

Victoria Novella

**EFEITO DA MEDICAÇÃO INTRACANALAR NAS PROPRIEDADES DOS  
CIMENTOS BIOCÊRAMICOS: REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Porto, 2020



Victoria Novella

**EFEITO DA MEDICAÇÃO INTRACANALAR NAS PROPRIEDADES DOS  
CIMENTOS BIOCÊRAMICOS: REVISÃO NARRATIVA**

Universidade Fernando Pessoa  
Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2020

Victoria Novella

**EFEITO DA MEDICAÇÃO INTRACANALAR NAS PROPRIEDADES DOS  
CIMENTOS BIOCÊRAMICOS: REVISÃO NARRATIVA**

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa  
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de  
Mestre em Medicina Dentaria

---

## RESUMO

Os medicamentos intracanales como o hidróxido de cálcio e as pastas dupla (DAP) e tripla antibióticas (TAP) podem ser usados em várias condições endodônticas, e deveriam ser removidos antes da colocação dos materiais obturadores. O agregado de trióxido mineral (MTA) e a Biodentine<sup>®</sup> estão entre os materiais os mais populares. Este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão narrativa bibliográfica dos efeitos da medicação intracanal nas propriedades dos cimentos biocêramicos à luz dos conhecimentos atuais. Foi realizada uma pesquisa nos motores de busca Pubmed, B-On e Google Scholar utilizando como palavras-chave “*intracanal medicaments*”, “*bioceramic sealers*”, “*calicum silicate sealer*”, “*bioceramic endodontic cement*”, “*Mineral trioxide aggregate*”, “*Biodentine*”, “*Triple antibiotic paste*”, “*double antibiotic paste*”, “*Calicum hydroxyde*”. Os autores não demonstraram resultados concordantes, sobretudo para o hidróxido de cálcio, na resistência ao deslocamento, isto é, a resistência desses materiais quando expostos às forças oclusais ou procedimentos operatórios. A maioria dos estudos demonstraram que as pastas triplas antibióticas e duplas antibióticas reduzem a força de adesão do MTA e da Biodentine<sup>®</sup>. A adaptação marginal do MTA aumenta com a aplicação de medicação de hidróxido de cálcio. Existem ainda muitas questões por demonstrar, no que diz respeito a este tema, sendo necessários mais estudos clínicos para se conseguir concluir com mais clareza quais os efeitos dos medicamentos intracanales sobre as propriedades dos cimentos biocêramicos.

## ABSTRACT

Intracanal medications like calcium hydroxide, the double (DAP) and triple antibiotics pastes (TAP) can be used in various endodontic conditions and should be removed before any placement of filling or restorative materials. Mineral trioxide aggregate (MTA) and Biodentine are among the most popular materials. This work aims to make a bibliographic narrative review of the effects of intracanal canal medication on the properties of bioceramics cements in the light of current knowledge. A search was performed on the search engines Pubmed, B-On and Google Scholar using as keywords "*intracanal medicaments*", "*bioceramic sealers*", "*calicum silicate sealer*", "*bioceramic endodontic cement*", "*Mineral trioxide aggregate*", "*Biodentine* ", "*Triple antibiotic paste*", "*double antibiotic paste*" "*Calicum hydroxyde*". The authors did not demonstrate concordant results, especially for calcium hydroxide, on the push-out bond strength. The push-out bond strength is the force needed for the displacement of the dental material tested under mechanical procedure or occlusal forces. The majority of the studies have shown that triple antibiotic pastes and double antibiotic pastes reduce the bond strength of MTA and Biodentine®. The marginal adaptation of the MTA is improved with calcium hydroxide. The studies are not completely conclusive, still exist various questions about this theme and further clinical studies are needed to see the effects of intracanal canal medications on the properties of bioceramics cements.

## AGRADECIMENTOS

Je voudrais remercier surtout mes parents, sans qui je n'aurais pas pu faire les études pour exercer le métier dont j'ai toujours rêvé, de m'avoir soutenu dans cette aventure loin de mon pays natal, de ma famille. Mes frères, d'être mes piliers dans la vie.

Aussi je voudrais remercier mes amis, avec qui nous avons formé une famille :  
Merci Xavier, Victoria, Blanche.

Merci à mon super binôme de travail Julie, d'avoir appris ensemble, de s'être soutenues.

Merci à ma chère et tendre Alba, de m'avoir accompagné dans la quasi-totalité de cette aventure, car oui c'est une aventure d'apprentissage, de partage...

Aos meus amigos portugueses, que me incluíram no seu país e contribuíram para minha aprendizagem da língua portuguesa.

Quero agradecer todos os professores da Universidade Fernando Pessoa, que contribuíram para a minha aprendizagem, tanto pessoal quanto profissional, tenho a certeza de que todos vão estar presentes toda a minha vida de medico dentista.

Por último, quero agradecer especialmente a minha professora orientadora de tese Dr. Alexandra Martins, muito obrigada por a sua paciência e o seu apoio.

## INDICE

INDICE DE ABREVIATURAS.....	IX
I. INTRODUÇÃO .....	1
1. Materiais e métodos .....	2
II. DESENVOLVIMENTO .....	3
1. Medicação intracanal .....	3
1.1. Hidróxido de cálcio .....	3
1.2. Pasta tripla antibiótica .....	4
1.3. Pasta dupla antibiótica.....	4
2. Cimentos biocerâmicos .....	5
2.1. Cimentos baseados em Silicato de Cálcio.....	5
2.1.1. Agregado de trióxido mineral .....	6
2.1.2. Biodentina .....	7
3. Efeito da medicação intracanal nas propriedades dos cimentos baseados em silicato de cálcio.....	9
III. DISCUSSÃO.....	12
IV. CONCLUSÃO .....	14
V. BIBLIOGRAFIA.....	15
ANEXO.....	20

## INDICE DE ABREVIATURAS

SCR - sistema de canais radiculares

Ca[OH]<sub>2</sub> – hidróxido de cálcio

TAP – pasta tripla antibiótica

DAP – pasta dupla antibiótica

MIC – medicação intracanal

MTA - agregado de trióxido mineral

CHX – clorexidina

Mpa – megapascal

Gpa - gigapascal

## I. INTRODUÇÃO

O desfecho de um tratamento endodôntico depende da preparação químico-mecânica e da desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR) como fator importante. O facto de que bactérias e seus produtos, poderem permanecer nos canais não contribui para o êxito do tratamento endodôntico (Rahimi, et al., 2014).

A desinfecção do SCR pode ser feita pela irrigação e pela medicação intracanal (MIC). Os medicamentos mais comumente usados como MIC são as pastas antibióticas, como a pasta tripla antibiótica (TAP) (composta por metronidazol, ciprofloxacina e minociclina), e o hidróxido de cálcio (Ca [OH]<sub>2</sub>) (Fouad e Verma., 2014; Alan S. Low, 2013).

Pode também ser usada como medicação intracanal a pasta dupla antibiótica (DAP), que exclui a minociclina (composta por metronidazol e ciprofloxacina), usada com sucesso na endodontia (Iwaya, et al., 2001).

Uma obturação completa do SCR com um selamento adequado às paredes dos canais radiculares é um dos principais objetivos dos tratamentos endodônticos. Para se conseguir um adequado selamento é necessário o uso de um material obturador com alta capacidade de adesão à dentina e à guta-percha (Reyhani, et al., 2016).

Os materiais biocerâmicos são materiais em cerâmica ou em óxido de metal, biocompatível, com capacidade de selamento reforçada, atividade antibacteriana e antifúngica usadas em medicina dentária. Incluem alumínio e zircônio, vidro bioativo, vitrocerâmicas, silicato de cálcio, hidroxiapatite e fosfatos de cálcio reabsorvíveis (Ali., 2009; Jain e Rajan, 2015).

O Agregado de trióxido mineral (MTA) é um cimento biocompatível, condutor e indutivo à base de silicato de cálcio, capaz de aderir quimicamente à dentina. (Sarkar, et al., 2005)

A Biodentina<sup>®</sup> é um cimento baseado em silicato de cálcio mais recente, que se assemelha ao MTA e com indicações endodônticas. Possui algumas modificações adicionais em sua formulação para melhorar suas propriedades físicas e químicas (Han e Okiji, 2011; Guneser, et al., 2013).

A adaptação marginal, a capacidade e força de adesão, são um fator importante do êxito de vários procedimentos endodônticos, para prevenir o vazamento em direção apical e coronal, que podem causar o fracasso do tratamento (Reyes-Carmona, et al., 2010).

O pré-tratamento da dentina com irrigantes ou medicação intracanal pode influenciar a força de adesão dos cimentos baseados em silicato de cálcio (Topçuoğlu, et al., 2014).

A força de adesão à dentina depois do pré-tratamento da dentina é um fator importante, pois o dente é exposto a forças que podem afetar a adesão do cimento depois da sua colocação (Guneser, et al., 2013).

Este trabalho tem por objetivo efetuar uma revisão narrativa bibliográfica sobre os efeitos da MIC à base de hidróxido de cálcio e a pasta dupla (DAP) e tripla antibiótica (TAP), nas propriedades dos cimentos biocerâmicos, dos quais, os cimentos baseados em silicato de cálcio incluindo o MTA e a Biodentine®.

## 1. Materiais e métodos

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica *online* de artigos publicados desde 1990 nos motores de pesquisa *PubMed*, *B-On*, *Google Scholar*, entre o dia 7 de maio 2020 e 18 de junho 2020. A seleção dos artigos foi realizada com base na leitura do título e do resumo e foram pré-selecionados 134 artigos, tendo sido rejeitados todos aqueles que, divergiam substancialmente da temática em estudo ou cuja não sejam gratuitos os artigos para ficar com 11 artigos finais. Foram incluídos todos os artigos em língua inglesa, portuguesa e francesa, artigos de revisão narrativa e sistemática, estudo de meta-análise e estudo.

As palavras-chave utilizadas foram combinadas e em todas as idiomas acima citadas são as seguintes: “*intracanal medicaments*”, “*bioceramic sealers*”, “*calicum silicate sealer*”, “*bioceramic endodontic cement*”, “*Mineral trioxide aggregate*”, “*Biodentine*”, “*Triple antibiotic paste*”, “*Calicum hydroxyde*”

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. Medicação intracanal**

Um medicamento intracanal é um agente antimicrobiano que é colocado no SCR entre as consultas de tratamento, na tentativa de destruir os microrganismos remanescentes e prevenir as infecções (Waine, 2004).

A medicação intracanal pode ser usada para reduzir o conteúdo microbiano, reduzir a inflamação, ajudar a eliminação de exsudato apical, controlar a inflamação de reabsorção radicular (Farhad e Mohammadi, 2011).

#### **1.1. Hidróxido de cálcio**

O  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  é uma opção terapêutica excelente para ser usada como MIC. Dois efeitos dessa medicação têm de ser considerados, o efeito biológico e antimicrobiano (Mohammadi e Dummer, 2011).

As principais propriedades do  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  são a atividade antibacteriana, atividade antifúngica, efeito no biofilme, a biocompatibilidade, o sinergismo entre o  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  e outros agentes, os seus efeitos nas propriedades da dentina, atividade de mineralização quando usados no caso de apicogênese e atividade anti-endotoxinas. (Mohammadi e Dummer, 2011).

As principais ações do  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  provêm da dissociação iônica dos íons cálcio e hidróxido, e a ação desses íons no tecido e nas bactérias vitais gera a indução da deposição de tecidos duros e o efeito antibacteriano (Fava e Saunders, 2003).

A utilização a longo prazo ou curto prazo do  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  afeta negativamente várias propriedades mecânicas da dentina radicular (Sahebi, et al, 2010 ; Marending, et al, 2009) Os efeitos nas propriedades da dentina radicular resultam numa degradação do colagénio superficial ou desmineralização (Yassen, et al., 2012).

Quando o pó de  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  é misturado com um agente adequado, é formada uma pasta alcalina, devido ao seu alto pH (Fava e Saunders, 2003).

A MIC à base de  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  deve ser removida antes da obturação do canal, tendo vários estudos revelado que os restos desta medicação podem impedir a penetração e a adesão de seladores na dentina, nos túbulos dentinários, diminuindo desta forma o selamento apical da obturação (Calt e Serper, 1999; Kim e Kim, 2002).

### **1.2. Pasta tripla antibiótica**

A TAP que é uma mistura de proporções iguais de metronidazol, ciprofloxacina e minociclina, inicialmente usada para investigar a eficácia da pasta na diminuição dos microrganismos no SCR (Sato, et al., 1996).

Posteriormente, foi dada especial atenção à pasta de antibióticos e seu efeito contra os microrganismos presentes na dentina cariada e na polpa infetada. O resultado mostrou excelentes resultados na erradicação das bactérias do SCR (Thibodeau, et al., 2007).

Foram demonstradas a capacidade da TAP na remoção de microrganismos e a preparação de um ambiente intracanal apropriado para um posterior tratamento endodôntico (Murvindran e James, 2014).

A utilização da TAP devido ao seu pH ácido (2,9) induz efeitos de desmineralização ou uma degradação do colagénio superficial da dentina radicular, que diminui a resistência à flexão da dentina, a microdureza e a resistência à fratura (Yassen, et al., 2012).

Depois da sua utilização, a TAP deve ser removida do canal, o que constitui um desafio, porque a TAP penetra e liga-se estruturalmente à dentina (Berkhoff, et al., 2014).

### **1.3. Pasta dupla antibiótica**

O uso da DAP como medicamento intracanal foi relatado pela primeira vez num caso clínico que utilizava os princípios contemporâneos da regeneração endodôntica (Iwaya, et al., 2001).

A DAP é uma mistura usada com proporções iguais de metronidazol e ciprofloxacina, em que a remoção da minociclina teve como objetivo evitar o risco de descoloração dos dentes (Trope, 2010; Kim, et al., 2010; Sabrah, et al., 2013; Hargreaves, et al., 2013).

A DAP vem emergindo ultimamente como o medicamento antibiótico de escolha na regeneração endodôntica devido às suas propriedades antibacterianas significativas contra diferentes patógenos endodônticos e considera-se que a DAP possui propriedades antibacterianas comparáveis às da TAP (Sabrah et al., 2013; Sabrah et al., 2015a).

As pastas antibióticas devem ser removidas, pois podem prejudicar a fixação e penetração do cimento endodôntico (Kim et al., 2010; Ackay et al., 2014).

## **2. Cimentos biocerâmicos**

Os materiais à base de biocerâmica foram introduzidos na endodontia na década de 1990, inicialmente como materiais de preenchimento retrógrados e depois como cimentos para reparo de raízes, seladores de canais radiculares e cimentos para cones de guta-percha (Atmeh, et al., 2012).

Os novos cimentos à base de biocerâmica desenvolvidos para uso na endodontia são cimentos constituídos, maioritariamente, por silicatos de cálcio, óxido de zircônio, óxido de tântalo e fosfato de cálcio monobásico (Koch e Brave, 2009).

As vantagens dos materiais biocerâmicos em endodontia estão relacionadas às suas propriedades físico-químicas e biológicas. A biocerâmica é biocompatível, não tóxica, não contrátil, geralmente quimicamente estável no ambiente biológico, e tem capacidade criar hidroxiapatite e criar uma adesão entre o material e a dentina (Camilleri e Ford, 2006; Reyes-Camona, et al., 2009).

### **2.1. Cimentos baseados em Silicato de Cálcio**

Os cimentos biocerâmicos à base de Silicato de Cálcio possuem propriedades hidráulicas e endurecem espontaneamente na presença de água (Meredith, et al., 1995).

Além disso, eles libertam cálcio durante a hidratação e a reação de endurecimento, e induzem a formação de depósitos de apatite quando imersos em soluções contendo fosfato (Sarkar, et al., 2005; Tay, et al., 2007; Zhao, et al., 2005).

Os cimentos baseados em silicato de cálcio como agregado de trióxido ou Biodentine<sup>®</sup> (Septodont, St. Maur-des-Fossés, França) foram introduzidos na moderna odontologia nas últimas duas décadas e estão bem estabelecidos (Parirokh, et al., 2017).

### 2.1.1. Agregado de trióxido mineral

O MTA foi introduzido pela primeira vez no ano de 1993 por Mohmoud Torabinejad na Loma Linda University, na Califórnia, EUA.

O MTA fornece melhor proteção contra a microinfiltração do que os materiais tradicionais de reparo endodôntico (Robert, et al., 2011).

O MTA apresenta a seguinte composição: cimento Portland (75%), óxido de bismuto (20%) (radio-opacidade) e gesso (5%). O cimento Portland é uma mistura de silicato tricálcico ( $(CaO)_3 SiO_2$ ), silicato dicálcico ( $(CaO)_2 SiO_2$ ), aluminato tricálcico ( $(CaO)_3 Al_2O_3$ ) e alumino ferrita tetracálcico ( $(CaO)_4 Al_2O_3 Fe_2O_3$ ) (Camilleri., 2005).

A lista dos MTA disponíveis com o nome comercial e fabricante são resumidos na tabela 1 (em anexo) (Macwan e Deshpande, 2014).

O MTA comercial existe nas formas cinzenta e branca (Dentsply, Tulsa Dental Products, Tulsa, OK, USA). A diferença entre o MTA cinza e o MTA branco reside no fato de o MTA branco não possuir ferro na sua composição (Camilleri, et al., 2005).

De acordo com a recente revisão sobre o MTA (Kadali, et al., 2020), em relação ao mecanismo de ação do MTA, é um pó constituído por partículas inorgânicas que tem que ser misturado com água. É um processo de precipitação por dissolução. À medida que as partículas inorgânicas se dissolvem na água, o processo de crescimento da nucleação do hidrato de silicato de cálcio e a precipitação do hidróxido de cálcio ajuda na taxa de hidratação do MTA. Este cimento hidratado cria um gel coloidal à base de hidrato de silicato de cálcio que solidifica para formar uma barreira impermeável com alta alcalinidade.

O MTA tem um tempo de trabalho adequado de aproximadamente 5 minutos, quanto ao tempo de configuração é muito longo, que varia de 3 a 4 horas. O tempo de mistura do MTA é muito crucial, o tempo de mistura recomendado é inferior a 4 minutos. Além disso, é preferível usar a mistura imediatamente após a espatulação para evitar a desidratação e a secagem em uma mistura arenosa. O MTA tem ainda como propriedades a força de compressão de 40 Mpa a 24h e 70Mpa a 21 dias. A radiopacidade é superior àquela da dentina devido ao óxido de bismuto e ausência de solubilidade após 21 dias. O seu pH inicialmente é de 10,2 e depois 3 horas da mistura sobe a 12,5. O MTA também possui propriedades antibacteriana e antifúngica e uma excelente biocompatibilidade. O

MTA exibe excelente capacidade de selamento à medida que se expande durante a reação de endurecimento, e exibe uma boa adaptação marginal (Kadali, et al., 2020).

O MTA possui outras propriedades como a capacidade de resistência às forças de deslocamento (a resistência à retenção do MTA é significativamente menor que a do cimento de ionômero de vidro ou fosfato de zinco, estudos mostraram que uma espessura de 4 mm do MTA, como barreira apical oferecia mais resistência ao deslocamento do que uma espessura de 1 mm), resistência à flexão, a porosidade (está relacionado com a quantidade de água adicionada na pasta, ao aprisionamento de bolhas de ar durante a mistura e ao valor do pH ambiental), a microdureza (pode ser afetada com a diminuição da humidade, baixos valores de pH, mais pressão de condensação), o tamanho das partículas (algumas tem um diâmetro menor do que o diâmetro dos túbulos dentinários) (Raghavendra, et al., 2017).

As aplicações clínicas do MTA são a proteção pulpar, pulpotomia, apicogênese, plug apical, obturação canal, reparação de perfuração, reparação de fratura dentária (Kadali, et al., 2020).

### **2.1.2. Biodentine®**

Biodentine® é um material à base de silicato de cálcio que se tornou disponível comercialmente em 2009 (Septodont, Saint Maur des Fosses, França) e foi especificamente designado como um material de substituição da dentina (Malkondu, et al., 2014).

O material é formulado usando a tecnologia de cimento baseada em MTA e a melhoria de algumas propriedades, como qualidades físicas e manuseamento (Raghavendra, et al., 2017).

A Biodentine® é composta de uma parte em pó e de uma parte líquida. O site web do fabricante (Septodont) desse material afirma que a componente em pó consiste em silicato tricálcico ( $\text{Ca}_3\text{SiO}_5$ ), silicato dicálcico ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ), carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), óxido de zircônio ( $\text{ZrO}_2$ ) para dar a opacidade e uma baixa concentração de óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) para dar a sua cor à Biodentine® (Clinical Insights, Josette Camilleri, Biodentine). [43-49]. Disponível em <<https://www.septodont-fr.be>>. [Consultado em 04/06/2020].

O silicato tricálcico e silicato bicálcico são os materiais de núcleo principais, e o óxido de zircônio serve como radiopacificador. No que diz respeito à componente líquida,

fazem parte o cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) como acelerador e um polímero hidrossolúvel que serve como agente redutor de água. (Malkondu, et al., 2014)

De acordo com a recente revisão sobre os cimentos biocerâmicos incluindo a Biodentine<sup>®</sup> (Raghavendra, et al., 2017), quanto ao mecanismo de ação, a reação de presa do Biodentine<sup>®</sup> é semelhante ao MTA com a formação de gel de hidrato de silicato de cálcio e hidróxido de cálcio. No entanto, o carbonato de cálcio atua como um gel local de nucleação para o gel de silicato-hidrato de cálcio, reduzindo assim a duração do período de indução, levando a um tempo de endurecimento mais rápido e melhorando a microestrutura. O polímero hidrossolúvel reduz a viscosidade do cimento e melhora o manuseio.

Ainda nessa revisão, sobre as propriedades físicas, esse material fornece um tempo de trabalho até 9-12 minutos, enquanto o tempo de endurecimento é de 45 minutos, muito inferior ao do MTA, representando uma grande melhoria em relação a outros cimentos à base de silicato de cálcio (isto é, devido à adição de cloreto de cálcio ao líquido de mistura). A Biodentine<sup>®</sup> tem como propriedades a força de compressão (mais do que 100Mpa na primeira hora e até 300Mpa depois de 1 mês, o que é muito próximo da força de compressão da dentina natural de 297Mpa), o módulo elástico (22,0 Gpa, muito semelhante ao da dentina natural de 18,5 Gpa), a microdureza que se aproxima aos valores da dentina natural, a capacidade de selamento (a adesão micromecânica da Biodentine<sup>®</sup> é causada pelo efeito alcalino durante a reação de endurecimento, que faz com que os tecidos orgânicos se dissolvam do túbulo dentinário, criando uma ancoragem estável com um selante). A Biodentine<sup>®</sup> tem mais capacidade de resistência ao deslocamento do que o MTA às 24 horas. Uma característica favorável da Biodentine<sup>®</sup> foi que a contaminação do sangue não teve efeito sobre a força de adesão, independentemente da duração do tempo de endurecimento. Também tem como propriedade resistência à flexão (34 Mpa depois de 2 horas). Tem uma atividade antibacteriana, e um pH até 12,5 permitindo uma inibição do crescimento de micro-organismos (Raghavendra, et al., 2017).

A Biodentine<sup>®</sup> possui outras propriedades como uma porosidade que vai diminuindo com o tempo, hermeticidade muito satisfatória, e induz o aparecimento de um “tag mineral” nos túbulos dentinários aumentando a adesão e a hermeticidade, resistência à tração (98,7 Mpa), a radiopacidade é próxima à da dentina, a biocompatibilidade é comparável à do MTA, defeitos de forma anatômica e de adaptação marginal estão presentes aos 6 meses in vivo, quanto à resistência à hidrólise, um ambiente ácido altera apenas levemente sua

superfície (metade do tamanho de um cimento de ionômero de vidro) e um ambiente salivar não causa nenhum fenômeno de erosão (Semennikova, et al., 2016).

Quanto à solubilidade, foram demonstrados valores de solubilidade negativos (Malkondu, et al., 2014).

Segundo o site web do fabricante da Biodentine® (Septodont), como aplicações clínicas temos o capeamento pulpar e a substituição da dentina natural, o tratamento de ápice imaturo, pulpotomia, reparação de perfurações e obturação apical. (Septodont Shop Page Biodentine. [1-5]. Disponível em <<https://www.septodont-fr.be>>. [Consultado em 05/06/2020]).

Para resumir, a Biodentine® é um material com propriedades próximas das da dentina natural, com objetivo de a substituir.

### **3. Efeito da medicação intracanal nas propriedades dos cimentos baseados em silicato de cálcio**

Considerando as aplicações clínicas dos cimentos baseados em silicato de cálcio, a adaptação marginal e a força de união desses materiais com a dentina são fatores extremamente importantes na prática clínica. O teste *push-out* visa avaliar a resistência de união de um material restaurador à dentina (Alsubait, et al., 2014; Reyes-Carmona, et al., 2010).

Um dos requisitos destes materiais como o MTA ou a Biodentine® é resistir às forças de deslocamento, como tensões mecânicas resultantes da função dentária ou procedimentos operacionais (Shahi, et al., 2012).

De acordo com o estudo realizado por Alsubait, et al., 2014 onde se avaliou a resistência às forças de deslocamento de materiais baseados em silicato de cálcio, ou seja ProRoot MTA®, Biodentine®, os resultados alcançados, apresentados no gráfico numero 1 (em anexo), foram que a resistência às forças de deslocamento para o MTA foram de 23,26 Mpa (+- 5,49) e para a Biodentine® de 21,86 Mpa (+- 6,9). (Alsubait, et al., 2014)

Quanto aos efeitos da MIC nas propriedades dos cimentos biocêramicos, existem vários estudos sobre esse assunto.

Amin, et al., 2012 fizeram um estudo em que avaliaram o efeito do Ca[OH]<sub>2</sub> na capacidade de resistência às forças de deslocamento do MTA Fillapex®, utilizando como método o *push-out bond test*. As conclusões foram que com o Ca[OH]<sub>2</sub>, não houve diferença significativa na capacidade de adesão entre o grupo de controlo e o MTA

Fillapex<sup>®</sup>. No estudo efetuado por Topçuoğlu, et al., 2014 para a avaliação dos efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub>, de uma DAP, de TAP com Minociclina e TAP com Cefaclor, na capacidade de resistência às forças de deslocamento do ProRoot MTA<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test*, as conclusões foram que a DAP reduz o valor da resistência ao deslocamento e que TAP com Minociclina, TAP com Cefaclor e Ca[OH]<sub>2</sub> nem reduzem nem aumentam o valor da resistência ao deslocamento em comparação com o grupo de controlo.

Nagas, et al., 2015 avaliaram os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub>, da TAP, na capacidade de resistência às forças de deslocamento do ProRoot MTA<sup>®</sup> e da Biodentine<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test*, os resultados mostraram que a Biodentine apresenta uma força de adesão maior do que o MTA. Tendo sido observado um efeito significativo dos medicamentos intracanales, mas esse efeito não teve impacto significativo na força de adesão do MTA ou da Biodentine<sup>®</sup>. Para o MTA e a Biodentine<sup>®</sup>, o valor maior de força de adesão é com o Ca[OH]<sub>2</sub> sendo maior do que o grupo de controlo sem uso de medicação. Nos grupos MTA e Biodentine<sup>®</sup>, comparações pareadas com outros medicamentos revelaram valores de perda de força de adesão semelhantes.

No estudo de Turk e Filder, 2015 em que se avaliou os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub> e da TAP na capacidade de resistência às forças de deslocamento do MTA e da Biodentine<sup>®</sup>, utilizando o método do *push-out bond test*, foi demonstrado que o grupo da Biodentine<sup>®</sup> apresentou valores de resistência ao *push-out* significativamente maiores que o grupo MTA. A TAP apresentou os menores valores de resistência ao *push-out*, que foram significativamente inferiores aos do controlo, mas não significativamente inferiores aos do Ca[OH]<sub>2</sub>. O Ca[OH]<sub>2</sub> apresentou valores de resistência um pouco menores em comparação ao grupo de controlo, mas não foram significativos. Nos grupos MTA e Biodentine<sup>®</sup>, as comparações pareadas não revelaram diferenças significativas nos valores de resistência ao *push-out*.

Akman, et al., 2015 avaliaram os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub>, da TAP com Cefaclor e de uma DAP na capacidade de resistência às forças de deslocamento da Biodentine<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test* e as conclusões que foram encontradas, foi de que existem diferenças estatisticamente significativas entre todos os grupos de medicamentos, considerando que a interação material-medicamento não foi significativa. Na Biodentine<sup>®</sup> os grupos TAP e DAP apresentaram menores valores de força de adesão quando comparados ao grupo de controlo, enquanto o grupo Ca[OH]<sub>2</sub> não apresentou diferenças estatisticamente significativas quando comparado com os outros grupos.

Num outro estudo posterior de Aydin e Buldur, 2017 avaliou-se os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub>, do metronidazol e ciprofloxacina (DAP) e da TAP com cefaclor e da TAP com Clindamicina na capacidade de resistência às forças de deslocamento do ProRoot MTA<sup>®</sup> e da Biodentine<sup>®</sup>, utilizando o método do *push-out bond test*, e foi demonstrado que quer a DAP, quer a TAP com Cefaclor e a TAP com Clindamicina reduzem o valor da resistência ao deslocamento. O Ca[OH]<sub>2</sub> não têm nenhum efeito. A Biodentine<sup>®</sup> apresentou maiores valores de resistência em comparação com o ProRoot MTA<sup>®</sup>.

Shakaouie, et al., 2017, demonstraram os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub> e da TAP na capacidade de resistência às forças de deslocamento do MTA Fillapex<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test*.

A resistência de adesão do MTA Fillapex<sup>®</sup> após o pré-tratamento do canal radicular com diferentes medicamentos intracanales sofreu algumas alterações.

Em 2019, Pereira, et al., avaliaram os efeitos do hidróxido de cálcio com gel de Clorexidina 2% (CHX), do Ca[OH]<sub>2</sub> com água destilada (HCA) e da TAP na capacidade de resistência às forças de deslocamento do MTA Angelus<sup>®</sup> e da Biodentine<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test*. Foi concluído que a Biodentine<sup>®</sup> mostra valores de resistência significativamente superiores do que o MTA independentemente do tipo de medicamento intracanal. Para o grupo Biodentine<sup>®</sup>, as MIC não afetam a força de adesão. Para o grupo MTA, a TAP reduz o valor de resistência, enquanto a CHX não mostrou diferenças significativas em relação ao grupo de controlo ou ao grupo HCA.

No estudo de Alsubait, et al., 2020 avaliando os efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub> e da TAP com Minociclina na capacidade de resistência às forças de deslocamento do ProRoot MTA<sup>®</sup> utilizando o método do *push-out bond test*, os resultados mostraram que para o MTA, o Ca[OH]<sub>2</sub> e a TAP reduzem significativamente a resistência ao descolamento. A resistência ao deslocamento do MTA é maior sem uso de MIC.

Quanto aos efeitos do Ca[OH]<sub>2</sub>, da TAP e DAP na adaptação marginal às paredes dentinárias do MTA e da Biodentine<sup>®</sup>, um outro estudo mostrou um teste de adaptação marginal, com o uso de um scanner, que uma medicação com DAP causou mais vazios externos entre a superfície da dentina e o MTA quando comparado aos outros grupos. O Ca[OH]<sub>2</sub> mostrou valores superiores aos do grupo de controlo. Para a Biodentine<sup>®</sup>, a TAP, DAP e Ca[OH]<sub>2</sub> apresentam valores de adaptação marginal significativamente menores do que o grupo de controlo. Na Biodentine<sup>®</sup> e o MTA, a DAP e TAP apresentam vazios externos semelhante. O MTA demonstrou uma adaptação marginal superior à da Biodentine<sup>®</sup> com o Ca[OH]<sub>2</sub> (Ozturl, et al., 2019).

### III. DISCUSSÃO

Os prévios estudos tratam dos efeitos da MIC sobre as propriedades dos cimentos baseados em silicato de cálcio (*push-out bond strenght* e adaptação marginal).

Considerando as aplicações clínicas dos cimentos baseados em silicato de cálcio, a adaptação marginal e a força de união desses materiais com a dentina são fatores extremamente importante na prática clínica. O teste *push-out* visa avaliar a resistência ao deslocamento de um material restaurador à dentina.

Podemos ver nos resultados que há várias discrepâncias consoante aos autores.

Efetivamente, podemos ver nos estudos de Aydin e Buldur, 2017, Alsubait et al., 2020, Tuck e Filder, 2015, Akman et al. e Shakouie et al., que os resultados mostram que a valor da *push-out strenght* reduz no MTA e na Biodentine® com a utilização prévia de TAP ou DAP, enquanto que Topçuoglu et al., 2014 encontrou que a TAP não afeta a resistência ao deslocamento no MTA.

Para o hidróxido de cálcio, também existe uma discordância entre os autores. Efetivamente, Alsubait, et al., 2020, mostrou que o Ca[OH]<sub>2</sub> reduziu significativamente no MTA a resistência ao deslocamento, enquanto Tuck e Filder, 2015, Akman et al., 2015, e Shakaouie et al., 2017, mostraram que reduziu mas não significativamente a resistência ao deslocamento, Topçuoglu et al., 2014 e Aydin e Buldur 2017, concluíram que o Ca[OH]<sub>2</sub> não mostrou diferenças com os grupos de controlo sem medicação na resistência ao deslocamento. No entanto, Nagas e al., 2015 estudaram o aumento da resistência ao deslocamento quando o Ca[OH]<sub>2</sub> foi previamente colocado nos canais.

Essas discrepâncias podem estar relacionadas com as diferenças nos procedimentos experimentais.

Como podemos ver na tabela 2 (em anexo), todos os autores usaram procedimentos de remoção de medicamentos diferentes (apenas com irrigantes ou combinados com instrumentação manual). Já sabemos que a remoção completa da MIC representa um grande desafio (Berkhoff, et al., 2014; Calt e Serper, 1999; Kim e Kim, 2002) .

Sobre o assunto da adaptação marginal, no estudo de Ozrturk, et al.,2019, as TAP e DAP foram associados a um aumento no volume de vazios para o ProRoot MTA® e a Biodentine® quando comparados ao grupo de controlo. Este resultado pode ser devido à presença de restos de medicamentos, apesar dos procedimentos de remoção.

O uso de um agente quelante após a aplicação de medicamento intracanal pode causar alterações na estrutura química da superfície da dentina e nas propriedades da superfície que podem afetar a adesão do material à dentina (Yassen et al., 2015).

Na tabela 2 (em anexo), podemos ver a diferença entre os estudos do tempo que os medicamentos são deixados nos canais. A exposição a longo prazo de medicamentos tem sido sugerida como responsável na alteração das propriedades mecânicas da dentina radicular, seja pela degradação do colagénio no caso do  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  ou pela desmineralização excessiva no caso de pastas de antibióticos que possam afetar a resistência à fratura da raiz (Yassen et al., 2013).

As discrepâncias não podem ser devidas à técnica do *push-out bond strenght* porque o teste de *push-out* demonstrou ser um método fiável para a avaliação da resistência ao deslocamento dos materiais e tem sido utilizado em muitos estudos.

Nos estudos de Aydin e Buldur, 2017, de Pereira, et al., 2019, Nagas, et al., 2015, Turk e Fidler, 2015, quanto à comparação da Biodentine® e do MTA, a Biodentine® produziu valores mais altos de força de adesão dentinária do que o MTA. Este resultado está de acordo com um estudo anterior (Guneser et al. 2013), que mostrou que o Biodentine estabeleceu ligações significativamente mais fortes com a dentina radicular do que o MTA após ser exposto a vários irrigantes endodônticos. Os valores mais altos de resistência de adesão da Biodentine® podem, em parte, resultar do tamanho de partículas menores, que tem potencial para aumentar a penetração do cimento nos túbulos dentinários livres de medicamento, levando a uma melhor resistência ao deslocamento.

A adaptação marginal do MTA, segundo os estudos de Ozrturk, et al., 2019, e Bidar e al., 2010, é maior quando usado o  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  como MIC, concluindo que a pré-medicação com  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  promove a diminuição do volume de vazios externos entre o ProRoot MTA® e a superfície coronal da dentina. O uso de TAP ou DAP diminuiu a adaptação marginal do ProRoot MTA® e do Biodentine.

Não sabemos porque a Biodentine® mostrou valor de adaptação marginal com o  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  menor do que o MTA.

No estudo de Porkaew, et al., 1990 foi demonstrado que a conversão de  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  em carbonato de cálcio na dentina coronal ou a reação de MTA com  $\text{Ca}[\text{OH}]_2$  residual podem ser atribuídas à melhoria observada da adaptação marginal do ProRoot MTA®.

Outros estudos adicionais deveriam ser feitos para ver os efeitos dos medicamentos intracanal sobre as propriedades dos cimentos biocerâmicos, mas especificamente as propriedades que não foram avaliadas nos estudos prévios.

#### **IV. CONCLUSÃO**

Podemos concluir que os autores dos diferentes estudos analisados não concordam sobre os efeitos dos diferentes medicamentos na resistência ao deslocamento do MTA e da Biodentine<sup>®</sup>, sobretudo com o Ca[OH]<sub>2</sub>. Mas todos os estudos com exceção de um, mostram que as pastas antibióticas (TAP e DAP) reduzem a resistência ao deslocamento do MTA e da Biodentine<sup>®</sup>. Todos os estudos concordam sobre o facto que a Biodentine<sup>®</sup> apresenta um valor de força de adesão maior do que a do MTA. A adaptação marginal do MTA aumenta com o uso de Ca[OH]<sub>2</sub>, mas é menor para a Biodentine<sup>®</sup>.

Outros estudos adicionais são necessários para investigar a resistência ao deslocamento de diferentes cimentos biocerâmicos à base de silicato de cálcio sob várias condições ambientais e para ver os efeitos dos medicamentos intracanal sobre as propriedades dos cimentos biocerâmicos, mas especificamente as propriedades que não foram avaliadas nos estudos prévios.

## V. BIBLIOGRAFIA

Akman, M., *et al.* (2016). Effect of intracanal medicaments on the push-out bond strength of Biodentine in comparison with Bioaggregate apical plugs, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 30(5), pp. 459-467.

Alsubait, S., *et al.* (2014). Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, bioaggregate and biodentine, *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 15(3), pp. 336-340.

Alsubait, S., *et al.* (2020). The effect of intracanal medicaments used in Endodontics on the dislocation resistance of two calcium silicate-based filling materials, *BMC Oral Health*, 20(1), p. 57.

Arslan, H. *et al.* (2014). Efficacy of needle irrigation, EndoActivator, and photon-initiated photoacoustic streaming technique on removal of double and triple antibiotic pastes, *Journal of Endodontics*, 40(9), pp.1439-1442.

Atmeh, A. R., *et al.* (2012). Dentin-cement interfacial interaction: Calcium silicates and polyalkenoates, *Journal of Dental Research*, 91(5), pp. 454-459.

Aydin, M. N. e Buldur, B. (2018). The effect of intracanal placement of various medicaments on the bond strength of three calcium silicate-based cements to root canal dentin, *Journal of Adhesion Science and Technology*, 32(5), pp. 542-552.

Berkhoff, J. A., *et al.* (2014). Evaluation of triple antibiotic paste removal by different irrigation procedures, *Journal of Endodontics*, 40(8), pp. 1172-1177.

Bidar, M., *et al.* (2010). Medication with calcium hydroxide improved marginal adaptation of mineral trioxide aggregate apical barrier, *Journal of Endodontics*, 36(10), pp. 1679-1682.

Calt, S. e Serper, A. (1999). Dentinal tubule penetration of root canal sealer after root canal dressing with calcium hydroxide, *Journal of Endodontics*, 25, pp. 431-433.

Camilleri, J. e Pitt Ford, T. R. (2006). Mineral trioxide aggregate: A review of the constituents and biological properties of the material, *International Endodontic Journal*, 39(10), pp. 747-754.

Camilleri, J. (2008). The chemical composition of mineral trioxide aggregate, *Journal of Conservative Dentistry*, 11(4), p. 141.

Camilleri, J., *et al.* (2005). The constitution of mineral trioxide aggregate, *Dental Materials*, 21(4), pp. 297-303.

Fava, L. R. G. e Saunders, W. P. (1999). Calcium hydroxide pastes: Classification and clinical indications, *International Endodontic Journal*, 32(4), pp. 257-282.

Fouad, A. F. e Verma, P. (2014). Healing after regenerative procedures with and without pulpal infection, *Journal of Endodontics*, Volume 40, Suppl, pp. S58-S64.

Gandolfi, M. G., *et al.* (2010). Environmental Scanning Electron Microscopy Connected with Energy Dispersive X-ray Analysis and Raman Techniques to Study ProRoot Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Silicate Cements in Wet Conditions and in Real Time, *Journal of Endodontics*, 36(5), pp. 851-857.

Guneser, M. B., Akbulut, M. B. e Eldeniz, A. U. (2013). Effect of various endodontic irrigants on the push-out bond strength of biodentine and conventional root perforation repair materials, *Journal of Endodontics*, 39(3), pp. 380-384.

Han, L. e Okiji, T. (2011). Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine, *International Endodontic Journal*, 44(12), pp. 1081-1087.

Hargreaves, K.M. *et al.* (2013). Biological Basis of Regenerative Endodontic Procedures, *Journal of Endodontics*, 39(3 Suppl), pp. 30-43.

Iwaya S., Ikawa M. e Kubota M. (2001). Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract, *Dent Traumatol*, 17, pp. 185-187.

Jain, P. e Ranjan, M. (2015). The rise of bioceramics in endodontics: A review, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, 6(1), pp. 416-422.

Kadali, N., *et al.* (2020). Mineral Trioxide Aggregate: an overview of composition, properties and clinical applications, *International Journal of Dental Materials*, 2(1), pp. 11-18.

Kim, S. K. e Kim, Y. O. (2002). Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal, *International Endodontic Journal*, 35(7), pp. 623-628.

Kim, J.H., *et al.* (2010). Tooth discoloration of immature permanent incisor associated with triple antibiotic therapy: a case report, *Journal of Endodontics*, 36(6), pp.1086-1091.

Koch, K. e Brave, D. (2009). Bioceramic technology – the game changer in endodontics, *Endodontic Practice*, 13 p. 7.

Law, A. S. (2013). Considerations for regeneration procedures, *Journal of Endodontics*, 39(3), Suppl, pp.44-56.

Macwan, C. e Deshpande, A. (2014). Mineral trioxide aggregate (MTA) in dentistry: A review of literature, *Journal of Oral Research and Review*, 6(2), p. 71.

Malkondu, Ö., Kazandağ, M. K. e Kazazoğlu, E. (2014). A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material, *BioMed Research International*.

Marending, M., *et al.* (2009). Comparative assessment of time-related bioactive glass and calcium hydroxide effects on mechanical properties of human root dentin, *Dental Traumatology*, 25(1), pp. 126-129.

Meredith, P., Donald, A. M. e Luke, K. (1995). Pre-induction and induction hydration of tricalcium silicate: an environmental scanning electron microscopy study, *Journal of Materials Science*, 30(8), pp. 1921-1930.

Mohammadi, Z. e Dummer, P. M. H. (2011). Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology, *International Endodontic Journal*, 44(8), pp. 697-730.

Murvindran, V. e James, D.R. (2014). Antibiotics as an intracanal medicament in endodontics, *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6, pp. 297-301.

Nagas, E., *et al.* (2016). Effect of several intracanal medicaments on the push-out bond strength of ProRoot MTA and Biodentine, *International Endodontic Journal*, 49(2), pp. 184-188.

Nasseh, A.A. (2009). The rise of bioceramics, *Endodontic Practice*.

Ozturk, T. Y., *et al.* (2019). Do the intracanal medicaments affect the marginal adaptation of calcium silicate-based materials to dentin?, *Journal of Dental Sciences*, 14(2), pp. 157-162.

Parirokh, M., Torabinejad, M. e Dummer, P. M. H. (2018). Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy, *International Endodontic Journal*, 51(2), pp.177-205.

Pereira, A. C., *et al.* (2019). Effect of intracanal medications on the interfacial properties of reparative cements, *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(2), p. 21.

Porkaew, P., *et al.* (1990). Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal, *Journal of Endodontics*, 16(8), pp. 369-374.

Rahimi, S., *et al.* (2014). A review of antibacterial agents in endodontic treatment, *Iranian Endodontic Journal*, 9(3), pp. 161-168.

Reyes-Carmona, J. F., Felipe, M. S. e Felipe, W. T. (2009). Biomineralization Ability and Interaction of Mineral Trioxide Aggregate and White Portland Cement With Dentin in a Phosphate-containing Fluid, *Journal of Endodontics*, 35(5), pp. 731-736.

Reyes-Carmona, J. F., Felipe, M. S. e Felipe, W. T. (2010). The Biomineralization Ability of Mineral Trioxide Aggregate and Portland Cement on Dentin Enhances the Push-out Strength, *Journal of Endodontics*, 36(2), pp. 286-291.

Reyhani, M. F., *et al.* (2016). Effect of different endodontic sealers on the push-out bond strength of fiber posts, *Iranian Endodontic Journal*, 11(2), pp. 119-123.

Sabrah, A.H.A., Yassen, G.H. e Gregory, R.L. (2013). Effectiveness of antibiotic medicaments against biofilm formation of *Enterococcus faecalis* and *Porphyromonas gingivalis*, *Journal of endodontics*, 11 pp. 1385-1389.

Sabrah, A.H.A., *et al.* (2015). The effect of diluted triple and double antibiotic pastes on dental pulp stem cells and established *Enterococcus faecalis* biofilm, *Clinical oral investigations*, 8, pp. 2059-2066.

Sahebi, S., Moazami, F. e Abbott, P. (2010). The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine, *Dental Traumatology*, 26(1), pp. 43-46.

Sarkar, N. K., *et al.* (2005). Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate, *Journal of Endodontics*, 31(2), pp. 97-100.

Sato, I., *et al.* (1996). Sterilization of infected root-canal dentine by topical application of a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline in situ, *International Endodontic Journal*, 29(2), pp. 118-124.

Semennikova, K., *et al.* (2016). Les ciments tricalciques. Exemple du matériau Biodentine, Partie 1 - Présentation, composition et propriétés. *Biomatériaux Cliniques*. Vol. 1 - n°2. [em linha]. Disponível em <<http://wala.elteg.net/id/media/bmc-1-2-p16-25.pdf>>. [consultado em 02-06-20].

Shahi, S., *et al.* (2012). Effects of various mixing techniques on push-out bond strengths of white mineral trioxide aggregate, *Journal of Endodontics*, 38(4), pp. 501-504.

Shakouie, S., *et al.* (2017). Effects of different intra canal medicaments on the push out bond strength of endodontic sealers, *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9(3), pp. 443-447.

Siqueira, J. F. (2001). Strategies to treat infected root canals, *Journal of the California Dental Association*, 29(12), pp. 825-837.

Surya Raghavendra, S., *et al.* (2017). Bioceramics in endodontics – a review, *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(3 Suppl 1), pp. 128-137.

Tay, F. R., *et al.* (2007). Calcium Phosphate Phase Transformation Produced by the Interaction of the Portland Cement Component of White Mineral Trioxide Aggregate with a Phosphate-containing Fluid, *Journal of Endodontics*, 33(11), pp. 1347-1351.

Thibodeau, B., *et al.* (2007). Pulp Revascularization of Immature Dog Teeth With Apical Periodontitis, *Journal of Endodontics*, 33(6), pp. 680-689.

Topçuoğlu, H. S., *et al.* (2014). The effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the dislocation resistance of mineral trioxide aggregate to root canal dentin, *Journal of Endodontics*, 40(12), pp. 2041-2044.

Trope, M. (2010). Treatment of the Immature Tooth with a Non-Vital Pulp and Apical Periodontitis, *Dental Clinics of North America*, 54(2), pp. 313-324.

Türk, T. e Fidlerb, A. (2016). Effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on push-out bond strength of MTA and Biodentine, *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 30(1), pp. 140-144.

Wanees Amin, S. A., Seyam, R. S. e El-Samman, M. A. (2012). The effect of prior calcium hydroxide intracanal placement on the bond strength of two calcium silicate-based and an epoxy resin-based endodontic sealer, *Journal of Endodontics*, 38(5), pp. 696-699.

Weine, F.S. (2004). Endodontic therapy, 6th ed. Mosby, pp. 226-228.

Wennber, A. e Niom, D. Ø. (1990). Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha, *International Endodontic Journal*, 23(1), pp. 13-19.

Yassen, G. H., *et al.* (2013). The effect of medicaments used in endodontic regeneration on root fracture and microhardness of radicular dentine, *International Endodontic Journal*, 46(7), pp. 688-695.

Yassen, G. H., *et al.* (2013). Effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the chemical structure of human immature radicular dentin: An in vitro study, *Journal of Endodontics*, 39(2), pp. 269-273.

Yassen, G. H., *et al.* (2015). Effect of different endodontic regeneration protocols on wettability, roughness, and chemical composition of surface dentin, *Journal of Endodontics*, 41(6), pp. 956-960.

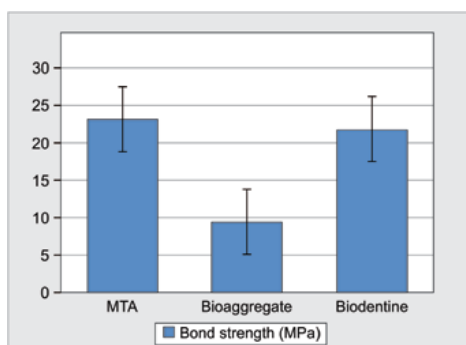
Zhao, W., *et al.* (2005). The self-setting properties and in vitro bioactivity of tricalcium silicate, *Biomaterials*, 26(31), pp. 6113-6121.

## ANEXOS

Tabela 1 : Lista dos MTA disponíveis no comércio (Macwan e Deshpande, 2014).

Trade name	Manufacturer
ProRoot MTA	Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, USA
White ProRoot MTA	Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, USA
MTA-Angelus (Grey)	Angelus, Londrina, Brazil
MTA (White)	Angelus, Londrina, Brazil
MM MTA	MicoMegha, Besancon, France
Ortho MTA	BioMTA, Seoul, Korea
Retro MTA	BioMTA, Seoul, Korea
EndoCem MTA	Maruchi, Wonju, Korea
MTA Plus	Avalon Biomed, Bradenton, USA
EndoCem Zr	Maruchi, Wonju, Korea
EndoSeal	Maruchi, Wonju, Korea
MTA Fillapex	Angelus, Londrina, Brazil

Gráfico 1: A resistência média das forças de deslocamento em Mpa de três materiais diferentes (Alsubait, et al., 2014).



Efeito da medicação intracanal nas propriedades dos cimentos biocêramicos: revisão narrativa

Tabela 2: Efeito da medicação intracanal na resistência ao deslocamento de materiais restauradores ou obturador

Autor	Título do artigo e ano	Medicação intracanal usada	Cimentos testados	Amostra	Tempo de medicação intracanal e cimentos	Push-out Bond teste	Falha	Conclusão
Topçuoğlu, et al.	The Effect of Medicaments Used in Endodontic Regeneration Technique on the Dislocation Resistance of Mineral Trioxide Aggregate to Root Canal Dentin 2014	Hidróxido de Cálcio (CH) Metronidazol e Ciprofloxacina (DAP) Pasta Tripla Antibiótica (TAP) com grupo Minociclina TAP com grupo Cefaclor	Agregado de trióxido mineral (ProRoot MTA)	80 premolares mandibulares monocanales extraídos por causa periodontal	3 semanas a 100% humidade, removida com 10ml 2,5% NaOCl e 5ml de água destilada	Fatia horizontal de 1mm dos dentes Máquina universal para realizar o teste (Instron 4444; Instron Corp, Canton, MA) Carga aplicada de 1mm/min no sentido apical até coroa até ocorrer a falha Superfície de adesão foi calculada: $(\pi r1 + \pi r2) \times L$ , onde $L = \sqrt{(r1 - r2)^2 + h^2}$ , onde $\pi = 3,14$ , $r1$ e $r2$ = raios menores e maiores, respectivamente, $h$ = espessura da fatia em milímetros.	Falha coesiva no cimento Falha adesiva na interface cimento/ dentina Falha mista	DAP reduce o valor da resistencia ao deslocamento TAP com Minocilina, TAP com Cefaclor e CH nem reduce nem aumenta o valor da resistencia ao deslocamento em comparação com o grupo de controle A falha mista foi o tipo de falha mais frequente no grupo controle. A falha coesiva foi o tipo de falha mais frequente nos grupos CH, TAP com minociclina e TAP com cefaclor. No grupo DAP, a falha adesiva foi predominantemente observada nas falhas coesas e mistas.
Aydın e Buldur	The effect of intracanal placement of various medicaments on the bond strenght of three calcium silicate-based cements to root canal dentin 2017	Hidróxido de Cálcio (CH) Metronidazol e Ciprofloxacina (DAP) Pasta Tripla Antibiótica (TAP) com Cefaclor TAP com Clindamicina Amoxicilina e ácido Clavulânico (Augmentin)	Agregado de trióxido mineral (ProRoot MTA) Biodentina (BD) Endosequence root repair material putty (ERRM)	90 premolares mandibulares monocanales extraídos por causa periodontal	3 semanas a 100% humidade, removida com 5ml 5,25% NaOCl e 5ml de água destilada	Os dentes foram sectionados em 4 fatias paralelas no sentido transversal Máquina de teste universal Lloyd LRX (Lloyd Instruments, Ltd., Fareham, UK) Carga aplicada de 1mm/min no sentido apical até coroa até ocorrer a falha A resistência de push-out foi calculada em megapascals (MPa) dividindo a carga máxima na falha (N) pela área de aderência da superfície usando a fórmula: $\text{superfície} = 2\pi r \times h$ , onde $\pi$ = valor constante = 3,14, $r$ = raio do espaço intraradicular $h$ = espessura da fatia em mm.	Falha coesiva Falha adesiva Falha mista	DAP, TAP com Cefaclor e TAP com Clindamicina reduzem o valor da resistencia ao deslocamento. CH e Augmentin nao tem nenhum efeito. ERRM e Biodentina apresentam maiores valores de resistencia em comparação com o ProRoot MTA falha mista foi o tipo mais observado nos grupos controle e CH, enquanto falha coesiva foi a mais observada nos grupos Augmentin®, DAP e TAPs.
Pereira, et al.	Effect of intracanal medications on the interfacial properties of reparative cements 2019	Hidróxido de cálcio com gel de clorexidina 2% (HCX) Hidróxido de cálcio com água destilada (HCA) Pasta Tripla Antibiótica (TAP)	Agregado de trióxido mineral Branco (MTA Angelus)(WMTA) Biodentina (BD)	70 premolares mandibulares monocanales com raízes retas	7 dias a 100% humidade, removida com 5ml NaOCl, instrumentação Mtwo tamanho 25/0.06, 10ml de água destilada, 10ml EDTA 17% e 10ml água destilada	Os dentes foram sectionados em 5 fatias par dente com espessura de 1mm no sentido apical até coroa Máquina de teste universal (Instron 441, Canton, MA, USA) Carga aplicada de 1mm/min no sentido apical até coroa até ocorrer a falha A resistência foi calculada em megapascals (MPa), dividindo a carga em N pela área da interface de união. A área em cada seção foi calculada usando a seguinte fórmula: $\text{area} = 2\pi rh$ (onde $\pi$ = valor constante de 3,14, $r$ = raio do espaço intra-radicular $h$ = altura em milímetros).		Biodentina mostra valores de resistencia significativamente superior do que o WMTA independentemente do tipo de medicamento intracanal Para o grupo Biodentina, medicamentos intracanalares nao afetam a força de união Para o grupo WMTA, a TAP reduce o valor de resistencia, quando HCX nao mostrou diferenças significativas em relação ao grupo de controle ou grupo HCA
Alsabait, et al.	The effect of intracanal medicaments used in Endodontics on the dislocation resistance of two calcium silicate-based materials 2020	Hidróxido de Cálcio (CH) Pasta Tripla Antibiótica com Minociclina (mTAP)	Agregado de trióxido mineral (ProRoot MTA) Totalfill Root Repair Material (BC fast set putty)	45 premolares mandibulares monocanales	7 dias a 95% humidade, removida com uma broca esférica (Dentsply Maillefer) com água, 2ml de 2,5% NaOCl, EDTA 17%, solução saline esteril	Os dentes foram sectionados em duas fatias no sentido transversal (coroa-apex) desde o terço medio do dente Máquina de teste universal (máquina de teste Instron; modelo 5965, ITW, MA, EUA) Carga aplicada de 1mm/min de pressao vertical até a falha A força mais alta aplicada aos materiais no momento do deslocamento foi registrada em megapascal (MPa) usando a seguinte fórmula: Resistência de união (MPa) = Força para deslocamento (N)/Área de superfície de união (mm <sup>2</sup> ) $\text{superfície} = 2 \times 3,14 \times \text{raio do canal radicular} \times \text{espessura da fatia de dentina}$	Falha coesiva no cimento Falha adesiva na interface cimento/ dentina Falha mista	Para o MTA, CH e mTAP reduzem significamente a resistencia ao deslocamento Enquanto ao Totalfill Root Repair Material, a aplicacao de medicao intracanalares nao afeta a resistencia ao deslocamento Para os dois cimentos, a resistencia ao deslocamento é maior sem uso de medicao intracanal. A maioria das amostras nos subgrupos MTA mostrou um número quase igual de amostras nos tipos coesivo e misto, enquanto a maioria das amostras em todos os subgrupos de massa rápida de BC revelaram o tipo coeso de falha. Não houve associação significativa entre o tipo de cimento ou o medicamento intracanal e o tipo de falha da ligação

## Efeito da medicação intracanal nas propriedades dos cimentos biocêramicos: revisão narrativa

<p>Nagas, et al.</p>	<p>Effect of several intracanal medicaments on the push-out bond strength of ProRoot MTA and Biodentine 2015</p>	<p>Hidróxido de Cálcio em pó com água destilada (CH) Pasta Tripla Antibiótica (TAP) Amoxicilina e ácido Clavulânico (Augmentin) Ledermix (antibiótico-corticoide)</p>	<p>Agregado de trióxido mineral (ProRoot MTA) Biodentina (BD)</p>	<p>60 dentes anteriores maxilares com raízes retas</p>	<p>7 dias a 100% humidade, removida com 5 ml de NaOCl em conjunto com agitação manual extremamente suave com um instrumento ProTaper F5 e 5 ml de EDTA</p>	<p>Os dentes foram sectionados em 5 fatias de 1mm por dente no sentido transversal (coroa-apex) Máquina de teste universal Lloyd LRX (Lloyd Instruments Ltd., Fareham, UK) Carga aplicada de 1mm/min no sentido vertical até a falha A resistência ao deslocamento foi calculada em megapascals (MPa) dividindo a carga em newton (N) pela área da interface de união. A área em cada seção foi calculada usando a seguinte fórmula: <math>Área = 2\pi r \times h</math> (onde <math>\pi</math> = valor constante de 3,14, <math>r</math> = raio do espaço intraradicular <math>h</math> = altura em mm).</p>		<p>Biodentine apresenta uma força de adesão maior do que o MTA Tenha sido observado um efeito significativo dos medicamentos intracanal mas esse efeito não teve impacto significativo na força de ligação do MTA ou da Biodentina Para o MTA e a Biodentina, o valor maior de força de adesão é com o hidróxido de cálcio (maior do que o grupo de controlo) Nos grupos MTA e Biodentine, comparações pareadas com outros medicamentos revelaram valores de perda de força de adesão semelhantes</p>
<p>Amin, et al.</p>	<p>The Effect of Prior Calcium Hydroxide Intracanal Placement on the Bond Strength of Two Calcium Silicate- based and an Epoxy Resin-based Endodontic Sealer 2012</p>	<p>Hidróxido de Cálcio (CH)</p>	<p>AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha) iRoot SP (Innovative Bioceramix, Londrina, Brazil) MTA Fillapex (Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, Brazil)</p>	<p>90 dentes incisivos maxilares</p>	<p>Grupo 2: 7 dias a 100% humidade, removida com 5ml água destilada, uso manual de ProTaper F5, e 5ml água destilada Grupo 3: 7 dias a 100% humidade, removida com 5ml de NaOCl 2,25%, uso manual de ProTaper F5 seguido de PUI de 5ml de NaOCl 2,25% usando uma lima K15 com dispositivo ultrassónico (P5 Newtron XS, Acteon Satelec) e depois EDTA 17% durante 1min seguido de 5ml de água destilada</p>	<p>Os dentes foram sectionados transversalmente perpendicularmente ao longo eixo da raiz de espessura de 2mm Máquina de teste universal (Modelo LRX-Plus; Lloyd Instruments Ltd, Fareham, UK) Carga aplicada de 1mm/min no sentido vertical até a falha A carga máxima antes da falha foi registrada em newtons e foi usada para calcular a força de união de empilhamento em megapascals (MPa) de acordo com a seguinte fórmula: resistência de união de empuxo (MPa) = carga máxima (N) / área de adesão à dentina (mm<sup>2</sup>) A área da superfície de adesão (A) para cada seção foi calculada como: <math>(\pi r_1 + \pi r_2) \times L</math>, e o valor de L foi calculado como a raiz quadrada de <math>(r_1 - r_2)^2 + h^2</math>, onde <math>\pi</math> é a constante 3,14, <math>r_1</math> é o raio menor, <math>r_2</math> é o raio maior <math>h</math> é a espessura da seção em milímetros.</p>		<p>Com de hidróxido de cálcio (grupos 2 e 3), não houve diferença significativa entre o AH Plus e o iRoot, no entanto, ambos apresentaram uma resistência adesiva maior que o MTA Fillapex Apenas o iRoot SP apresentou um aumento estatisticamente significativo na força de união com a colocação prévia de CH, independentemente do método de remoção em comparação grupo de controlo Nenhuma diferença significativa na resistência de união entre as condições dos 3 canais foi registrada para AH Plus ou MTA Fillapex</p>
<p>Türk e Fidler</p>	<p>Effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on push-out bond strength of MTA and Biodentine 2015</p>	<p>Pasta Tripla Antibiótica (TAP) Hidróxido de Cálcio (CH)</p>	<p>Biodentina (BD) Agregado de trióxido mineral (MTA)</p>	<p>102 dentes incisivos maxilares monoclinares com raiz retra extruídos por causa periodontal</p>	<p>2 semanas em solução salina, removida com 5ml de NaOCl 2,25% e 5ml de EDTA 17%</p>	<p>Os dentes foram sectionados horizontalmente de espessura de fatia de 1mm Máquina de teste (AGS-X, Shimadzu Co., Kyoto, Japão) Carga aplicada de 1mm/min no sentido vertical até a falha Para expressar a resistência a força de adesão (MPa), a carga na falha (N) foi dividida pela área da superfície de adesão (mm<sup>2</sup>), calculada usando a seguinte equação: <math>2\pi r \times h</math>, onde <math>\pi</math> é a constante 3,14, <math>r</math> (mm) é o raio do canal radicular e <math>h</math> é a espessura da fatia radicular em milímetros.</p>	<p>Falha coesiva no cimento Falha adesiva na interface cimento/ dentina Falha mista</p>	<p>O grupo BD apresentou valores de resistência ao push-out significativamente maiores que o grupo MTA A TAP apresentou os menores valores de resistência ao push-out, que foram significativamente inferiores aos do controlo, mas não significativamente inferiores aos do CH CH apresentou valores de resistência um pouco menores em comparação ao grupo de controlo, mas não foram significativos Nos grupos MTA e BD, as comparações pareadas não revelaram diferenças significativas nos valores de resistência ao push-out Cohesive failure was the most frequent type of failure for BD, whereas no predominant failure mode was found for MTA.</p>
<p>Akman, et al.</p>	<p>Effect of intracanal medicaments on the push-out bond strength of Biodentine in comparison with Bioaggregate apical plugs 2015</p>	<p>Hidróxido de Cálcio (CH) Pasta Tripla Antibiótica com Cefaclor (mTAP) Pasta Dupla Antibiótica com Metrodinazol e Ciprofloxacina (DAP)</p>	<p>Biodentina (BD) Bioaggregate (Innovative BioCeramik Inc, Vancouver, Canada)</p>	<p>40 dentes anteriores maxilares monoclinares</p>	<p>21 dias a 100% humidade, removida com 5ml de NaOCl 3% e solução saline esteril</p>	<p>Os dentes foram cortados horizontalmente na parte apical em 2-3 fatias de 1mm de espessura Máquina de teste universal (Elista, Istanbul, Turquia) Carga aplicada de 1 mm / min exercendo pressão A resistência da união push-out em megapascals (MPa) foi calculada dividindo essa força pela área da superfície do material de teste (N / 2prh), onde <math>p</math> é a constante 3,14, <math>r</math> é o raio do canal radicular e <math>h</math> é a espessura da fatia de dentina radicular em milímetros</p>	<p>Falha coesiva no cimento Falha adesiva na interface cimento/ dentina Falha mista</p>	<p>Diferença significativa entre a força de união do Biodentine e Bioaggregate, foi encontrada diferença estatisticamente significante entre todos os grupos de medicamentos, considerando que a interação material-medicação não foi significativa Na Biodentine e no Bioaggregate, os grupos mTAP e DAP apresentaram menores valores de força de união quando comparados ao grupo de controlo, enquanto o grupo CH não apresentou diferença estatisticamente significante quando comparado com os outros grupos. Biodentina apresentou padrão de falha principalmente coesivo, enquanto o Bioaggregate apresentou padrão de falha adesivo.</p>
<p>Shakaoui, et al.</p>	<p>Effects of different intra canal medicaments on the push out bond strength of endodontic sealers 2017</p>	<p>Hidróxido de cálcio (CH) Pasta Tripla Antibiótica (TAP) Metapex (Meta Dental, Elmhurst, NY) Cloroxidina em gel 2% (CHX)</p>	<p>MTA Fillapex AH26 Dentsply, Konstanz, Germany)</p>	<p>104 dentes monoclinares</p>	<p>2 semanas a 100% humidade, removida com 5ml de água destilada, #40 K-File 2ml de água destilada</p>	<p>Os dentes foram cortados transversalmente em fatias de 2mm de espessura no terço médio das raízes perpendiculares à superfície radicular Máquina de teste universal (Hounsfield Test Equipment, Modelo HSK-S, Surrey, UK) Carga aplicada de 1 mm / min, perpendicular à superfície da amostra A força máxima no deslocamento do material foi registrada em Newton e convertida em MPa usando a fórmula seguinte: a superfície sob carga = espessura da dentina na fatia <math>\times</math> a circunferência do canal</p>		<p>Com todos os medicamentos intracanales, a resistência média geral de AH26 foi significativamente maior que a do MTA Fillapex A resistência de união do MTA Fillapex e AH26 após o pré-tratamento do canal radicular com diferentes medicamentos intracanal sofre algumas alterações e o Metapex em geral leva a resultados desfavoráveis em comparação ao hidróxido de cálcio</p>