

MTA E BIOCERÂMICAS: NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

Data de aceite: 03/07/2023

Camilly da Silva Andrade

<http://lattes.cnpq.br/4355617608224636>

Marcos Henrique de Castro e Souza

<http://lattes.cnpq.br/7751087850590680>

depende da condução adequada de todas as etapas.

PALAVRAS-CHAVE: ENDODONTIA; OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR; CIMENTOS DENTARIOS

RESUMO: O tratamento endodôntico é um tratamento direcionado para a eliminação dos microrganismos do sistema de canais radiculares infectados ou para a redução a níveis insignificantes das bactérias existentes. Este estudo constitui-se de uma revisão da literatura especializada, realizada entre 2009 e 2020, no qual realizou-se uma consulta por artigos científicos selecionados através dos bancos de dados “PubMed”. Desta forma, o objetivo do presente trabalho é revisar a literatura atual, a respeito dos biomateriais MTA e Biocerâmicas, realçando as suas características físicas e biológicas assim como as suas indicações, vantagens e desvantagens na realização do tratamento endodôntico. Através da literatura analisada, pôde-se perceber que os materiais MTA e biocerâmicas apresentam características similares, não havendo um consenso sobre a superioridade de um dos materiais em relação ao outro. Não obstante ressalta-se que o sucesso do tratamento endodôntico

MTA AND BIOCERAMICS: IN ENDODONTIC TREATMENT

ABSTRACT: Endodontic treatment is a treatment aimed at eliminating microorganisms from the infected root canal system or reducing insignificant levels of existing bacteria. This study consists of a review of the specialized literature, carried out between December 2009 and 2020, in which a consultation was carried out for scientific articles selected through the “PubMed” databases. Thus, the objective of the present work is to review the current literature, regarding MTA and Bioceramics biomaterials, highlighting their physical and biological characteristics as well as their indications, advantages and disadvantages in performing endodontic treatment. Through the analyzed literature, it was possible to notice that the MTA and bioceramics materials have similar characteristics, with no consensus on the superiority of one of the materials in relation to the other. However, it

is emphasized that the success of endodontic treatment depends on the proper conduct of all stages.

KEY WORDS: ROOT CANAL OBTURATION; ENDODONTIC; DENTAL CEMENTS

INTRODUÇÃO

Tratamento Endodôntico consiste em um tratamento direcionado para a eliminação dos microrganismos do sistema de canais radiculares infectados ou para a redução a níveis insignificantes das bactérias existentes, através da combinação de uma instrumentação mecânica e química dos canais e a sua obturação com um material inerte, com o objetivo de manter ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares. Desta forma, o principal objetivo do tratamento endodôntico é a prevenção ou a cura da patologia pulpar e periapical (NG et al., 2007).

Para que o sucesso deste procedimento seja pleno, deve haver um preenchimento do espaço intracanal já conformado com materiais inertes ou antissépticos que proporcionam um selamento tridimensional (BIN et al., 2012).

Assim como por via canal, vários materiais já foram propostos com o objetivo de promover um adequado selamento do canal radicular por via retrógrada que consiste na obturação via ápice, através do tratamento cirúrgico. Um material ideal para ser utilizado em obturações retrógradas, deve aderir às paredes da cavidade, promovendo o selamento do sistema de canais radiculares, ser biocompatível, não interferir nos processos biológicos de reparação, não ser reabsorvível, possuir boa estabilidade dimensional, facilidade de preparo e inserção, ser radiopaco e insensível à humidade (BEATRICE et al, 2009).

Com o intuito de solucionar os insucessos da Terapia Endodôntica em 1993, foi criado o Mineral Trióxido Agregado (MTA), devido as suas características biocompatíveis e a capacidade de indução a osteogênese e cementogênese (RUIZ et al. 2003), mais tarde, em 2009, foram criadas as Biocerâmicas, que são compostos cerâmicos biocompatíveis obtidas in situ e in vivo, através de vários processos químicos. Com excelentes propriedades de biocompatibilidade, devido à sua semelhança com hidroxiapatita biológica. (KOCH et al., 2012)

O objetivo deste trabalho é uma revisão sistemática da literatura em busca de mostrar o MTA e as Biocerâmicas, suas características e propriedades, e uma pequena comparação entre os dois, a fim de ajudar na escolha do material obturador.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo teve como metodologia a busca ativa de informações na base de dados MEDLINE, que possui cerca de 4.800 revistas publicadas aos Estados Unidos e em mais de 70 países de todo o mundo desde 1966 até a atualidade.

Com a finalidade de delimitar o objeto de estudo e o campo de investigação para a

realidade que se pretende apreender, optou-se por selecionar apenas produções na forma de artigos de pesquisas excluindo revisões da literatura, tendo considerado o ano de 2009 até o período atual, para tal levantamento.

Na base de dados foram utilizando as terminologias cadastradas nos “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS) criados pela Biblioteca Virtual em Saúde desenvolvido a partir do Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine, que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol, a terminologia utilizada foi “Bioceramic” e “Endodontics”.

A seleção baseou-se na comparação do MTA com Biocerâmicos em qualquer assunto sobre suas propriedades, desconsiderados aqueles que, apesar de aparecerem no resultado da busca, não abordavam o assunto sob o ponto de vista comparativo, artigos comparando biocompatibilidade e citotoxicidade também foram excluídos pela ampla literatura mostrando bons resultados nesses critérios e a falta do surgimento de novos cimentos de renome no mercado para justificar tais avaliações.

RESULTADOS

Para esta revisão, a pesquisa inicial resultou em um total de 81 títulos encontrados na busca eletrônica nas bases de dados. Após a leitura de títulos e resumos, 8 trabalhos foram excluídos por serem revisões. Em seguida, os 59 estudos restantes foram excluídos quanto à elegibilidade, em consideração às propriedades de cimentos biocerâmicos em endodontia avaliadas. Os resultados do estudo ($n = 14$) serão apresentados de forma descritiva em tópicos

- **Alteração de cor**

Um único estudo foi possível avaliar e comparar a alteração de cor dos cimentos Endosequence Bioceramic Root Repair Material Fast Set Putty (ERRM) e do ProRootMTA (PMTA), ao serem inseridos na parte da coroa de dentes humanos extraídos num período de quatro meses, foi possível observar que enquanto o cimento Biocênamico manteve a cor do dente estável, o cimento MTA criou uma descoloração progressiva da coroa (Alsubait et al., 2016)

- **Radiopacidade, pH, extravasamento e solubilidade**

Um estudo comparou a solubilidade e o pH de diferentes seladores de canal radicular in vitro, BioRoot™ RCS, TotalFill BC Sealer, MTA Fillapex, Sealapex™, AH Plus, EasySeal, Pulp Canal Sealer™ e N2 foram testados. BioRoot™ RCS e TotalFill BC Sealer apresentaram solubilidade significativamente maior ($P < 0,05$). Todos os seladores de canal radicular remanescentes preencheram os requisitos de solubilidade da Organização Padrão Internacional 6876 demonstrando uma perda de peso inferior a 3%. BioRoot™ RCS e Totalfill BC Sealer apresentaram pH alcalino elevado ao longo do tempo ($P < 0,05$); a

alcalinidade dos outros cimentos testados foi significativamente menor (POGGIO et al., 2017).

O Endosequence BC Sealer apresentou radiopacidade e extravasamento de acordo com as recomendações da ISO 6876/2001. A do estudo mostrou uma análise favorável as propriedades físico-químicas para um cimento de canal radicular mas não foi encontrado estudos comparativos com o MTA como grupo de comparação. (Candeiro et al., 2015)

Colombo et al., 2018 testaram dois seladores à base de biocerâmica, um selador à base de hidróxido de cálcio, um selador à base de MTA e dois à base de resina epóxi. Os novos baseados em biocerâmica mostraram propriedades físico-químicas aceitáveis, mas bioRoot™ RCS e TotalFill BC Sealer parecem ser muito solúveis, não respeitando os requisitos da ISO 6876.

- **Adaptação marginal e Capacidade seladora**

MOHAMED EL SAYED & HUSSEINI, 2018. Avaliaram a capacidade de vedação apical de dois materiais os cimentos AH Plus, MTA Fillapex e EndoSequence BC, oitenta caninos maxilos e mandibulares extraídos, preparados utilizando o sistema rotativo ProTaper Universal até o tamanho F4, apresentou diferença significativa entre eles. Corroborando com estudos anteriores que mostraram a semelhança entre EndoSequence Root Repair Material e MTA (Shokouhinejad, 2014)

Lagiseti, 2018. realizou um estudo afim de avaliar e comparar a capacidade de vedação da massa de conjunto rápido EndoSequence BC, Agregado de Trióxido Mineral Pro Root (MTA) e Zirconomer na reparação da perfuração furcal medindo vazamento de corante esteremicroscópio, uma cavidade de acesso padrão foi feita em quarenta e oito primeiros molares mandibulares extraídos e maxilares seguidos de criação de uma perfuração furcal no centro da câmara de polpa por meio da broca redonda nº 4 (criando uma perfuração de 2 mm de diâmetro), o Endo Sequence mostrou menos microvazamento do que o MTA, mas não estatisticamente significante, concluindo que o Endosequência e MTA apresentaram um baixo volume de microvazamento, portanto, podem ser usados como materiais de reparo de furca.

Em uma avaliação da capacidade seladora dos cimentos endodônticos Biocerâmicos e MTA. Foi concluído que Bioceramic Root-end Repair (BCRR) é equivalente ao MTA (Leal et al., 2011), semelhante ao estudo de Antunes et al, 2016. Onde foi possível observar que o MTA e o BioCeramic Root Repair Material (BCRRM) apresentaram capacidade de vedação semelhante.

- **Resistência à fratura das raízes**

Um único estudo avaliou a resistência à fratura de dentes preenchidos com cimentos endodônticos biocerâmicos (Endosequence BC sealer), Mineral trioxide aggregate-based sealer (Tech Biosealer Endo). Em contraste com Tech Biosealer Endo, o Endosequence BC aumentou a resistência à fratura de pré-molares com raízes únicas preenchidas com o

material (Topçuoğ et al., 2013)

- **Propriedades antibacterianas**

Jardine et al., 2019 Avaliaram a viabilidade do biofilme de multiespécies após contato com NeoMTA Plus, Biodentine e MTA Angelus, o resultado mostrou que no biofilme formado por bactérias cercadas por uma matriz extracelular nenhum material foi capaz de matar todas as células do biofilme, e todos os grupos tinham mais de 50% de bactérias viáveis, concluindo que o NeoMTA Plus, Biodentine e MTA Angelus não foram eficazes contra o biofilme, e que os procedimentos complementares de desinfecção devem ser realizados antes do preenchimento desses materiais, corroborando com um estudo de Singh et al. (2016) onde, in vitro, as propriedades antibacterianas dos cimentos endodônticos EndoSequence BC Sealer e MTA contra *Enterococcus faecalis* apresentaram atividade antibacteriana semelhante.

- **Retratamento dos canais radiculares**

Independente da técnica e do cimento utilizados, todos os materiais são passíveis de deixar remanescentes o estudo de Kim et al., (2019) onde ao comprar EndoSequence BC foi observado uma maior remanência de MTA nos canais principalmente em canais tipo c, corroborando com o estudo de anterior com três cimentos endodônticos diferentes: iRoot SP (biocerâmico), MTA Fillapex (à base de MTA) e AH-26 (à base de resina epóxica), nenhum dos cimentos testados foi completamente removido dos canais radiculares utilizando o sistema ProTaper Universal Retreatment (PTR) (UZUNOGLU et al., 2015).

- **Penetração dos Selantes à Dentina Radicular**

Arikatla et al., 2018 avaliou a adaptação interfacial e a profundidade de penetração dos seladores Bioroot RCS e MTA Plus para a dentina, AH Plus mostrou uma profundidade significativamente maior de penetração e lacunas mínimas do que os seladores biocerâmicos ($P < 0,05$) O MTA Plus apresentou significativamente mais lacunas interfaciais e menos profundidade de penetração do que o Bioroot RCS ($P < 0,05$), em todas as regiões radiculares, a AH plus apresentou lacunas mínimas e penetração mais tubular, enquanto o MTA Plus exibiu mais lacunas e menos penetração.

DISCUSSÃO

É evidente que uma das preocupações da Odontologia atual é a realização de tratamentos endodônticos bem-sucedidos, visando o controle da infecção e restabelecimento da saúde dos tecidos peri radiculares. Desta forma, diversos cimentos endodônticos, dentre eles o MTA e as Biocerâmicas, estão sendo desenvolvidos e utilizados, na tentativa de melhor alcançar os resultados desejados. A partir da revisão de literatura proposta, foi possível observar a similaridade relacionada à biocompatibilidade (DE-DEUS et al., 2009) e citotoxicidade (DAMAS et al., 2011) entre o MTA e as biocerâmicas, demonstrando ser

excelentes cimentos endodônticos.

No estudo de Willershausen et al., 2013, foi avaliado a biocompatibilidade entre o MTA e as biocerâmicas e a possível toxicidade aos tecidos perirradiculares. Foram utilizados MTA branco, cinzento e biocerâmicas em contato com fibroblastos do ligamento periodontal e incubados por 96 horas para determinar o potencial de crescimento celular. Após o período de 96 horas e avaliação microscópica, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois materiais. Contudo, quando observados no período de 24 horas, as biocerâmicas apresentaram um desempenho significativamente maior que o MTA (WILLERSHAUSEN et al., 2013).

Damas et al., 2011, em um estudo similar ao supracitado, avaliaram o efeito citotóxico em fibroblastos dos cimentos MTA (ProRoot® e MTA Angelus®), comparando com o cimento biocerâmico EndoSequence Root Repair®. Após 24 horas, a citotoxicidade foi avaliada. Todos os materiais testados exibiram viabilidade celular de 91,8%, não sendo observada diferença estatística entre os materiais. Entretanto, houve uma diferença estatisticamente significativa relacionada à viabilidade celular em associação ao EndoSequence Root Repair®. Desta forma, os autores concluíram que o cimento biocerâmico EndoSequence Root Repair® demonstrou similares níveis de citotoxicidade em relação aos cimentos de MTA testados (DAMAS et al., 2011).

Zoufan et al. 2011, avaliaram também o efeito citotóxico dos cimentos endodônticos GuttaFlow® (que apresenta guta percha na forma de partículas inferiores a 30 µm e o cimento composto por polidimetilsiloxano) e EndoSequence BC Sealer®, comparando com os cimentos AH Plus® e Tubli-Seal (na forma de pasta de óxido de zinco e eugenol). A citotoxicidade dos cimentos foi avaliada antes e após a reação de presa de cada material. Foi observado que para os cimentos frescos ainda, a viabilidade celular do AH Plus foi menor do que os demais cimentos. Após a ocorrência de presa, o cimento Tubli-Seal apresentou menor viabilidade celular do que os cimentos GuttaFlow® e EndoSequence BC Sealer®. Não foi observada nenhuma diferença significativa entre os cimentos GuttaFlow® e EndoSequence BC Sealer®, tanto na presença ou ausência de presa. Os autores concluíram que os cimentos GuttaFlow® e EndoSequence BC Sealer® tiveram menor citotoxicidade do que os cimentos AH Plus® e Tubli-Seal®. Os autores relataram ainda que o cimento EndoSequence BC Sealer® não tomou presa quando deixado sobre uma superfície a temperatura ambiente por até 2 meses, ao passo que nos demais cimentos, a presa ocorreu até 24 horas (ZOUFAN et al., 2011).

Hansen et al., 2011, observaram in vitro o potencial hidrogeniônico (pH) das superfícies radiculares, após simulando reabsorções radiculares. Para isso, utilizaram os cimentos MTA branco e EndoSequence Root Repair®, utilizados em 24 dentes humanos, unirradiculares, extraídos bilateralmente. Os mesmos foram instrumentados e as cavidades nas superfícies radiculares foram preparados a 2 mm e 5 mm aquém do ápice. Os canais radiculares dos grupos experimentais (n=20) foram preenchidos com MTA branco ou com

EndoSequence Root Repair material®, enquanto os dentes do grupo controle foram cheios com cálcio hidróxido de sódio (controle positivo) ou soro fisiológico (controle negativo). Os valores dos pHs nas cavidades da superfície da raiz foram medidos em 20 minutos, 3 horas, 24 horas, 1 semana, 2 semanas, 3 semanas e 4 semanas. Foi observado que os valores de pH a 5 mm, quando comparado com o nível de 2 mm foram significativamente mais elevados para os grupos MTA branco, EndoSequence Root Repair material® e o controle positivo. Em ambos os níveis de 2 e 5 mm, mudanças de pH significantes ocorreram ao longo do tempo quando o MTA branco e o EndoSequence Root Repair material® foram utilizados, não ocorrendo o mesmo no grupo controle negativo. O pH do grupo MTA branco foi maior do que o do grupo EndoSequence Root Repair®, em 24 horas ao nível de 2 mm, e após 1 semana ao nível de 5 mm. Após esses períodos, o pH do grupo MTA branco sempre foi significativamente maior do que o do grupo em que foi utilizado o EndoSequence Root Repair®. Com isso, concluiu-se que a colocação intracanal de MTA branco em comparação com o EndoSequence Root Repair material® resultou em maiores valores de pH em defeitos simulados de reabsorções radiculares (HANSEN et al., 2011).

Similarmente, Shokouhinejad et al., 2014 compararam o efeito de um ambiente ácido na resistência e força de uma biocerâmica e o MTA. Para este estudo foram selecionados 120 dentes, os quais foram instrumentados, obturados e divididos em 6 grupos de 20 dentes cada. O grupo 1 e 2 foi obturado com ProRoot MTA®, o grupo 3 e 4 foram obturados com biocerâmicas em putty e por fim o grupo 5 e 6 foram obturados com cimento biocerâmico. Espécimes do grupo 1, 3, e 5 foram expostas a uma solução salina de pH=7.4 e os grupos 2, 4, 6 foi exposto a um ácido butílico de pH=4.4. Para a análise de resistência e força foram realizados testes mecânicos universais e microscopia. Os espécimes expostos ao primeiro teste não demonstraram diferenças significativas dos materiais. Os espécimes expostos ao segundo teste demonstraram que o MTA e as biocerâmicas diminuíram a sua força compressiva em ambiente ácido. Foi concluído que ambientes cujo o pH apresente valores de 4 influencia significativamente a força compressiva dos materiais (SHOKOUHINEJAD et al., 2014).

Considerando-se a resistência à fratura de dentes imaturos, Ulusoy et al. 2011, avaliaram 108 raízes divididas aleatoriamente em 9 grupos. As raízes foram instrumentadas com exceção das raízes do grupo controle negativo. As raízes foram obturadas da seguinte forma: grupo 1: AH Plus + guta-percha®; grupo 2: EndoREZ® + guta-percha®; grupo 3: EndoREZ® + Resilon®; grupo 4: Hybrid Root SEAL® + guta-percha; grupo 5: Hybrid Root SEAL® + Resilon®; grupo 6: iRootSP® + guta-percha; grupo 7: iRootSP® + Resilon®; grupo 8: sem obturação (apenas a barreira com MTA); e grupo 9: sem instrumentação e sem nenhuma obturação. A carga de compressão foi aplicada a uma velocidade de 1 mm / min. Os resultados revelaram que o grupo 5 apresentou a maior resistência à fratura. Os valores de resistência à fratura do grupo 3 foram menores do que aqueles dos outros grupos experimentais. Diante disso, os autores concluíram que os cimentos Hybrid Root

SEAL® (cimento a base de 4-metacrilóxi-etil anidrido trimelítico) e iRootSP® reforçaram as raízes simuladas de dentes imaturos contra fratura quando usado com guta-percha ou Resilon (ULUSOY et al., 2011).

CONCLUSÃO

A utilização de biomateriais na Odontologia ocorre em escala cada vez mais ampla. Diversas pesquisas têm demonstrado a síntese de novos biomateriais aplicados em todas as áreas da Odontologia com promissores resultados. O uso dos biomateriais clinicamente deve passar essencialmente por análises em todo seu percurso de avaliação científica englobando, desde os ensaios laboratoriais *in vitro*, até os estudos clínicos longitudinais *in vivo*. Através da literatura analisada, pôde-se perceber que os materiais MTA e biocerâmicas apresentam características similares, não havendo um consenso sobre a superioridade de um dos materiais em relação ao outro. Não obstante ressalta-se que o sucesso do tratamento endodôntico depende da condução adequada de todas as etapas.

REFERÊNCIAS

1. Antunes HS, Gominho LF, Andrade-Junior CV, Dessaune Neto N, Alves FR, Rôças IN, et al. Sealing ability of two root-end filling materials in a bacterial nutrient leakage model. *Int Endod J* 2016; 49(10):960-5.
2. ARIKATLA, Sampath Kumar et al. Interfacial adaptation and penetration depth of bioceramic endodontic sealers. **Journal of conservative dentistry: JCD**, v. 21, n. 4, p. 373, 2018.
3. BEATRICE, L.C.S. et al. Materiais retrobturadores utilizados na cirurgia paraendodôntica. **Odontol. clín.-cient**, p. 309-313, 2009.
4. BIN, C.V. et al. Cytotoxicity and genotoxicity of root canal sealers based on mineral trioxide aggregate. **Journal of endodontics**, v. 38, n. 4, p. 495-500, 2012.
5. Candeiro GT, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja- Júnior N, Marques MM, Cai S, et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J* 2015; 49(9):858-64
6. Colombo, M., Poggio, C., Dagna, A., Meravini, M. V., Riva, P., Trovati, F., & Pietrocola, G. (2018). Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(2), e120.
7. DAMAS, B. A. et al. Cytotoxicity comparison of mineral trioxide aggregates and EndoSequence bioceramic root repair materials. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 3, p. 372-375, 2011.
8. DE-DEUS, G. et al. Optimal cytocompatibility of a bioceramic nanoparticulate cement in primary human mesenchymal cells. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 10, p. 1387-1390, 2009.

9. EL SAYED, Mohamed Abdel Aziz Mohamed; AL HUSSEINI, Hussam. Apical dye leakage of two single-cone root canal core materials (hydrophilic core material and gutta-percha) sealed by different types of endodontic sealers: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, v. 21, n. 2, p. 147, 2018.
10. HANSEN, S. W.; MARSHALL, J. G.; SEDGLEY, C. M. Comparison of intracanal EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA to induce pH changes in simulated root resorption defects over 4 weeks in matched pairs of human teeth. *Journal of endodontics*, v. 37, n. 4, p. 502-506, 2011.
11. JARDINE, Alexander Pompermayer et al. Antimicrobial effect of bioceramic cements on multispecies microcosm biofilm: a confocal laser microscopy study. *Clinical oral investigations*, v. 23, n. 3, p. 1367-1372, 2019.
12. KIM, S.; KRATCHMAN, S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *Journal of Endodontics*, v. 32, n. 7, p. 601-623, 2006.
13. KIM, KyungJae et al. A micro-computed tomographic study of remaining filling materials of two bioceramic sealers and epoxy resin sealer after retreatment. *Restorative dentistry & endodontics*, v. 44, n. 2, 2019.
14. KOCH, K. A.; BRAVE, D. G. Bioceramics, part 1: the clinician's viewpoint. *Dentistry today*, v. 31, n. 1, p. 130, 2012.
15. KOCH, K. A.; BRAVE, D. G. Bioceramics, Part 2: The clinician's viewpoint. *Dentistry today*, v. 31, n. 2, p. 118, 120, 122, 2012.
16. LAGISETTI, Anish Kumar; HEGDE, Priyadarshini; HEGDE, Mithra Nidarsh. Evaluation of bioceramics and zirconia-reinforced glass ionomer cement in repair of furcation perforations: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*, v. 21, n. 2, p. 184, 2018.
17. Leal F, De-Deus G, Brandão C, Luna AS, Fidel SR, Souza EM. Comparison of the root-end seal provided by bioceramic repair cements and White MTA. *Int Endod J* 2011; 44(7):662-8.
18. Poggio, C., Dagna, A., Ceci, M., Meravini, M. V., Colombo, M., & Pietrocola, G. (2017). Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: a comparative study. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(10), e1189.
19. NG, Y.L. et al. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature—Part 2. Influence of clinical factors. *International endodontic journal*, v. 41, n. 1, p. 6-31, 2008.
20. RUIZ, Patrícia Alvarez et al. Agregado de trióxido mineral (MTA): uma nova perspectiva em endodontia. *Rev. bras. odontol*, v. 60, n. 1, p. 33-5, 2003
21. Singh G, Gupta I, Elshamy FM, Boreak N, Homeida HE. In vitro comparison of antibacterial properties of bioceramic based sealer, resin-based sealer and zinc oxide eugenol based sealer and two mineral trioxide aggregates. *Eur J Dent* 2016; 10(3):366-9.
22. SHOKOUHINEJAD, N. et al. Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscopy study. *Iranian endodontic journal*, v. 9, n. 2, p. 144, 2014.
23. TOMSON, P. L. et al. Dissolution of bio-active dentine matrix components by mineral trioxide aggregate. *Journal of dentistry*, v. 35, n. 8, p. 636-642, 2007.

24. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Karataş E, Arslan H, Yeter K. In vitro fracture resistance of roots obturated with epoxy resin based, mineral trioxide aggregate-based, and bioceramic root canal sealers. *J Endod* 2013; 39(12):1630-3.
25. ULUSOY, Ö. İ. A.; NAYIR, Y.; DARENDELILER-YAMAN, Sis. Effect of different root canal sealers on fracture strength of simulated immature roots. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 112, n. 4, p. 544-547, 2011.
26. Uzunoglu E, Yilmaz Z, Sungur DD, Altundasar E. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers. *Iran Endod J* 2015; 10(2):93-8.
27. WILLERSHAUSEN, I. et al. Influence of a bioceramic root end material and mineral trioxide aggregates on fibroblasts and osteoblasts. **Archives of oral biology**, v. 58, n. 9, p. 1232-1237, 2013.
28. ZOUFAN, K. et al. Cytotoxicity evaluation of Gutta flow and endo sequence BC sealers. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 112, n. 5, p. 657-661, 2011.