

# CIRURGIA PARAENDODÔNTICA COM RETRO-OBTURAÇÃO UTILIZANDO MTA REPAIR HP®: ANÁLISE TOMOGRÁFICA LONGITUDINAL PROSPECTIVA DE DOIS CASOS CLÍNICOS

Periradicular surgery with retrofilling by MTA Repair HP® having concomitant cone beam computed tomography follow-up analysis: case series report

 Marcelo Santos Bahia<sup>a</sup>,  Ana Júlia de Paula Candeia<sup>a</sup>,  
 Breno Nogueira Silva<sup>a</sup>,  Karina Lopes Devito<sup>a</sup>,  Anamaria Pessoa Pereira Leite<sup>a</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar tomograficamente, em dois casos clínicos, o efeito da nova formulação do MTA, o MTA Repair HP, na contribuição para a remissão de lesões periapicais em cirurgias paraendodônticas, bem como a sua manipulação e as suas propriedades físicas. **Relatos de caso:** Paciente R.C.R., 57, reportou-se à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora para avaliação de lesão periapical no elemento 11. Ao exame radiográfico, observou-se tratamento endodôntico e uma área radiolúcida, unilocular, circunscrita envolvendo o ápice dentário. Solicitou-se um exame de TCFC (I-Cat®, Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA), no qual foi confirmada a presença da lesão com rompimento da cortical óssea vestibular. Foram realizadas apicectomia, curetagem, retropreparo pela Técnica Clássica, e retro-obturação com o novo material. Realizaram-se tomografias nos momentos pós-operatórios de três e cinco meses. Paciente R.J.G.M., 46, relatava dor, aumento de volume intraoral e drenagem de secreção purulenta na arcada superior esquerda. Aos exames clínico e radiográfico, observou-se presença de fístula e lesão refratária ao tratamento endodôntico no dente 25. Realizou-se TCFC, na qual pode-se observar a presença de uma área hipodensa circunscrita, envolvendo o ápice do 25, com rompimento da cortical óssea vestibular. Foi proposto o mesmo tratamento descrito no caso anterior. Para o acompanhamento foram realizadas novas tomografias

nos mesmos tempos pós-operatórios do caso anterior.

**Discussão:** O MTA Repair HP surgiu da necessidade de um material mais biocompatível com as estruturas dentárias no procedimento de obturação retrógrada. Este produto auxilia na regressão de lesões periapicais e na formação dos componentes do periodonto e apresenta como vantagens, o maior tempo de presa, não provocar o escurecimento coronário e maior facilidade na manipulação. **Conclusão:** Conclui-se que houve formação de tecido calcificado no decorrer dos tempos de três e cinco meses. Em relação à manipulação do material, não foi observada melhora pela adição de agente plastificante. Contudo, observou-se um tempo de presa menor do que o esperado, dificultando a inserção do material.

**Palavras-chave:** Cirurgia bucal. Obturação retrógrada. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Regeneração óssea.

## ABSTRACT

**Aim:** To evaluate, tomographically, in two clinical cases, the effect of the new MTA formulation of the Angelus, the MTA Repair HP, in the contribution to remission of periapical lesions in paraendodontic surgery, as well its physical properties and manipulation. **Case report:** Patient R.C.R, 57, attended at the Faculty of Dentistry of the Federal University of Juiz de Fora for evaluation of periapical lesion in the element 11. It was observed, at the

<sup>a</sup> Faculty of Dentistry, Federal University of de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG, Brazil.

**Autor de correspondência:** Marcelo Santos Bahia - E-mail: marcelosbahia@outlook.com

**Data de envio:** 08/06/2021 **Data de aceite:** 23/08/2021



clinical and radiographic exams, endodontic treatment and a circumscribed, unilocular and radiolucid area at the apex of the tooth. It was requested a CBCT exam (I-Cat®, Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA), which confirmed the presence of the lesion and rupture of the buccal cortical plate. Thus, it was performed curettage, apicectomy, retro-preparation and retrofilling with the described cement. It was solicited two additional CBCT exams at the period of three and five months post-operative. Patient R.J.G.M, 46, with main complain of pain, increased intraoral volume and purulent discharged in the upper left arch. The clinical and radiographic exams revealed fistula and refractory lesion, despite the endodontic treatment of the tooth 25. A CBCT exam was done and it was observed a circumscribed hypodense area, around the apex of the 25, with rupture of the buccal cortical plate. It was suggested the same surgical treatment described in the case above. It was performed two more CBCT exam, at three and five months after the procedure. **Discussion:** The MTA Repair HP was developed from the necessity of a more biocompatible material with the dental structures in the retrograde filling process. This product helps in the remission of periapical lesions and in the new formation of the periodontum components; also it has the advantages of longer setting time, not causing the darkening of the coronary portion and easier manipulation. **Conclusion:** Regarding the remission of the lesions, it was noticed the generation of calcified tissue across the periods of three and five months. Regarding the manipulation and application, it was not observed any improvement related to the addition of the plasticizer. However, it was noticed a shorter setting time, making it difficult to insert the material.

**Keywords:** Surgery, oral. Retrograde obturation. Cone-beam computed tomography. Bone regeneration.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia paraendodôntica é o procedimento cirúrgico que visa a resolução de intercorrências ocasionadas pelo tratamento endodôntico ou não solucionáveis por ele<sup>1,2</sup>. De acordo com o glossário da Associação Americana de Endodontia, a cirurgia paraendodôntica consiste na ressecção do ápice radicular, juntamente com tecidos moles aderidos, seguida da preparação do ápice radicular por meio do uso de instrumentos rotatórios ou ultrassom e da retro-obturação, que consiste na deposição de material obturador durante a etapa cirúrgica<sup>3</sup>.

Dentre os materiais retro-obturadores utilizados na cirurgia paraendodôntica, o amálgama foi substituído por materiais mais novos, como o Super EBA® (cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado), IRM® (cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado) e Agregado Trióxido Mineral (MTA), em que o último tem apresentado altas taxas de sucesso, quando associados às técnicas cirúrgicas convencionais, como apicectomia e o retro-preparo, acarretando em uma melhoria significativa em comparação à cirurgia paraendodôntica convencional<sup>4</sup>.

Lee et al.<sup>5</sup> desenvolveram o MTA, com o objetivo de selar comunicações entre exterior e interior do dente. Apesar de ser um material experimental, foi demonstrado ter a capacidade de selamento superior aos já existentes<sup>5-8</sup>. Estudos prévios reportaram que o MTA pode promover a reparação e migração celular de osteoblastos ou de polpa dentária devido a sua biocompatibilidade<sup>9</sup>. Dados sugerem, em parte, que as substâncias liberadas pelo MTA na raiz são capazes de se difundir e afetar o odontoblastos distais no osso alveolar, promovendo a diferenciação na fase tardia e a mineralização do tecido *in vivo* por meio de sinalização celular<sup>10</sup>.

Em 2016, foi lançado o MTA Repair HP® (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S.A., Londrina, PR, Brasil)<sup>11</sup>. A nova formulação do MTA Repair baseia-se no MTA convencional, porém contém tungstato de cálcio como radiopacificador e um líquido de mistura com um agente plastificante. Esse tem sido utilizado em diversos procedimentos endodônticos e cirúrgicos, uma vez que apresenta melhores propriedades físicas relacionadas à manipulação, mantendo, todavia, a qualidade da primeira formulação<sup>12</sup>.

Embora sejam utilizadas rotineiramente no diagnóstico de lesões perirradiculares, as radiografias periapicais apresentam limitações bidimensionais. Lesões periapicais só são detectadas quando já houve uma perda mineral de 30 a 50%<sup>13</sup>. Assim, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) apresenta vantagens, como: nitidez da imagem, detalhamento das estruturas e avaliação tridimensional<sup>14</sup>, sendo utilizada para o diagnóstico e plano de tratamento de cirurgias paraendodônticas. Ademais, a TCFC fornece informações importantes, como a relação entre o ápice radicular e estruturas anatômicas adjacentes, morfologia radicular, número de canais e o verdadeiro tamanho, localização e extensão da lesão periapical<sup>13</sup>.

Este estudo justifica-se pelo fato de o cimento utilizado ser uma nova versão de um produto já consolidado na literatura, porém com poucos trabalhos testando sua eficácia. Além disso, pode ser considerado um estudo piloto, servindo para a elaboração de futuros estudos maiores e com desenhos de maior evidência clínica, como os ensaios clínicos controlados randomizados.

O objetivo foi avaliar tomograficamente, em dois casos clínicos, o efeito da nova formulação do MTA da Angelus (Indústria de Produtos Odontológicos S.A., Londrina, PR, Brasil), o MTA Repair HP, na contribuição para a remissão de lesões periapicais em cirurgias paraendodônticas, bem como a sua manipulação e tempo de presa.

## RELATO DE CASOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob o número do parecer 2.941.569.

### Caso 1

Paciente R.C.R., sexo feminino, 57 anos de idade, leucoderma, foi encaminhada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora para avaliação de uma lesão periapical na região de incisivo central superior (11). Ao exame clínico, foi observada coroa protética no dente 11 e paciente relatou ter feito tratamento endodôntico há quatro anos. Já no exame radiográfico, foi confirmado a presença de tratamento endodôntico, pino intraradicular, além da presença de uma área radiolúcida, unilocular e circunscrita, envolvendo o ápice do elemento dentário 11. Assim, foi solicitado um exame de TCFC (I-Cat®, Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA) (Figura 1a). Confirmou-se a presença de lesão periapical (refratária à terapia endodôntica) com rompimento da cortical óssea vestibular.

Devido ao risco de fratura dentária durante a remoção do pino intraradicular no retratamento endodôntico, o plano de tratamento de eleição foi apicectomia, curetagem, retropreparo e retro-obturação com o novo material retro-obturador (Figura 1b-f).

Inicialmente foi realizada a antisepsia pré-operatória, extra e intrabucal, com clorexina degermante 2% e 0,12% respectivamente. Foi realizado bloqueio anestésico. Um retalho mucoperiosteal total foi obtido com incisão intrasulcular associada a uma incisão relaxante. Com o auxílio de uma broca esférica nº 6 (JET Carbide, Beavers Dental, Canadá), em motor cirúrgico de baixa rotação e sob abundante irrigação com soro fisiológico, foi realizada osteotomia a nível da lesão, expondo o ápice radicular.

Em seguida, procedeu-se a curetagem para a remoção da lesão. Posteriormente, com brocas tronco-cônicas nº 701 e 702 (JET Carbide, Beavers Dental, Canadá) foi realizada a apicectomia de 3 mm do terço apical da raiz, finalizando com o arredondamento das arestas do corte. Posteriormente, pela Técnica Clássica<sup>1</sup>, o retropreparo da cavidade foi feito com ponta diamantada esférica nº 1014 (KG Sorensen, Medical Burs Indústria e Com. de Pontas e Brocas

Cirúrgicas Ltda., Cotia, São Paulo, Brasil) em alta rotação, sob copiosa irrigação com soro fisiológico, propiciando um preparo conservador e regular, com profundidade equivalente ao diâmetro da ponta esférica empregada.

O material retro-obturador de escolha (MTA Repair HP®) foi inserido no retropreparo. A lavagem e aspiração foi realizada previamente à inserção do cimento. O tecido foi reposicionado com suturas simples com fio de nylon 5-0 (PROCARE®, Lamedid Comercial e Serviços Ltda, Barueri, SP).

Por fim, foram prescritos: amoxicilina 500mg, de oito em oito horas, por sete dias; nimesulida 100mg a cada doze horas, por três dias; paracetamol 750mg a cada seis horas, por três dias e bochecho com clorexidina a 0,12% para higienização bucal por sete dias. Ademais, a paciente foi orientada a seguir os cuidados pós-operatórios e de higiene bucal. O material coletado na cirurgia foi enviado para análise histopatológica constatando-se granuloma periapical.

Para o acompanhamento da lesão perirradicular e avaliação do efeito deste cimento reparador, foram realizados exames de TCFC nos momentos pós-operatórios de três e cinco meses. Todas as imagens foram adquiridas pelo mesmo tomógrafo, usado no diagnóstico, com o seguinte protocolo de aquisição: 120 kV, 8 mA, 26,9s de tempo de rotação, espessura de corte de 0,25 mm e FOV de 7x13 cm. Os exames tomográficos foram avaliados utilizando o software i-Cat Vision (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA).

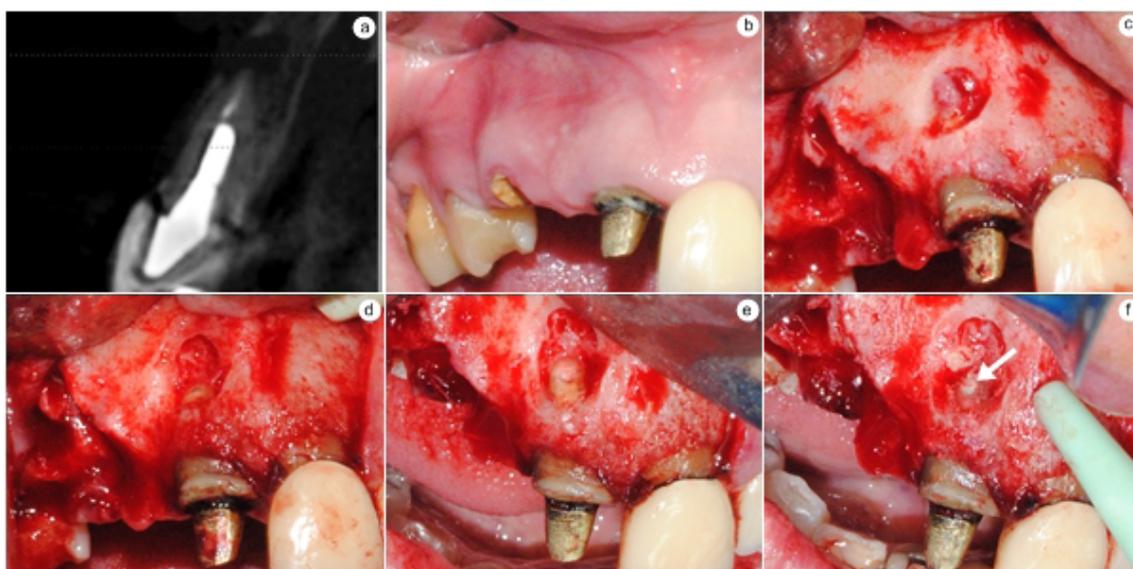


Figura 1: Avaliação tomográfica e procedimento cirúrgico. a) Corte parassagital da TCFC pré-operatória; b) Imagem intrabucal da região do dente 11; c) Ostectomia de exposição da lesão; d) Curetagem e apicectomia; e) Retropreparo; f) Retro-obturação com MTA Repair HP (seta branca).

## Caso 2

Paciente R.J.G.M., sexo masculino, 46 anos de idade, faioderma, procurou a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, devido à dor, aumento de volume intra-oral e drenagem de secreção purulenta na região dos dentes na arcada superior esquerda.

Durante a anamnese o paciente foi considerado ASA I, ressaltando, porém, ser alérgico à penicilina. O elemento 25 apresentava tratamento endodôntico, que foi realizado há três anos e prótese suportada por pino intrarradicular. Os dentes adjacentes não apresentavam

alterações e não havia qualquer mobilidade. Na região acima do elemento 25 confirmou-se a presença de uma fístula com secreção purulenta. O paciente apresentava radiografia periapical onde foi notada lesão refratária ao tratamento endodôntico.

Foi realizado um exame de TCFC seguindo os mesmos parâmetros já descritos (Figura 2a). O exame evidenciou a presença de uma área hipodensa circunscrita, envolvendo o ápice do dente 25, com rompimento da cortical óssea vestibular.

Devido ao risco de fratura dentária, foi proposto o mesmo tratamento descrito no caso anterior onde foi realizado retalho mucoperiosteal total associado a incisão relaxante, osteotomia, apicectomia, curetagem, retropreparo e retro-obturação no dente tratado (Figura 2b-f).

No pós-operatório, foi prescrito clindamicina 600mg a cada oito horas, por sete dias. As demais medicações administradas foram as mesmas já relatadas. E, por fim, para o acompanhamento e avaliação do reparo da lesão, foram realizados outros exames de TCFC nos mesmos tempos pós-operatórios e seguindo os parâmetros do caso anterior.

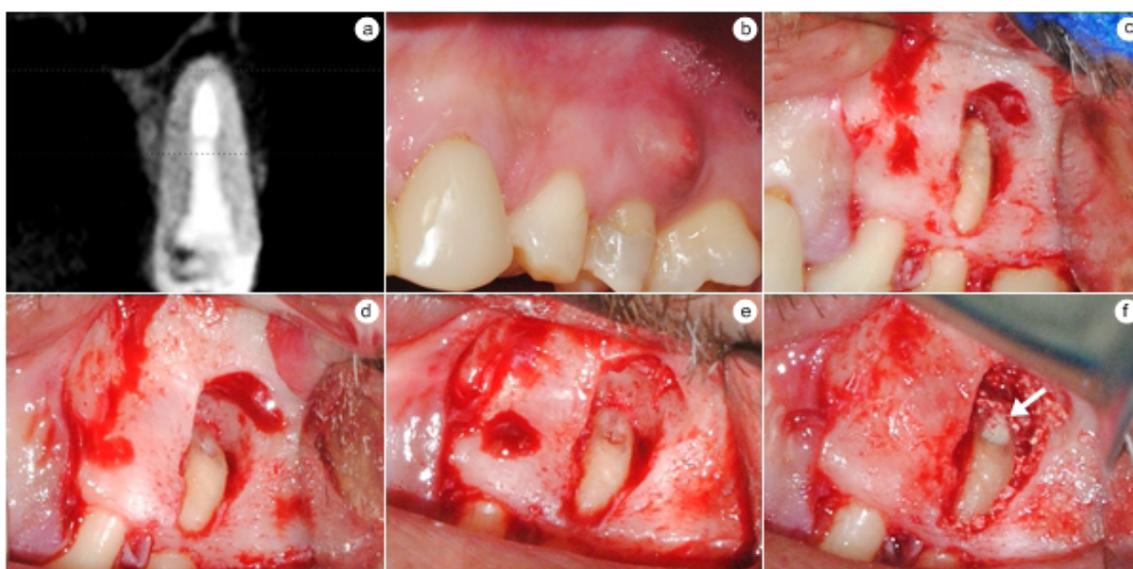


Figura 2: Avaliação tomográfica e procedimento cirúrgico. a) Corte parassagital da TCFC pré-operatória; b) Exame clínico com presença de fístula; c) Osteotomia para maior exposição da lesão; d) Curetagem e apicectomia; e) Retropreparo; f) Retro-obturação com MTA Repair HP (seta branca).

## RESULTADOS

As lesões periapicais foram analisadas e mensuradas nos exames de TCFC realizados nos três tempos: pré-operatório, três e cinco meses de pós-operatório (Figura 3). Cada caso foi avaliado separadamente e por um mesmo avaliador, devidamente treinado e com experiência em imagens de TCFC.

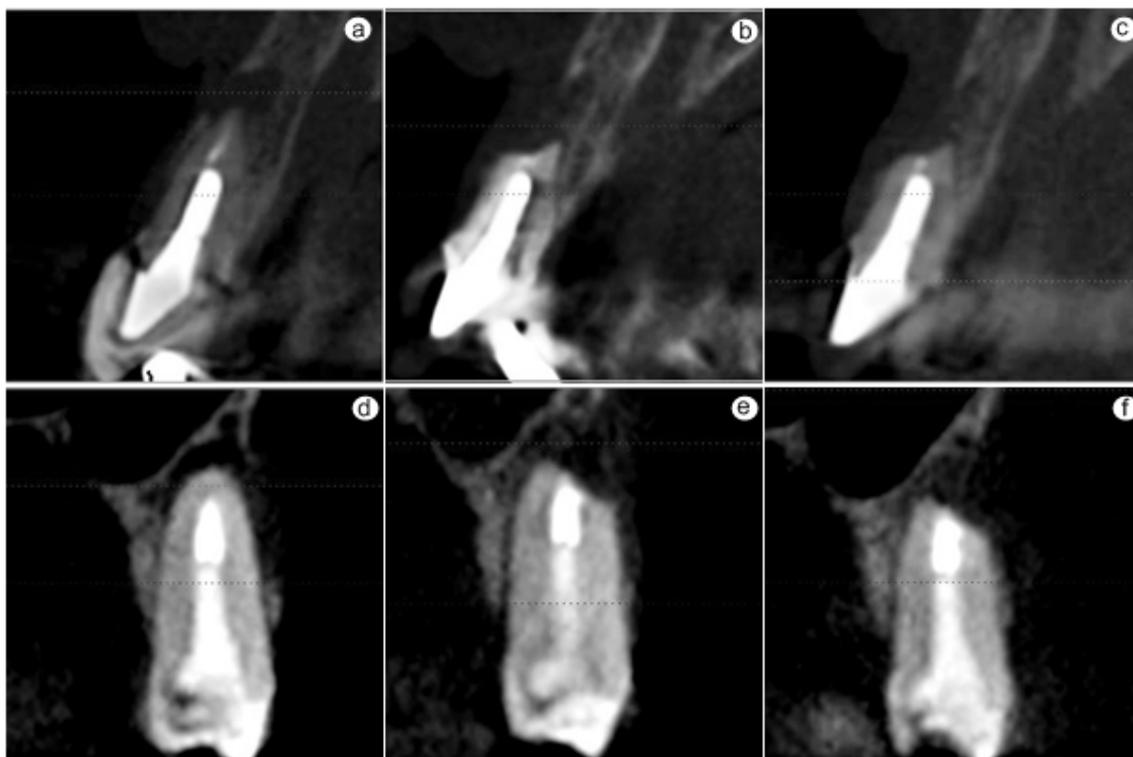


Figura 3: Comparação tomográfica das densidades nos cortes parassagitais nos tempos inicial, três meses e cinco meses de pós-operatório de ambos os casos. a), b), c) Caso 1; d) e) f) Caso 2.

Foram mensurados os maiores diâmetros vestibulo-linguais das lesões perirradiculares nos três cortes parassagitais mais centrais do dente envolvido. Posteriormente, foi calculada a média do diâmetro vestibulo-lingual da lesão nos três cortes parassagitais. Esses valores médios para cada caso, nos três tempos avaliados estão apresentados na Tabela 1. Foi observada uma diminuição do diâmetro vestibulo-lingual no decorrer dos tempos pós-operatórios, em ambos os casos. No caso 1, houve redução da lesão de 15,05% no terceiro mês pós-operatório e de 31,88% no quinto mês pós-operatório, quando comparados com pré-operatório. Já no caso 2, houve redução da lesão de 12,75% no terceiro mês pós-operatório e de 34,18% no quinto mês pós-operatório, quando também comparados com o pré-operatório. Ademais, pela análise das tomografias pode-se perceber que houve variação de densidade ao decorrer do tempo, sendo que as imagens das lesões variaram de hipodensas (tempo inicial) para mais hiperdensas (tempos pós-operários de 3 meses e 5 meses).

Tabela 1: Média e desvio padrão do diâmetro vestibulo-lingual das lesões perirradiculares analisadas na TCFC nos tempos inicial, três meses e cinco meses de pós-operatório (PO).

Tempos pós-operatórios	Relato de Casos	Corte Parasagital Medial (mm)	Corte Parassagital Central (mm)	Corte Parasagital Lateral (mm)	Média (DP) (mm)
Tempo inicial	Caso 1	3,75	3,75	4,25	3,92 (0,29)
	Caso 2	3,75	4,00	4,00	3,92 (0,14)
3 meses PO	Caso 1	3,25	3,25	3,50	3,33 (0,14)
	Caso 2	3,25	3,50	3,50	3,42 (0,14)
5 meses PO	Caso 1	2,75	2,75	2,50	2,67 (0,14)
	Caso 2	2,50	2,50	2,75	2,58 (0,14)

## DISCUSSÃO

A técnica clássica de obturação retrógrada consiste em um corte na raiz em bisel, com preparo de cavidade na luz do canal e sua retro-obturação utilizando materiais como amálgama, óxido de zinco e eugenol, ionômero de vidro ou resina composta, contudo esses materiais apresentam menor biocompatibilidade aos tecidos do periápice quando comparados com o cimento agregado trióxido mineral (MTA)<sup>1</sup>. O material empregado nos casos clínicos foi o cimento MTA Repair HP (Angelus®). Atualmente, ele é indicado em Endodontia para selamento de perfurações, manejo de reabsorções radiculares e retro-obturação<sup>9,12,15</sup>.

O MTA é um cimento bioativo, apresentando mecanismo de ação similar ao do hidróxido de cálcio, auxiliando na remissão de lesões periapicais, estimulando a formação do cimento radicular, do osso alveolar e, indiretamente, do ligamento periodontal<sup>15,16</sup>. A literatura aponta que o MTA Angelus e o MTA ProRoot fornecem resultados semelhantes ou melhores em termos de regeneração de tecidos periapicais, em comparação com Super EBA, IRM, amálgama e guta-percha<sup>17,18</sup>.

Todavia, o novo cimento a base MTA (MTA Repair HP) apresenta como vantagem, ao ser comparado com a formulação original, o fato de não provocar o escurecimento da coroa dental ou a tatuagem gengival, uma vez que o óxido de bismuto foi substituído pelo tungstato de cálcio. Ademais, foi incorporado na fase líquida, agente plastificante que facilita a sua manipulação e emprego<sup>9</sup>. Todavia, clinicamente, não foi observada esta melhora da manipulação. Além disso, a presa inicial do cimento ocorreu mais rapidamente do que o esperado, dificultando a sua inserção no retropreparo. Em relação ao tempo de presa final, foi observado tempo semelhante (85 minutos) ao do MTA convencional (84 minutos), sem diferença estatisticamente significativa<sup>9,12</sup>.

A liberação de cálcio é um fator essencial para o sucesso da terapia, pois provoca a diferenciação e mineralização do tecido duro. O MTA Repair HP apresentou maior liberação de cálcio quando comparado aos outros materiais estudados<sup>12</sup>. Em um estudo com EDS,

observou-se que todos os materiais analisados, incluindo o MTA Repair HP, apresentaram quantidades substanciais de cálcio e que evidenciaram um grau adequado de biocompatibilidade nos testes *in vitro*<sup>19</sup>. Ademais, foi observado que o MTA induz a formação de nódulos mineralizados, devido à expressão de transdutores de sinalização, que exercem um papel importante na diferenciação de osteoblastos e odontoblastos<sup>10</sup>. Por ser à base de silicato de cálcio, apresenta propriedades intrínsecas como boa vedação, bioatividade e propriedades biológicas<sup>12</sup>, podendo, também, promover a reparação e migração celular de osteoblastos ou da polpa dentária<sup>9</sup>.

O planejamento cirúrgico dos casos clínicos foi realizado utilizando a TCFC, visto que este exame é mais preciso no diagnóstico de lesões que exigem a excisão cirúrgica, por permitir a detecção dos defeitos com maior exatidão<sup>14,20,21</sup>. Além disso, a TCFC foi utilizada para avaliar o reparo das lesões periapicais. A análise com TCFC das retro-obturações com MTA Repair HP mostrou uma maior integração do tecido duro neoformado e maior granulação em relação ao osso adjacente. Pode-se observar ainda, que a neoformação óssea é maior na região apical<sup>22</sup>.

No primeiro caso, foi realizada a análise histopatológica da lesão e o diagnóstico foi granuloma periapical, o que está em consonância com outros estudos<sup>22</sup>. As lesões periapicais tratadas nos casos clínicos possuíam diâmetros menores que 5mm, pois quando maiores podem interferir na cicatrização, como foi observado em um estudo realizado por Von Arx et al.<sup>18</sup>, em 2007. Neste, notou-se que a taxa de cicatrização é diretamente proporcional ao tamanho da lesão<sup>18</sup>. A presença de infecção, como no segundo caso clínico, pode ainda reduzir o potencial de cura no sítio cirúrgico<sup>18</sup>.

## CONCLUSÃO

Em relação à remissão das lesões perirradiculares, é possível concluir que houve formação de tecido calcificado no decorrer dos tempos clínicos de três e cinco meses, devido à diminuição dos diâmetros vestibulo-linguais. No que diz respeito à manipulação do material, não foi observada melhora pela adição de agente plastificante. Contudo, foi observado um tempo de presa menor do que o esperado, dificultando a inserção do material no retropreparo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Juiz de Fora por permitir o desenvolvimento do estudo em suas dependências.

## CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## REFERÊNCIAS

1. Bramante CM, Berbert A. Cirurgia parendodôntica. São Paulo: Santos; 2000.
2. Hupp JR, Ellis E, Tucker MR. Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015.
3. American Association of Endodontist. Glossary of endodontic terms. 10. ed. Illinois: Chicago; 2020.
4. Lui JN, Khin MM, Krishnaswamy G, Chen NN. Prognostic factors and endodontic microsurgery. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1071-6.
5. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod.* 1993 Nov;19(11):541-4.
6. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker III WA. Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. *J Am Dent Assoc.* 1999 Jul;130(3):967-75.
7. Schmitt D, Lee J, Bogen G. Multifaceted use of ProRoot MTA root canal repair material. *Pediatr Dent.* 2001 Jul-Aug;23(4):326-30.
8. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mat.* 2008 Feb;24(2):149- 64.
9. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Biocompatibility of new pulp-capping materials neoMTA Plus, MTA Repair HP, and biodentine on human dental pulp stem cells. *J Endod.* 2018 Jan; 44(1):126-32.
10. Maeda T, Suzuki A, Yuzawa S, Baba Y, Kimura Y, Kato Y. Mineral trioxide aggregate induces osteoblastogenesis via Atf6. *Bone Rep.* 2015 Apr;9;2:36-43.
11. Angelus Ciência e Tecnologia. Produtos: endodontia-cimento Reparador-MTA HP Repair. Disponível em: <http://www.angelus.ind.br/>. Acesso em: 30 ago. 2018.
12. Guimarães BM, Prati C, Duarte MAH, Bramante CM, Gandolfi MG. Physicochemical properties of calcium silicate-based formulations MTA Repair HP and MTA Vitalcem. *J Appl Oral Sci.* 2018 Apr;5;26:e2017115.
13. Kim D, Ku H, Nam T, Yoon TC, Lee CY, Kim E. Influence of size and volume of periapical lesions on the outcome of endodontic microsurgery: 3-dimensional analysis using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2016;42(8):1196–201.
14. Amintavakoli N, Spivakovsky S. Cone-beam computed tomography or conventional radiography for localising of maxillary impacted canines? *Evid Based Dent.* 2018 Mar; 23;19(1):22-3.
15. Camilleri J. et al. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater.* 2005 Apr;21(4):297-303.
16. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015 Apr;31(4):351-70.
17. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018 Mar;51(3):284-317.
18. Von Arx T, Jensen SS, Hänni S. Clinical and radiographic assessment of various predictors for healing outcome 1 year after periapical surgery. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):123-8.
19. Tomás-Catalá CJ, Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Forner L, Llena C, et al. Comparative analysis of the biological effects of the endodontic bioactive cements MTA-Angelus, MTA Repair HP and NeoMTA Plus on human dental pulp stem cells. *Int Endod J.* 2017 Dec;50(2 Suppl):E63-e72.
20. Simon JH, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod.* 2006; 32:833–7.
21. Christiansen R, Kirkevang LL, Gotfredsen E, Wenzel A. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009;38:531–6.
22. Kourkouta S, Bailey GC. Periradicular regenerative surgery in a maxillary central incisor: 7-year results including cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2014 Jul;40(7):1013-9.