

MTA | BIOSEAL

**LIVRO
BRANCO**

1- Descrição do produto

Os selantes de canal radicular disponíveis comercialmente são categorizados de acordo com sua composição química:

Composição química	Segundo Grossman (1974) [1], o material obturador do canal radicular deve possuir as seguintes propriedades:
Óxido de zinco eugenol	- Facilidade de colocação no canal
Hidróxido de cálcio	- Capacidade de selar todo o canal incluindo os acessórios
Base de resina	- Sem retração
Base de ionômero de vidro	- Completamente à prova d'água
Base de silício	- Inadequado para proliferação bacteriana
Base biocerâmica	- Radiopaco
	- Sem descoloração
	- Não causa irritação
	- Fácil de remover, se necessário

Neste contexto, o obturador de canais radiculares permite a reparação tecidual, pois os tecidos periapicais são capazes de repousar da irritação anterior, levando à reorganização do ligamento periodontal. [2]

MTA BIOSEAL é um selante de canal radicular endodôntico baseado no Agregado Trióxido Mineral. É um componente de pasta dupla que permite o preenchimento completo de todos os canais radiculares, incluindo os acessórios e laterais.

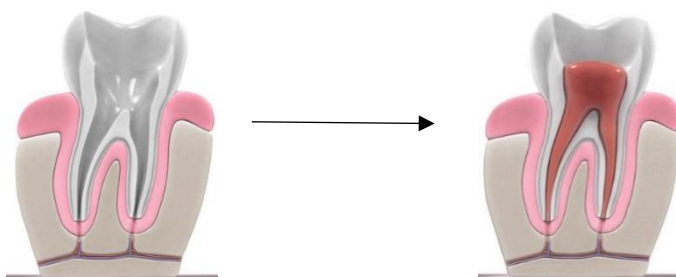
O Mineral Trióxido Agregado é um material reparador endodôntico mundialmente conhecido, sendo mais estável que o hidróxido de cálcio.

Os selantes baseados em MTA têm sido descritos como biocompatíveis, estimulam a mineralização [3] e estimulam depósitos cristalinos de apatita ao longo dos terços apicais e médios das paredes do canal [4]

Além disso, Parirokh e Torabinejad (2010) [5] mostraram que uma ligação química é gerada entre o MTA e as paredes e túbulos dentinários quando os cimentos MTA são usados como materiais obturadores do canal radicular em associação com a guta-percha.

2- Indicações

MTA BIOSEAL é indicado para preenchimento de canais radiculares de dentes definitivos com pontos de guta-percha.



É compatível com as técnicas de condensação a frio e térmica, pois o ponto de ebulição do MTA BIOSEAL é superior a 140 ° C. [6] A presença de resina de salicilato facilita a retirada, se necessário.

3- Composição do produto

Ingredientes principais	Função
Agregado Trióxido Mineral	Componente bioativo
Nanopartículas de sílica	Enchimento
Resina Salicilato	Formação complexa
Nanopartículas de sílica	Enchimento
Tungstato de cálcio	Radiopacificador

MTA BIOSEAL é um sistema de dupla pasta composto por resinas biocompatíveis misturadas com o Agregado Trióxido Mineral.

Os cimentos MTA vêm geralmente em pó e, portanto, são difíceis de usar para a aplicação do preenchimento do canal radicular devido à sua consistência arenosa, propriedades de manuseio inadequado e impossibilidade de novo tratamento.

A adição de uma resina biocompatível no MTA BIOSEAL permite ao produto conservar as vantagens físicas dos adesivos pasta-pasta combinadas com a extraordinária bioatividade do MTA. [6]

O agregado trióxido mineral é um material bioativo que induz a cicatrização de lesões periapicais. Estimula a formação de cimento, osso e, indiretamente, do ligamento periodontal. É o primeiro material conhecido na área de endodontia que permite o crescimento da camada de cimento diretamente na respectiva superfície [7]

Agregado Trióxido Mineral	
Silicato tricálcico (C3S)	Presença inicial e resistência inicial
Silicato dicálcico (C2S)	Resistência de longa duração
Aluminato tricálcico (CA3)	Presença inicial
Óxido de cálcio (CaO)	Libertação de íons de cálcio

4- MTA BIOSEAL

A- Propriedades, Ações e Benefícios

Propriedade	Vantagens:
Presença MTA	Remineralização de tecidos duros / Ação biológica
Biocompatibilidade	Integração total / Recuperação rápida dos tecidos inflamados Nenhuma reação inflamatória além do ápice
Radiopacidade	Facilmente visualizado em raios-x
Fluxo	Capaz de penetrar em todos os canais incluindo os laterais e acessórios

Expansão	Fornece uma vedação biológica perfeita
Libertação de cálcio	Induzir processos fisiológicos de cicatrização de feridas
pH elevado	Previne a proliferação bacteriana e induz a remineralização
Sistema de pastas	Fácil de manipular e inserir dentro dos canais

B- Principais reações químicas: Complexação de hidratação e cálcio

Uma reação de complexação pode ser descrita como uma reação que forma complexos de coordenação envolvendo mais de uma espécie. Um complexo de coordenação consiste num átomo central ou íon, que é geralmente metálico, e um conjunto circundante de moléculas ou íons ligados, que por sua vez são conhecidos como ligantes ou agentes complexos

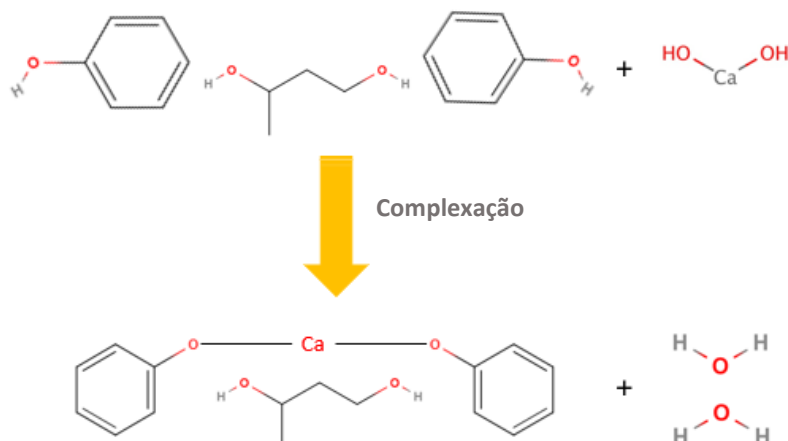
A reação química do MTA BIOSEAL é um processo autocatalítico baseado nessa química.

A reação MTA BIOSEAL é iniciada pela interação do produto com as moléculas de água dos túbulos dentinários e tecidos adjacentes.

Óxidos de Cálcio Livres (CaO), presentes em alta concentração dentro da fórmula hidratada quando em contato com moléculas de água para formar Hidróxido de Cálcio (CaOH).



Então, uma reação de quelação, que é uma ligação entre um íon metálico e outros íons ou moléculas, acontece entre o recém-formado Hidróxido de Cálcio e a resina salicilada presente na fórmula do MTA BIOSEAL, formando um complexo no qual os íons cálcio são capturados.



Esta reação libertará uma nova molécula de água, desencadeando uma reação em cadeia e acelerando automaticamente todo o processo.

Assim, a reação é iniciada graças às moléculas de água presentes no interior dos túbulos dentinários que irão hidratar o óxido de cálcio livre, formando o hidróxido de cálcio, que por sua vez reagirá com a resina. [6]

No final, a presença de água é fundamental para iniciar o primeiro processo de hidratação do MTA BIOSEAL.

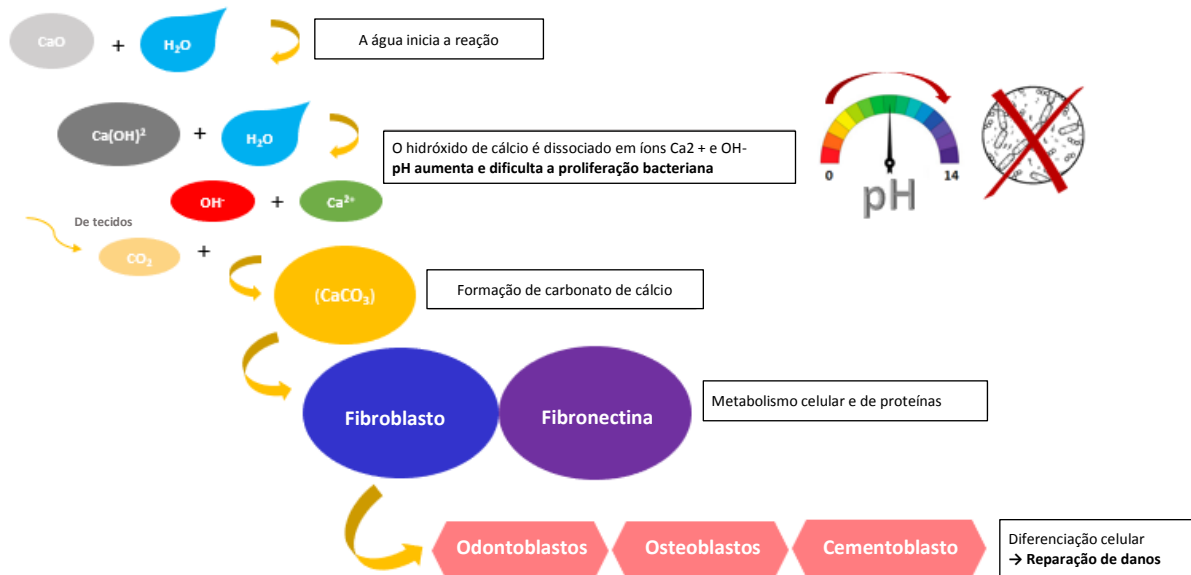
Esta química é diferente da maioria dos materiais dentários à base de resinas disponíveis no mercado, já que a reação química do MTA BIOSEAL não é baseada na polimerização dos seus componentes.

Processos de polimerização de material dental são conhecidos por libertar compostos potencialmente tóxicos durante a polimerização. Essas reações também são na maioria das vezes exotérmicas e, portanto, aumentam a temperatura local dentro da boca, o que pode ser prejudicial para os tecidos circundantes. [8]

C- Mecanismo de ação do MTA

MTA BIOSEAL contém 13% do Agregado Trióxido Mineral.

Esta concentração dentro da fórmula é calculada para conservar a ação biológica do Mineral Trióxido Agregado e a facilidade de manipulação do material dental resinoso.



Através de dissociação, os íões de hidróxido e cálcio são libertados do material, resultando num pH local altamente alcalino.

Considera-se que este ambiente é adverso à proliferação bacteriana.

Além disso, Gandolfi et al. (2014) demonstraram que os íões de hidróxido estimulam a libertação de Fosfatase Alcalina e Proteína Morfogenética do Osso 2, indicadores dos processos de mineralização. [9]

Quando em contato com fluidos dos tecidos circundantes, formam-se precipitados minerais, levando à formação de uma camada semelhante a hidroxiapatita.

Isso levará à formação de um Agregado Trióxido Mineral e interface dentina, melhorando a capacidade de vedação do material. [10]

Esta agregação também causa processos de diferenciação celular e proliferação, resultando em cimento e formação óssea.

D- Mudança dimensional controlada

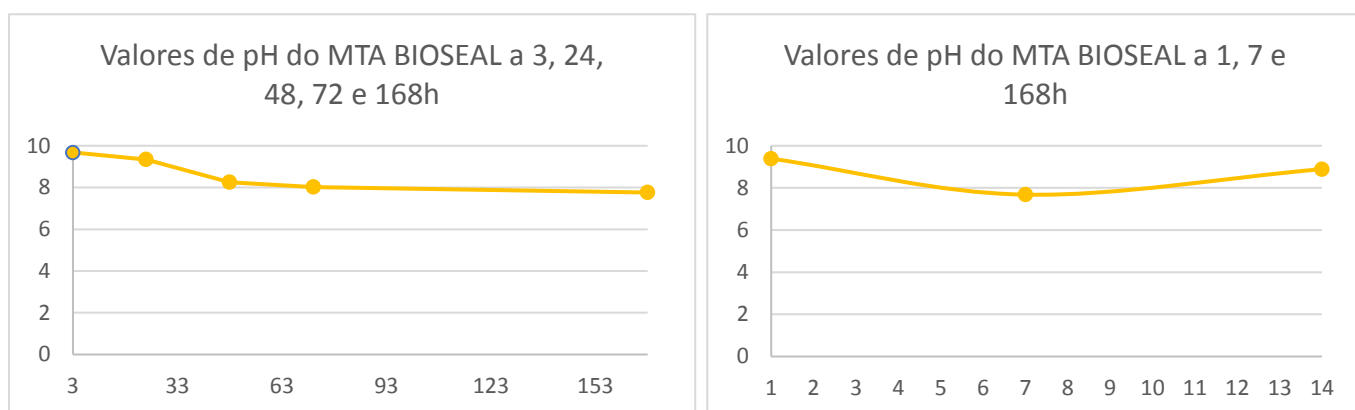
Ao contrário dos cimentos de resina epóxi comuns, que sofrem retração durante a polimerização, o MTA BIOSEAL expande-se devido à diferente reação química.

MTA BIOSEAL expande-se de 0,088%.

Esta expansão controlada é devido à reação de hidratação que ocorre dentro do material. É otimizado para uma melhor vedação marginal, a fim de evitar vazamento bacteriano. [6]

E- Propriedades bacteriostáticas

O MTA BIOSEAL permite uma liberação estável de íons de hidróxido através do material, resultando em altos valores de pH de 3 horas até 2 semanas após a fixação do selante. [6] [11]

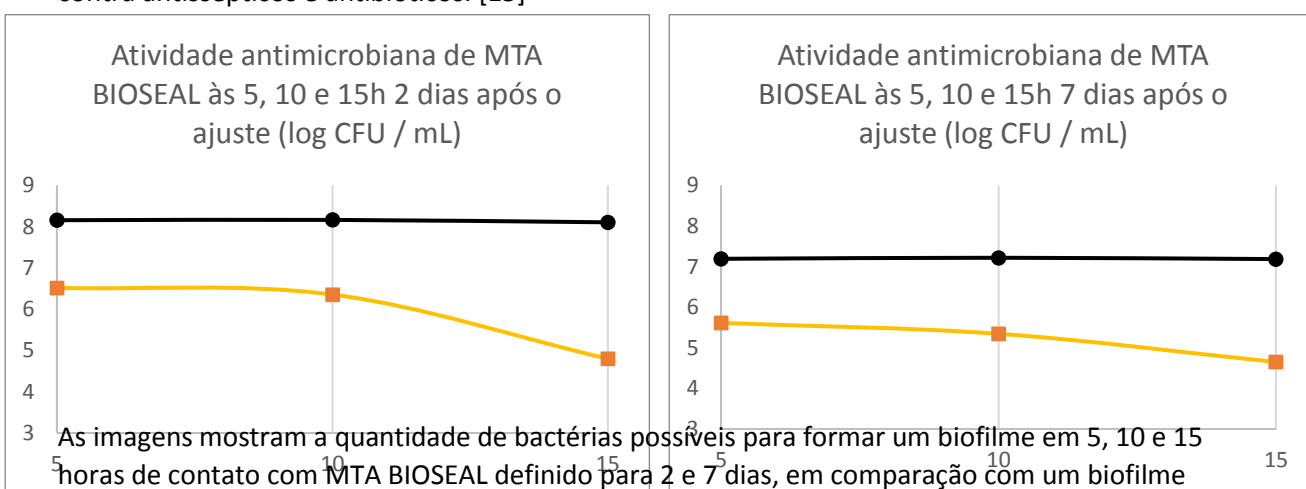


Esse acúmulo de íons de hidróxido cria um meio muito alcalino, inadequado para a proliferação bacteriana. Esta característica confere ao MTA BIOSEAL suas propriedades bacteriostáticas.

Além disso, o pH elevado do selante também pode neutralizar os ácidos ocultos pelos osteoclastos, impedindo ainda mais a destruição do tecido mineralizado. [12]

Nos dentes com infecção periapical, as bactérias podem estar presentes nas paredes dentinárias e na superfície externa da raiz apical, dificultando a sua eliminação durante tratamentos radiculares. [13] [14]

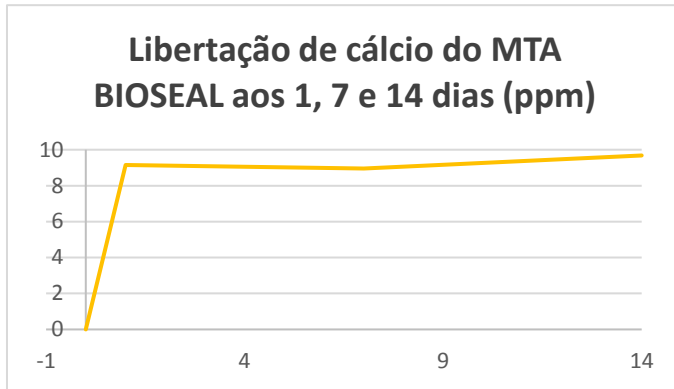
Além disso, quando organizados em biofilmes, os microrganismos apresentam maior resistência contra antissépticos e antibióticos. [15]



A quantidade de bactérias é menor no grupo MTA BIOSEAL e tende a diminuir constantemente à medida que o tempo de contato aumenta.

Isso significa que o MTA BIOSEAL apresenta uma boa ação bacteriostática contra o biofilme em comparação com o controle, mesmo 7 dias após o ajuste.

F- Liberação de íons de cálcio

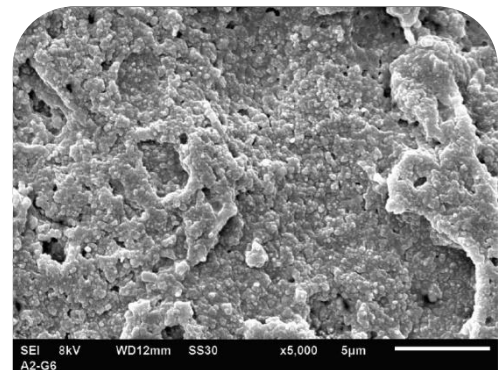


Adjacente aos íons de hidróxido, o MTA BIOSEAL também liberta íons de cálcio ao longo do tempo. [6]

Holland et al (1999) mostraram que os íons de cálcio reagem com o dióxido de carbono dos tecidos circundantes e formam granulações semelhantes a cristais de carbonato de cálcio. [17]

Essas nucleações levarão à formação de um gel de hidrato de silicato de cálcio pegajoso que melhora a capacidade de vedação do MTA ao longo do tempo. [18]

Diz-se, também, que este fenômeno reduz as falhas e porosidades marginais e aumenta a retenção do cimento [19].

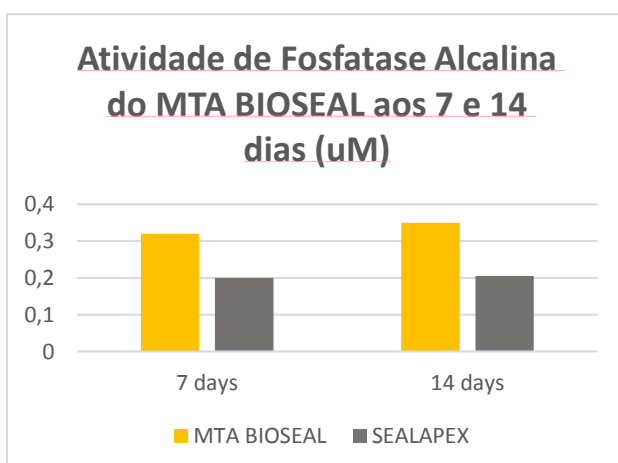


Microscopia eletrônica de leitura de MTA BIOSEAL (x5000)

G- Propriedades biológicas

Quando em contato com a água, o CaO presente dentro da fórmula MTA BIOSEAL é convertido em hidróxido de cálcio e dissociado em íons cálcio e hidróxido.

A difusão dos íons hidróxido do canal radicular aumenta o pH na superfície da raiz adjacente aos tecidos periodontais, possivelmente interferindo na atividade osteoclástica e promovendo alcalinização nos tecidos adjacentes, o que favorece a cicatrização. [20] [21]

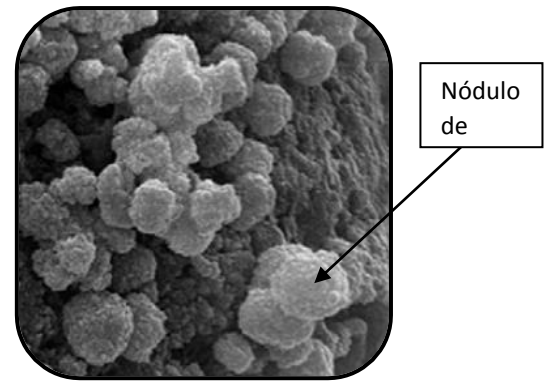


Um pH elevado também ativa a fosfatase alcalina, enzima estritamente envolvida nos processos de mineralização e nucleação de hidroxiapatita. [12] [22] [23]

MTA BIOSEAL mostra uma atividade alcalina de fosfatase aprimorada em comparação com outro selante de hidróxido de cálcio, até duas semanas após o ajuste do selante. [24]

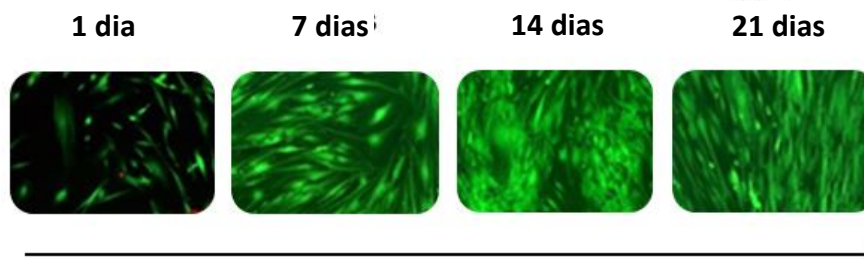
A difusão de íons cálcio participa da ativação do ATP dependente de cálcio e reage com o CO₂ para formar cristais de carbonato de cálcio que servem como um local de nucleação para a calcificação. [325]

Plus, Salles et al. (2012) [26] mostraram que o MTA BIOSEAL tem um efeito estimulatório significativo na formação de um grande número de cristais mineralizados de hidroxiapatita a partir de 0,2µm to 0,8µm.



Micrografia eletrônica de varredura (x 20.000) [26]

Os íons de cálcio também são necessários para a migração e diferenciação celular, já que uma rica rede extracelular de fibronectina entra em contato próximo com o cristal recém-formado e inicia a etapa de formação de um tecido duro [27] [28].



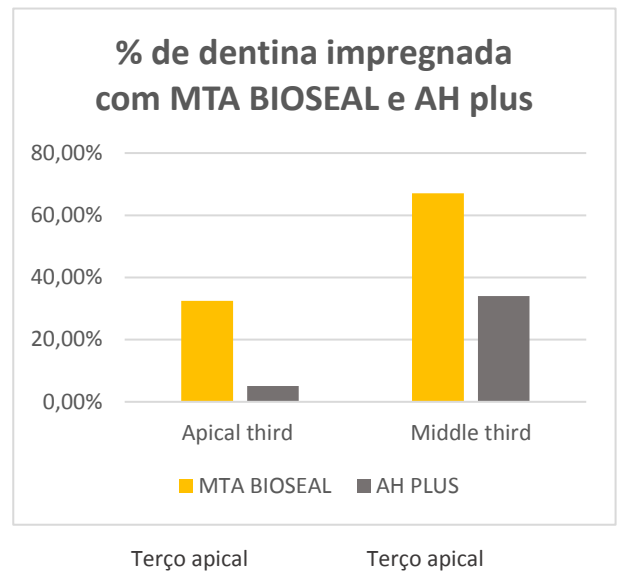
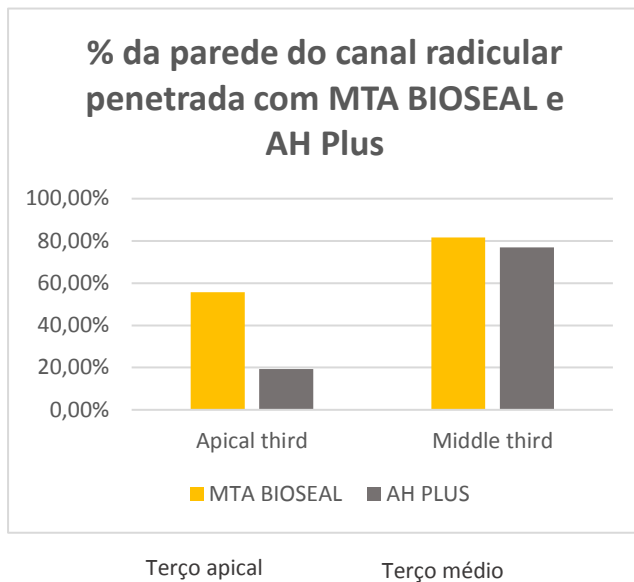
Proliferação celular de osteoblastos em contato com MTA BIOSEAL até 21 dias[29]

H- Penetração de túbulos dentinários

A falha comum dos processos de obturação do canal radicular é devida à presença de falhas e porosidades na interface seladora/dentina. [30]

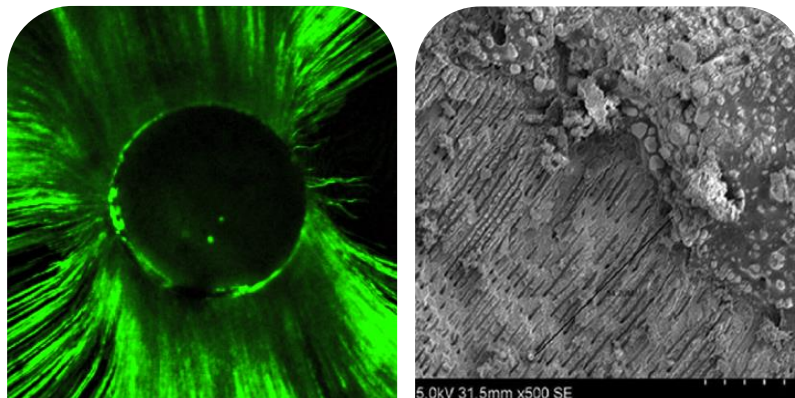
Além disso, a penetração dos selantes nos túbulos dentinários é necessária para se ter uma barreira rígida com as bactérias residuais e inibir o seu crescimento para evitar a reinfecção após o tratamento. [31]

A penetração do selante dentro dos túbulos também melhora a adaptação e a retenção do material e proporciona um bloqueio mecânico entre o selante e a dentina radicular. Silva RV et al 2015 – [32] [33]



Mamootil et al. [34] mostraram que a profundidade de penetração é influenciada pelas características químicas e físicas dos componentes do selante. Além disso, devido às diferenças anatômicas, a penetração dos selantes varia entre o terço apical, que possui túbulos de menor diâmetro e o terço cervical.

Graças às suas propriedades de fluidez, o MTA BIOSEAL exibe uma grande e homogênea penetração de túbulos no terço apical e cervical do canal, em comparação com um selante de resina epóxi clássico. [35]

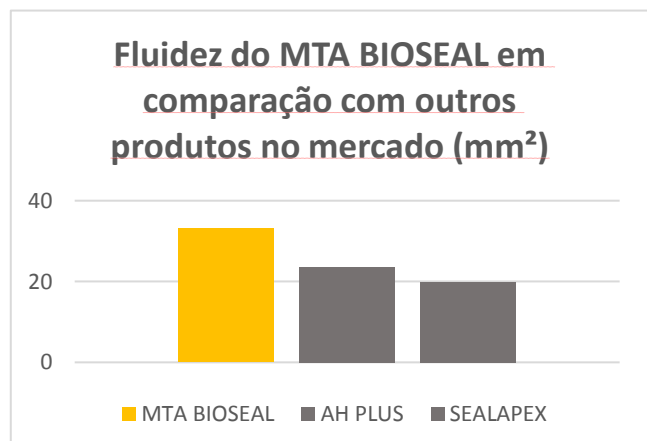


MTA BIOSEAL penetração dos túbulos dentinários
 Microscópio confocal de leitura a laser (x10) [35] Microscópio eletrônico de leitura (x500) [36]

2- Propriedades técnicas/mercado

A- Fluidez

Selantes de canais radiculares devem ter um valor de fluxo adequado para que possam



penetrar em canais acessórios e irregularidades das anatomias radiculares.

MTA BIOSEAL possui os maiores valores de fluxo em relação aos demais produtos acima. [37]

Zhou et al. (2013) [38] mostraram que o fluxo de cimentos endodônticos tem efeito sobre a obturação de canais acessórios e microespaços. Com seus altos valores de fluxo, o MTA BIOSEAL é capaz de encher todos os canais, mesmo os acessórios e laterais.

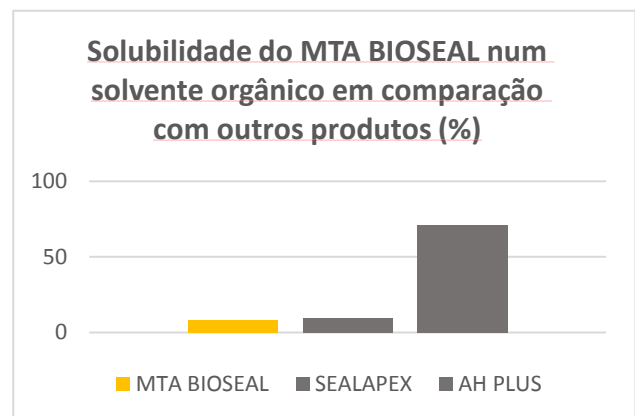
É um fenômeno comum que, devido à sua fluidez, os obturadores do canal radicular vazam além do ápice do dente durante o tratamento e causam danos aos tecidos periodontais.

Como o MTA BIOSEAL é carregado em componentes biocerâmicos, não induz reações inflamatórias se o selante vazar na cavidade apical do dente.

B- Solubilidade

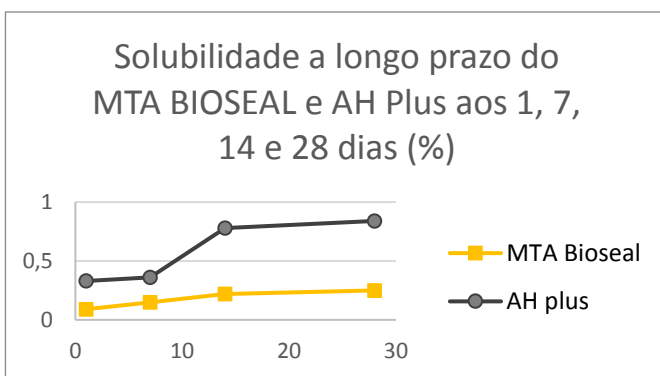
Em geral, os selantes endodônticos devem ter baixa solubilidade quando em contato com fluidos teciduais para evitar a liberação de compostos químicos na região periapical, o que pode desencadear uma reação inflamatória. [39]

Em comparação com outros produtos, o MTA BIOSEAL possui uma menor solubilidade dentro de solventes orgânicos. [40]

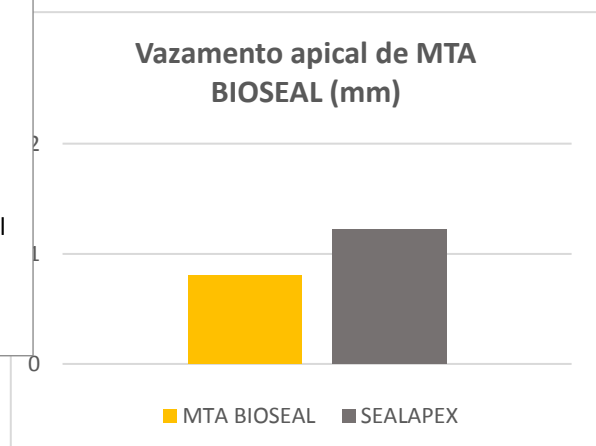


Além disso, a solubilidade a longo prazo aumenta a possibilidade de formação de fendas entre a dentina do canal radicular e o material de preenchimento, aumentando o risco de vazamento bacteriano e fratura na interface.

O MTA BIOSEAL não é solúvel ao longo do tempo em comparação com um selante de resina epóxi, o que garante sua estabilidade ao longo do tempo. [39]



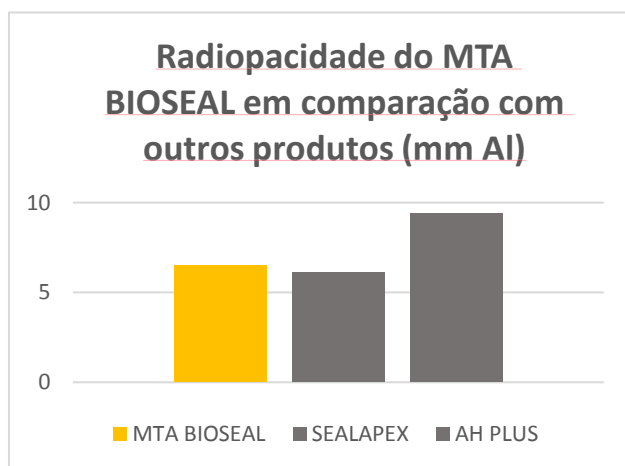
C- Vazamento (fuga) apical



Juntamente com as propriedades de solubilidade, a expansão controlada do MTA BIOSEAL permite que o material diminua o risco de vazamento apical comparado a outro produto de Hidróxido de Cálcio. [6]

D- Radiopacidade

De acordo com a ISO 6876, os cimentos endodônticos devem ser suficientemente radiopacos para permitir sua visualização próxima a tecidos anatómicos adjacentes, como dentes e ossos, e outros elementos de restauração.



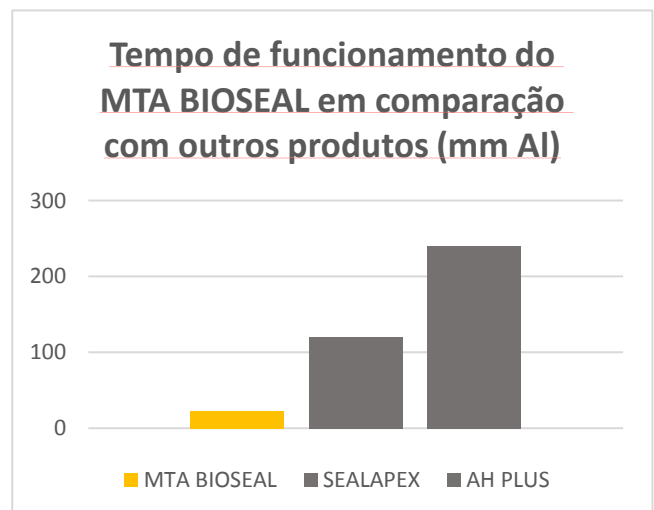
MTA BIOSEAL possui altos valores de radiopacidade para fácil visualização.

A sua fórmula é baseada no Cálcio Tungstato, um radiopacificador de alta qualidade que não está ligado à descoloração dos dentes. [6]

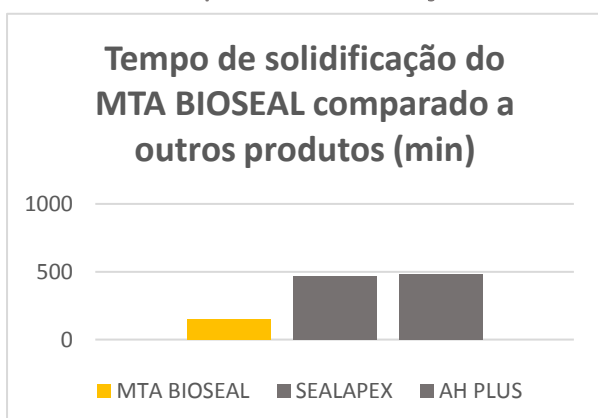
E- Tempo de funcionamento

O tempo de trabalho é o período de tempo medido entre o início da mistura até que não seja mais possível manipular o selante sem promover efeitos adversos nas suas propriedades.

MTA BIOSEAL possui um tempo de trabalho de 23 minutos, adequado para a sessão endodôntica, sendo menor do que outros produtos no mercado. [6]



F- Tempo de solidificação



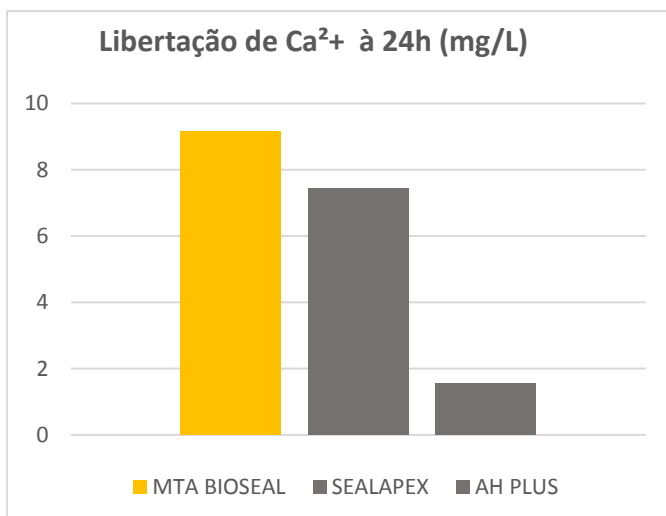
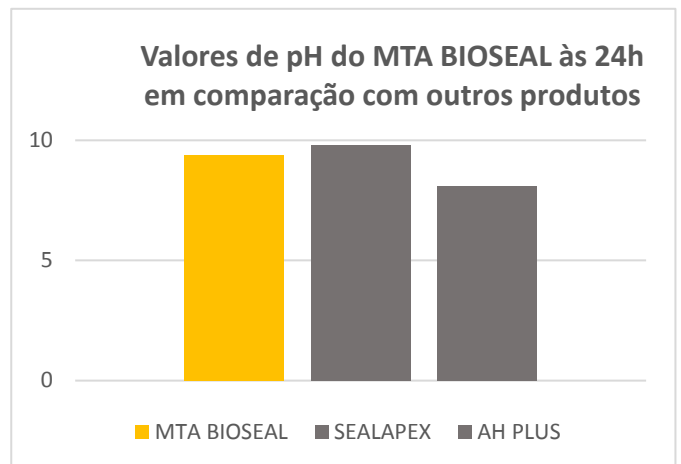
O selante do canal radicular é conhecido por possuir altos valores de tempo de solificação.

MTA BIOSEAL tem um tempo de solidificação de 2 horas, menor que o tempo de solidificação de outros produtos no mercado. [6]

G- Liberação de iões

MTA BIOSEAL possui altos valores de pH, devido à liberação de íons de hidróxido por todo o material.

Esses valores são estáveis no tempo (fig pH) e um dos mais altos do mercado. [41]

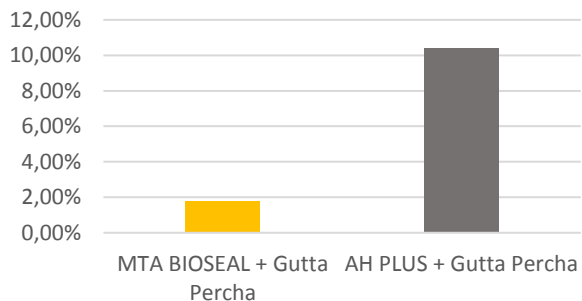


O MTA BIOSEAL liberta mais iões de cálcio do que outros produtos no mercado, o que confere ao produto a sua excelente remineralização e propriedades de reparação tecidual. [41]

H- Novo tratamento

O novo tratamento dos dentes endodonticamente preenchidos visa a remoção completa do material obturador do canal radicular para recuperar o acesso à cavidade apical, a fim de facilitar a limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares. [42]

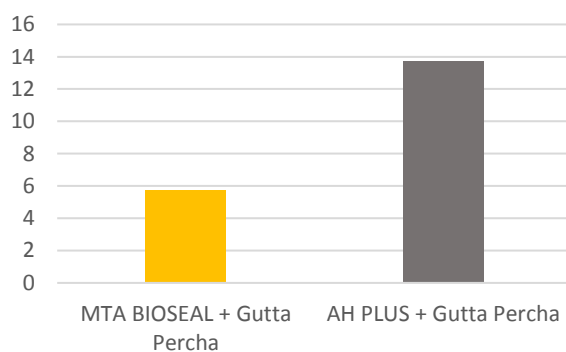
Material de preenchimento da raiz residual após o novo tratamento (%)



Comparado a um selador de resina epóxi padrão, o MTA BIOSEAL mostra menos material residual após o novo tratamento, o que destaca a facilidade de remoção do produto. [43]

Além disso, o MTA BIOSEAL mostra menos perda de dentina após o novo tratamento do que o selante de resina epóxi, indicando que a sua remoção é menos traumática para os tecidos residuais. [43]

Remoção de dentina após o novo tratamento (mm3)



Dados de literatura científica

- [1] Endodontic Practice – L. I. Grossman - 10th Edition - 1981
- [2] Physicochemical properties and surfaces Morphologies evaluation of MTA Fillapex and AH Plus – Borges *et al.* – The scientific world Journal – 2014
- [3] A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization – Gomes-Filho *et al.* – Journal of Endodontics – 2009
- [4] Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid – Weller *et al.* – International Endodontic Journal – 2008
- [5] Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action - Parirokh M, Torabinejad M – Journal of Endodontics - 2010
- [6] Internal documentation – ITENA CLINICAL
- [7] Investigation of Mineral Trioxide Aggregate for root end filling in dogs, Torabinejad et al. – Journal of Endodontics – 1995
- [8] Biototoxicity of commonly used root canal sealers: a meta-analysis – Kaur *et al.* – Journal of Conservative Dentistry – 2015
- [9] Ion Release, Porosity, Solubility, and Bioactivity of MTA Plus Tricalcium Silicate, Gandolfi *et al.* – Journal of Endodontics – 2014
- [10] Chemical characteristics of mineral trioxide aggregate and its hydration reaction – Chang – Restorative Dentistry and Endodontics - 2012
- [11] Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex - Silva *et al.* – Journal of Endodontics – 2013
- [12] Cellular mechanisms of bone remodelling – Erik Fink Eriksen – Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders – 2010
- [13] EM evaluation of bacterial biofilm and microorganisms on the apical external root surface of human teeth – Leornado *et al.* – Journal of Endodontics – 2002
- [14] Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures – Critical Reviews in Oral Biology and Medicine Nair PN – 2004
- [15] Dental biofilm: difficult therapeutic targets - Socransky and Haffajee – Periodontology 2000 – 2002
- [16] Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers – Faria-Júnior *et al.* – International Endodontic Journal – 2013
- [17] Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide – Holland *et al.* – Journal of Endodontics – 1999
- [18] MTA and F-doped MTA cements used as sealers with warm gutta-percha. Long term study of sealing ability - Gandolfi and Prati – International Endodontic Journal – 2010

- [19] Push-out strength of modified Portland cements and resins – Ianoco *et al.* – American Journal of Dentistry – 2010
- [20] Effect of MTA-based sealer on the healing of periapical lesions – Gomes-Filho *et al.* – Journal of Applied Oral Science – 2013
- [21] pH changes in dental tissues after root canal fillin with calcium hydroxide – Tronstad *et al.* – Journal of Endodontics – 1981
- [22] Characterization of calcium oxide in root perforation sealer materials – Estrela *et al.* – Brazilian Dental Journal – 2012
- [23] Mineral trioxide aggregate (MTA) solubility and porosity with different water-to-powder ratios – Fridland and Rosado – Journal of Endodontics – 2003
- [24] *In Vitro* Biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root canal sealers: Sealapex, Sankin Apatite Root Sealer, MTA Fillapex and Iroot SP root canal sealer – Chang *et al.* – Journal of Endodontics – 2014
- [25] Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement – Seux *et al.* – Archive of Oral Biology - 1991
- [26] Mineral Trioxide Aggregate-based endodontic seamer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture – Salles *et al.* – Journal of Endodontics – 2012
- [27] Rat tissue reaction to MTA Fillapex – Gomes-Filho *et al.* – Dental Traumatology – 2011
- [28] Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation – Schröder U. – Journal of Dental Research – 1985
- [29] Cytotoxic effects of four different root canal sealers on human osteoblasts – Jung *et al.*- PLOS One – 2018
- [30] Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin – Perdigao *et al.* – Journal of Endodontics – 2007
- [31] Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study – Ordinola-Zapata *et al.* – Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics – 2009
- [32] Filling effectiveness and dentinal penetration of endodontic sealers: a stereo and confocal laser scanning microscopy study – Silva RV *et al.* – Brazilian Dental Journal – 2015
- [33] The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study – Kokkas *et al.* – Journal of Endodontics – 2004
- [34] Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo – Mamootil and Messer – International Endodontic Journal – 2007
- [35] Influence of the calcium hydroxide intracanal dressing on dentinal tubule pentration of two root canal sealers – Cruz *et al.*- European Endodontic Journal – 2017

- [36] Comparative evaluation of dentinal penetration of three different endodontic sealers with and without smear layer removal – scanning electron microscopic study – Sonu *et al.* – Saudi Endodontic Journal – 2016
- [37] Radiopacity and flow of different endodontic sealers – Tanomaru-Filho *et al.*- Acta Odontologica Latinoamericana – 2013
- [38] Physical properties of 5 root canal sealers – Zhou *et al.* – Journal of Endodontics – 2013
- [39] Physical properties of MTA Fillapex sealer – Vitti *et al.*- Journal of Endodontics – 2013
- [40] Dissolution of a Mineral Trioxide Aggregate sealer in endodontic solvents compared to conventional sealers – Alzraikat *et al.* – Original Research Dental Materials – 2015
- [41] Evaluation of the pH, calcium release and antibacterial activity of MTA Fillapex – Kuga *et al.*- Revista de Odontologia Da Unesp – 2013
- [42] Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents – Ring *et al.* – Journal of the American dental association – 2009
- [43] Retreatability of 2 Mineral Trioxide Aggregate-based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis – Neelakantan *et al.* – Journal of Endodontics – 2013