 nm OCT Imaging System/ Thorlabs, New Jersey, USA). Todas as aquisições de dados assim como os processamentos foram realizados via software específico (ThorImage OCT/ Thorlabs). As imagens foram posteriormente

avaliadas usando o software de análise de imagens ImageJ (versão 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA).

Ensaio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A microscopia eletrônica de varredura foi utilizada para a obtenção das imagens da morfologia superficial das resinas em estudo. Para isto, foram confeccionadas 12 amostras de resinas e os corpos-de-prova foram divididos de acordo com as doses de radiação (0 Gy, 30 Gy e 60 Gy). Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e inseridos em uma matriz de teflon de forma circular com 10,0 mm de diâmetro e 2,0mm de espessura sobre a qual foi posicionada uma tira de poliéster e uma placa de vidro para obtenção de uma superfície lisa e regular. Os corpos-de-prova foram fotopolimerizados, removidos da matriz para remoção dos excessos com lâmina de bisturi, e posteriormente imersos em soro fisiológico por 24h a 37°C. Para irradiar as amostras foi utilizada uma fonte de cobalto 60, com emissão de radiação gama (Gammacell 220 Excel, Atomic Energy of Canada, Ottawa, Canada). A taxa de dose foi de 2,515 KGy/h.

A fim de tornar a superfície das resinas condutora e permitir a captação das imagens, os corpos-de-prova foram submetidos à metalização com ouro paládio sob alto vácuo. As amostras foram observadas em microscópio eletrônico de varredura (MIRA 3, Tescan, Kohoutovice, República Tcheca) com 10 kVA, acoplado a aparelho computadorizado de captura das imagens, com aumento de 2000 vezes.

Análise dos dados

Para avaliação intra e inter-examinador foi realizado o teste Kappa adotando 95% de confiabilidade e categorização descrita por Landis e Koch [10]. Os dados foram registrados na forma de banco de dados do pacote estatístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para Windows®, versão 20.0, e analisados por meio de estatística descritiva e inferencial, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis e teste LSD de Fisher, sendo estabelecido um valor de probabilidade de 5%.

Resultados

Microtomografia Computadorizada

A avaliação intra-examinador variou entre 0,86 e 0,91, ratificando uma intensidade de concordância considerada “muito boa”. Os valores do Kappa inter-examinador variaram entre 0,68 e 0,91, demonstrando intensidade de concordância “boa” a “muito boa” entre os pesquisadores.

Ao se comparar as doses de radiação entre as resinas, foi possível constatar que o subgrupo não-irradiado (0 Gy) não diferiu significativamente entre os materiais testados. Em ambos os subgrupos irradiados (30 e 60 Gy), a resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) diferiu das demais resinas avaliadas ($p < 0,05$). Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre as resinas Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) e X-tra Fil Bulk Fill (Voco, Cuxhaven, Germany), em ambas doses de radiação.

Assim como a resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) que não apresentou falhas de interface em nenhum subgrupo de irradiação, as diferenças descritas nos subgrupos irradiados das resinas Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA) e X-tra Fil Bulk Fill (Voco,

Cuxhaven, Germany) não foram significativas em relação ao grupo controle, em ambas doses de radiação. A resina Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), no entanto, apresentou falhas marginais consideradas significativas em relação ao grupo controle ($p < 0,05$), não havendo, entretanto, diferenças entre as doses de 30 e 60 Gy nesta resina. A comparação de diferenças significativas entre pares de resinas por doses de irradiação avaliadas está descrita na Tabela 1.

Tomografia de Coerência Óptica

Nas imagens obtidas por meio da técnica da Tomografia de Coerência Óptica (OCT) não foi possível identificar e diferenciar, para nenhuma das resinas avaliadas, a presença do agente traçador. Consequentemente não foram visualizados possíveis defeitos marginais após a irradiação. As paredes de fundo das cavidades não foram visualizadas devido às limitações de penetração do feixe de luz, no entanto, bolhas de ar, quando presentes, puderam ser caracterizadas no interior das restaurações.

Microscopia Eletrônica de Varredura

As imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da resina Filtek Z350 (3M ESPE, St Luis, MN, EUA), em um aumento de 2000x, revelaram que, em relação ao grupo não-irradiado, a dose de 30 Gy provocou, aparentemente, uma compactação da resina, deixando a sua matriz orgânica mais densa e as cargas inorgânicas menos aparentes. A dose de 60 Gy, para esta mesma resina, resultou em uma suposta formação de microcavidades superficiais, deixando as cargas inorgânicas mais desprendidas (Figura 1). Nenhuma alteração evidente e significativa foi identificada nas imagens de MEV das demais resinas avaliadas (Figuras 2, 3 e 4).

Discussão

Assim como as estruturas dentárias, os materiais restauradores são frequentemente vulneráveis às variações químicas e térmicas que ocorrem no ambiente oral e, ao considerarmos os esquemas terapêuticos para tratamento do câncer de cabeça e pescoço, esses materiais também são susceptíveis à ação da radiação [11]. No entanto, pesquisas que determinam a influência da radiação nos materiais restauradores odontológicos ainda são consideradas escassas e mais estudos devem ser realizados, uma vez que há poucos dados na literatura que analisam a direta correlação entre a irradiação e o comportamento de tais materiais [3]. Dessa forma, novos materiais e diferentes formas de investigação são necessários e devem ser continuamente averiguados.

A utilização da microtomografia computadorizada, juntamente com o nitrato de prata como contraste, tem sido utilizada em trabalhos *in vitro* para observar e quantificar a presença de falhas marginais, bolhas e lacunas em restaurações de resinas compostas, inclusive resinas do tipo bulk fill. [7, 12-19]. Como vantagens, apresenta-se como um método não destrutivo, abrangente e que expõe satisfatoriamente a presença de defeitos de interface [7, 20]. Desta forma, foi o método de avaliação utilizado no presente trabalho. Entretanto, Jacker-Guhr et al. [17] afirmaram que, a depender das características técnicas do microtomógrafo utilizado, a análise de microinfiltração em micro-CT é impraticável devido ao tempo gasto para geração das imagens (aproximadamente 4 horas) e nas dificuldades em distinguir as estruturas dentárias e o nitrato de prata, por exibirem radiopacidades semelhantes. Por outro lado, no presente estudo, o tempo para obtenção de todas as imagens de cada amostra foi considerado razoável (25 minutos) e o agente traçador foi facilmente diferenciado na interface restauradora, evidenciado pela excelente concordância intra e interexaminadores.

Nesta pesquisa, as imagens de OCT não revelaram, além de bolhas, a presença dos defeitos marginais como vistos pela microtomografia computadorizada. Han et al. [19] observaram pontos de alta intensidade, característicos de áreas de defeitos marginais. Contudo, esses autores avaliaram preparos com 2 mm de profundidade confeccionados na superfície vestibular de dentes bovinos, enquanto que no presente estudo as cavidades com 3 mm de profundidade foram preparadas na superfície oclusal de dentes humanos. Adicionalmente, Bakhsh et al. [21], verificaram notável capacidade do OCT na detecção e quantificação de falhas sob restaurações. Este fato pode ser explicado pelos autores terem investigado apenas a parede de fundo das cavidades classe I, onde o feixe de luz é perpendicular à interface, e cuja profundidade não ultrapassou 1,5mm. No presente estudo, os defeitos de integridade marginal observados em micro-CT foram identificados majoritariamente nas paredes laterais das cavidades restauradas. Além disso, os autores supracitados utilizaram um sistema de OCT com maior capacidade de penetração do feixe de luz e ainda empregaram um software específico para calcular diferenças de intensidade do sinal de luz em cada secção transversal das amostras.

Ao avaliar a integridade marginal de resinas bulk fill e de técnica incremental por meio da infiltração interfacial de nitrato de prata em imagens da microtomografia computadorizada, Rengo et al. [18] constataram que as resinas bulk fill obtiveram uma capacidade de selamento similar às resinas convencionais. No presente estudo, os resultados foram parcialmente concordantes com os achados de Rengo et al. [18], uma vez que as resinas bulk fill Tetric EvoCeram e X-tra Fil demonstraram comportamento semelhante à resina Filtek Z 350. De modo diferente, a resina Filtek Bulk Fill, apresentou penetração do nitrato de prata até o terço pulpar do preparo em algumas amostras. No estudo de Orłowski, Tarczydło e Chalas [6], ao comparar a integridade marginal de restaurações com resinas bulk fill, por meio da penetração de corante, observaram que a ausência de penetração do corante foi alcançada em 86,66% das restaurações do compósito Filtek Bulk Fill e em 73,33% das restaurações com a Tetric EvoCeram Bulk Fill. Os resultados do presente estudo foram similares aos de Orłowski, Tarczydło e Chalas [6], uma vez que 100% das restaurações com Tetric EvoCeram Bulk Fill não apresentaram infiltração. Entretanto, no presente estudo, no grupo irradiado, as restaurações com a resina Filtek Bulk Fill, apresentaram infiltração. É importante ressaltar, no entanto, que, diferentemente da metodologia apresentada nesta pesquisa para quantificação da infiltração marginal, os autores citados avaliaram secções transversais de cavidades classe II por meio de microscopia óptica após imersão em corante azul de metileno.

A interação entre a radiação e os materiais dentários será clinicamente significativa se as propriedades mecânicas e químicas dos materiais forem prejudicadas. Nos estudos onde as radiações ionizantes de alta energia foram aplicadas diretamente sobre os materiais odontológicos, algumas propriedades mecânicas dos materiais dentários variaram proporcionalmente ao aumento da dose de radiação [22]. Dessa forma, resinas compostas podem tornar-se frágeis após exposição à radiação gama, sobretudo após altas doses. Entretanto, não há dados na literatura sobre a influência da irradiação gama nas propriedades das resinas bulk fill.

A deterioração de propriedades mecânicas do material, facilmente influenciadas por defeitos estruturais e zonas lacunares geradas pela irradiação, está diretamente relacionada com o teor de partículas de carga presentes em sua composição [22]. Entretanto os achados do presente estudo discordam dessa afirmação, uma vez que a irradiação gama influenciou negativamente a integridade marginal da resina Filtek Bulk Fill, a qual apresenta o menor percentual de partículas de carga (76,5%) dentre as demais resinas testadas, cujos conteúdos de carga variam entre 78,5% (Filtek Z 350), 79% (Tetric Evoceram Bulk Fill) e 86% (X-tra Fil Bulk

Fill). Desta forma, assim como no trabalho de Campos et al. [23], sugere-se haver um maior efeito da irradiação na matriz orgânica dessas resinas.

Pesquisas [24,25] demonstraram que as resinas Tetric Evoceram Bulkfill e X-tra Fil Bulk Fill apresentam propriedades semelhantes às resinas convencionais. Este fato também foi encontrando no presente trabalho, quanto à integridade marginal dessas resinas. Além disso, as resinas bulk fill permitem maior profundidade de polimerização que os compósitos convencionais, o que pode ser atribuído principalmente a um aumento da translucidez. [26]. Esta propriedade reduz as chances de erros técnicos, como contaminação entre camadas de material e incorporação de bolhas. Por outro lado, no presente estudo foram detectadas bolhas no interior de suas restaurações, nas imagens de micro-CT e OCT, principalmente nas resinas Filtek Z350 e Filtek Bulk Fill.

Ao comparar a profundidade de polimerização, a contração de polimerização e formação de falhas marginais em compósitos bulk fill e convencionais, Benetti et al. [27] observaram que resinas bulk fill de alta viscosidade apresentam valores de contração de polimerização próximos aos das resinas convencionais, resultando em menores falhas de interface. Restaurações com resinas bulk fill com interfaces similares à resina Filtek Z350 foram observadas por Furness et al [5], Kalmowicz et al [28] e no presente trabalho, com as resinas Tetric EvoCeram Bulk Fill e X-tra Fil Bulk Fill. Por outro lado, assim como nos trabalhos de Tomaszewska, Kearns e Ilie [29], foram detectadas falhas marginais nas restaurações com a resina Filtek Bulk Fill. Estas falhas podem ser explicadas de acordo com o encontrado por Fronza et al. [30], em que observaram maiores valores de contração de polimerização com consequente interfaces descontínuas nessas resinas.

Conforme descrito por Bucuta e Ilie [31], algumas resinas bulk fill tiveram a dimensão de suas partículas de carga aumentada em comparação com resinas convencionais, como por exemplo, o compósito X-tra Fil Bulk Fill, e isto diminuiria as interfaces entre cargas e matriz orgânica, reduzindo a dispersão da luz no interior do material e favorecendo uma melhor profundidade de polimerização da resina. Ainda segundo os autores, a resina Tetric EvoCeram Bulk Fill apresenta partículas mais arredondadas e uma superfície mais regular, o que beneficia a sua translucência. Da mesma forma, Tekin et al. [32], ao analisar a morfologia superficial de resinas bulk fill em microscopia eletrônica de varredura (MEV), demonstrou que a resina X-tra Fil Bulk Fill apresenta o maior tamanho de partículas de carga (1,39 μm). Nesta pesquisa, por meio das imagens de MEV, foi possível confirmar a presença de partículas inorgânicas de maiores dimensões na resina X-tra Fil Bulk Fill e a superfície mais regular da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill em ampliação de 2000x. A irradiação não promoveu alterações na morfologia superficial das resinas em questão.

Tekçe et al. [33] avaliaram a morfologia superficial da resina Filtek Bulk Fill em MEV e observaram que as amostras apresentaram poços profundos e irregularidades, além do desprendimento de partículas. No presente estudo, as resinas Filtek Z350 e Filtek Bulk Fill apresentaram-se como nanoaglomerados, com partículas homogeneamente distribuídas na matriz resinosa. Alterações morfológicas após irradiação foram evidenciadas apenas para a resina Filtek Z350, quando foi demonstrada uma aparente compactação da matriz orgânica com 30 Gy e microcavidades com cargas inorgânicas mais desprendidas após 60 Gy.

Estudos clínicos acerca de restaurações profundas com resinas bulk fill são necessários para melhor avaliação das potencialidades desses compósitos [26]. 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, já que 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 [3]. Perspectivas de novos estudos incluem ainda a avaliação concomitante dos efeitos da radiação ionizante em outras propriedades dos materiais restauradores, em especial as resinas bulk fill, bem como avaliações em nível químico molecular para que se possa aferir, de forma mais concreta e por meio de novas tecnologias de investigação, possíveis alterações.

Conclusão

As doses de radiação gama (30 e 60 Gy) afetam negativamente a interface dente-restauração das amostras restauradas com a resina Filtek™ Bulk Fill, enquanto que as resinas Tetric EvoCeram Bulk Fill, X-tra Fil Bulk Fill e Filtek™ Z350 não sofrem alterações. Neste estudo, a Tomografia de Coerência Óptica não foi eficaz para identificação de defeitos marginais em restaurações de resina composta em cavidades classe I com 3 mm de profundidade.

As doses de radiação testadas não causam alteração no padrão de morfologia de superfície dos compósitos do tipo bulk fill, apesar de afetarem a resina Filtek™ Z350.

Conformidade com Padrões Éticos

Conflito de interesses: Laís César de Vasconcelos declara não haver conflito de interesses. Gabriela Queiroz de Melo Monteiro declara não haver conflito de interesses. Andréa dos Anjos Pontual declara não haver conflito de interesses. Flávia Maria de Moraes Ramos Perez declara não haver conflito de interesses. Maria Luiza dos Anjos Pontual declara não haver conflito de interesses.

Financiamento: O presente estudo teve seu próprio financiamento. A aluna de doutorado recebeu bolsa de estudos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aprovação ética: Todos os procedimentos realizados neste estudo envolvendo seres humanos estiveram de acordo com o Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (protocolo CAAE 35139814.3.0000.5188) e com a declaração de Helsinki de 1964 e suas alterações posteriores ou padrões éticos comparáveis.

Consentimento informado: O consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais incluídos no estudo. Este artigo não contém estudos com animais realizados por nenhum dos autores.

Referências

1. Cruz AD, Sinhoreti MAC, Ambrosano GM, Rastelli ANS, Bagnato VS, Bóscolo FN (2008) Effect of therapeutic dose x rays on mechanical and chemical properties of esthetic dental materials. *Mat Research* 11: 313-318.
2. Cleland MR, Parks LA, Cheng S (2003) Applications for radiation processing of materials. *Nucl. Instr. and Meth. In Phys* 208: 66-73.
3. Amade ES, Ferreira FM, Novais VR, Correr-Sobrinho L, Soares CJ (2010) Influence of radiation on properties of resinous materials. *Rev Odontol Bras Central* 19: 205-210.
4. Ilie N, Butuca S, Draenert M (2013) Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent* 38: 1-8.

5. Furness A, Tadros MY, Looney SW, Rueggeberg FA (2014) Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. *J Dent* 45: 439-449.
6. Orłowski M, Tarczydło B, Chałas R (2015) Evaluation of marginal integrity of four bulk-fill dental composite materials: in vitro study. *ScientificWorldJournal*. doi: 10.1155/2015/701262.
7. Carrera CA, Lan C, Escobar-Sanabria D, Li Y, Rudney J, Aparicio C, Fok A (2015) The use of micro-CT with image segmentation to quantify leakage in dental restorations. *Dent Mater* 31: 382-390.
8. Freitas AZ, Zezell DM, Vieira Jr ND, Ribeiro AC, Gomes ASL (2006) Imaging carious human dental tissue with optical coherence tomography. *J Appl Phys* 99: 024906.
9. Cruz AD, Cogo K, Bergamaschi CC, Bóscolo FN, Groppo FC, Almeida SM (2010) Oral streptococci growth on aging and non-aging esthetic restorations after radiotherapy. *Braz. Dent.J* 21: 346-350.
10. Landis JR, Koch GG (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33: 159-174.
11. Catelan A, Padilha ACS, Salzedas LMP, Coclete GA, Santos PH (2008) Effect of radiotherapy on the radiopacity and flexural strength of a composite resin. *Acta Odontol. Latinoam* 21: 159-162.
12. Nazari A, Sadr A, Saghiri MA, Campillo-Funollet M, Hamba H, Shimada Y, et al (2013) Non-destructive characterization of voids in six flowable composites using swept-source optical coherence tomography. *Dent Mater* 29: 278-286.
13. Kim HJ, Park SH (2014) Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-ct and its correlation with polymerization shrinkage. *Oper Dent* 39: E57-E70.
14. Han SH, Park SH (2014) Micro-CT evaluation of internal adaptation in resin fillings with different dentin adhesives. *Restor Dent Endod* 39: 24-31.
15. Zhao XY, Li SB, Gu LJ, Li Y (2014) Detection of marginal leakage of class v restorations in vitro by micro-computed tomography. *Oper Dent* 39: 174-180.
16. Hirata R, Clozza E, Giannini M, Farrokhmanesh E, Janal M, Tovar N, et al (2015) Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 103: 798-806.
17. Jacker-Guhr S, Ibarra G, Oppermann LS, Luhrs AK, Rahman A, Geurtsen W (2015) Evaluation of microleakage in class V composite restorations using dye penetration and micro-CT. *Clin Oral Invest* 20: 1709-1718.
18. Rengo C, Spagnuolo G, Ametrano G, Goracci C, Nappo, A, Rengo S, et al (2015) Marginal leakage of bulk fill composites in Class II restorations: A micro CT and digital microscope analysis. *Int Journal of Adhesion and Adhesives* 60: 123-129.
19. Han SH, Sadr A, Tagami J, Park SH (2016) Non-destructive evaluation of an internal adaptation of resin composite restoration with swept-source optical coherence tomography and micro-CT. *Dent Mater* 32: e1-e7.
20. Meleo D, Manzoni M, Pecci R, Zuppante F, Bedini R (2012) A proposal of microtomography evaluation for restoration interface gaps. *Ann Ist Super Sanità* 48: 83-88.
21. Bakhsh TA, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y (2011) Non-invasive quantification of resin-dentin interfacial gaps using optical coherence tomography: validation against confocal microscopy. *Dent Mater* 27: 915-925.

22. Haque S, Takinami S, Watari F, Khan MH, Nakamura M (2001) Radiation effects of carbon ions and gamma ray on UDMA based dental resin. *Dent Mater J* 20: 325-328.
23. Campos LMP, Boaro LC, Santos LKG, Parra DF, Lugão AB (2015). Influence of ionizing radiation on the mechanical properties of BisGMA/TEGDMA based experimental resin. *Radiat Phys Chem* 115: 30–35.
24. Barkmeier W, Takamizawa T, Erickson R, Tsujimoto A, Latta M, Miyazaki M (2015) Localized and generalized simulated wear of resin composites. *Oper Dent* 40: 322-335.
25. Al Sunbul H, Silikas N, Watts DC (2016) Surface and bulk properties of dental resin-composites after solvent storage. *Dent Mater* 32: 987-997.
26. Van Ende A, De Munk J, Lise DP, Van Meerbeek B (2017) Bulk-fill composites: a review of the current literature. *J Adhes Dent* 19: 95-109.
27. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen MK, Pallesen U (2015) Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent* 40: 190-200.
28. Kalmowicz J, Phebus JG, Owens BM, Johnson WW, King GT (2015) Microleakage of class I and II composite resin restorations using a sonic-resin placement system. *Oper Dent* 40: 653-661.
29. Tomaszewska IM, Kearns JO, Ilie N, Fleming GJP (2015) Bulk fill restoratives: To cap or not to cap – that is the question? *J Dent* 43: 309-316.
30. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LE, Martin AA, et al (2015) Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater* 31: 1542-1551.
31. Bucuta S, Ilie N (2014) Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig* 18: 1991-2000.
32. Tekin TH, Figen AK, Atali PY, Filiz BC, Piskin MB (2017) Full in-vitro analyses of new-generation bulk fill dental composites cured by halogen light. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 77: 436-445.
33. Tekçe N, Pala K, Tuncer S, Demirci M (2017) The effect of surface sealant application and accelerated aging on posterior restorative surfaces: Na SEM and AFM study. *Dent Mater J* 36: 182-189.

Tabela 1: Comparação de diferenças significativas entre pares de resinas por doses de irradiação.

	Filtek Z350 0 Gy	Filtek Z350 30 Gy	Filtek Z350 60 Gy	Filtek Bulk Fill 0 Gy	Filtek Bulk Fill 30 Gy	Filtek Bulk Fill 60Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 0 Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 30 Gy	Tetric EvoCeram Bulk Fill 60 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 0 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 30 Gy	X-tra Fil Bulk Fill 60 Gy
Filtek Z350 0 Gy	X	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Z350 30 Gy	NS	X	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Z350 60 Gy	NS	NS	X	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	X	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Filtek Bulk Fill 30 Gy	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	X	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05
Filtek Bulk Fill 60Gy	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	X	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05
Tetric EvoCeram Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	X	NS	NS	NS	NS	NS
Tetric EvoCeram Bulk Fill 30 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	X	NS	NS	NS	NS
Tetric EvoCeram Bulk Fill 60 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	X	NS	NS	NS
X-tra Fil Bulk Fill 0 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	X	NS	NS
X-tra Fil Bulk Fill 30 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	X	NS
X-tra Fil Bulk Fill 60 Gy	NS	NS	NS	NS	<i>p</i> <0,05	<i>p</i> <0,05	NS	NS	NS	NS	NS	X

NS = diferença estatisticamente não significativa

p<0,05 = diferença estatisticamente significativa

X = comparação entre o mesmo subgrupo

Fig. 1 Imagens de MEV da resina Z 350 (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c). Observar a aparente compactação da matriz orgânica em (b) e microcavidades com cargas inorgânicas mais desprendidas em (c) (setas)

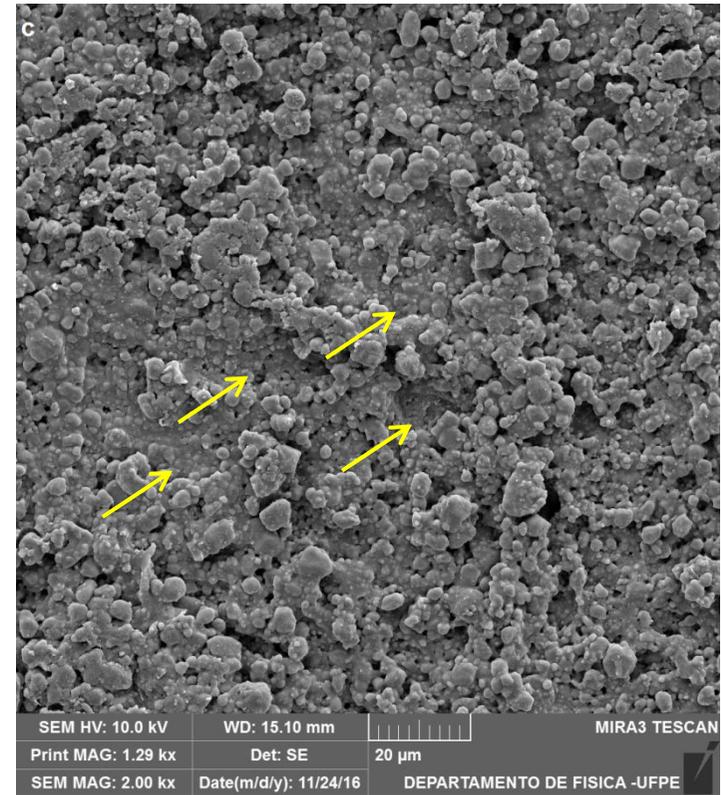
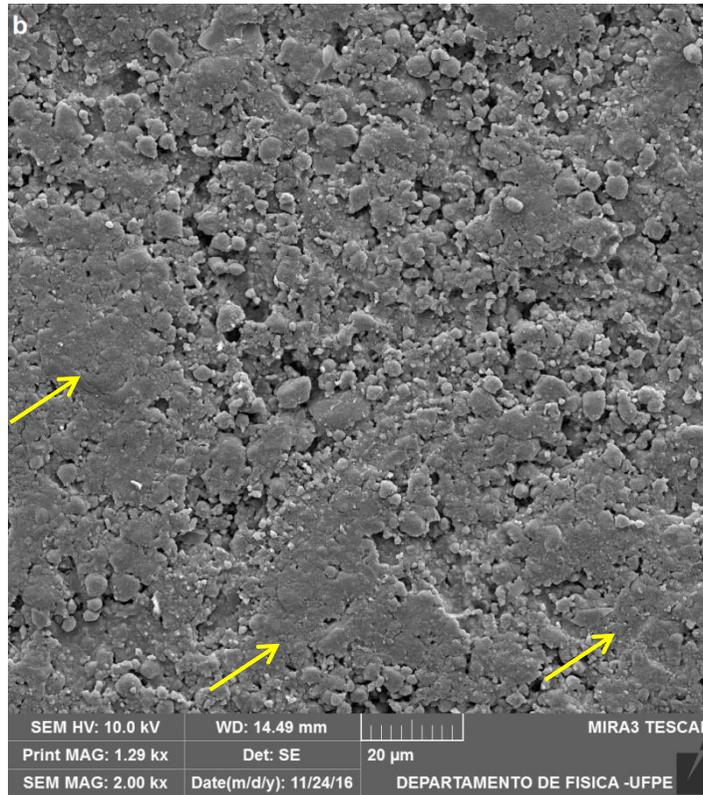
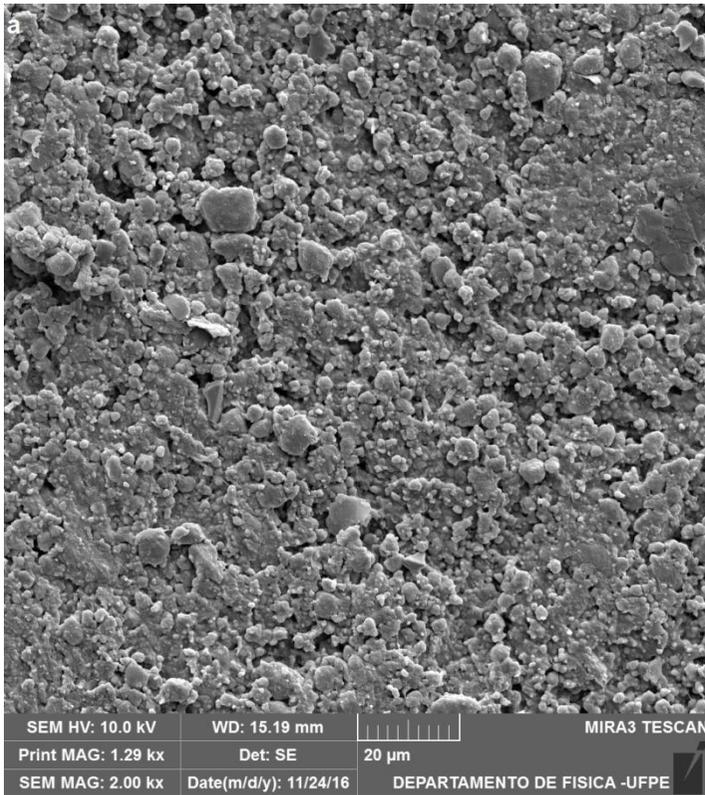


Fig. 2 Imagens de MEV da resina Filtek Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c)

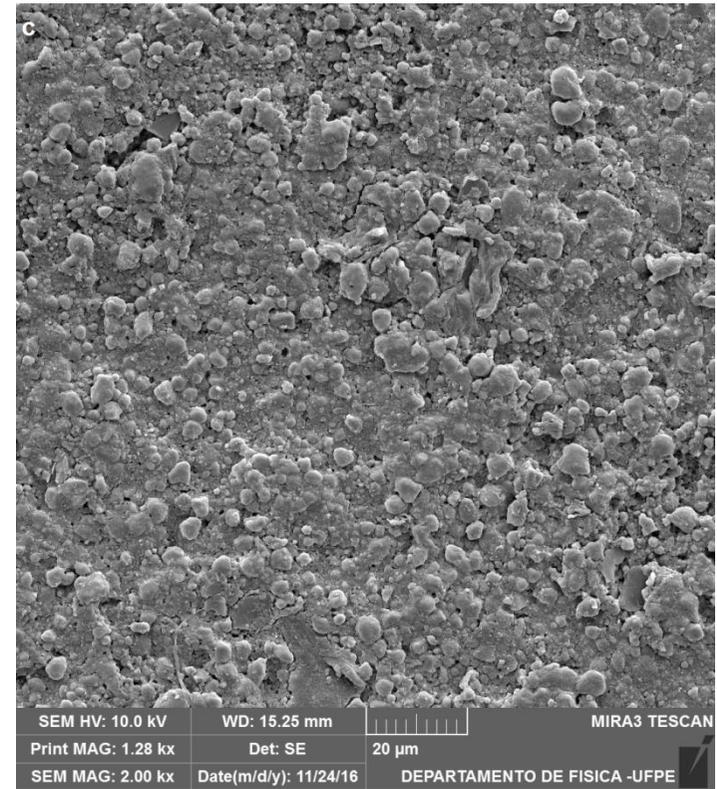
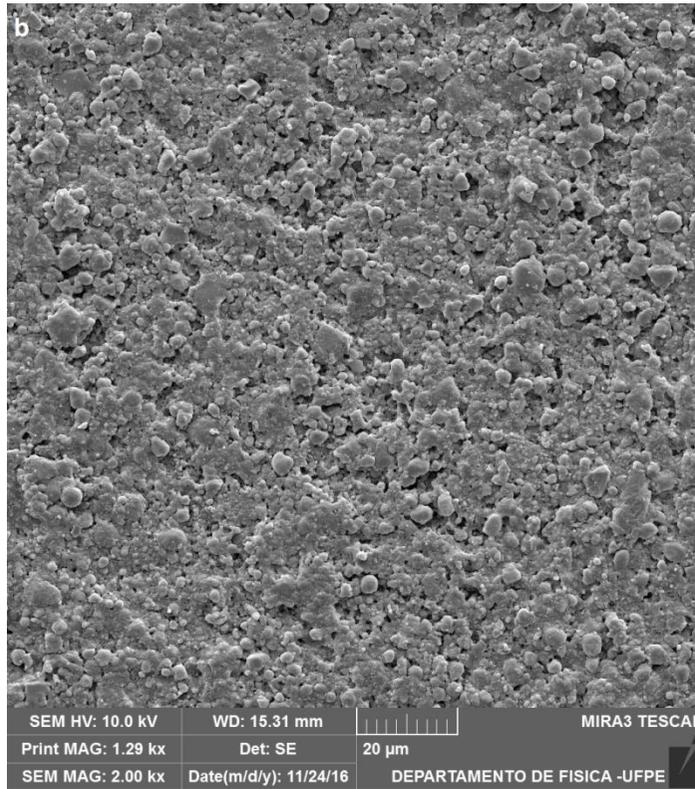
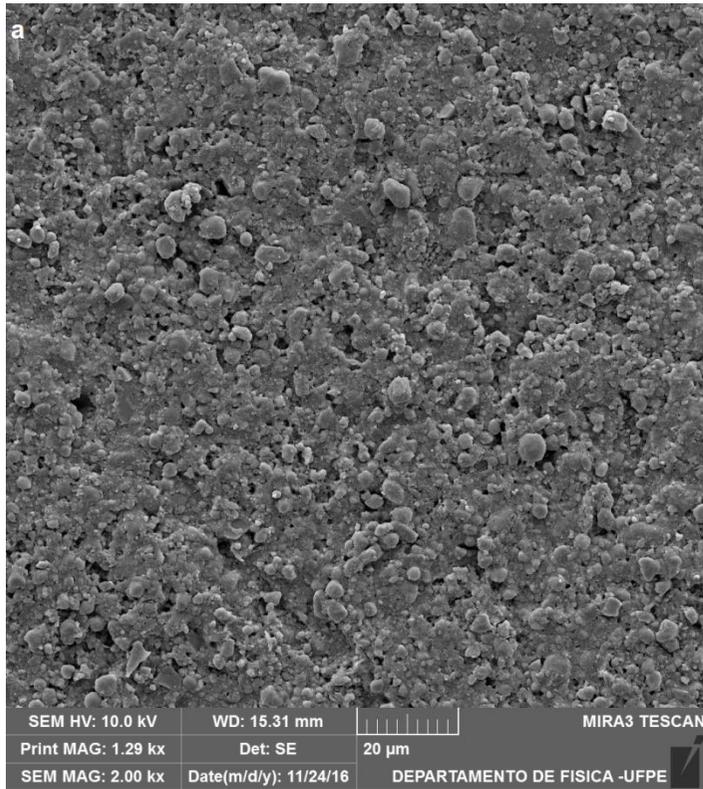


Fig. 3 Imagens de MEV da resina Tetric EvoCeram Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c)

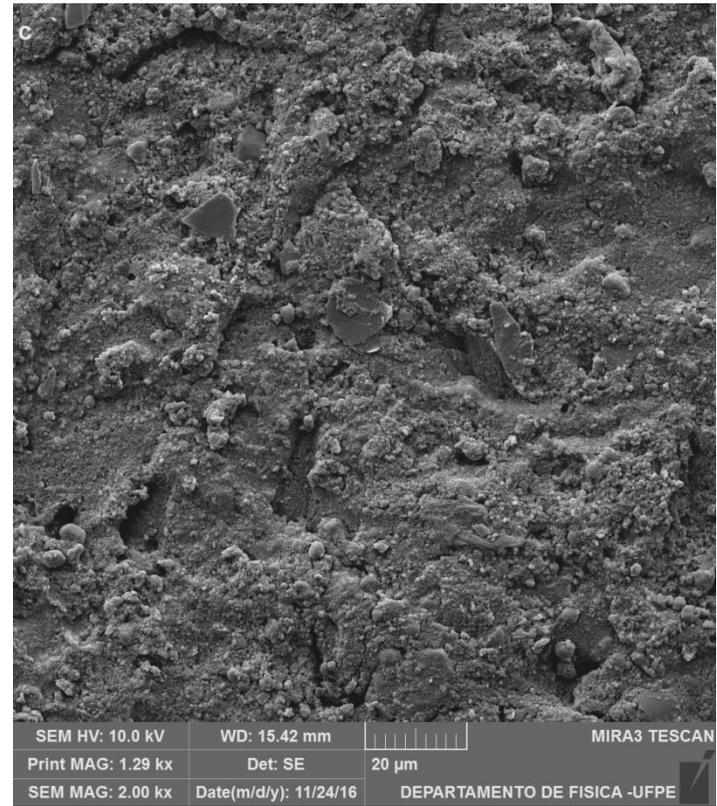
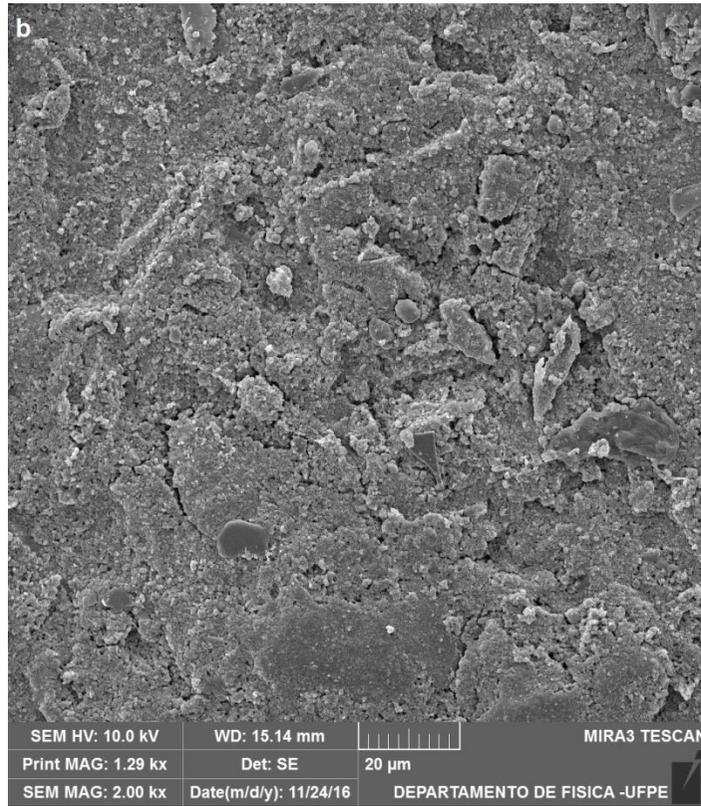
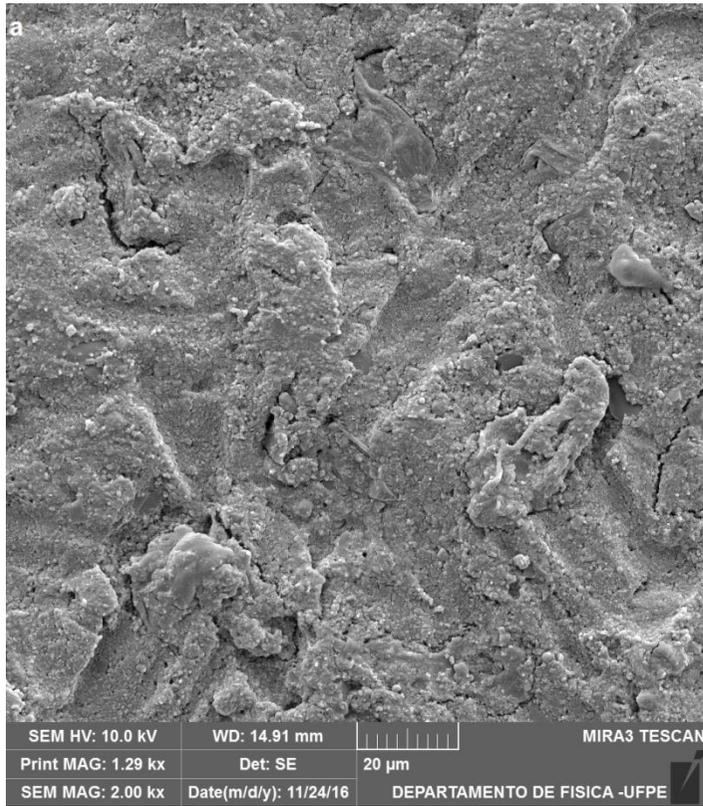
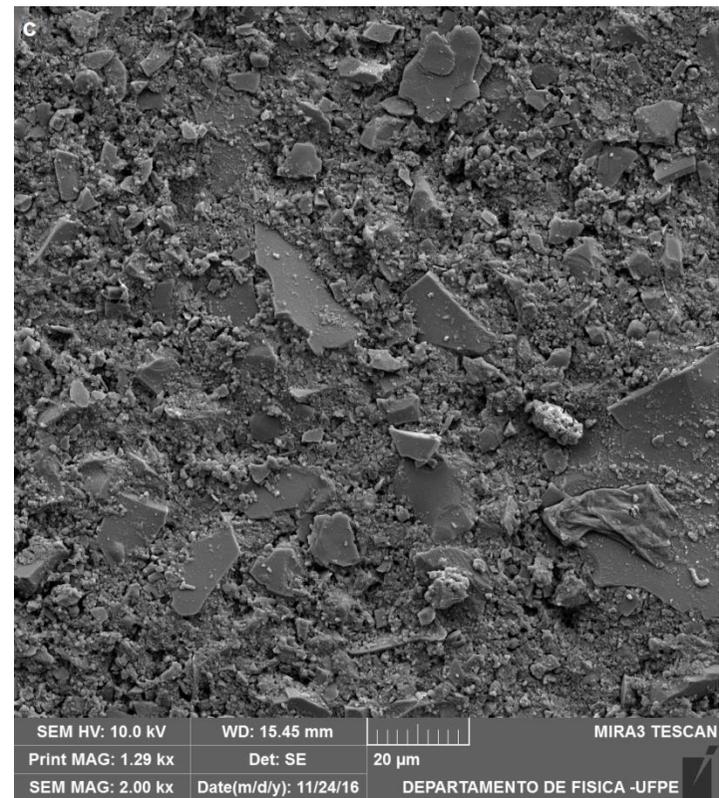
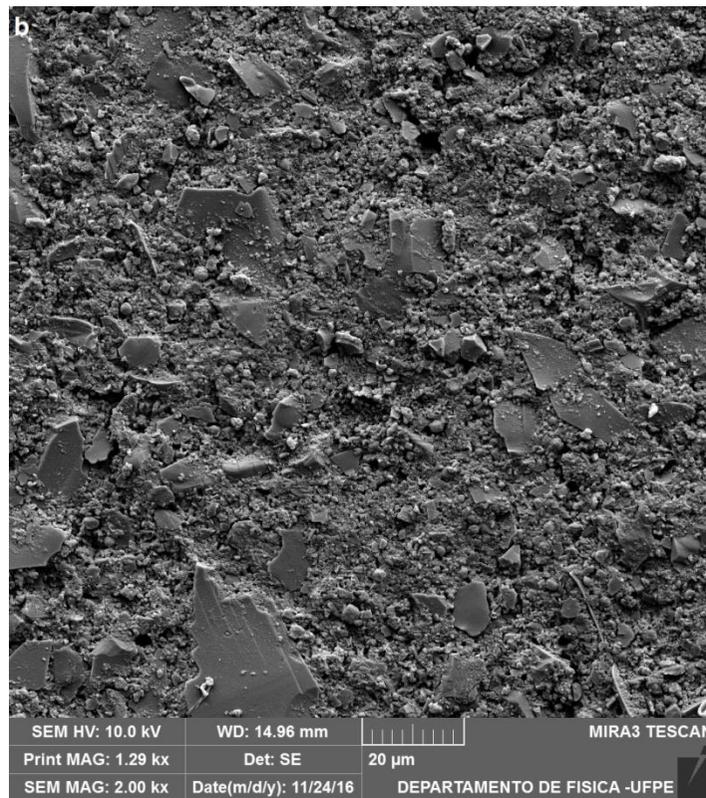
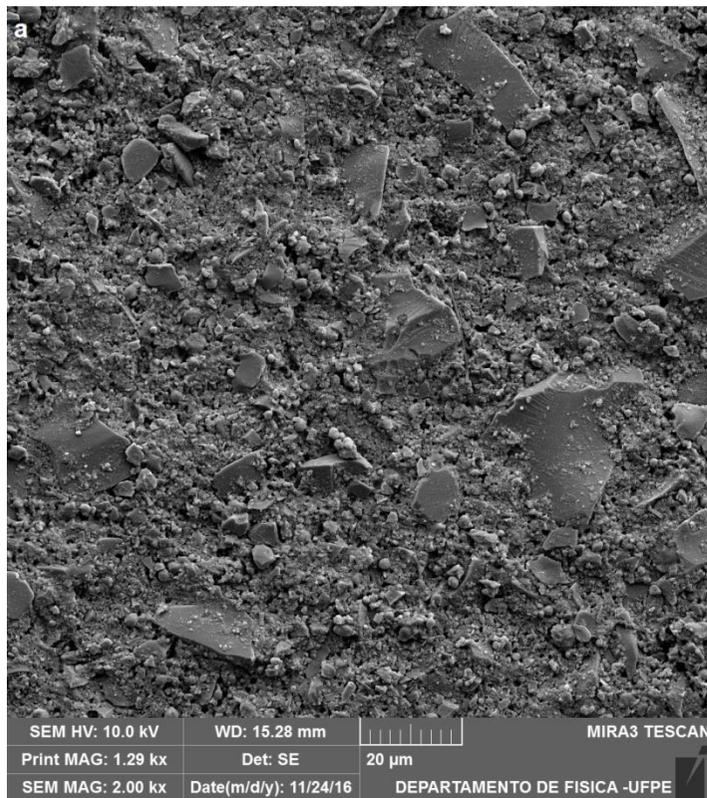


Fig. 4 Imagens de MEV da resina X-tra Fil Bulk Fill (2000x). Grupo controle (a), grupo irradiado 30 Gy (b) e grupo irradiado 60 Gy (c)



ANEXO 1 - INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO DO ARTIGO

Medicine - Dentistry | Clinical Oral Investigations – incl. option to publish open access



www.springer.com

Dentistry Home > Medicine > Dentistry

SUBDISCIPLINES JOURNALS BOOKS SERIES TEXTBOOKS REFERENCE WORKS



Clinical Oral Investigations

Editor-in-Chief: Matthias Hannig

ISSN: 1432-6981 (print version)

ISSN: 1436-3771 (electronic version)

Journal no. 784



\$99.00 Personal Rate e-only for the Americas

Get Subscription

Online subscription, valid from January through December of current calendar year

Immediate access to this year's issues via SpringerLink

1 Volume(-s) with 9 issue(-s) per annual subscription

Automatic annual renewal

More information: >> FAQs // >> Policy

ABOUT THIS JOURNAL EDITORIAL BOARD SOCIETIES ETHICS & DISCLOSURES

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Instructions for Authors

TYPES OF PAPERS

Papers may be submitted for the following sections:

Original articles

Invited reviews

Short communications – with up to 2000 words and up to two figures and/or tables

Letters to the editor

It is the general policy of this journal not to accept case reports and pilot studies.

EDITORIAL PROCEDURE

If you have any questions please contact:

Professor Dr. M. Hannig

University Hospital of Saarland

Department of Parodontology and Conservative Dentistry

Building 73

66421 Homburg/Saar

Germany

Email: eic.hannig@uks.eu

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Please follow the hyperlink "Submit online" on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Further Useful Information

please follow the link below

Further Useful Information

The Springer Author Academy is a set of comprehensive online training pages mainly geared towards first-time authors. At this point, more than 50 pages offer advice to authors on how to write and publish a journal article.

Springer Author Academy

TITLE PAGE

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide a structured abstract of 150 to 250 words which should be divided into the following sections:

- # Objectives (stating the main purposes and research question)
- # Materials and Methods
- # Results
- # Conclusions
- # Clinical Relevance

These headings must appear in the abstract.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

TEXT

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- # Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- # Use italics for emphasis.
- # Use the automatic page numbering function to number the pages.
- # Do not use field functions.
- # Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- # Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- # Use the equation editor or MathType for equations.
- # Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

REFERENCES

Citation

Reference citations in the text should be identified by numbers in square brackets. Some examples:

1. Negotiation research spans many disciplines [3].
2. This result was later contradicted by Becker and Seligman [5].
3. This effect has been widely studied [1-3, 7].

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

The entries in the list should be numbered consecutively.

• Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of "et al" in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

• Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

• Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

• Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

• Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

• Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

ISSN.org LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

EndNote style (zip, 2 kB)

Authors preparing their manuscript in LaTeX can use the bibtex file `spbasic.bst` which is included in Springer's LaTeX macro package.

TABLES

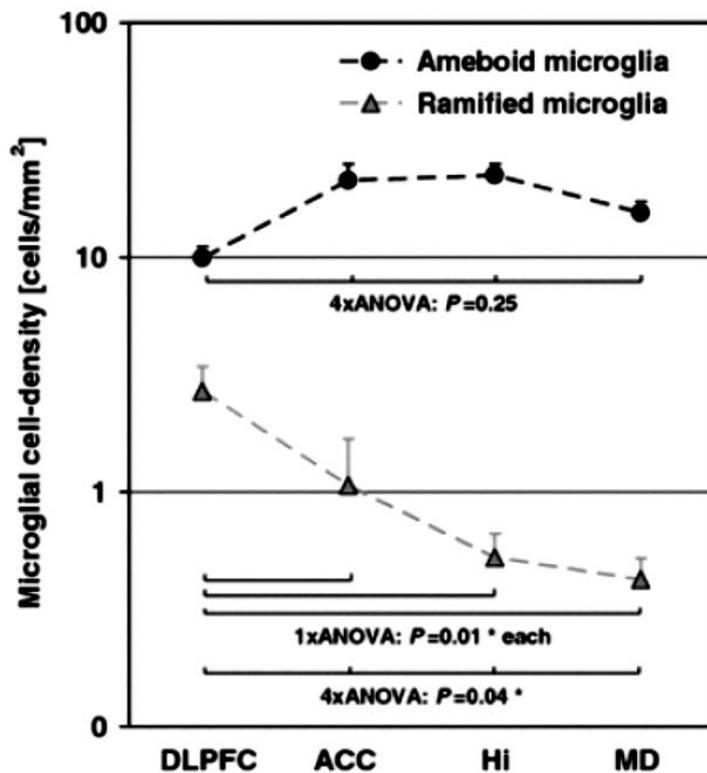
- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

ARTWORK AND ILLUSTRATIONS GUIDELINES

Electronic Figure Submission

- # Supply all figures electronically.
- # Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- # For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- # Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- # Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Line Art



- # Definition: Black and white graphic with no shading.
- # Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- # All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- # Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- # Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.

If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.

Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Color Art

Color art is free of charge for online publication.

If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.

If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions. Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- ⊘ To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- ⊘ Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- ⊘ Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- ⊘ Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- ⊘ Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- ⊘ Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- ⊘ Figure captions begin with the term **Fig.** in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- ⊘ No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- ⊘ Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- ⊘ Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

Figures should be submitted separately from the text, if possible.

When preparing your figures, size figures to fit in the column width.

For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.

For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)

- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)

- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

Submission

Supply all supplementary material in standard file formats.

Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.

To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

Aspect ratio: 16:9 or 4:3

Maximum file size: 25 GB

Minimum video duration: 1 sec

Supported file formats: avi, wmv, mp4, mov, m2p, mp2, mpg, mpeg, flv, mxf, mts, m4v, 3gp

Text and Presentations

Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.

A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

Specialized Formats

Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.

Refer to the supplementary files as "Online Resource", e.g., "... as shown in the animation (Online Resource 3)", "... additional data are given in Online Resource 4".

Name the files consecutively, e.g. "ESM_3.mpg", "ESM_4.pdf".

Captions

For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

ENGLISH LANGUAGE EDITING

For editors and reviewers to accurately assess the work presented in your manuscript you need to ensure the English language is of sufficient quality to be understood. If you need help with writing in English you should consider:

Asking a colleague who is a native English speaker to review your manuscript for clarity.

Visiting the English language tutorial which covers the common mistakes when writing in English.

Using a professional language editing service where editors will improve the English to ensure that your meaning is clear and identify problems that require your review.

Two such services are provided by our affiliates Nature Research Editing Service and American Journal Experts. Springer authors are entitled to a 10% discount on their first submission to either of these services, simply follow the links below.

[English language tutorial](#)

[Nature Research Editing Service](#)

[American Journal Experts](#)

Please note that the use of a language editing service is not a requirement for publication in this journal and does not imply or guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

If your manuscript is accepted it will be checked by our copyeditors for spelling and formal style before publication.

ETHICAL RESPONSIBILITIES OF AUTHORS

This journal is committed to upholding the integrity of the scientific record. As a member of the Committee on Publication Ethics (COPE) the journal will follow the COPE guidelines on how to deal with potential acts of misconduct.

Authors should refrain from misrepresenting research results which could damage the trust in the journal, the professionalism of scientific authorship, and ultimately the entire scientific endeavour. Maintaining integrity of the research and its presentation can be achieved by following the rules of good scientific practice, which include:

- ⊘ The manuscript has not been submitted to more than one journal for simultaneous consideration.
- ⊘ The manuscript has not been published previously (partly or in full), unless the new work concerns an expansion of previous work (please provide transparency on the re-use of material to avoid the hint of text-recycling ("self-plagiarism")).
- ⊘ A single study is not split up into several parts to increase the quantity of submissions and submitted to various journals or to one journal over time (e.g. "salami-publishing").

- ⊘ No data have been fabricated or manipulated (including images) to support your conclusions
- ⊘ No data, text, or theories by others are presented as if they were the author's own ("plagiarism"). Proper acknowledgements to other works must be given (this includes material that is closely copied (near verbatim), summarized and/or paraphrased), quotation marks are used for verbatim copying of material, and permissions are secured for material that is copyrighted.

Important note: the journal may use software to screen for plagiarism.

- ⊘ Consent to submit has been received explicitly from all co-authors, as well as from the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute/organization where the work has been carried out, **before** the work is submitted.
- ⊘ Authors whose names appear on the submission have contributed sufficiently to the scientific work and therefore share collective responsibility and accountability for the results.
- ⊘ Authors are strongly advised to ensure the correct author group, corresponding author, and order of authors at submission. Changes of authorship or in the order of authors are **not** accepted **after** acceptance of a manuscript.
- ⊘ Adding and/or deleting authors **at revision stage** may be justifiably warranted. A letter must accompany the revised manuscript to explain the role of the added and/or deleted author(s). Further documentation may be required to support your request.
- ⊘ Requests for addition or removal of authors as a result of authorship disputes after acceptance are honored after formal notification by the institute or independent body and/or when there is agreement between all authors.
- ⊘ Upon request authors should be prepared to send relevant documentation or data in order to verify the validity of the results. This could be in the form of raw data, samples, records, etc. Sensitive information in the form of confidential proprietary data is excluded.

If there is a suspicion of misconduct, the journal will carry out an investigation following the COPE guidelines. If, after investigation, the allegation seems to raise valid concerns, the accused author will be contacted and given an opportunity to address the issue. If misconduct has been established beyond reasonable doubt, this may result in the Editor-in-Chief's implementation of the following measures, including, but not limited to:

If the article is still under consideration, it may be rejected and returned to the author. If the article has already been published online, depending on the nature and severity of the infraction, either an erratum will be placed with the article or in severe cases complete retraction of the article will occur. The reason must be given in the published erratum or retraction note. Please note that retraction means that the paper is **maintained on the platform**, watermarked "retracted" and explanation for the retraction is provided in a note linked to the watermarked article. The author's institution may be informed.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

To ensure objectivity and transparency in research and to ensure that accepted principles of ethical and professional conduct have been followed, authors should include information regarding sources of funding, potential conflicts of interest (financial or non-financial), informed consent if the research involved human participants, and a statement on welfare of animals if the research involved animals.

Authors should include the following statements (if applicable) in a separate section entitled "Compliance with Ethical Standards" when submitting a paper:

Disclosure of potential conflicts of interest
 Research involving Human Participants and/or Animals
 Informed consent

Please note that standards could vary slightly per journal dependent on their peer review policies (i.e. single or double blind peer review) as well as per journal subject discipline. Before submitting your article check the instructions following this section carefully.

The corresponding author should be prepared to collect documentation of compliance with ethical standards and send if requested during peer review or after publication.

The Editors reserve the right to reject manuscripts that do not comply with the above-mentioned guidelines. The author will be held responsible for false statements or failure to fulfill the above-mentioned guidelines.

DISCLOSURE OF POTENTIAL CONFLICTS OF INTEREST

Authors must disclose all relationships or interests that could have direct or potential influence or impart bias on the work. Although an author may not feel there is any conflict, disclosure of relationships and interests provides a more complete and transparent process, leading to an accurate and objective assessment of the work. Awareness of a real or perceived conflicts of interest is a perspective to which the readers are entitled. This is not meant to imply that a financial relationship with an organization that sponsored the research or compensation received for consultancy work is inappropriate. Examples of potential conflicts of interests **that are directly or indirectly related to the research** may include but are not limited to the following:

- ⌘ Research grants from funding agencies (please give the research funder and the grant number)
- ⌘ Honoraria for speaking at symposia
- ⌘ Financial support for attending symposia
- ⌘ Financial support for educational programs
- ⌘ Employment or consultation
- ⌘ Support from a project sponsor
- ⌘ Position on advisory board or board of directors or other type of management relationships
- ⌘ Multiple affiliations

- ⊛ Financial relationships, for example equity ownership or investment interest
- ⊛ Intellectual property rights (e.g. patents, copyrights and royalties from such rights)
- ⊛ Holdings of spouse and/or children that may have financial interest in the work

In addition, interests that go beyond financial interests and compensation (non-financial interests) that may be important to readers should be disclosed. These may include but are not limited to personal relationships or competing interests directly or indirectly tied to this research, or professional interests or personal beliefs that may influence your research.

The corresponding author collects the conflict of interest disclosure forms from all authors. In author collaborations where formal agreements for representation allow it, it is sufficient for the corresponding author to sign the disclosure form on behalf of all authors. Examples of forms can be found

here:

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list, that reflects what is recorded in the potential conflict of interest disclosure form(s).

Please make sure to submit all Conflict of Interest disclosure forms together with the manuscript.

See below examples of disclosures:

Funding: This study was funded by X (grant number X).

Conflict of Interest: Author A has received research grants from Company A. Author B has received a speaker honorarium from Company X and owns stock in Company Y. Author C is a member of committee Z.

If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

RESEARCH INVOLVING HUMAN PARTICIPANTS AND/OR ANIMALS

1) Statement of human rights

When reporting studies that involve human participants, authors should include a statement that the studies have been approved by the appropriate institutional and/or national research ethics committee and have been performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards.

If doubt exists whether the research was conducted in accordance with the 1964 Helsinki Declaration or comparable standards, the authors must explain the reasons for their approach, and demonstrate that the independent ethics committee or institutional review board explicitly approved the doubtful aspects of the study.

The following statements should be included in the text before the References section:

Ethical approval: "All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards."

For retrospective studies, please add the following sentence:

"For this type of study formal consent is not required."

2) Statement on the welfare of animals

The welfare of animals used for research must be respected. When reporting experiments on animals, authors should indicate whether the international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals have been followed, and that the studies have been approved by a research ethics committee at the institution or practice at which the studies were conducted (where such a committee exists).

For studies with animals, the following statement should be included in the text before the References section:

Ethical approval: "All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed."

If applicable (where such a committee exists): "All procedures performed in studies involving animals were in accordance with the ethical standards of the institution or practice at which the studies were conducted."

If articles do not contain studies with human participants or animals by any of the authors, please select one of the following statements:

"This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors."

"This article does not contain any studies with animals performed by any of the authors."

"This article does not contain any studies with human participants or animals performed by any of the authors."

INFORMED CONSENT

All individuals have individual rights that are not to be infringed. Individual participants in studies have, for example, the right to decide what happens to the (identifiable) personal data gathered, to what they have said during a study or an interview, as well as to any photograph that was taken. Hence it is important that all participants gave their informed consent in writing prior to inclusion in the study. Identifying details (names, dates of birth, identity numbers and other information) of the participants that were studied should not be published in written descriptions, photographs, and genetic profiles unless the information is essential for scientific purposes and the participant (or parent or guardian if the participant is incapable) gave written informed consent for publication. Complete anonymity is difficult to achieve in some cases, and informed consent should be obtained if there is any doubt. For example, masking the eye region in photographs of participants is inadequate protection of anonymity. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic profiles, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning.

The following statement should be included:

Informed consent: "Informed consent was obtained from all individual participants included in the study."

If identifying information about participants is available in the article, the following statement should be included:

"Additional informed consent was obtained from all individual participants for whom identifying information is included in this article."

RESEARCH DATA POLICY

The journal encourages authors, where possible and applicable, to deposit data that support the findings of their research in a public repository. Authors and editors who do not have a preferred repository should consult Springer Nature's list of repositories and research data policy.

List of Repositories

Research Data Policy

General repositories - for all types of research data - such as figshare and Dryad may also be used.

Datasets that are assigned digital object identifiers (DOIs) by a data repository may be cited in the reference list. Data citations should include the minimum information recommended by DataCite: authors, title, publisher (repository name), identifier.

DataCite

Springer Nature provides a research data policy support service for authors and editors, which can be contacted at researchdata@springernature.com.

This service provides advice on research data policy compliance and on finding research data repositories. It is independent of journal, book and conference proceedings editorial offices and does not advise on specific manuscripts.

Helpdesk

AFTER ACCEPTANCE

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice and offprints.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

[Copyright transfer](#)

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Publication of color illustrations is free of charge.

Proof reading

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

OPEN CHOICE

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink.

Open Choice

Copyright and license term – CC BY

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, the author(s) agree to publish the article under the Creative Commons Attribution License.

Find more about the license agreement

READ THIS JOURNAL ON SPRINGERLINK

[Online First Articles](#)

[All Volumes & Issues](#)

ALERTS FOR THIS JOURNAL

Get the table of contents of every new issue published in [Clinical Oral Investigations](#).

ANEXO 2 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO POR TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA DE RESINAS COMPOSTAS SUBMETIDAS À RADIAÇÃO

Pesquisador: Laís César de Vasconcelos

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 35139814.3.0000.5188

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 918.991

Data da Relatoria: 10/12/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa laboratorial, de natureza básica e de caráter transversal e prospectivo com enfoque experimental, quantitativo e qualitativo na avaliação de restaurações de resinas compostas submetidas à radiação.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar in vitro, através da tomografia de coerência óptica, restaurações de resina composta submetidas à radiação gama, a fim de ser observada e comparada a integridade marginal e a presença de possíveis falhas internas nas restaurações.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não há riscos inerentes aos participantes da pesquisa que se dispuserem a doar os elementos dentários.

Benefícios:

Contribuir para a otimização da seleção de materiais restauradores para pacientes submetidos a tratamento radioterápico de cabeça e pescoço, com o intuito de preservar a longevidade clínica do procedimento restaurador e avaliar a possível necessidade de substituição das restaurações após a

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DA
PARAÍBA - CENTRO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE



Continuação do Parecer: 918.991

radioterapia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este projeto pretende otimizar a seleção de materiais restauradores para pacientes submetidos ao tratamento radioterápico, contribuindo para a qualidade de vida destes indivíduos. Tema relevante e atualizado com metodologia bem fundamentada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pesquisadora atendeu as recomendações anteriores realizadas pelo CEP sobre os termos de apresentação obrigatória.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sou de parecer favorável a execução desse projeto de pesquisa salvo melhor juízo.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

JOAO PESSOA, 17 de Dezembro de 2014

Assinado por:

**Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)**

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: eticaccs@ccs.ufpb.br