

**FACULDADE DE SETE LAGOAS**

**FACSETE**

GRACYELLA SANTOS ARAÚJO

**BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA CONTEMPORÂNEA**

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

2019

GRACYELLA SANTOS ARAÚJO

## **BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA CONTEMPORÂNEA**

Monografia apresentada no programa de especialização em Endodontia da Associação Brasileira de Especialistas da Odontologia, Faculdade de Sete Lagoas FACSETE, como parte dos requisitos à obtenção do título de Especialista.

Orientador: Otaviano Luiz Durães Pereira

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

2019

Araújo, Gracyella.

Biocerâmicos na Endodontia contemporânea/ Gracyella Santos Araújo. – 2019. 33 f.

Orientador: Otaviano Luiz Duraes Pereira.

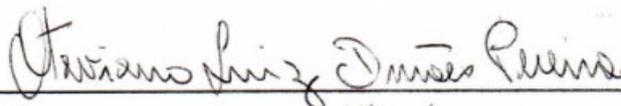
Monografia (especialização) – Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas, 2019.

1.Cimentos biocerâmicos. 2. Propriedades e características.

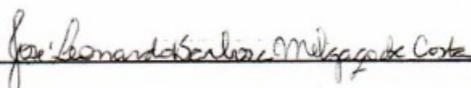
I. Biocerâmicos na Endodontia contemporânea.

II. Otaviano Luiz Duraes Pereira.

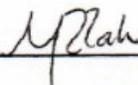
Monografia intitulada "**Biocerâmicos na endodontia contemporânea**", área de concentração em Endodontia, apresentada por Gracyella Santos Araújo, para obtenção de título de especialista em Endodontia, **APROVADA** pela Comissão Examinadora, constituída pelos seguintes professores:



Prof. Otaviano Luiz Duraes Pereira - Orientador



Prof. Dr. José Leonardo Barbosa Melgaço da Costa



Prof. Marcos Rogério Rabelo

## **DEDICATÓRIA**

Pessoalmente, dedico este trabalho à minha mãe, Eliene, por seu amor, apoio e compreensão contínuos e incondicionais ao longo da minha vida pessoal e profissional.

Profissionalmente, dedico este trabalho a todos os meus pacientes.

## AGRADECIMENTOS

Enfim a realização... Ser Endodontista! No transcurso em busca deste sonho, tive que percorrer uma trajetória de lutas, dedicação, abdicação e momentos difíceis. Os agradecimentos são infinitos!

Esta é a etapa menos trabalhosa, porém a mais difícil. Talvez por ser o único espaço onde se coloca a emoção.... Onde fala o coração.... Nos caracteres impressos nestas páginas, há algo mais do que tinta, permeando-se também momentos alegres e tristes, fáceis e difíceis, de frustrações e realizações.

À Deus encaminho o meu primeiro agradecimento, pela Tua graça e infinita bondade hoje estou aqui celebrando este grande momento. A todo momento senti Tua mão me amparando e Teu amor me guiando. Todas as minhas vitórias serão sempre Tuas também!

Aos meus amados pais Rosivaldo e Eliene e a meu irmão Júnior difícil encontrar palavras que traduzam a minha gratidão. Agradeço pelos imensuráveis esforços na minha formação, pelo amor incondicional, confiança e pela orgulhosa torcida. Sem o amor de vocês, eu não seria nada! Sem dúvida, vocês são as pessoas em quem eu mais me espelho nesse mundo. Obrigado por serem exemplo de pais, amigos, irmãos, companheiros, pessoas de fé, honestidade, humildade. Amo vocês! Dedico esta conquista a vocês.

Ao professor Otaviano Luiz Durães Pereira, grande profissional que eu tive o prazer de conhecer e conviver. Agradeço pelas pertinentes e valiosas sugestões, que muito contribuiu para a construção e enriquecimento deste trabalho. Para mim, foi uma grande honra ser sua orientanda. Você é exemplo de humildade e profissionalismo! Muito obrigada!

Não poderia deixar de agradecer, a todos os professores da Equipe EME, pela competência e paciência, contribuindo de forma positiva para o meu aprendizado.

Sou grata também a todos os colegas do curso, em especial, Bianca e Luís, pela colaboração e relacionamento harmonioso e amigável.

Da mesma forma, agradeço aos tios Eliane, Edilene, César, João Carlos e tio Filho, pessoas de significado muito especial, pelo constante apoio e estímulo recebidos. Amo vocês!

Às queridas amigas Drielle e Taís, mais que amigas, quase irmãs, pela amizade e apoio, mesmo à distância, acompanhando os meus passos e torcendo por mim. Agradeço pela amizade sincera e incentivo. Agradeço pelo ombro amigo nos momentos difíceis e pelos momentos felizes também. Além da gratidão, fica a saudade, o carinho e a certeza de uma amizade verdadeira. Vocês são especiais!

Aos funcionários da Abepo Neide, Kelley, Nárgila e Jéssica pela amizade, competência, cooperação e estímulo ao longo desta caminhada.

Aos pacientes atendidos, pela confiança no tratamento que estava sendo instituído.

À Dr Eliezer Assunção grande profissional e amigo que tenho o prazer de conhecer e conviver! Muito obrigada pelas oportunidades profissionais que me destes. Tem contribuído muito com a minha formação. Muito obrigada! Torço pelo teu sucesso!

Se, algum nome não foi aqui mencionado, de modo geral, agradeço a todos que, de alguma forma direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

*"Nem os olhos viram, nem os ouvidos ouviram, nem jamais penetrou em coração humano o que Deus tem preparado para aqueles que o amam" (I Coríntios 2:9) "*

## RESUMO

O tratamento endodôntico compreende uma sequência de procedimentos interdependentes entre si, em que todas as etapas devem ser realizadas com a mesma atenção e de maneira satisfatória. A limpeza eficiente e modelagem do sistema de canais radiculares é essencial para atingir os objetivos biológicos e mecânicos do tratamento endodôntico. A obturação do sistema de canais radiculares visa preencher espaços vazios, promovendo o selamento hermético e prevenindo a atividade bacteriana nos tecidos periapicais. A obturação adequada requer o uso de um cimento endodôntico para preencher as lacunas entre as paredes dos canais radiculares e os cones. A guta-percha sozinha como material de preenchimento não é suficiente para fornecer vedação adequada do sistema canais radiculares. Os cimentos biocerâmicos têm se tornado populares em Endodontia devido às suas várias vantagens. Possuem em sua composição hidróxido de cálcio, silicatos tricálcicos e dicálcicos, fosfatos de cálcio e óxido de zircônio como radiopacificador. São utilizados em endodontia como material de reparação de perfurações nas raízes e cimento obturador de canal radicular devido as suas propriedades, tais como: biocompatibilidade, pH elevado, não reabsorção, facilidade de manuseio no interior dos canais radiculares, aumento da resistência radicular, baixa citotoxicidade, além de não sofrerem contração e serem quimicamente estáveis. Dessa forma, o presente trabalho objetivou revisar a literatura atualmente disponível sobre as propriedades e características específicas de cimentos biocerâmicos em Endodontia.

Palavras-chave: Cimentos endodônticos, Cimentos biocerâmicos, Obturação endodôntica.

## **ABSTRACT**

Endodontic treatment comprises a sequence of interdependent procedures, in which all steps must be performed with the same attention and satisfactorily. Efficient cleaning and shaping of the root canal system is essential to achieve the biological and mechanical goals of endodontic treatment. The obturation of the root canal system aims to fill voids, promoting hermetic sealing and preventing bacterial activity in periapical tissues. Proper obturation requires the use of an endodontic cement to fill the gaps between root canal walls and cones. Gutta-percha alone as a filler material is not sufficient to provide adequate sealing of the root canal system. Bioceramic cements have become popular in endodontics because of their many advantages. They have in their composition calcium hydroxide, tricalcium and dicalcium silicates, calcium phosphates and zirconium oxide as radiopacifier. They are used in endodontics as repair material for root perforations and root canal obturator cement due to their properties such as: biocompatibility, high pH, non-resorption, ease of handling within root canals, increased root resistance, low cytotoxicity. and are not contracted and chemically stable. Thus, the present work aimed to review the currently available literature on the specific properties and characteristics of bioceramic cements in Endodontics.

Key words: Bioceramic cements, Endodontic cements, Endodontic filling.

## LISTA DE SIGLAS

h: Horas

IRM: Material restaurador intermediário

MPa: Megapascal

MTA: Agregado de Trióxido Mineral

n: Número

NiTi: Níquel-titânio

pH: Potencial hidrogeniônico

SARCS: Sankin Apatite Root Canal Sealer

SCR: Sistema de canais radiculares

ZOE: Óxido de zinco e eugenol

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA/ DISCUSSÃO.....	14
3.1- PROPRIEDADES ANTIBACTERIANAS.....	19
3.2- BIOATIVIDADE.....	19
3.3 - BIOCAMPATIBILIDADE.....	20
3.4 – ADAPTAÇÃO MARGINAL E CAPACIDADE SELADORA.....	22
3.5 – RESISTÊNCIA À FRATURA DAS RAÍZES.....	22
3.6- RESISTÊNCIA DE UNIÃO.....	24
3.7 – RETRATAMENTO DOS CANAIS RADICULARES.....	24
3.8 – ALTERAÇÃO DE COR.....	24
4 CONCLUSÃO.....	26
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico baseia-se na limpeza, modelagem e obturação tridimensional do SCR. Limpeza eficiente e modelagem do sistema de canais radiculares é fundamental para atingir os objetivos biológicos e mecânicos do tratamento endodôntico. Isso envolve a remoção do tecido pulpar assim como microorganismos e seus subprodutos, à medida que fornece a forma cônica apropriada para o subsequente preenchimento do canal radicular para alcançar a obturação tridimensional desejada (BUENO et al., 2016). Obturações insatisfatórias são uma das principais causas de insucesso na terapia endodôntica, pois cria nichos para recontaminação e desenvolvimento bacteriano (FRACASSI et al., 2010).

A guta-percha sozinha como material de preenchimento não é suficiente para fornecer vedação adequada do SCR. A obturação adequada requer o uso de um cimento endodôntico para preencher as lacunas entre as paredes dos canais radiculares e os cones. Ao mesmo tempo que o cimento alcança o forame apical, ele entra em contato direto com o tecido periapical e, sendo assim, deve ser biocompatível. Apesar da área de contato ser pequena, sempre há preocupação com as reações adversas que o cimento obturador pode causar nos tecidos (BUENO et al., 2016).

Os materiais utilizados devem ser biocompatíveis e apresentar propriedades físicas tais como: adesão, escoamento, insolubilidade aos fluidos teciduais, radiopacidade, estabilidade dimensional (SCELZA et al., 2016).

O primeiro material biocerâmico utilizado com sucesso em endodontia foi o cimento MTA (Mineral Trióxido Agregado), desenvolvido com base em cimento Portland, na universidade de Loma Linda – Califórnia, no início dos anos 90 por Mahmoud Torabinejad. Foi desenvolvido como um material de preenchimento retrógrado e também para selamento de perfurações (JITARU et al., 2016).

A bioatividade do MTA é denominada biomineralização. A união do MTA à dentina ocorre através da deposição de numerosos grupos hidroxiapatita sobre as

fibrilas de colágeno dentinário em toda a superfície de túbulos dentinários em contato com o MTA (KOCH et al., 2012).

Contudo, a baixa capacidade de escoamento do MTA não permite o seu uso como cimento obturador. Sendo assim, para se aliar o benefício biocompatibilidade desse material, foi criada uma nova classe de cimento endodôntico obturador denominada de cimentos à base de silicato. Esta denominação é oriunda dos componentes que constituem o MTA e que estão presentes nestes cimentos, sendo eles: silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de cálcio e o aluminato tricálcico (JITARU et al., 2016).

As biocerâmicas são compostos cerâmicos biocompatíveis obtidos por vários processos químicos. Apresentam excelentes propriedades biocompatibilidade devido à sua semelhança com o processo de formação de hidroxiapatita e à capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano. Além disso, as biocerâmicas apresentam capacidade osteoindutiva intrínseca, pois absorvem substâncias osteoindutoras na presença de cicatrização óssea (CHENG L et al., 2010). Além disso, os cimentos biocerâmicos não resultam em uma resposta inflamatória significativa se ocorrer extravasamento durante o processo de obturação (KOCH et al., 2012).

A utilização de cimentos à base de biocerâmica com suas características de biocompatibilidade, osteocondutividade, hidrofília, estabilidade dimensional após a presa, adesividade e ligação química às paredes dentinárias do canal radicular parece ser uma abordagem eficiente para eliminar a longo prazo a microinfiltração, permanecendo entre a guta- percha e as paredes do canal radicular (KOSSEV e STEFANOV, 2009).

Os cimentos biocerâmicos que foram recentemente empregados no tratamento endodôntico apresentam uma literatura restrita sobre suas características físicas e químicas (CHENG L et al., 2010). Portanto, o objetivo foi fazer uma revisão bibliográfica sobre os principais materiais biocerâmicos utilizados atualmente em endodontia e sobre suas características específicas.

## **2 OBJETIVO**

O presente trabalho, objetivou revisar a literatura atualmente disponível sobre as propriedades e características específicas de cimentos biocerâmicos em Endodontia.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA/ DISCUSSÃO

O tratamento endodôntico compreende uma sequência de procedimentos interdependentes entre si, em que todas as etapas devem ser realizadas com a mesma atenção e de maneira satisfatória. A limpeza eficiente e modelagem do sistema de canais radiculares é essencial para atingir os objetivos biológicos e mecânicos do tratamento endodôntico. Isso envolve a remoção do tecido pulpar, assim como microorganismos e seus subprodutos, enquanto fornece a forma cônica apropriada para o subsequente preenchimento do canal radicular para alcançar a obturação tridimensional desejada (BUENO *et al.*, 2016; JITARU *et al.*, 2016; KHALLAF, 2017).

A obturação do sistema de canais radiculares visa preencher espaços vazios, promovendo o selamento hermético e prevenindo a atividade bacteriana nos tecidos periapicais. Isso deve fornecer condições ótimas para o reparo, estimulando o processo de biomineralização. Um selante endodôntico deve ser biocompatível, uma vez que está em contato direto com tecidos periapicais (BUENO *et al.*, 2016).

Entretanto, áreas mal preenchidas do sistema de canais radiculares podem ser uma fonte de crescimento bacteriano, o que compromete o sucesso no tratamento endodôntico a longo prazo. Assim, um preenchimento tridimensional do espaço do canal com um material inerte e biocompatível é o objetivo de impedir a recontaminação bacteriana (GERMAIN *et al.*, 2018).

Embora a guta-percha, o material de preenchimento considerado padrão-ouro e mais comumente utilizado, possa ser adaptado às paredes do canal, se utilizada de forma isolada, não é o suficiente para permitir a vedação do SCR. Dessa forma, é imprescindível o uso de um cimento obturador, devido às irregularidades do canal e ao tamanho dos túbulos dentinários (GERMAIN *et al.*, 2018).

Cimentos endodônticos auxiliam na selagem do sistema de canais preenchendo as irregularidades anatômicas, ramificações e túbulos dentinários, melhorando assim a adaptação na interface do material/dentina (GERMAIN *et al.*, 2018). A selagem de ramificações apicais e laterais no sistema de canais radiculares

e a adaptação às paredes do SCR são as características favoráveis dos selantes ideais (DIBAJI *et al.*, 2017). À medida que o cimento alcança o forame apical, ele entra em contato direto com o tecido periapical e, sendo assim, deve ser biocompatível. Embora a área de contato seja pequena, sempre há preocupação com as reações adversas que o cimento endodôntico pode causar nos tecidos periapicais (BUENO *et al.*, 2016). Vale ressaltar que é impossível eliminar completamente os microorganismos do SCR (ZHANG *et al.*, 2009), sendo assim, os cimentos endodônticos também têm a função de confinar as bactérias remanescentes que não foram eliminadas durante o preparo químico-mecânico. Dessa forma, pode-se afirmar que o cimento cumpre um papel crucial no sucesso do tratamento endodôntico (AL-HADDAD *et al.*, 2015).

Embora atualmente existam diferentes técnicas de obturação, há um interesse contínuo em desenvolver métodos mais efetivos e simplificados. A técnica de obturação de cone único tornou-se popular com o uso generalizado de instrumentos rotatórios de níquel-titânio (NiTi) (DIBAJI *et al.*, 2017).

A endodontia moderna preconiza camadas finas de cimento, pois este pode contrair durante o tempo de presa e sofrer dissolução ao longo do tempo, proporcionando uma possível microinfiltração. Com a técnica de cone único, o volume de cimento é maior quando relacionada com o volume do cone, o que levaria a uma diminuição da capacidade de selagem e conseqüente presença de *gaps*. Todavia, a técnica de cone único foi reconsiderada com a utilização de cones de guta-percha calibrados. O volume de cimento requerido numa técnica de cone único é assim reduzido, quando estes cones são utilizados de acordo com o sistema de instrumentação utilizados (RIBEIRAS *et al.*, 2015).

Ao longo do século passado, numerosos materiais de obturação e técnicas foram introduzidos na odontologia. A pesquisa continuada sobre materiais de obturação baseia-se no conceito de que a principal causa de falha do tratamento endodôntico é a migração apical de microorganismos e seus subprodutos em uma obturação insatisfatória. Sendo assim, a adesão é considerada uma propriedade física muito desejável nos cimentos endodônticos e, estes devem selar o espaço do canal radicular e, idealmente, devem aderir ao cone da guta-percha e às paredes do

canal. A capacidade de adesão é um fator crucial para os cimentos endodônticos (GUNDOGAR *et al.*, 2018).

Os materiais utilizados para selamento dos condutos de canais radiculares devem ser biocompatíveis e apresentar propriedades tais como: adesão, escoamento, insolubilidade aos fluidos teciduais, radiopacidade, estabilidade dimensional (SCELZA *et al.*, 2006). Os cimentos endodônticos são seladores, e entre as propriedades físicas dos cimentos endodônticos, o selamento hermético é o fator que mais gera controvérsia, já que todos os cimentos endodônticos permitem algum grau de infiltração (REIS-ARAÚJO *et al.*, 2008; PAWAR *et al.*, 2014).

Cantatore (2004) define características e condições ideais para os cimentos endodônticos: consistência e adesão adequadas às paredes dentinárias; tempo de trabalho adequado; capacidade para produzir uma vedação hermético; fácil manipulação; radiopacidade; expansão no momento da presa; ação antibacteriana; biocompatibilidade; insolubilidade nos fluidos dos tecidos; permitir o retratamento do canal; não manchar os tecidos dentários; nenhuma ação antigênica; nenhuma ação mutagênica.

Atualmente diferentes seladores endodônticos estão disponíveis no mercado. Os selantes endodônticos são divididos em diferentes grupos, de acordo com seus principais componentes, como óxido de zinco e eugenol, resina, ionômero de vidro e hidróxido de cálcio (AL-HADDAD *et al.*, 2015; BUENO *et al.*, 2016; MADHURI *et al.*, 2016), no entanto, esses cimentos utilizados em endodontia não cumprem um ou mais dos requisitados acima citados (KOSSEV e STEFANOV, 2009). Dependendo destes componentes principais, podem ocorrer efeitos adversos locais, o que atrasa ou dificulta a reparação (BUENO *et al.*, 2016).

Os cimentos biocerâmicos possuem em sua composição hidróxido de cálcio, silicatos tricálcicos e dicálcicos, fosfatos de cálcio e óxido de zircônio como radiopacificador. Todos os componentes supracitados são aplicáveis para uso biomédico e odontológico, possuem propriedades hidrófilas e foram desenvolvidos com a finalidade de aprimorar as características dos materiais obturadores e sanar suas deficiências (BUENO *et al.*, 2016).

O primeiro material biocerâmico utilizado com sucesso em endodontia foi o cimento MTA (Mineral Trióxido Agregado), desenvolvido com base no cimento Portland, na Universidade de Loma Linda - Califórnia, no início dos anos 90 por Mahmoud Torabinejad. Foi desenvolvido como material de preenchimento retrógrado e também para selamento de perfurações (JITARU *et al.*, 2016).

O cimento Portland e o MTA apresentam composição comparável, propriedades físicas e químicas. O cimento Portland, utilizado na indústria da construção, contém silicato de tricálcio ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), silicato dicálcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) e sulfato de cálcio ( $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Além disso, o MTA contém óxido de bismuto, uma substância insolúvel adicionada ao MTA para conferir radiopacidade. Vários estudos examinaram o MTA em comparação com o cimento Portland usado na construção, tendo em vista as semelhanças físicas e químicas desses dois materiais. O cimento Portland apresenta boa adesão à dentina e boa atividade antimicrobiana. Considerando sua composição semelhante, o uso de cimento Portland pode ser uma alternativa menos dispendiosa ao MTA. O cimento MTA é um cimento de silicato de cálcio, constituído por silicato tricálcico, silicato dicálcico e aluminato tricálcico. O material vem em duas formas, cinza e branco. Na primeira forma, a cor cinza é dada pelos íons de ferro, que foram removidos para obter a forma branca (JITARU *et al.*, 2016).

O cimento MTA é composto por partículas finas hidrófilas que se estabelecem na presença de umidade. A hidratação do pó resulta em um gel coloidal com um pH de 12,5 que se solidifica com uma estrutura rígida. O tempo de presa do material é de aproximadamente 4 h. A resistência a compressão do MTA aos 21 dias é de 70 MPa, o que é comparável ao do IRM e do Super EBA, mas significativamente menor que o amálgama (311 Mpa) (TORABINEJAD M e CHIVIAN N, 1999).

A bioatividade do MTA é denominada de biomineralização. A interação do MTA à dentina ocorre através da deposição de numerosos grupos hidroxiapatita sobre as fibrilas de colágeno dentinário em toda a superfície de túbulos dentinários em contato com o MTA. Estas mineralizações acontecem integrando o material à dentina e podem ser responsáveis pela superior adaptação deste material a este substrato (KOCH *et al.*, 2012).

Todavia, a baixa capacidade de escoamento do MTA não permite a sua utilização como cimento obturador. Dessa maneira, para se buscar o benefício da bioatividade e biocompatibilidade deste material, foi criada uma nova classe de cimento obturador denominada de cimentos à base de silicato. Esta denominação é proveniente dos componentes que constituem o MTA e que estão presentes nestes cimentos. São eles: silicato tricálcico, silicato dicálcico, óxido de cálcio e o aluminato tricálcico (JITARU *et al.*, 2016).

Biocerâmicas são compostos cerâmicos biocompatíveis obtidos *in situ* e *in vivo*, por vários processos químicos. Biocerâmicas apresentam excelentes propriedades de biocompatibilidade devido à sua similaridade com a hidroxiapatita biológica. Biocerâmicas produzem, durante o processo de hidratação, diferentes compostos, por exemplo, hidroxiapatitas, com a capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano. Quando colocada em contato com o osso, a hidroxiapatita mineral tem um efeito osteocondutor, levando à formação óssea. Existe uma capacidade osteoindutora intrínseca das biocerâmicas, devido à sua capacidade documentada de absorver substâncias osteoindutoras se houver um processo de cicatrização óssea próximo (JITARU *et al.*, 2016).

O uso de cimentos à base de biocerâmica com suas propriedades de bioatividade, biocompatibilidade, hidrofília, estabilidade dimensional após a presa e adesividade, através da ligação química às paredes dentinárias do canal radicular, parece ser uma abordagem efetiva para eliminar a longo prazo a microinfiltração (KOSSEV e STTEFANOV, 2009; KOCH *et al.*, 2012).

Estudos prévios sobre selantes biocerâmicos revelaram menores mediadores inflamatórios e melhor expressão de osteoblastos, indicando que a biocerâmica é biocompatível. Biocerâmicas são selantes que são usados recentemente no tratamento endodôntico, com uma literatura restrita sobre suas propriedades físicas e químicas. Esses selantes de silicato de cálcio têm sido considerados excelentes na obturação endodôntica com pH alcalino e solubilidade (BUENO *et al.*, 2016). Além disso, a alteração do pH dos selantes pode estar relacionada com resultados antibacterianos e deposição de tecido mineralizado, desempenhando um papel no processo de cicatrização (COLOMBO *et al.*, 2018). Para melhor compreensão, os

resultados acerca das propriedades dos cimentos biocerâmicos em endodontia são apresentados de forma categórica.

### 3.1 PROPRIEDADES ANTIBACTERIANAS

O uso de materiais com atividade antibacteriana é considerado vantajoso no sentido de reduzir o número de microorganismos remanescentes, prevenir a infecção recorrente do canal radicular e auxiliar na cicatrização dos tecidos periapicais (LOUSHINE *et al.*, 2011). *Enterococcus faecalis* é uma espécie comumente isolada que pode desempenhar um papel nas infecções endodônticas persistentes. Há uma prevalência de *E. faecalis* em até 77% dos casos de insucesso no tratamento endodôntico devido à sua resistência a alguns medicamentos e sua capacidade de sobreviver à terapia convencional do canal radicular (STUART *et al.*, 2006). Por esse motivo, *Enterococcus faecalis* tem sido utilizado em numerosos estudos das propriedades antibacterianas (ZHANG *et al.*, 2009).

Os cimentos biocerâmicos possuem uma ação antimicrobiana potente em decorrência ao pH alcalino em torno de 12, durante o tempo de presa (KOCH, BRAVE e NASSEH, 2012; RIBEIRAS *et al.*, 2015).

Singh *et al.* (2016) realizaram uma avaliação *in vitro* sobre as propriedades dos cimentos biocerâmicos contra *Enterococcus faecalis* e observaram que EndoSequence BC Sealer, biocerâmico, demonstrou atividade antibacteriana similar ao MTA e melhor desempenho em relação aos cimentos à base de resina e óxido de zinco e eugenol.

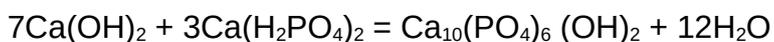
### 3.2 BIOATIVIDADE

Os cimentos biocerâmicos são altamente hidrofílicos e têm baixo ângulo de contato (KOCH *et al.*, 2012). Essas características possibilitam que se distribuam facilmente pelas paredes dentinárias preenchendo os microcanais (KOSSEV e STEFANOV, 2009; RIBEIRAS *et al.*, 2015; MADHURI *et al.*, 2016).

Os cimentos biocerâmicos estimulam consideravelmente a regeneração periodontal e não ocasionam uma resposta inflamatória significativa se ocorrer o

extravasamento durante o processo de obturação por conta da sua biocompatibilidade (KOCH *et al.*, 2016).

Os silicatos de cálcio no pó hidratam para produzir um gel de silicato hidratado e de hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio reage com os íons fosfato para precipitar hidroxiapatita e água. A água continua a reagir com o silicato de cálcio para precipitar silicato de cálcio semelhante ao gel adicional hidratado. A água fornecida através dessa reação é um fator importante no controle da taxa de hidratação (ZHANG *et al.*, 2009; KOCH, *et al.*, 2012). A hidroxiapatita é precipitada dentro da fase de silicato de cálcio hidratado para produzir uma estrutura que reforça o conjunto do cimento (LOUSHINE *et al.*, 2011).



A dentina é constituída por aproximadamente 20% (em volume) de água e é essa água que inicia a presa do material e, em última análise, resulta na formação da hidroxiapatita (FRACASSI *et al.*, 2010; RIBEIRAS *et al.*, 2015). Dessa maneira, se qualquer umidade residual permanece no canal mesmo após a secagem, não prejudicará a selagem estabelecida pelo cimento biocerâmico. Esse é um fator de extrema importância na obturação e é uma grande vantagem em relação aos selantes anteriores (KOCH *et al.*, 2012).

### 3.3 BIOCAMPATIBILIDADE

Biocerâmicas são biocompatíveis devido à sua similaridade com a hidroxiapatita. Produz durante o processo de hidratação, compostos com a capacidade de induzir uma resposta regenerativa no ser humano (KOCH *et al.*, 2012; RIBEIRAS *et al.*, 2015; JITARU *et al.*, 2016).

Quando há extravasamento de materiais biocerâmicos nos tecidos periapicais, a dor é relativamente pequena ou quase nula. Esse fato pode ser explicado em decorrência desses novos materiais produzirem hidroxiapatitas. Devido a hidroxiapatita formada, são também osteocondutores (KOSSEV e STEFANOV, 2009)

O efeito citotóxico dos cimentos endodônticos é afetado diretamente pelo grau de solubilidade, isto é, quanto mais solúvel, maior é o grau de citotoxicidade causada, pois maior é a quantidade de subprodutos dissolvidos no meio (GUVEN *et al.*, 2013). Esses subprodutos citotóxicos provocam irritação nos tecidos e podem atrasar ou acelerar a cicatrização (LOUSHINE *et al.*, 2011).

Em um estudo realizado sobre a citotoxicidade de 2 novos cimentos endodônticos contendo silicato de cálcio sobre fibroblastos gengivais humanos, concluiu-se que células encubadas com extratos da BC Sealer apresentaram maior viabilidade em todas as concentrações de extrato do que as células incubadas com extratos de AH Plus o qual era mais citotóxico durante seu tempo de presa. De acordo com esse estudo, Zhang *et al.* (2010) constataram que o cimento biocerâmico iRoot SP, foi ligeiramente citotóxico durante seu tempo de presa e não citotóxico após 24 horas, ao mesmo tempo que AH Plus foi classificado moderadamente citotóxico quando testado durante seu período de presa e ligeiramente citotóxico após 24 horas, sendo estatisticamente mais citotóxico em ambos períodos de teste, de maneira que ficou demonstrado a biocompatibilidade superior do cimento biocerâmico.

Entretanto, esses resultados são divergentes com o estudo de Loushine *et al.* (2011), no qual demonstrou que tanto EndoSequence BC Sealer como AH Plus apresentaram citotoxicidade grave durante 24 horas. A citotoxicidade de AH Plus diminuiu gradualmente e tornou-se não citotóxica, enquanto BC Sealer manteve-se moderadamente citotóxico durante um período de 6 semanas. Neste estudo pode ser constatado uma relação entre o tempo de presa, umidade disponível e o grau de citotoxicidade do cimento biocerâmico.

Guyen *et al.* (2013) avaliaram a citotoxicidade de cimentos endodônticos sobre células tronco de germes dentários. Foram comparados no estudo os cimentos: MTA Fillapex, iRoot SP e AH Plus. Embora o MTA Fillapex tenha sua composição baseada em MTA, este cimento demonstrou toxicidade grave durante o período experimental de 14 dias. O baixo conteúdo de MTA (13,2%) presente no MTA Fillapex pode explicar a incapacidade de liberar quantidades favoráveis de íons  $\text{Ca}^{+}$  comprometendo sua biocompatibilidade, sua atividade antibacteriana foi

atribuída ao seu componente de resina e não ao MTA, atividade que não continuou após a presa final. iRoot SP e AH Plus foram os cimentos mais adequados e no final das duas semanas, iRoot SP e AH Plus Jet eram semelhantes em termos de parâmetros de citotoxicidade.

A divergência nos resultados pode ser explicada devido as diferenças de metodologias empregadas em cada um dos estudos e ao tipo de célula utilizada. A citotoxicidade é somente um aspecto da biocompatibilidade e, portanto, os testes que avaliam as propriedades nocivas das substâncias em relação às células por si só não podem caracterizar um material como biocompatível ou não (GUVEN *et al.*, 2013).

### 3.4 ADAPTAÇÃO MARGINAL E CAPACIDADE SELADORA

Os cimentos biocerâmicos apresentam expansão durante a presa em torno de 0,2% (KOSSEV e STEFANOV, 2009; KOCH, BRAVE E NASSEH, 2012). A adaptação marginal do EndoSequence Root Repair Material (ERRM) foi comparável à do MTA. Porém, os cimentos à base de biocerâmica apresentaram mais regiões possuindo gaps quando comparados com cimentos à base de resina, como por exemplo, o AH Plus. Uma justificativa para a presença de gaps pode ter sido a técnica da compactação lateral realizada (SHOKOUHINEJAD *et al.*, 2014).

Os cimentos endodônticos biocerâmicos exibiram resultados de infiltração semelhantes ao MTA (LEAL F *et al.*, 2011). Bioceramic Root and Repair (BCRR) é equivalente ao MTA em capacidade de vedação. Comprovando isso, Antunes *et al.* (2016) mostraram que o MTA e o BioCeramic Root Repair Material (BC-RRM) apresentaram capacidade de vedação semelhante.

### 3.5 RESISTÊNCIA À FRATURA DAS RAÍZES

As propriedades biomecânicas da dentina, como microdureza, são alteradas após a perda de vitalidade dentária e durante o processo de tratamento endodôntico, por isso o tratamento endodôntico foi geralmente correlacionado com a diminuição da resistência a fratura do dente. Um material que pode causar alterações na

composição da dentina pode afetar sua microdureza, além da permeabilidade e solubilidade da dentina do canal radicular (SAGSEN *et al.*, 2007).

Por isso Khallaf (2017), em seu estudo, avaliou o efeito de dois cimentos endodônticos na microdureza da dentina do canal radicular. O iRoot SP é um selante biocerâmico que na sua reação de hidratação produz hidroxiapatita que forma uma ligação química com a parede dentinária. Apexit é um selante à base de hidróxido de cálcio que produz hidróxido de cálcio após a presa. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na microdureza média da dentina entre os grupos dos selantes testados e o grupo controle.

Esses achados também corroboram os de Dibaji *et al.* (2017) que avaliaram a resistência a fratura de raízes após a aplicação de diferentes selantes, incluindo Epiphany, iRoot sealer e AH-Plus. Quarenta e cinco canais preparados usando Protaper até F3, cinco raízes foram colocadas no grupo de controle negativo e não foram preparadas. Dividindo aleatoriamente em três grupos com base no tipo de selador (n=15). Os resultados demonstraram que a resistência média a fratura não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais e o grupo de controle negativo. Com isso, concluíram que a aplicação de selantes AH Plus, iRoot e Epiphany não alterou a resistência a fratura das raízes em comparação com a dos canais radiculares não preparados, ficando assim demonstrado que o tratamento endodôntico não afeta a microdureza dentinária.

Ghoneim *et al.* (2011) avaliaram e compararam a resistência à fratura de raízes obturadas com o uso de dois cimentos biocerâmicos e cones revestidos por ionômero de vidro. O estudo foi dividido em 4 grupos: cimento iRoot SP (Innovative Bioceramix, Vancouver, Canadá) + cone Activ GP (Brasseler USA, Savannah, GA), grupo 2: cimento iRoot SP + guta-percha, grupo 3: cimento ActiV GP+ cone ActiV GP e grupo 4: cimento ActiV GP + guta- percha. Todos os grupos foram obturados usando a técnica de cone único. Pode-se concluir que o cimento biocerâmico é um cimento promissor e pode ter a capacidade de fortalecer dentes endodonticamente tratados a um nível comparável ao de dentes intactos, particularmente quando acompanhadas de cones ActiV GP por conseguir realizar ligações químicas com a dentina e os cones revestidos.

### 3.6 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

A ligação do cimento endodôntico à dentina radicular é vantajosa na manutenção da integridade da interface dentina/cimento durante os estresses mecânicos causados pela flexão dos dentes e no preparo de reabilitação protética, minimizando o risco da obturação se desprender da dentina e assegurando que o selamento seja mantido e conseqüentemente o sucesso clínico do tratamento endodôntico (MADHURI *et al.*, 2016).

Gade *et al.* (2015) compararam a força de ligação três tipos diferentes de cimentos, um biocerâmico (Endosequence BC), um resinoso (AH Plus) e um a base de óxido de zinco e eugenol (Endomethasone N). Os dentes foram obturados com compactação lateral (grupo 1, n = 45) ou técnica termoplastificada (grupo 2, n = 45). Cada grupo foi novamente subdividido em três dependendo do cimento utilizado. O selante AH Plus mostrou resistência de união máxima entre os três selantes e entre dois grupos. A resistência de união do selante Endosequence BC foi menor que o selante de canal radicular AH Plus com técnica de condensação lateral a frio.

### 3.7 RETRATAMENTO DOS CANAIS RADICULARES

Com relação ao retratamento de canais radiculares obturados com gutapercha e três cimentos endodônticos diferentes: MTA Fillapex (à base de MTA) e AH – 26 (à base de resina epóxica) e iRoot SP (biocerâmico), nenhum dos cimentos analisados foi completamente removido dos canais utilizando o sistema ProTaper Universal Retreatment (PTR) (UZUNOGLU *et al.*, 2015). Os cimentos biocerâmicos exibem consideravelmente mais remanescentes nos canais e exigiram maior tempo no retratamento. Contudo, independente da técnica e do cimento utilizados, todos os materiais estão sujeitos de deixar resíduos (ZUOLO *et al.*, 2016).

### 3.8 ALTERAÇÃO DE COR

A descoloração dentária provocada por cimentos endodônticos é um achado comum que compromete o resultado estético do tratamento endodôntico (SAVADKOUHI S e FAZLYAB M, 2016). A coloração da coroa se dá pelo componente radiopacificante óxido de bismuto destes cimentos, que pode ser

tornado marrom (em contato com o NaOCl), cinza (em contato com clorexidina) ou mesmo preto (em contato com glutaraldeído). Este radiopacificante foi substituído por outros materiais como óxido de zircônia, óxido de tântalo ou óxido de bismuto em algumas formulações comerciais (LOUSHINE *et al.*, 2011).

Segundo Ahmed *et al.* (2012), todos os cimentos endodônticos causam descoloração dentária quando deixados na câmara pulpar. Essa descoloração é decorrente de compostos dos cimentos que se espalham em túbulos dentinários durante ou após a sua adaptação (PARSONS JR, WALTON RE e RICKS – WILLIAMSON L., 2001).

Savadkouhi e Fazlyab (2016) estudaram o potencial dos cimentos endodônticos sobre o manchamento coronário e afirmam que o MTA Fillapex induziu manchamento coronário mínimo. E em uma análise *in vitro* da descoloração da coroa foi mostrado que, após nove meses, AH Plus, Endofill, TubliSeal, ZOE e SARCS (um selante biocerâmico) causaram alguns graus de manchamento dentário, que aumentou com o tempo. Endofill e ZOE causaram a maior coloração e o SARCS causou a menor coloração após 9 meses. A maior parte do manchamento durante os períodos de teste ocorreu no terço cervical da coroa, região que tem maior contato com os excessos dos materiais obturadores. Evidências mostram que materiais biocerâmicos poderiam causar menor escurecimento da estrutura dentária.

## 4 CONCLUSÃO

- . Os estudos selecionados nesta revisão de literatura mostram que os cimentos endodônticos biocerâmicos apresentam propriedades adequadas para uso no tratamento de canais radiculares;
- . Os cimentos biocerâmicos possuem alto poder antibacteriano devido as grandes quantidades de  $\text{Ca}^+$  liberados durante o seu processo de presa;
- . São bioativos, isto é, tem a capacidade de estimular, acelerar e participar quimicamente da reparação dos tecidos periapicais;
- . Possuem adaptação marginal superior, pois durante a presa a hidroxiapatita é precipitada dentro da fase de silicato de cálcio hidratado para produzir uma estrutura que reforça o conjunto do cimento unindo-se quimicamente às paredes dentinárias;
- . São compostos por partículas hidrofílicas, sendo a classe de cimento menos afetada pela presença de umidade dentro dos canais radiculares;
- . Para estimular sua aplicação clínica, nota-se a necessidade de mais estudos, in vivo, com metodologias mais aprimoradas no intuito de se obter dados mais confiáveis sobre suas propriedades químicas e físicas comparativamente com outros materiais.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- AL-HADDAD, A.; ABU KASIM, N. H.; CHE AB AZIZ, Z. A. Interfacial adaptation and thickness of bioceramic- based root canal sealers. **Dental Materials Journal**, v. 34, n.4, p. 516-521, 2015.
- 2- AHMED, H. M.; ABBOTT, P. V. Discolouration potential of en-dodontic procedures and materials: a review. **Int Endod J**, v. 45, n. 10, p. 883-97, 2012.
- 3- ALSUBAIT, S; AL- HAIDAR, S; AL-SHARYAN, N. A Comparison of the Discoloration Potent-tial for EndoSequence Bioceramic Root Repair Material Fast Set Putty and ProRoot MTA in Human Teeth: an in vitro study. **J Esthet Restor Dent**, v. 29, n.1, p. 59-67, 2016.
- 4- ARAUJO, C. R.; ARAUJO, S. S.; BARATO FILHO, F.; REIS L. C.; FIDEL. S. R. Comparação da infiltração apical entre os cimentos obturadores AH Plus, Sealapex, Sealer 26 e Endofill por meio da diafanização. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**. V. 6, n. 1, p. 21-28, 2009.
- 5- BUENO, C. R.; VALENTIM, D.; MARQUES, V. A. S.; GOMES-FILHO, J. E.; CINTRA, L. T. A.; JACINTO, R. C.; DEZAN-JUNIOR, E. Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic-, epoxy-, and calcium hydroxide-based sealers. **Braz. oral res.**, São Paulo, v. 30, n. 1, 2016.
- 6- CANDEIRO, G. T. M.; CORREIA, F. C.; DUARTE, M. A. H.; RIBEIRO SIQUEIRA, D.C.; GAVINI, G. Evaluation radiopacity, pH, realease of calcium ions, ando flow of a bioceramic root canal sealer. **JOE**, v.38, n.6, 2012.
- 7- CANTATORE, G. Obturation canalaire et preservation radriculaire, **Realites Cliniques**, v.15, n.1, p. 33-53, 2004.
- 8- CHENG, L.; YE, F.; YANG, R.; LU, X.; SHI, Y.; LI, L. Osteoin-duction of hydroxyapatite/beta-tricalcium phosphate bioce-ramics in mice with a fractured fibula. **Acta Biomater**, v.6, n.4, p.1569-74, 2010.
- 9- COLOMBO, M.; POGGIO, C.; DAGNA, A. Biological and physico-chemical properties of new root canal sealers. **J Clin Exp Dent**, v.10, n. 2, p.120–126, 2018.

- 10-DIBAJI, F.; AFKHAMI, F.; BIDKHORI, B.; KHARAZIFARD, M. J. Fracture Resistance of roots after application of different sealers. **Iranian Endodontic Journal**, v.12, n.1, p. 50-54, 2017.
- 11-FRACASSI, L. D.; FERRAZ, E. G.; ALBERGARIA. S. J.; SARMENTO, V. A. Comparação radiográfica do preenchimento do canal radicular de dentes obturados por diversas técnicas endodônticas. **Rev Gaúcha Odontol.**, V. 58, n. 2, p. 173-179, 2010.
- 12-GADE, V. G.; BELSARE, L. D.; GADE, J. R. Evaluation os push-out bons strenght of endosequence BC Sealer with lateral condensation and termoplasticized technique: Na in vitro study. **Journal of Conservative Dentistry**, v.18, n. 2, p. 124-127, 2015.
- 13- GERMAIN, S.; MEETU K.; ISSAM, K.; ALFRED, N.; CARLA, Z. Impact of the root canal taper on the apical adaptability of sealers used in a single-cone technique: a micro-computed tomography study. **J Contemp Dent Pract.**, v.19, p.808–15, 2018.
- 14-GHONEIM, A. G.; LUTFY, R. A.; SABET, N. E.; FAYYAD, D. M. Resistance to fracture of roots obturated with novel canal-filling systems. **JOE**, v. 37, n. 11, 2011.
- 15- GUNDOGAR, M.; SEZGIN, G. P.; ERKAN, E.; OZYILMAZ, Ö. Y. The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. **European oral research**, v.52, n.2, p. 64–68, 2018.
- 16-GUVEN, E. P.; YALVAÇ, M. E.; KAYAHAN, M. B.; SUNAY, H.; SAHIN, F.; BAYIRLI, G. Human tooth germ stem cell response to calcium-silicate based endodontic cements. **J Appl Oral Sci.**, v.21, n.4, p.351-357, 2013.
- 17- JITARU, S.; HODISAN, I.; TIMIS, L.; LUCIAN, A.; BUD M. The use of bioceramics in endodontics – literature review. **Clujul Medical**, v.89, n.4, p. 470-473, 2016.
- 18- KHALLAF, M. E. Effect of two contemporary root canal sealers on root canal dentin microhardness. **J Clin Exp Dent**, v.9, n.1, p. 67-70, 2017.
- 19- KOCH, K.; BRAVE, D.; NASSEH, A. A. A review of bioceramic technology in endodontics. **C.E. article**, v.4, p. 04-12, 2012. Disponível em: [https://www.dental-tribune.com/epaper/roots-international/roots-international-no-1-2013-0113-\[06-13\].pdf](https://www.dental-tribune.com/epaper/roots-international/roots-international-no-1-2013-0113-[06-13].pdf). Acesso em: 03 set. 2019.

- 20- KOCH, K.; BRAVE, D. Bioceramic technology: the game changer in endodontics. **Endodontic Practice US**, v. 12, p. 7-11, 2014.
- 21- KOHLI, MR.; YAMAGUCHI, M.; SETZER, FC.; KARABUCAK, B. Spectrophotometric Analysis of Coronal Tooth Discoloration Induced by Various Bioceramic Cements and Other Endodontic Materials. **J Endod**, v. 41, n. 11, p.1862-6, 2015.
- 22- KOSEV, D. e STEFANOV, V. Ceramics-based sealers as new alternative to currently used endodontic sealers. **Research**, v.1, p. 42-48, 2009. Disponível em: <http://endoexperience.com/documents/Ceramicbasedsealers.PDF>. Acesso em: 03 set. 2019
- 23- LOUSHINE, B.A.; BRYAN, T.E.; LOONEY, S. W.; GILLEN, B. M.; LOUSHINE, R. J.; WELLER R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F.R. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. **JOE**, v.37, n.5, 2011.
- 24- MADHURI, G. V.; VARRI, S.; SHAIK, J. Comparison of bond strength of different endodontic sealers to root dentin: An in vitro push-out test. **Journal of Conservative Dentistry**, v.19, n.5, p.461-464, 2016.
- 25- MANGIN, C.; YESILSOY, C.; NISSAN, R.; STEVENS, R. The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. **J Endod**, v. 29, p. 261-4, 2003.
- 26- NASSEH, A. The rise of bioceramics. **Endodontic Practice**; v.2, p.17-22, 2009.
- 27- PARSONS, J. R.; WALTON, R. E.; Ricks-Williamson, L. In vitro longitudinal assessment of coronal discoloration from endodontic sealers. **JOE**, v. 27, n.11, p. 699-702, 2001.
- 28- PAWAR, S. S.; PUJAR, M. A.; MAKANDAR, S. D. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus e Epiphany: Na in vitro study. **Journal of Conservative Dentistry**, v.17, n.6, p. 579-582, 2014.
- 29- RIBEIRAS, I.; VASCONCELOS, I.; RAMOS, M.; LOPES, M.; GINGEIRA, A. Estudo comparativo da adaptação marginal de 2 cimentos endodônticos. **Rev. Port. Estomatol. Med.Dent. Cir. Maxilofac.** V.56, n.3, p.173-181, 2015.

- 30- SAGSEN, S.; ER, O.; KAHRAMAN, Y.; AKDOGAN, G. Resistance to fracture of roots filled with three diferente techniques. **International Endodontic Journal**, v.40, p.31-35, 2017.
- 31- SAVADKOUHI, S.T.; FAZLYAB, M. Discoloration potential of endodontic sealers: A brief review. **Iranian Endodontic Journal**, v.11, n.4, p. 250-254, 2016.
- 32- SCELZA, M. F. Z.; SCELZA, P.; COSTA, R. F.; CÂMARA, A. Estudo comparativo das propriedades de escoamento, da solubilização e desintegração de alguns cimentos endodônticos. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v.6, n.3, p. 243-247, 2006.
- 33- SHOKOUHINEJAD, N.; NEKOO FAR, M. H.; ASHOFTEHYAZDI, K.; ZAHRAEE, S.; KHOSHKHOUNEJAD, M. Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: a scanning electron microscopy study. **Iran Endod J**, v. 9, n. 2, p.144-8, 2014.
- 34- SHOKOUHINEJAD, N.; GORJESTANI, H.; NASSEH, A. A.; HOSEINI, A.; MOHAMADI, M.; SHAMSHIRI, A. R. Push-out bond strength of gutta-percha with a new bioceramic sealer in the presence or absence of smear layer. **Aust Endod J**, v. 39, n.13, p. 102-6, 2013.
- 35- SINGH, G.; GUPTA, I.; ELSHAMY, F. M. M.; BOREAK, N.; HOMEIDA, H.E. In vitro comparison of antibacterial properties of bioceramic- based sealer, resin-based sealer and zinc oxide eugenol based sealer and two mineral trioxide aggregates. **Eur J Dent.**, v.10, n.3, p.366-369, 2016.
- 36- STUART, C. H.; SCHWARTZ, S. A.; BEESON, T. J.; OWATZ, C.B. Enterococcus faecalis: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. **JOE**, v.32, n.2, 2006.
- 37- TORABINEJAD, M. CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **JOE**, v.25, n.3, 1999.
- 38- TOUR SAVADKOUHI, S.; FAZLYAB, M. Discoloration Potential of Endodontic Sealers: a brief review. **Iran Endod J**, v.11, n.4, p.250-4, 2016.
- 39- UZUNOGLU, E.; YILMAZ, Z.; SUNGUR, D. D.; ALTUNDASAR, E. Retreatability of Root Canals Obturated Using Gutta-Percha with Bioceramic, MTA and Resin-Based Sealers. **Iran Endod J**, v. 10, n.2, p. 93-8, 2015.

- 40- WHANG, Z.; SHEN, Y.; HAAPASALO, M. Dentin extends the antibacterial effect of endodontic sealers against enterococcus faecalis biofilms. **JOE**, v.40, n.4, 2014.
- 41- ZHANG, W.; LI, Z.; PENG, B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. **Oral Surg Oral Med Oral Pa-thol Oral Radiol Endod**, v. 107, n.6, p.79-82, 2009.
- 42- ZHANG, W.; LI, Z.; PENG, B. Ex vivo cytotoxicity of a new calcium silicate-based canal filling material. **Int Endod J**, v.43, p. 769-774, 2010.
- 43- ZHOU, H.; DU, T.; SHEN, Y.; WANG, Z.; ZHENG, Y.; HAAPASALO, M. In vitro cytotoxicity of calcium silicate-containing endodontic sealers. **JOE**, v.41, n.1, 2015.
- 44- ZUOLO, A. S.; ZUOLO, M. L.; SILVEIRA BUENO, C. E.; CHU, R.; CUNHA, R. S. Evaluation of the Efficacy of TRUShape and Reciproc File Systems in the Removal of Root Filling Material: an ex vivo micro-computed tomographic study. **J Endod**, v. 42, n.2, p. 315-9, 2016.