

Cirurgia parendodôntica com o uso de biodentine como material retrobturador – revisão de literatura

Parendodontic surgery with the use of biodentine as a retrobturaturator material – literature review

Cirugía parendodóntica con biodetina como material de restauración - revisión bibliográfica

DOI:10.34119/bjhrv7n3-055

Submitted: April 07th, 2024

Approved: April 27th, 2024

Rafael Nogueira Almeida

Graduando em Odontologia

Instituição: Centro Universitário do Norte (ININORTE)

Endereço: Manaus, Amazonas, Brasil

E-mail: nogueirar919@gmail.com

Alejandro Angelus da Rocha Rodrigues

Graduando em Odontologia

Instituição: Centro Universitário do Norte (ININORTE)

Endereço: Manaus, Amazonas, Brasil

E-mail: alejandroangelus2023@gmail.com

Karoliny Guimarães Santos

Graduanda em Odontologia

Instituição: Centro Universitário do Norte (ININORTE)

Endereço: Manaus, Amazonas, Brasil

E-mail: odontologia.karoliny santos@gmail.com

Ary Alves Mesquita Júnior

Mestrando em Reabilitação Oral Endodontia

Instituição: Universidade Federal da Amazônia (UFAM)

Endereço: Manaus, Amazonas, Brasil

E-mail: aamesquitajunior@gmail.com

RESUMO

A cirurgia endodôntica é uma opção valiosa quando o retratamento não cirúrgica falha ou não é viável. As técnicas cirúrgicas convencionais, embora eficazes, apresentam desvantagens, como maior remoção óssea e tempo cirúrgico prolongado. No entanto, avanços recentes, como a microcirurgia endodôntica, têm melhorado significativamente as taxas de sucesso, proporcionando resultados mais previsíveis e menos invasivos. O biodentine, um cimento a base de silicato de cálcio, mostrou-se promissor na retrobturação de raízes tratadas cirurgicamente. Este, apresenta propriedades superiores ao MTA, podendo ser utilizada para superar algumas de suas limitações. O biodentine demonstra manipulação relativamente mais fácil, menor tempo de presa, baixo custo, resistência à compressão e flexão superiores ao MTA, assim como, maior capacidade de vedação. Logo, a eficácia do biodentine tem sido comprovada

em estudos clínicos, proporcionando altas taxas de sucesso em tratamentos endodônticos cirúrgicos.

Palavras-chave: tratamento endodôntico cirúrgico do canal radicular, apicetomia, retropreparo, retrobturação, biodentine.

ABSTRACT

Endodontic surgery is a valuable option when nonsurgical retreatment fails or is not feasible. Conventional surgical techniques, although effective, have disadvantages, such as greater bone removal and prolonged surgical time. However, recent advances such as endodontic microsurgery have significantly improved success rates, providing more predictable and less invasive results. Biodentine, a calcium silicate-based cement, has shown promise in the retrofilling of surgically treated roots. This has superior properties to MTA and can be used to overcome some of its limitations. Biodentine demonstrates relatively easier handling, shorter setting time, low cost, superior compression and flexion resistance to MTA, as well as greater sealing capacity. Therefore, the effectiveness of biodentine has been proven in clinical studies, providing high success rates in surgical endodontic treatments.

Keywords: surgical endodontic treatment of the root canal, apicectomy, retropreparation, retrofilling, biodentine.

RESUMEN

La cirugía endodóntica es una opción valiosa cuando el retratamiento no quirúrgico fracasa o no es factible. Las técnicas quirúrgicas convencionales, aunque eficaces, presentan desventajas, como una mayor remoción ósea y un tiempo quirúrgico prolongado. Sin embargo, los avances recientes, como la microcirugía endodóntica, han mejorado significativamente las tasas de éxito, proporcionando resultados más predecibles y menos invasivos. La biodentina, un cemento a base de silicato cálcico, se ha mostrado prometedora en el relleno de raíces tratadas quirúrgicamente. Tiene propiedades superiores al MTA y puede utilizarse para superar algunas de sus limitaciones. La biodentina es relativamente más fácil de manipular, tiene un tiempo de fraguado más corto, es de bajo coste, tiene mayor resistencia a la compresión y a la flexión que el MTA y mayor capacidad de sellado. Por lo tanto, la eficacia de la biodentina se ha demostrado en estudios clínicos, proporcionando altas tasas de éxito en los tratamientos endodónticos quirúrgicos.

Palabras clave: endodoncia quirúrgica, apicetomía, retropreparación, retroburificación, biodentina.

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do tratamento endodôntico é realizar a limpeza e desinfecção completa do sistema de canais radiculares criando um ambiente asséptico e adequado para garantir a adaptação correta do material obturador. É crucial ressaltar que falhas no tratamento endodôntico inicial podem ocorrer devido à limpeza e desinfecção inadequadas dos canais radiculares, resultando na persistência da infecção microbiana (Dioguardi *et al.*, 2022).

Conforme observado por Lio *et al.* (2021), também podem ser atribuídas a fatores como iatrogenias e dificuldades anatômicas.

Entretanto, mesmo com a execução correta de todas as etapas, microrganismos intra ou extraradiculares podem persistir em anastomoses e ramificações do canal principal ou dos acessórios, contribuindo para o fracasso do tratamento endodôntico (Bucchi *et al.*, 2023).

Em casos de falha do tratamento endodôntico convencional, é recomendado inicialmente recorrer ao retratamento endodôntico não cirúrgico. Caso esse procedimento não obtenha sucesso, o tratamento endodôntico cirúrgico torna-se a abordagem indicada (Alghamdi, F.; Alhaddad, A. J.; Abuzinadah, S., 2020).

A abordagem cirúrgica, consiste na osteotomia para localização dos ápices das raízes dos dentes infectados, desbridamento do tecido perriradicular, apicectomia que visa a ressecção da extremidade de raiz seguida da obturação do ápice radicular (Lio *et al.*, 2021).

Neste contexto, surge um interesse crescente em materiais alternativos para a retro-obturação, com destaque para o biodentine. O biodentine (BD) é uma substância à base de silicato de cálcio, utilizado para procedimentos como capeamento pulpar, reabsorções interna e externa, apicificação, perfurações radiculares e como cimento retrobturador (Gowri *et al.*, 2022).

Considerando a importância e complexidade do tratamento endodôntico cirúrgico esta pesquisa tem como objetivo explorar **suas indicações e contraindicações e técnicas associadas como a apicectomia, retropreparo e a retrobturação usando biodentine como material retrobturador, e as perspectivas para a preservação dos dentes tratados.**

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ABORDAGEM CIRÚRGICA DE TRATAMENTO DO CANAL RADICULAR

A periodontite apical é uma condição inflamatória que resulta na reabsorção do tecido ósseo alveolar, afetando até 39% dos dentes obturados. Esta condição é frequentemente ocasionada por práticas inadequadas durante a instrumentação, irrigação e obturação do canal radicular (Bucchi, C; Rosen, E; Taschieri, S., 2023).

Quando o retratamento endodôntico convencional falha, a cirurgia parendodôntica surge como opção de tratamento (Alghamdi, F.; Alhaddad, A. J.; Abuzinadah, S., 2020), para lidar com casos de periodontite apical crônica ou recorrente (Setzer, F. C.; Kratchman, S. I., 2022).

A abordagem cirúrgica convencional do canal radicular consiste no preparo do retalho, osteotomia, desbridamento de tecido perirradicular, apicectomia e obturação retrógrada. No entanto, esta técnica apresenta desvantagem, como uma maior remoção de tecido ósseo, maior tempo cirúrgico e dor e inchaço pós-operatório, além de possíveis danos às estruturas anatômicas vitais. Esta técnica, apresenta uma taxa de sucesso entre 43,5% e 74%. Contudo, ao empregar técnicas mais recentes, com o uso de ampliação e iluminação de alta potência associados à instrumentos microcirúrgicos e materiais obturadores modernos, a taxa de sucesso pode aumentar consideravelmente, alcançando taxas entre 88,9 e 100%, como observado na técnica de microcirurgia endodôntica (Lio *et al.*,2021).

Comparativamente, estudos como o de Bucchi, C; Rosen, E; Taschieri, S., (2023) destacam a superioridade da técnica microcirúrgica em relação à técnica convencional "a mão livre" na obtenção de taxas de sucesso.

A apicectomia, que consiste na ressecção dos ápices e obturação retrógrada dos dentes associados às lesões periapicais (Lio *et al.*,2021). A ressecção radicular visa remover cirurgicamente a infecção intra-radicular, contida nas complexidades anatômicas dos ápices dentais, recomenda a remoção de 3mm do ápice, com base em estudos que demonstraram conter 98% das ramificações e 93% dos canais laterais, podendo variar, pois a literatura não apresenta uma opinião uniforme. Com relação ao ângulo do corte, recomenda-se atualmente um corte em bisel de 0 a 10° ao invés de 45°, para expor menos túbulos dentinários capazes de abrigar microrganismos patogênicos e permitir um retopreparo mais fácil com instrumentos ultrassônicos (Setzer, F. C.; Kratchman, S. I.,2022).

Com o advento da odontologia digital, possibilitou o surgimento de técnicas contemporâneas de cirurgia endodôntica, como a microcirurgia endodôntica guiada e a direcionada.

A microcirurgia endodôntica guiada, consiste de planejamento pré-cirúrgico tridimensional (3D), com a utilização de tomografia computadorizada feixe cônico (TCFC), scanner intraoral e software CAM para unir essas imagens, atualmente muito utilizado na implantodontia, seguida de impressão tridimensionais (3D) para obtenção de um guia cirúrgico (Figura 1), trazendo muitas vantagens quando comparado com a técnica convencional a mão livre, como: localização precisa dos ápices radiculares, redução do tempo cirúrgico e uma menor remoção óssea, melhor cicatrização pós-operatória e um melhor prognóstico e resultados mais previsíveis, por ser menos sensível a técnica do operador (Kim, J. E.; Shim, J. S.; Shin, Y., 2019). Porém, apresenta como desvantagens custo mais elevado e demorado em

comparação com a técnica convencional, maior conhecimento técnico do profissional, equipamentos e software (Lio *et al.*,2021).

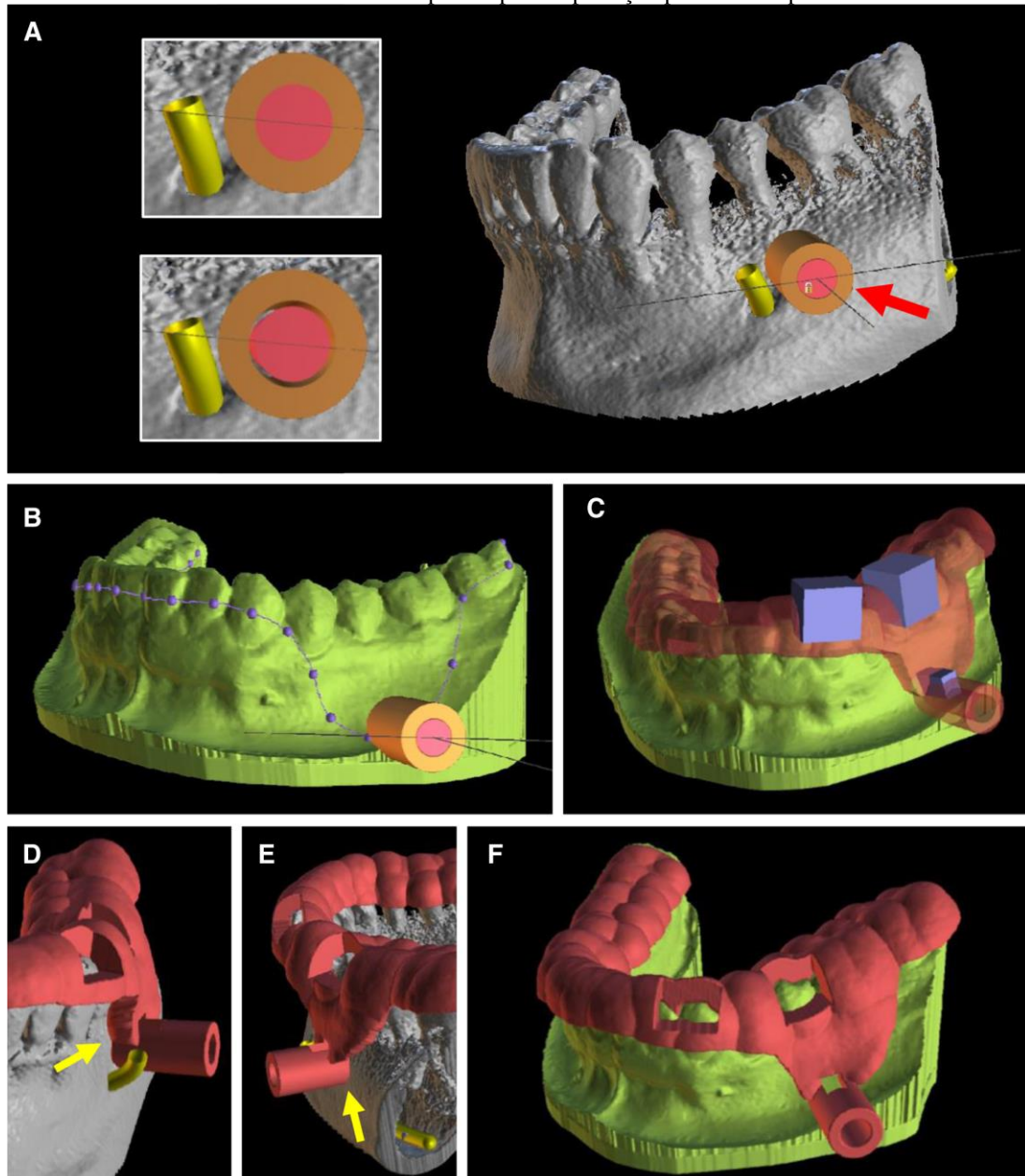
Figura 1. Fotografia clínica mostrando modelo de guia intraoral no local.



Fonte: (Kim, J. E.; Shim, J. S.; Shin, Y., 2019).

A microcirurgia endodôntica direcionada (TEMS) se dar em 4 etapas, sendo a primeiro a obtenção de imagens das estruturas ósseas, dentes e espaços neurovasculares, utilizando tomografia computadorizada feixe cônico (TCFC). Em seguida, o escaneamento óptico intraoral das coroas dentárias e dos tecidos moles é realizado. Na terceira fase, imagens obtidas são unidas por meio de software de design especializado para criação de um modelo virtual tridimensional, e por último é realizado a impressão do guia criado em 3D (Figura 2) (Ray, J. J. *et al.* 2020).

Figura 2 - O projeto do guia TEMS utiliza a construção 3D contendo um modelo virtual. (A) Um tubo guia cilíndrico que replica as dimensões exatas da trefina (canto superior esquerdo). Um tubo guia com ajuste de tolerância de 0,15 mm exagerado para visualização (inferior esquerdo) o tubo guia é projetado de modo que a extremidade da trefina fique nivelada com a extremidade do tubo quando inserido em profundidade para ressecção radicular (flecha vermelha). (B) Definindo as fronteiras do guia. (C) A janela de assento e a colocação da janela de irrigação. (D e E) Se desejado, a superfície de talhe-doce do tubo guia pode ser estendida para atender aos contornos do alvéolo (setas amarelas) impedindo que o retalho entre na via da trefina. (F) O guia TEMS sobre o modelo virtual pronto para exportação para uma impressora 3D.



Fonte: (Ray, J. J. *et al.* 2020)

Segundo Buniag, A. G.; Pratt, A. M.; Ray, J. J.; (2021), a microcirurgia endodôntica direcionada (TEMS) demonstrou-se eficaz em casos anatômicos complexos, maior previsibilidade e menor sensibilidade a técnica do profissional. Porém, conforme Neelakantan, P. *et al.*, (2022) esta técnica precisa de mais evidências científicas para que seja indicada rotineiramente fora do ambiente de pesquisa.

As técnicas conduzidas digitalmente visam diminuir a influência da habilidade do operador durante a cirurgia, visando reduzir os riscos de erros durante os procedimentos cirúrgicos (Neelakantan, P. *et al.*,2022).

2.2 INDICAÇÕES E CONTRAINDICAÇÕES DA ABORDAGEM CIRÚRGICA

A abordagem cirúrgica de tratamento do canal radicular é indicada quando o retratamento não cirúrgico falham ou são inviáveis. A necessidade de cirurgia pode surgir na presença de alguns fatores como: a anatomia complicada do canal radicular, presença de materiais endodônticos e pinos impossíveis de serem retirados, perfurações, reabsorções e fraturas radiculares. Existem diversos desafios anatômicos e alterações morfológicas que podem indicar a necessidade de uma abordagem cirúrgica, por exemplo: dentes com grandes curvaturas radiculares ($>30^\circ$) ou em forma de “S”, calcificações severas, perfurações, reabsorções interna ou externa, instrumentos faturados, presença de microrganismos residuais na constrição apical (Setzer, F. C.; Kratchman, S. I.,2022).

Segundo Dioguardi *et al.* (2022) ainda há outros fatores que podem levar o clínico, a optar pelo tratamento cirúrgico: restaurações coronárias eficazes ou coroas protéticas funcionais, juntamente com um selamento apical adequado ou uma obturação radicular que esteja distante do ápice radiográfico em até 1 mm. Além disso, é importante considerar situações como instrumentos fraturados no terço apical e infecções recorrentes após um retratamento endodôntico convencional.

Por outro lado, a decisão de realizar uma abordagem cirúrgica deve considerar algumas contraindicações, como: a proximidade de estruturas anatômicas importantes como as cavidades nasais, sinusais e nervos (nervo palatino maior, nervo mentual e o nervo alveolar inferior), condições sistêmicas como distúrbio hemorrágico, história de terapia com bisfosfonatos, por apresentar risco elevado de osteonecrose dos maxilares ou doenças cardiovasculares que impossibilitem o uso de anestésicos com vasoconstritores, além de doença periodontal avançada ou mobilidade acentuada devido seu prognóstico desfavorável. Portanto, é fundamental que na tomada de decisão por parte do profissional e do paciente, o último deva ser informado sobre as alternativas de tratamento, assim como as suas vantagens, desvantagens risco e prognósticos (Setzer, F. C.; Kratchman, S. I.,2022).

2.3 RETROPREPARO DO CANAL RADICULAR

Os ultrassons foram introduzidos na cirurgia endodôntica com o objetivo de melhorar a eficácia do retropreparo (Figura 3). A preparação radicular ultrassônica permite uma melhor visibilidade, devido ao efeito angulado de suas pontas (Bugea C. *et al.* 2022).

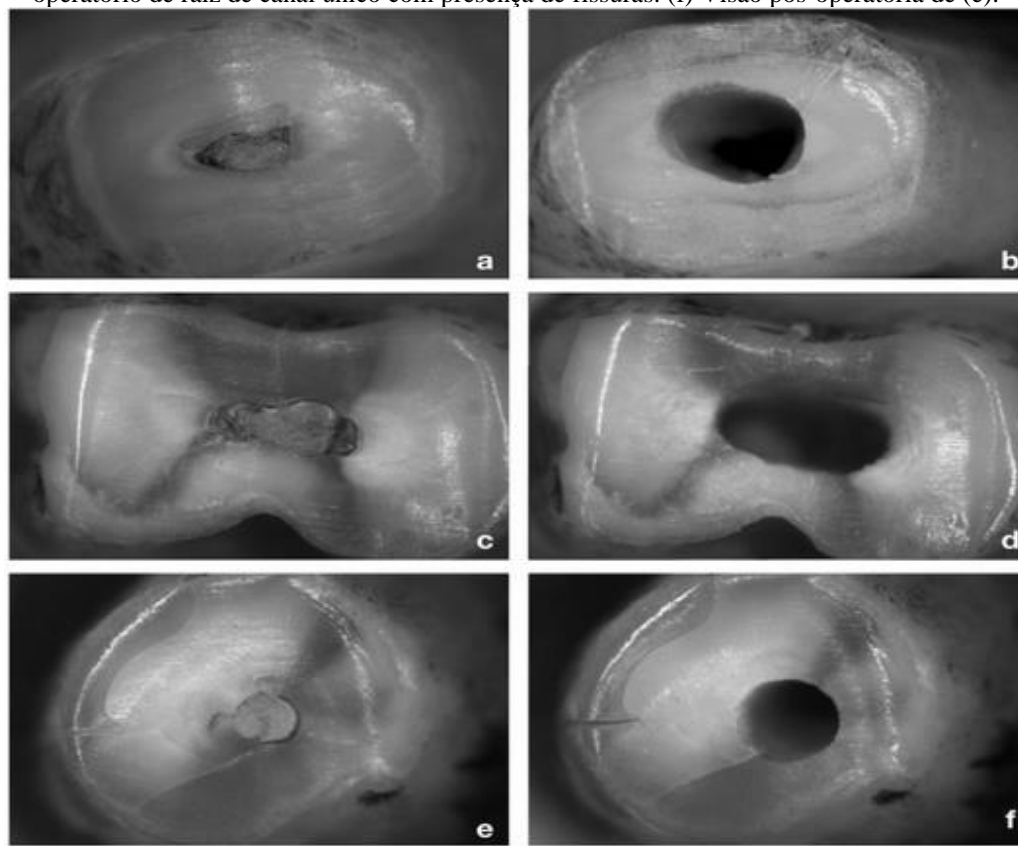
A utilização de dispositivos ultrassônicos proporciona, muitas vantagens clínicas, quando comparadas com as brocas convencionais, tais como: um preparo radicular mais profundo associado a uma melhor visualização e preservação do trajeto original do canal (Consertino, G. *et al.* 2022) e segundo Antony, J. *et al.* (2022) os dispositivos sônicos e ultrassônicos produzem cavidades radiculares mais limpas, centradas e conservadoras.

O fator mais importante durante o retropreparo do canal radicular, é que a potência deve ser regulada a metade da potência máxima do dispositivo ultrassônico, pois quando utilizadas em potência máxima, produzem uma maior formação de fissuras e de margens cavitárias, que podem afetar a capacidade de selamento do cimento retrobturador e propiciar o crescimento bacteriano (Consertino, G. *et al.* 2022).

Bugea C. *et al.* (2022) pontua que, apesar dos bons resultados no retropreparo, apresenta a ocorrência de fissuras dentinárias, que podem evoluir para fraturas radiculares verticais, como desvantagens associadas a técnica, assim como o risco de perfuração.

Sobre a profundidade do preparo, um retropreparo superior a 3 mm, não é aconselhável, devido a necessidade de utilização de pontas mais longas em um espaço confinado, emprego prolongado do dispositivo ultrassônico, que aumenta o risco de fissuras dentinárias (Consertino, G. *et al.* 2022).

Figura 3 – Retropeparo com pontas Piezoelétricas. (a) Visão pré-operatória de uma raiz de canal único. (b) Visão pós-operatória do canal. (c) Vista pré-operatória de uma raiz mesial. (d) Visão pós-operatória de (c). (e) Pré-operatório de raiz de canal único com presença de fissuras. (f) Visão pós-operatória de (e).



Fonte: (Bugea C. et al. 2022).

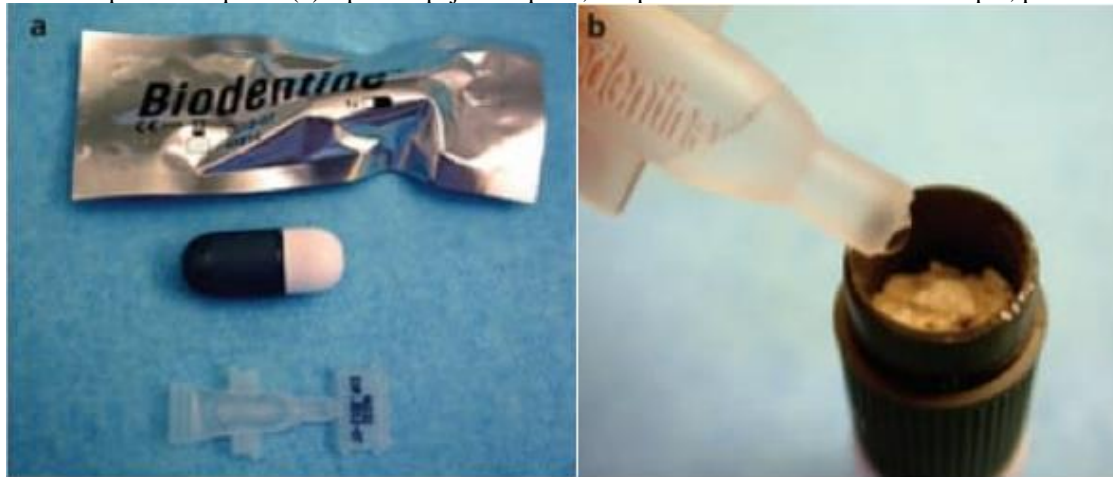
2.4 RETROBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR COM O USO DE BIODENTINE COMO MATERIAL RETROBTURADOR

O biodentine, lançado no mercado no ano de 2010, como um “substituto da dentina”, apresenta-se na forma de cápsula na proporção ideal de pó e líquido (Figura 4). Este cimento utiliza tecnologia de cimento à base do Agregado trióxido mineral (MTA), portanto apresenta algumas melhorias em suas propriedades, e assim como o MTA apresenta uma gama de aplicações (Kaur, M. *et al.* 2017)

Segundo Caron, G. *et al* (2014) A ausência de aluminatos de cálcio e sulfato de cálcio na formulação do biodentine, que são conhecidos por trazer uma menor resistência mecânica e maior tempo de presa, e a principal diferença entre o (MTA). Já no estudo de Rajasekharan, S. *et al.* (2014) relata que, o silicato tricálcico do biodentine, consiste na forma triclínica, enquanto o MTA na forma monoclínica, outra diferença seria no tamanho das partículas, sendo mais fino no silicato tricálcico do biodentine.

Segundo Rajasekharan, S. *et al.* (2014) e Kaur, M. *et al.* (2017) O sistema pó e líquido do biodentine é composto por silicato tricálcico como componente principal, silicato dicálcico (material do segundo núcleo), carbonato de cálcio (material de enchimento), óxido de zircônio (radiopacificador), óxido de cálcio (traços), óxido de ferro (agente corante) e o líquido é uma solução aquosa de um polímero hidrossolúvel (agente redutor de água) com cloreto de cálcio (diminui o tempo de presa).

Figura 4. Biodentine. (a) Biodentine é comercializado em conjuntos pré-dosados incluindo uma cápsula contendo o pó e um líquido. (b) Após despejar o líquido, a cápsula deve ser vibrada a 4.000 rpm, por 30 seg.



Fonte: Caron, G. *et al* (2014)

O agregado trióxido mineral, apresenta uma gama de aplicações tais como: capeamento pulpar direto, material de preenchimento temporário, reparo de perfurações nas raízes ou na furca do dente, apicificação e obturação retrógrada. Porém apresenta algumas desvantagens como: difícil manipulação, longo tempo de presa e alto custo (Kaur, M. *et al.* 2017)

Assim como o MTA o biodentine apresenta também uma gama de aplicações clínicas, nas quais podemos citar o capeamento pulpar, tratamento das perfurações radiculares e do assoalho pulpar, reabsorção interna e externa, apicificação e obturação retrógrada do canal radicular (Rajasekharan, S. *et al.* 2014).

Segundo Kaur, M. *et al.* (2017) O biodentine pode ser utilizada para superar algumas limitações do MTA, pois demonstrou manipulação relativamente mais fácil, menor tempo de presa (10 minutos) contra (175 minutos) do MTA, baixo custo, resistência a compressão e flexão superiores ao MTA, assim como segundo Gowri *et al.*, (2022) uma maior capacidade de vedação.

As propriedades físicas do biodentine como resistência a flexão (34 MPa), módulo de elasticidade (22.000 MPa) e dureza Vickers (60 HV) são superiores às do MTA, também apresenta quando comparado ao MTA, uma maior liberação de íons cálcio, que auxilia na formação de tecidos duros (Rajasekharan, S. *et al.* 2014), menor descoloração dentária (Setzer, F. C.; Kratchman, S. I., 2022).

Segundo Antony, J. *et al.* (2022) devido a sua maior liberação de íons cálcio e íons hidroxila, o biodentine possui maior capacidade alcalinizante e melhor eficácia antibacteriana que o ProRoot MTA.

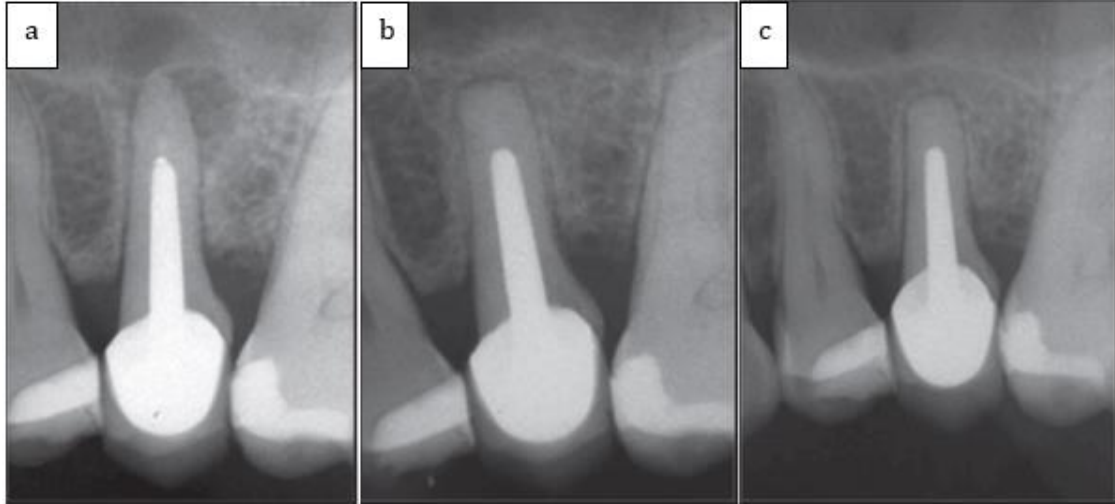
O biodentine apresenta algumas desvantagens, conforme relatado em Caron, G. *et al.* (2014) o seu manuseio não é tão fácil como afirma o fabricante, e tem como principal limitação, a sua baixa radiopacidade, inferior ao MTA, que dificulta a visualização quando da obturação retrógrada, quando pequenas quantidades são utilizadas.

2.5 PROSERVAÇÃO

O biodentine é uma substância à base de silicato de cálcio, vem sendo cada vez mais estudado e aplicado em diferentes procedimentos endodônticos, incluindo a retrobturação. Devido suas propriedades biocompatíveis, induz a mineralização, diferenciação odontoblástica em células da polpa e interliga-se com a dentina pela cristalização nos túbulos dentinários. Possui potencial de mineralização superior ao MTA, o superando em capacidade de vedação. Os elementos tratados cirurgicamente e retrobturados com biodentine vem apresentando excelentes resultados (Gowri *et al.*, 2022).

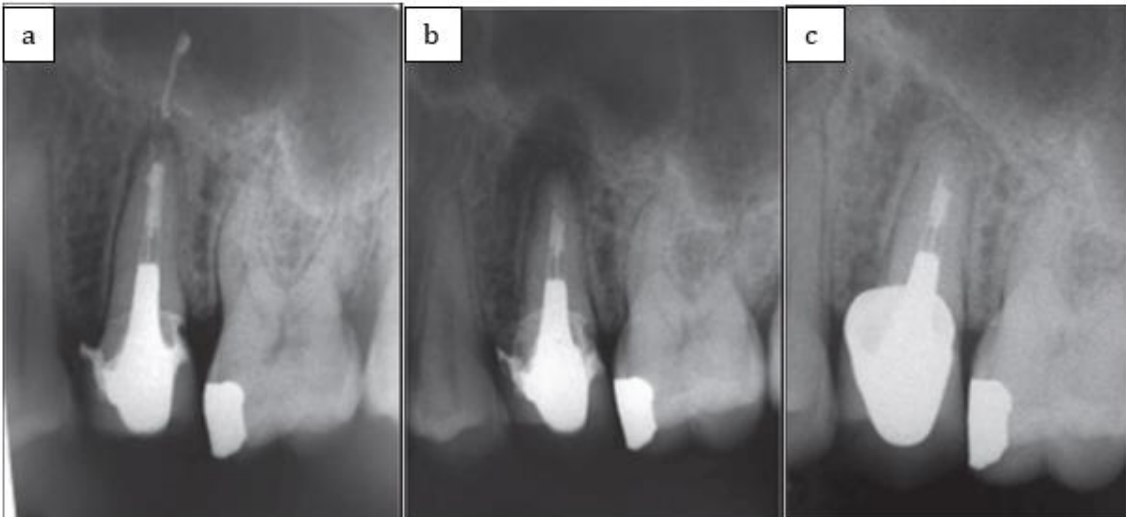
Segundo o estudo de Caron, G. *et al* (2014) foram realizadas consultas de acompanhamento dos elementos tratados com biodentine, baseados nos parâmetros clínicos e radiográficos, ambos os elementos tratados foram considerados curados completamente no período de 1 ano e confirmado no período de 2 anos (Figuras 4 e 5). Os pacientes não demonstraram dor, disestesia, defeito periodontal e nem descoloração ao exame clínico. Ao exame radiográfico observou-se completa cicatrização periapical e reconstituição do ligamento periodontal.

Figura 4. Caso 1. (a) Visão pré-operatória dente 25. (b) 1 ano após a cirurgia. (c) 2 anos após a cirurgia.



Fonte: Caron, G. *et al* (2014)

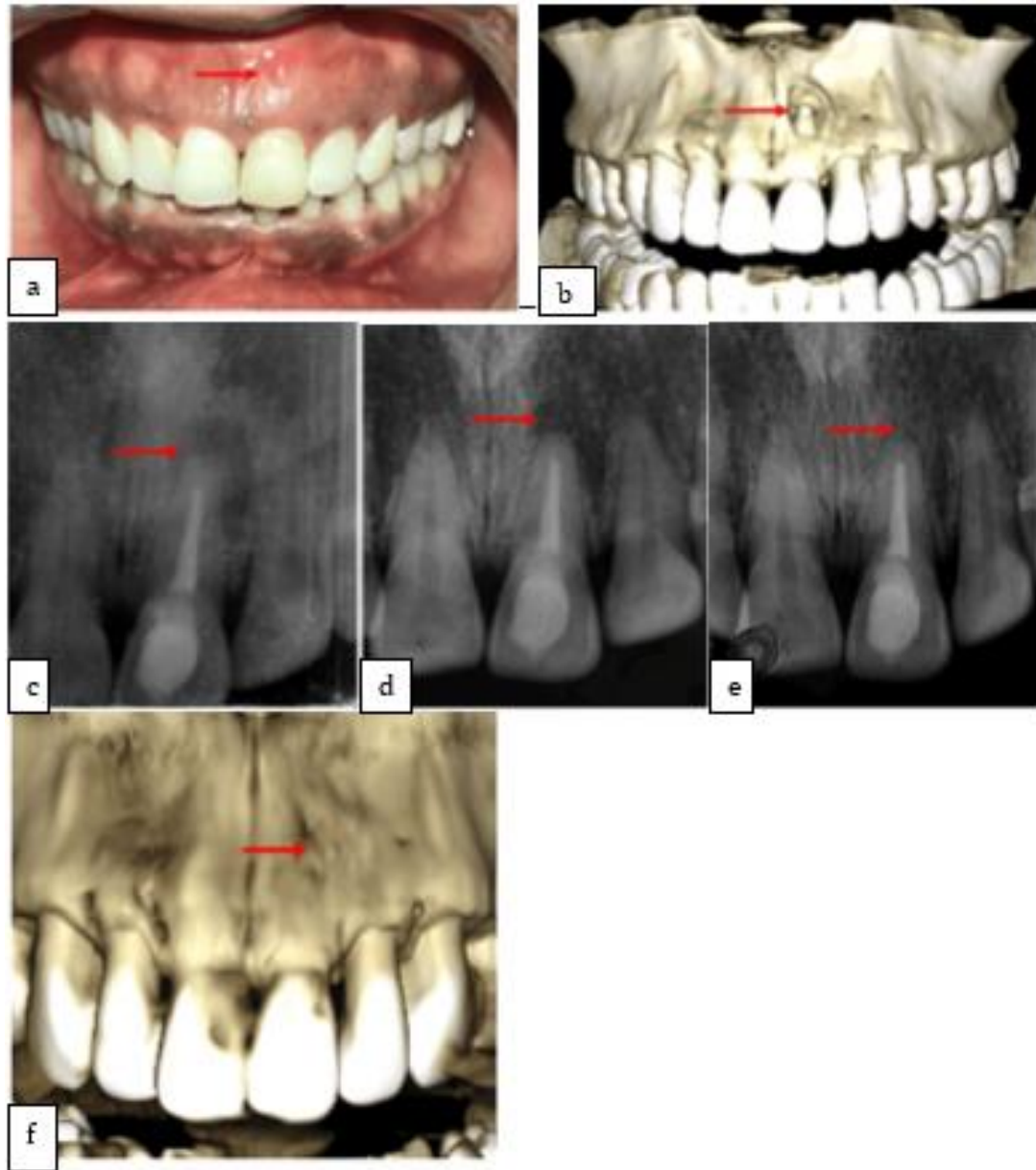
Figura 5. Caso 2. (a) Visão pré-operatória dente 25. (b) Visão pós-operatória imediata. (c) 2 anos após a cirurgia.



Fonte: Caron, G. *et al* (2014).

No estudo de Agrawal, P. *et al* (2023) acompanhou o paciente que teve o dente 21 tratado com cirurgia apical (enucleação, apicectomia e obturação retrógrada com biodentine, enxerto ósseo de hidroxiapatita nanocristalina e fibrina rica em plaquetas), por 3 e 6 meses, no qual foi também observado consolidação óssea completa e nenhum sintoma como dor, desconforto e inflamação.

Figura 5. (a) imagem pré-operatória do dente 21. (b) imagem de TCFC mostrando grande lesão periapical com perfuração da placa cortical labial do dente 21. (c) Radiografia pós-operatória imediata. (d) radiografia de acompanhamento de um mês. (e) radiografia de acompanhamento de três meses. (f) imagem de TCFC de acompanhamento de seis meses mostrando lesão periapical cicatrizada



Fonte: (Agrawal, P. *et al* 2023).

Conclui-se que os elementos dentários tratados por cirurgia endodôntica e obturação retrógrada com biodentine, vem demonstrando altas taxas de sucesso no tratamento endodôntico cirúrgico.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta pesquisa consistiu em uma revisão de literatura, conduzida por meio de um levantamento bibliográfico utilizando as palavras-chave (em inglês)

combinadas: " *Surgical endodontic treatment of the root canal* ", " *Apicoectomy* ", " *retrofilling* ", " *Retrobturation* ", " *Biodentine* ".

Foram estabelecidos critérios de inclusão que contemplassem artigos completos pertinentes ao tema, disponíveis na base de dados PUBMED e publicados em língua inglesa no período de 2014 a 2024.

Por outro lado, os critérios de exclusão foram aplicados a textos incompletos ou não relacionados ao assunto, bem como a publicações em idiomas diferentes do inglês e com datas de publicação anteriores a 2014.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os critérios de seleção estabelecidos, foram escolhidos 17 artigos publicados nos últimos onze anos. O objetivo foi analisar os principais estudos relacionados à cirurgia parodontológica, com foco nas indicações e contra-indicações do tratamento endodôntico cirúrgico, apicectomia, retropreparo, retrobturação com o uso de biodentine como material retrobturador e na preservação.

5 CONCLUSÃO

A abordagem cirúrgica do canal radicular é uma solução valiosa para casos de falha do retratamento endodôntico convencional. Técnicas contemporâneas, como a microcirurgia endodôntica, associadas a cimentos biocerâmicos modernos, como o biodentine, que surge como uma alternativa valiosa para superar limitações apresentados pelo agregado trióxido mineral (MTA), vem melhorando significativamente as taxas de sucesso e proporcionando resultados mais previsíveis no tratamento cirúrgico do canal radicular.

REFERÊNCIAS

- Agrawal, P. *et al.* Management of discoloured anterior teeth with radicular cyst: A case report. **Cureus**, 2023.
- Antony, J. *et al.* Sealing ability of mineral trioxide aggregate, Biodentine, and EndoSequence RRM putty used as retrograde restorative material: An in vitro bacterial leakage model study. **Endodontology**, v. 34, n. 1, p. 16, 2022.
- Alghamdi, F.; Alhaddad, A. J.; Abuzinadah, S. Healing of periapical lesions after surgical endodontic retreatment: A systematic review. **Cureus**, 2020.
- Bucchi, C.; Rosen, E.; Taschieri, S. Non-surgical root canal treatment and retreatment versus apical surgery in treating apical periodontitis: A systematic review. **International endodontic journal**, v. 56, n. S3, p. 475–486, 2023.
- Bugea, C. *et al.* In vitro qualitative evaluation of root-end preparation performed by piezoelectric instruments. **Bioengineering (Basel, Switzerland)**, v. 9, n. 3, p. 103, 2022.
- Buniag, A. G.; Pratt, A. M.; Ray, J. J. Targeted endodontic microsurgery: A retrospective outcomes assessment of 24 cases. **Journal of endodontics**, v. 47, n. 5, p. 762–769, 2021.
- Caron, G. *et al.* Use of a new retrograde filling material (Biodentine) for endodontic surgery: two case reports. **International journal of oral science**, v. 6, n. 4, p. 250–253, 2014.
- Corsentino, G. *et al.* Sealing ability of two root-end filling materials at different retro-preparation lengths. **Journal of oral science**, v. 64, n. 1, p. 80–84, 2022.
- Dioguardi, M. *et al.* Comparison of endodontic failures between nonsurgical retreatment and endodontic surgery: Systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. **Medicina (Kaunas, Lithuania)**, v. 58, n. 7, p. 894, 2022.
- Gowri, S. *et al.* An in vitro investigation of the sealing ability of Biodentine and mineral trioxide aggregate as retrofilling materials after the use of various irrigating solutions. **Journal of pharmacy & bioallied sciences**, v. 14, n. Suppl 1, p. S563–S567, 2022.
- Kaur, M. *et al.* MTA versus Biodentine: Review of literature with a comparative analysis. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 11, n. 8, p. ZG01–ZG05, 2017.
- Kim, J. E.; Shim, J. S.; Shin, Y. A new minimally invasive guided endodontic microsurgery by cone beam computed tomography and 3-dimensional printing technology. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 44, n. 3, 2019.
- Lio, F. *et al.* Microcirurgia endodôntica guiada em apicoectomia: uma revisão. **Journal of biological regulators and homeostatic agents**, v. 35, n. 3 Suppl. 1, p. 47–55, 2021.
- Neelakantan, P. *et al.* Present status and future directions: Minimally invasive root canal preparation and periradicular surgery. **International endodontic journal**, v. 55, n. S4, p. 845–871, 2022.

Rajasekharan, S. et al. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. **European archives of paediatric dentistry: official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry**, v. 15, n. 3, p. 147–158, 2014.

Ray, J. J. *et al.* Targeted endodontic microsurgery: Digital workflow options. **Journal of endodontics**, v. 46, n. 6, p. 863–871, 2020.

Setzer, F. C.; Kratchman, S. I. Present status and future directions: Surgical endodontics. **International endodontic journal**, v. 55 Suppl 4, n. S4, p. 1020–1058, 2022.