

Efeito da radioterapia na resistência de união entre dentina humana e resina composta

Effect of radiotherapy on the bond strength between human dentin and composite resin

Suzane Boa Nova Brandeburski(1); Leandro Azambuja Reichert(2)

1 Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0754-7028> | E-mail: suzane_bb@hotmail.com

2 Departamento de Odontologia Restauradora da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3268-8423> | E-mail: reich.le@terra.com.br

Journal of Oral Investigations, Passo Fundo, vol. 7, n. 2, p. 33-45, Jul.-Dez., 2018 - ISSN 2238-510X

[Recebido: Junho 05, 2018; Aceito: Junho 21, 2018]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2238-510X.2018.v7i2.2763>

Endereço correspondente / Correspondence address

Suzane Boa Nova Brandeburski
Rua Farrroupilha, 8001- Prédio 59, Bairro São José. CEP
92425-900 – Canoas/RS.

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor-chefe: Aloísio Oro Spazzin

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui!/click here!](#)

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo experimental é avaliar o efeito da radiação com raios X de alta energia na resistência de união entre dentina humana e resina composta. **Métodos:** Trinta terceiros molares humanos hígidos foram seccionados, produzindo superfícies oclusais planas de dentina, e distribuídos aleatoriamente em dois grupos (n=15): um não irradiado e restaurado com Resina Composta Filtek Z-250, 3M-ESPE® (G1, n=15 – grupo controle), outro irradiado e restaurado com Resina Composta Filtek Z-250, 3M-ESPE® (G2, n=15). O protocolo de radiação utilizado foi de 70 Gy no total. As amostras foram cortadas em palitos (área média de 1 mm²) e submetidas ao teste de microtração. Os dados foram comparados por meio do teste t-student (p <0,05). O padrão de fratura foi examinado em microscopia óptica e submetido ao teste exato de Fischer (p <0,05). **Resultados:** não houve diferença significativa entre o grupo de dentes não irradiados e irradiados (p=0,738). O grupo controle e o grupo irradiado apresentaram predominância no padrão de fratura de falhas coesivas em resina e/ou mistas e falhas adesivas foram verificadas somente no grupo dos dentes irradiados. **Conclusões:** A radiação não interfere significativamente na resistência de união da dentina humana restaurada com resina composta e que não houve influência significativa entre os grupos estudados em relação ao padrão de fratura.

Palavras-chaves: Radioterapia; Dentina; Adesividade.

Abstract

Objective: The aim of this experimental study is to evaluate the effect of high-energy x-rays radiation on the bond strength between human dentin and composite resin. **Methods:** Thirty healthy human third molars were sectioned, producing plane occlusal surface of dentine, and they were randomly distributed in two groups (n=15): one non-irradiated and restored with Composite Resin Filtek Z-250, 3M-ESPE® (G1, n=15 – control group), another was irradiated and was restored with Filtek Z-250, 3M-ESPE® (G1, n=15). The radiation protocol used was 70 Gy in total. The samples were cut in sticks (average area of 1 mm²) and were submitted to microtensile test. Data were compared using the t-student (p<0.05) test. The fracture pattern was examined in optical microscopy and was submitted to Fisher's exact test (p<0.05). **Results:** there was no significant difference between the group of non-irradiated and irradiated teeth (p=0.738). The control group and the irradiated group showed predominance in the fracture pattern of cohesive resin faults and/or mixed and adhesive failures were verified only in the group of irradiated teeth. **Conclusions:** The radiation does not significantly interfere in bond strength of human dentin restored with composite resin and there was no significant influence between the studied groups in relation of the fracture pattern.

Keywords: Radiotherapy; Dentin; Adhesiveness.

Introdução

As restaurações diretas de resina composta vêm sendo amplamente utilizadas na odontologia (1), apresentando um bom desempenho clínico ao longo do tempo (1-3). Diferentes fatores, como as características do paciente e do dente, o tamanho da cavidade, o operador e o material, influenciam na longevidade das restaurações (1,4) e as principais razões para as falhas são atribuídas a recidivas de cáries, fraturas do material restaurador e fatores relacionados ao paciente e sua característica socioeconômica (2,5).

Nos últimos anos, tem se destacado outro fator importante, pouco explorado na literatura, que tem contribuído com as falhas precoces de restaurações: a irradiação nos dentes devido ao tratamento antineoplásico na região de cabeça e pescoço (6). Esse tratamento tem como efeitos colaterais mucosite, xerostomia, cáries de radiação, fraturas de restaurações e a necessidade de troca por materiais não metálicos, entre outros (7), que acabam interferindo significativamente na qualidade de vida dos pacientes, pelo alto potencial de destruição dos dentes (6, 8, 9) e por gerar mais custos de tratamento.

Neste sentido, estudos têm avaliado o efeito da radioterapia sobre as propriedades mecânicas dos dentes (10-13). Sua severidade e extensão sobre os tecidos dentais parecem ser dependentes do conteúdo mineral e orgânico das estruturas dentárias (10), que, após a irradiação, podem acomodar os radicais livres dentro da sua estrutura por longos períodos de tempo (14). Esses radicais podem prejudicar o processo de ligação, agindo de forma semelhante ao peróxido de hidrogênio (interferindo na polimerização), ao hipoclorito de sódio (desnaturação do colágeno pela atividade de radicais livres) e ao sangue (pela contaminação) (10). Além disso, podem apresentar menor estabilidade na junção amelodentinária, como mudanças nas propriedades biofísicas dos dentes, causadas pela influência dos raios ionizantes (15).

Estudos têm sugerido uma resistência força adesiva em dentes irradiados e restaurados com resina composta, visto que a ação ionizante tem um efeito deletério sobre todas as células vitais e, portanto, poderia afetar o colágeno fibrilar da dentina e a formação da camada híbrida (7,10). Algumas pesquisas apontam para uma influência negativa nas propriedades mecânicas de resinas compostas (16), bem como um aumento na aderência bacteriana (18). Em contrapartida, alguns trabalhos não observam alterações no colágeno da dentina irradiada (18,19), e indicam que restaurações adesivas podem ser utilizadas com sucesso nesses pacientes (20).

O atendimento odontológico a pacientes oncológicos submetidos à radioterapia de cabeça e pescoço está cada vez mais presente e, nas últimas décadas, o câncer ganhou grande dimensão, convertendo-se em um evidente problema de saúde pública mundial. A necessidade de restaurações por conta de cáries de radiação, fraturas ou troca por materiais de menor densidade é uma realidade, tornando as falhas precoces destas restaurações um desafio para a odontologia (6,17).

Permanece a incerteza em relação às possíveis alterações que ocorrem na dentina irradiada (12,18), pois os resultados desses estudos ainda não estão claros (13,17,18,21). Torna-se necessário estudos que sobre adesão em dentes irradiados, uma vez que não há consenso sobre o protocolo restaurador que deva ser realizado durante ou após o tratamento radioterápico (10), e, mais especificamente, o quanto os raios X de alta energia afetam a resistência de união entre dentina irradiada e resina composta.

Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a resistência de união entre a resina composta e a dentina humana irradiada e não irradiada.

Metodologia

A presente pesquisa se constitui em um estudo experimental, submetido ao comitê de ética em pesquisa da Universidade Luterana do Brasil, ULBRA/Canoas – RS (CEP-ULBRA), realizada no Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil, ULBRA/Canoas – RS, Brasil, no âmbito da Clínica Oncologia Centenário, São Leopoldo – RS, Brasil e no Centro de Desenvolvimento e Controle de Biomateriais (CDC-Bio), inserido no Curso de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas, UFPel – RS, Brasil.

Preparação das Amostras

Trinta terceiros molares humanos hígidos cedidos pelo banco de Dentes da Universidade Luterana do Brasil, ULBRA/Torres – RS, Brasil, com período de extração inferior a dois meses, com ausência de hipoplasia e manchas brancas, foram selecionados.

Houve calibração do examinador, a fim de que todas as amostras fossem igualmente selecionadas, e, somente as amostras hígidas foram mantidas. Em seguida, o esmalte oclusal foi removido com um recortador de modelos de gesso de forma a expor a dentina coronária superficial, produzindo superfícies oclusais planas. Os dentes foram lavados com *spray* ar/água, e a superfície de dentina foi inspecionada em estereomicroscópio óptico com aumento de 40× para assegurar a ausência de esmalte remanescente na superfície. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: um grupo não irradiado restaurado com Resina Composta Filtek Z-250, 3M-ESPE® (Saint Paul, MN, EUA) (G1, n=15 – grupo controle), e outro grupo irradiado restaurado com Resina Composta Filtek Z-250, 3M-ESPE® (Saint Paul, MN, EUA) (G2, n=15).

Os grupos de dentes irradiados foram submetidos à radiação ionizante de megavoltagem, produzida em um acelerador linear de partículas do tipo AL 600 CD, de 6 MV, da marca Varian (Texas, USA) (Figura 1). Foi realizada uma aplicação total de 7000 cGy (70 Gy), fracionada em 5 aplicações de 1157 UM (unidades motoras). Cada dose foi aplicada com um tamanho de campo de 20×20 cm (Figura 2), com distância fonte-superfície (DFS) de 90 cm e profundidade de cálculo de 2 cm. Após a radiação, as

amostras permaneceram hidratadas por duas semanas e, posteriormente, a superfície oclusal dos dentes foi restaurada com resina composta.

Figura 1. Dentes sendo submetidos à radiação

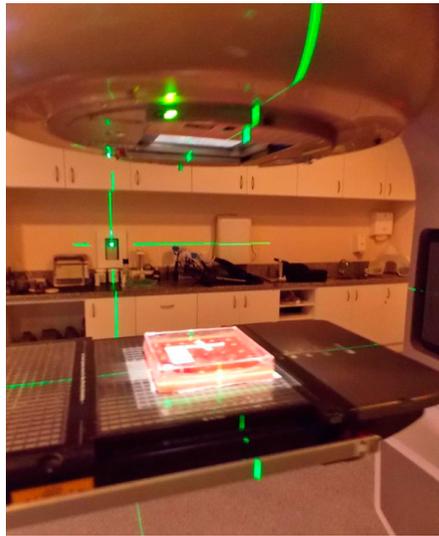
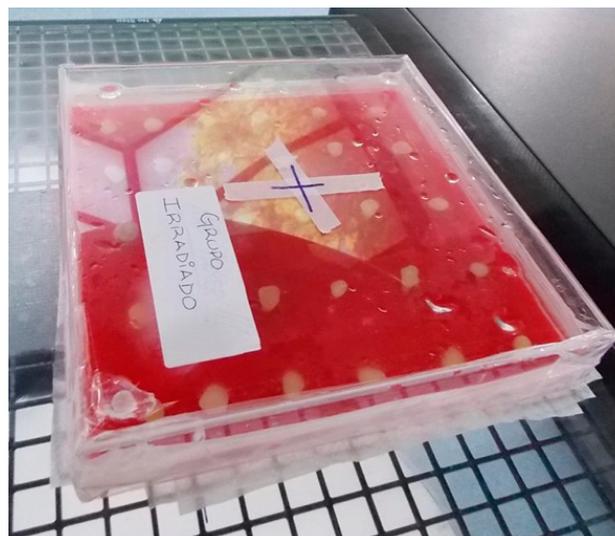


Figura 2. Caixa confeccionada para a irradiação dos dentes



Restaurações Dentárias

As superfícies dos dentes dos grupos G1 e G2 foram condicionadas com ácido Fosfórico a 37% (Condac 37, FGM, Joiville, SC, Brasil) por 15 segundos, lavadas com água durante 30 segundos e secas com papel absorvente. Após, foi realizada a aplicação do sistema adesivo (Adper Single Bond, 3M-ESPE®, Saint Paul, MN, EUA), aplicação de jatos de ar por 5 segundos para evaporação dos solventes, e em seguida, realizada a fotopolimerização por 20 segundos, seguindo as recomendações do fabricante. Cada restauração foi confeccionada com o auxílio de uma matriz metálica 7 mm acoplada a um porta-matriz Tofflemire, utilizando dois incrementos de 2 mm (4 mm de altura final) com o compósito restaurador Filtek Z-250, 3M-ESPE®, cor A2, sendo que cada

um dos incrementos foi fotoativado por 20 segundos, a uma potência de 600mw/cm² (fotopolimerizador Radium, SDI, Bayswater, Victoria, Australia). Por fim, foi utilizado um disco de lixa (Sof-lex, 3M-ESPE®, Saint Paul, MN, EUA) para dar acabamento às restaurações (Figura 3).

Figura 3. Confeção dos corpos-de-prova. 1 a 4: Condicionamento ácido; 5 a 8: Sistema Adesivo; 9 a 12: Restauração com Resina Composta (técnica incremental); 13 a 15: Acabamento.



Teste de Microtração

Os dentes foram armazenados em água destilada durante 24 horas e, em seguida, foram seccionados em cortadeira de precisão (ISOMET 1000, Buehler, IL, EUA). Um disco diamantado de 0,3 mm de espessura realizou os cortes seriados paralelos ao longo do eixo de cada amostra, com uma distância média de 1 mm². Posteriormente, foram realizados novos cortes seriados paralelos, em planos perpendiculares aos primeiros, em forma de palitos. Os palitos das extremidades dos dentes foram descartados e os palitos utilizados foram fixados pelas suas extremidades em um dispositivo desenvolvido para ensaios de microtração (Emic DL 500, São José dos Pinhais, PR, Brasil), com o auxílio de um adesivo à base de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite). Os ensaios de microtração foram realizados em uma velocidade de 0,5 mm/min com uma célula de carga de 100 N, acoplada à máquina de ensaios universal, até a sua falha.

A resistência de união de cada palito foi obtida através da divisão do seu valor de força (em N) pela sua área adesiva (mm², obtida com o auxílio de um paquímetro digital, Absolute Coolant Proof, Mitutoyo IP65, com precisão de 0,01 mm) e a média dos valores de resistência à tração, expressa em Megapascal (MPa), foi calculada.

Anteriormente ao teste estatístico, foi realizada uma identificação de *outliers*, excluindo casos considerados com maior discrepância nos grupos (por isso n=13 no grupo não irradiado e n=14 no grupo irradiado).

Os dados de resistência de união foram submetidos ao teste *t-student* ($p \leq 0,05$) e o *software* utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 13.0.

Análise do Padrão de Fratura

Após o teste de resistência de união, as superfícies das fraturas de todos os espécimes foram examinadas em estereomicroscópio óptico (Futuretech, FM 700, Japão) com aumento de 100 e 500× para determinação do modo de falha. O padrão de fratura foi classificado em: A) Fratura adesiva = na interface de união; B) Fratura coesiva em resina = em resina; C) Fratura coesiva em dentina = em dentina; D) Fratura mista = Parcialmente coesiva (em dentina, resina e/ou adesivo). Os espécimes que falharam antes de serem submetidos ao teste de microtração foram classificados como falha prematura.

Os resultados da classificação do padrão de fratura foram submetidos ao teste exato de Fisher ($p \leq 0,05$).

Resultados

Os dados obtidos no ensaio de microtração foram submetidos à análise estatística através do teste *t-student* para amostras independentes (Tabela 1).

Pode-se observar, de acordo com os dados obtidos para a média do valor de ruptura, que o grupo de dentes irradiados ($19,85 \pm 10,11$ MPa) apresentou um valor de resistência de união semelhante ao grupo de dentes não-irradiados ($20,89 \pm 4,22$ MPa), não apresentando diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p = 0,738$).

Tabela 1. Valor amostral, número de falhas prematuras, valores médios e desvio-padrão (DP) da resistência adesiva (em MPa), seguidos dos agrupamentos estatísticos para os grupos não irradiados e irradiados, além da diferença estatística (p).

Grupo	n	Falhas prematuras*	Média em MPa (DP)	p
Não irradiados (G1)	15	2	20,89 (4,22) a	0,738
Irradiados (G2)	15	1	19,85 (10,11) a	

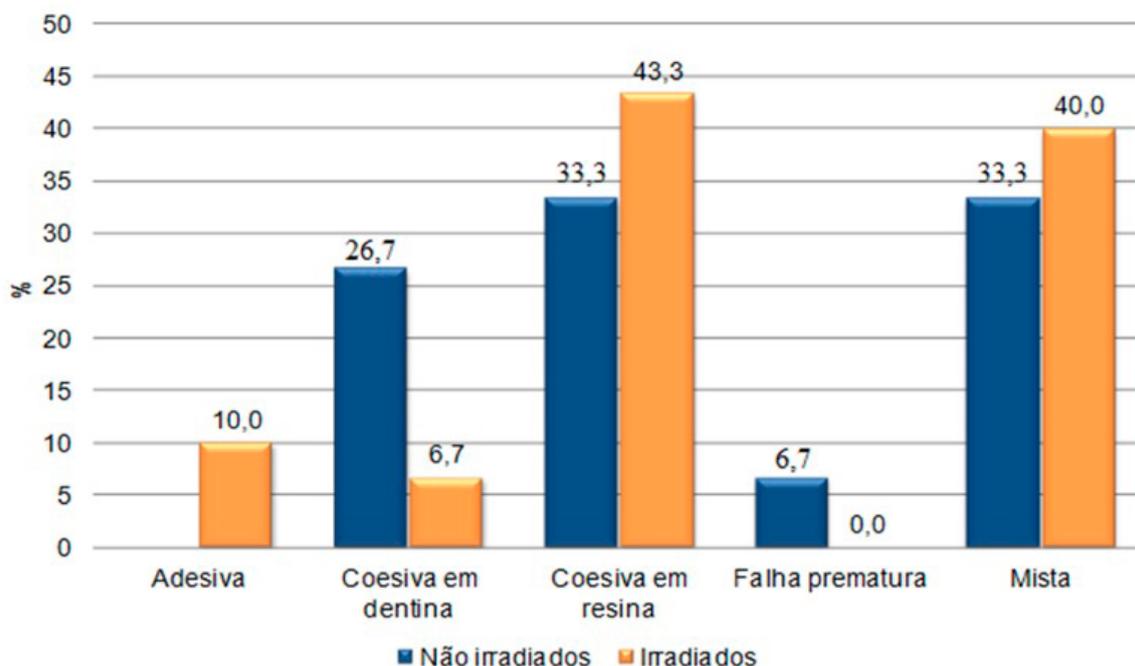
* Número de dentes excluídos da análise estatística (“*outliers*”).

Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença estatística pelo teste *t-student* para amostras independentes ($p > 0,05$).

As amostras fraturadas foram submetidas ao teste Exato de Fisher, com nível de significância máximo assumido de 5% ($p \leq 0,05$).

Pode-se observar que no grupo dos dentes não irradiados predominaram falhas coesivas em resina e mistas (33,3%), sendo seguidas de falhas coesivas em dentina (26,7%) e falhas prematuras (6,7%). Já no grupo dos dentes irradiados, falhas coesivas em resina (43,3%) tiveram relevância, seguidas por falhas mistas (40%), adesivas (10%) e coesivas em dentina (6,7%) (Figura 4). Verificou-se, portanto, que não existiu associação significativa entre os grupos (não irradiados e irradiados) e o modo de falha ($p=0,054$), de acordo com o Teste exato de Fischer.

Figura 4. Padrão de fratura dos grupos não irradiados e irradiados.



Discussão

Poucas pesquisas têm sido realizadas a fim de avaliar o efeito das radiações ionizantes nas propriedades mecânicas de materiais utilizados na odontologia (18, 20, 22,23). Neste sentido, o presente estudo foi desenvolvido a fim de analisar o efeito da radiação ionizante na resistência adesiva entre dentina e resina. Trata-se de uma avaliação de curto prazo, já que as restaurações foram confeccionadas logo após a irradiação dos dentes, e a análise através da resistência de união foi utilizada por ser considerada uma propriedade de fundamental importância para a possível durabilidade das restaurações (24,25).

Devido ao delineamento deste estudo *in vitro*, variáveis importantes como xerostomia, alteração do processo de remineralização e cáries de radiação não estão presentes, o que limita a extrapolação dos resultados. Por outro lado, optou-se por

um estudo laboratorial experimental devido aos elevados custos, à necessidade de colaboração dos pacientes e à dificuldade de padronização do experimento. A utilização de materiais restauradores adesivos é recomendada para pacientes submetidos à radiação na região de cabeça e pescoço (7). Assim sendo, optou-se pela resina Filtek Z-250 (3M-ESPE®) como material restaurador, da mesma forma que St-Georges *et al.* (26), devido ao seu elevado conteúdo de carga (60%) e à sua baixa contração de polimerização.

Em relação ao sistema adesivo utilizado, optou-se pelo Single Bond (ácido + combinação de primer e adesivo) pela possibilidade de minimizar erros de técnica quando comparados a adesivos de três passos (27,28). Mesmo sendo um substrato imprevisível frente à adesão, a dentina parece possuir um caminho mais promissor com adesivos de dois passos (29). Neste sentido, os sistemas adesivos autocondicionantes não foram escolhidos, porque, em dentina, eles não possuem um resultado de resistência de união tão eficaz quanto o adquirido com sistemas convencionais (30).

Diversos trabalhos utilizam radiação Gama em suas metodologias (7,10,27). No entanto, raios X de alta energia têm sido preconizados (8,13) porque geram fótons com maior energia, liberando uma dose menor para o paciente. O protocolo de dose radioterápica utilizado em pacientes que possuem câncer na região de cabeça e pescoço é de, aproximadamente, 70,2 Gy, fracionados em doses diárias de 1,8 Gy (180 cGy) ao dia, totalizando 39 aplicações (17,20,32). Assim sendo, os dentes utilizados neste estudo foram irradiados com raios X de alta energia, com uma dose total de 70 Gy semelhante a estudos prévios (20,31,32).

Verifica-se uma dicotomia na literatura em relação aos efeitos da radiação sobre os tecidos dentais. Alguns estudos apontam alterações sobre a estrutura dentária (6,7), enquanto outros não constatarem efeitos prejudiciais (20,27,31), corroborando os resultados do presente estudo, já que não foi observada diferença estatística na resistência de união entre os grupos estudados.

Os valores de resistência adesiva obtidos com o teste de microtração para o grupo irradiado e restaurado são semelhantes ao trabalho de Naves *et al.* (10), mas mais baixos no grupo controle. Já o valor elevado de desvio padrão observado no grupo irradiado assemelha-se com os dados aferidos por Cruz *et al.* (31). Este fator pode ter ocorrido pela formação de irregularidades internas no momento do corte dos palitos, as quais são imperceptíveis sob o microscópio, e às tensões geradas durante o corte dos mesmos.

Ambos os grupos apresentam predominância no padrão de fratura de falhas coesivas em resina e mistas, as quais podem ser indicadas devido ao fato de a resistência de união da dentina ao adesivo ser igual ou exceder a resistência coesiva da resina composta (33). Salienta-se que não ocorreram falhas adesivas (0% no grupo não irradiado) ou estas foram de menor percentual (10% no grupo de dentes irradiados).

Assim, torna-se imprescindível avaliar os dados do presente estudo com cautela, uma vez que a resistência de união obtida em falhas coesivas não expressa o valor de resistência de união entre dente e dentina irradiada/não irradiada mas, sim, o valor de resistência do próprio dente e/ou material restaurador.

Deste modo, os resultados deste estudo discordam de trabalhos prévios, os quais indicaram que a radiação ionizante não causou efeitos prejudiciais em resina composta fotoativada (31,34,35), já que houve um aumento de falhas coesivas em resina. Apesar de presumíveis alterações citadas na literatura, como a possível desestabilização do colágeno, quebra de ligações químicas (36) e atrofia dos processos odontoblásticos na região da junção amelodentinária (37), se estabelece a hipótese que tais alterações podem ter contribuído na formação das irregularidades, como porosidades, perda de matriz orgânica do esmalte ou alteração na dentina do grupo que sofreu a ação ionizante. Estas presunções continuam reforçando a necessidade de estudos adicionais sobre a adesão aos dentes irradiados.

Conclusões

Considerando as limitações deste estudo experimental *in vitro*, a radiação ionizante não interfere significativamente na resistência de união entre a dentina humana e a resina composta.

Portanto, torna-se necessário estudos adicionais que avaliem a adesão do material restaurador em estruturas dentárias irradiadas, que demonstrem ao clínico o tratamento odontológico restaurador mais adequado aos pacientes submetidos à radioterapia na região de cabeça e pescoço.

Agradecimento

Os autores agradecem a Clínica Oncologia Centenário (São Leopoldo, RS, Brasil) e o laboratório do Centro de Desenvolvimento e Controle de Biomateriais (CDC-Bio) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas.

Referências

1. Da Rosa Rodolpho RPA, Cenci MS, Donassollo TA, Loguercio AD, Demarco FF. A clinical evaluation of posterior composite restorations: 17-year findings. *J Dent.* 2006; 34:427-35.
2. Demarco FF, Corrêa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJM. Longevity of posterior composite restorations: Not only a matter of materials. *Dent Mater.* 2012;28:87-101.
3. Da Rosa Rodolpho RPA, Donassollo TA, Cenci MS, Loguercio AD, Moraes RR, Bronkhorst EM, *et al.* 22Year clinical evaluation of the performance of two posterior composites with different filler characteristics. *Dent Mater.* 2011;27:955-63.
4. Bernardo M, Luis H, Martin MD, Leroux BG, Rue T, Leitão J, *et al.* Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc.* 2007;138:775-83.
5. Correa MB, Peres MA, Peres KG, Horta BL, Barros AD, Demarco FF. Do socioeconomic determinants affect the quality of posterior dental restorations? A multilevel approach. *J Dent.* 2013;41:960-7.
6. Silva AR, Alves FA, Berger SB, Giannini M, Goes MF, Lopes MA. Radiation-related caries and early restoration failure in head and neck cancer patients. A polarized light microscopy and scanning electron microscopy study. *Support Care Cancer.* 2010;18:83-7.
7. Soares CJ, Castro CG, Neiva NA, Soares V, Santos-Filho PCF, Naves LZ, *et al.* Effect of gamma irradiation on ultimate tensile strength of enamel and dentin. *J Dent Res.* 2010;89:159-64.
8. Fränzel W, Gerlach RZ. The irradiation action on human dental tissue by X-rays and electrons – a nanoindenter study. *Z Med Phys.* 2009;19:5-10.
9. Turner L, Mupparapu M, Akintoye SO. Review of the complications associated with treatment of oropharyngeal cancer: A guide for the dental practitioner. *Quintessence Int.* 2013;44:267-79.
10. Naves LZ, Novais VR, Armstrong SR, Correr-Sobrinho L, Soares CJ. Effect of gamma radiation on bonding to human enamel and dentin. *Support Care Cancer.* 2012;20:2873-8.
11. Soares CJ, Roscoe MG, Castro CG, Santana FR, Raposo LH, Quagliatto PS, Novais VR. Effect of gamma irradiation and restorative material on the biomechanical behaviour of root filled premolars. *Int Endod J.* 2011;44:1047-54.
12. Fränzel W, Gerlach R, Hein HJ, Schaller HG. Effect of tumor therapeutic irradiation on the mechanical properties of teeth tissue. *Z Med Phys.* 2006;16:148-54.
13. Yesilyurt C, Bulucu B, Sezen O, Bulut G, Celik D. Bond strengths of two conventional glass-ionomer cements to irradiated and non-irradiated dentin. *Dent Mater J.* 2008;27:695-701.
14. Geoffroy M, Tochon-Danguy HJ. Long-lived radicals in irradiated apatites of biological interest: an e.s.r. study of apatite samples treated with $^{13}\text{CO}_2$. *Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med.* 1985;48:621-33.

15. Pioch T, Golfels D, Staehle HJ. An experimental study of the stability of irradiated teeth in the region of the dentinoenamel junction. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8:241-4.
16. Viero FL, Boscolo FN, Demarco FF, Faot F. Effect of radiotherapy on the hardness and surface roughness of two composite resins. *Gen Dent.* 2011;59:168-72.
17. Cruz AD, Cogo K, Bergamaschi CC, Bóscolo FN, Groppo FC, Almeida SM. Oral Streptococci Growth on Aging and Non-Aging Esthetic Restorations after Radiotherapy. *Dent J.* 2010;21:346-50.
18. Brandeburski SBN, Della Bona A. Effect of ionizing radiation on properties of restorative materials. *Dent Mater.* 2018;34:22-7.
19. White JM, Goodis HE, Marshall SJ, Marshall GW. Sterilization of teeth by gamma radiation. *J Dent Res.* 1994;73:1560-7.
20. Gernhardt CR, Kielbassa AM, Hahn P, Schaller HG. Tensile bond strengths of four different dentin adhesives on irradiated and non-irradiated human dentin in vitro. *J Oral Rehabil.* 2001;28:814-20.
21. Andrews N, Griffiths C. Dental complications of head and neck radiotherapy: Part 1. *Aust Dent J.* 2001;46:88-94.
22. Hu JY, Li YQ, Smales RJ, Yip KH. Restoration of teeth with more-viscous glass ionomer cements following radiation-induced caries. *Int Dent J.* 2002;52:445-8.
23. McComb D, Erickson RL, Maxymiw WG, Wood RE. A clinical comparison of glass ionomer, resin-modified glass ionomer and resin composite restorations in the treatment of cervical caries in xerostomic head and neck radiation patients. *Oper Dent.* 2002;27:430-7.
24. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res.* 1999;78:906-11.
25. Castro AKBB, Amaral CM, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Effect of sodium hyoclorite gel on shear bond strength of one bottle adhesive systems. *Bras J Oral Sci.* 2004;3:465-9.
26. St-Georges AJ, Wilder AD Jr, Perdigao J, Swift EJ Jr. Microleakage of class V composites using different placement and curing techniques: An in vitro study. *Am J Dent* 2002;15:244-7.
27. Bulucu B, Avsar A, Demiryürek EO, Yesilyurt C. Effect of Radiotherapy on the Microleakage of Adhesive Systems. *J Adhes Dent.* 2009;11:305-9.
28. Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent.* 2001;29:55-61.
29. Frankenberger R, Krämer N, Lohbauer U, Nikolaenko SA, Reich SM. Marginal integrity: Is the clinical performance of bonded restorations predictable in vitro. *J Adhes Dent* 2007;9:107-16
30. Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PEC, Ferrari M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *J AdhesDent.* 2004;6:313-8.

31. Cruz AD, Gonçalves LS, Rastelli ANS, Sobrinho LC, Bagnato VS, Bóscolo FN. Bond Strength of Dental Adhesive Systems Irradiated with Ionizing Radiation. *J Adhes Dent.* 2010;12:123-9.
32. Bulucu B, Yesilyurt C, Cakir S, Meydan AD. Influence of radiation on bond strength. *J Adhes Dent.* 2006;8:217-21.
33. Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. Effects of conditioners on microshear bond strength to enamel after carbamide peroxide bleaching and/or casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) treatment. *J Dent.* 2007;35:862-70.
34. Curtis PM Jr, Farman AG, von Fraunhofer JA. Effects of gamma radiation on the in vitro wear of composite restorative materials. *J Dent.* 1991;19:241-4.
35. Haque S, Takinami S, Watari F, Khan MH, Nakamura M. Radiation effects of carbon ions and gamma ray on UDMA based dental resin. *Dent Mater J.* 2001;20:325-38.
36. Cheung DT, Perelman N, Tong D, Nimni ME. The effect of gamma irradiation on collagen molecules, isolated alpha- chains and crosslinked native fibers. *J Biomed Mat Res.* 1990;24:581-9.
37. Grotz KA, Duschner H, Kutzner J, Thelen M, Wagner W. Histotomography studies of direct radiogenic dental enamel changes. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 1998;2:85-90.