

O estado da arte dos biocerâmicos como cimento obturador na terapia endodôntica

The state of the art of bioceramics as obturator cement in endodontic therapy

André Gomes Coelho de Souza¹

Rodrigo Keigo Lopes Nakagawa²

Resumo

Com o avanço tecnológico tem se conseguido implantar novos materiais e técnicas para uso durante as condutas odontológicas. Dentre esses materiais, estão os cimentos biocerâmicos que têm se tornado popular o seu uso na terapia endodôntica (TE) devido às suas várias vantagens. Com isso, objetivou-se com esse trabalho revisar a literatura atualmente disponível sobre as propriedades de cimentos biocerâmicos em endodontia e seu uso na odontologia como cimento obturador. Para tal, uma pesquisa bibliográfica nos seguintes bancos de dados eletrônicos: *PUBMED*, *SCIELO*, *SCIENCE DIRECT* e *B-ON*, recorrendo às seguintes palavras chaves: obturação, tratamento endodôntico, biocerâmico, “*Endodontics*”, “*Bioceramics cements*”, “*Bioceramics sealer*”, “*Endodontics treatment*”, “*Endodontics instruments*”, “*Obturation endontics*”, “*Obturing techniques*”, “*Obturing materials*”, “*Sealers endodontics*”. Com base na literatura revisada observou-se que o cimento biocerâmico é de fato uma alternativa real de uso como material obturador durante o TE, pois apresentam propriedades superiores em relação a outros materiais obturadores e, com isso, podem ser considerados um material obturador inovador por apresentar características relevantes como: biocompatibilidade, bioatividade, radiopacidade, estabilidade de cor e ação antimicrobiana. Porém, verificou-se uma escassez de estudo longitudinal de aplicação clínica do produto para que se possa comprovar a eficácia dos biocerâmicos no TE a longo prazo. Além disso, verificou-se que há uma divergência entre autores em torno da forma de inserção do cimento no canal radicular necessitando assim de trabalhos que possam padronizar a metodologia de trabalho com os biocerâmicos.

Palavras chave: Odontologia, endodontia, tratamento endodôntico, biocompatíveis

Abstract

With the technological advancement it has been able to implant new materials and techniques for use during the dental conducts. Among these materials are bioceramic cements that have become popular for use in endodontic therapy (ET) due to their many advantages. Thus, the objective of this work was to review the currently available literature on the properties of bioceramic cements in endodontics and their use in dentistry as obturator cement. For such, a bibliographic search in the following electronic databases: PUBMED, SCIELO, SCIENCE DIRECT and B-ON, using the following keywords: “obturação”, “tratamento endodôntico”, “biocerâmicos”, Endodontics, Bioceramics cements, Bioceramics sealer, Endodontics treatment, Endodontics instruments, Obturation endontics, Obturating techniques, Obturating materials, Sealers endodontics. Based on the reviewed literature, it was observed that bioceramic cement is in fact a real alternative for use as obturator cement during ET, as it has superior properties compared to other obturator materials and, therefore, can be considered an innovative obturator material due present relevant characteristics such as: biocompatibility, bioactivity, radiopacity, color stability and antimicrobial action. However, there was a shortage of longitudinal study of clinical application of the product to prove the long-term efficacy of bioceramics in ET. In addition, it was found that there is a divergence among authors about the way of cement insertion in the root canal, thus requiring studies that can standardize the work methodology with bioceramics.

Key words: Dentistry, endodontics, endodontic treatment, biocompatible

1 Graduando em Odontologia, Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, Departamento de Odontologia, Sete Lagoas - MG, Brasil, agcsouza@yahoo.com.br.

2 Doutor em Endodontia, Professor na Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, Departamento de Odontologia, Sete Lagoas - MG, Brasil, rodrigo.keigo@yahoo.com.br.

Introdução

O terapia endodôntica (TE) visa devolver condições de normalidade ao dente e aos tecidos. Para tal, é necessário a realização de uma série de etapas, interdependentes para que se consiga o sucesso do tratamento. Dentre as etapas do TE existe o preparo químico mecânico, que tem como objetivo fundamental a modelagem e a desinfecção dos sistemas de canais radiculares¹. A principal finalidade do TE é substituir o espaço que era ocupado pela polpa do dente por um material obturador a fim de se obter a preservação e o restabelecimento da saúde dos tecidos perirradiculares, para tal, é necessário preparar os canais e proporcionar uma obturação tridimensional². Com isso, a etapa de obturação do sistema de canais radiculares na TE é tida como uma das mais importantes, pois visa preencher todo o conduto radicular para que se obtenha um selamento hermético dessa região a fim de evitar infecções futuras e possibilitar uma reparação tecidual³.

Para obturação do sistema de canais radiculares, rotineiramente, tem sido usado a guta percha e cimento endodôntico para que se consiga o selamento tridimensional desses condutos⁴. Com isso, é de relevância observar as propriedades físico-químicas desses materiais para que se atinja com êxito o objetivo final da TE. Considerando o cimento endodôntico, é desejável que apresente baixa viscosidade e bom escoamento, para ocupar as irregularidades do canal radicular e os espaços presentes entre os cones de guta percha e as paredes dentinárias⁴. Atualmente, como uma opção de material obturador tem-se os cimentos biocerâmicos, os quais são compostos cerâmicos biocompatíveis obtidos por vários processos químicos. De forma geral os biocerâmicos apresentam em sua composição a alumina, zircônia, vidro bioativo, cerâmica de vidro, hidroxiapatita e fosfatos de cálcio⁵. Apesar do uso dos biocerâmicos como material obturador ser recente, o Agregado de trióxido mineral (do inglês Mineral Trioxide Aggregate – MTA) é usado na endodontia desde 1990 como cimento reparador em perfuração de raiz devido a boas características de escoamento, tempo de trabalho e pH alcalino⁶.

Os dentes apresentam diferenças anatômicas tanto em sua porção coronária quanto na porção radicular e, principalmente, no que se diz respeito a anatomia interna do sistema de canais radiculares². Portanto, devido haver uma

imensa variedade de canais laterais acessórios, istmos, especificamente nos terços médio e apical da raiz dos dentes e a complexidade da TE deve-se ter muita atenção durante as etapas de todo tratamento a fim de se evitar intercorrências e obter-se sucesso no procedimento realizado³.

Um dos grandes desafios na endodontia é realizar a TE em dentes com apiciogênese incompleta, onde o sucesso desse procedimento se consolida com o encerramento do desenvolvimento radicular. E nesse aspecto, a ocorrência de traumas dentários são mais comuns de todas as lesões faciais e cerca de 30% dessas ocorre durante a infância quando os dentes se encontram imaturos. Portanto, para esses casos de haver necessidade de realizar a TE em dente imaturo o cimento biocerâmico tem demonstrado ser uma alternativa promissora para apicificação de dente imaturos⁷.

Com isso, considerando a importância da TE na odontologia e a relevância da etapa de obturação do sistema de canais radiculares, o uso dos biocêramicos nesse contexto é ser promissor. Portanto, esse trabalho objetivou verificar nas literaturas disponíveis até o presente momento a fim de se obter uma revisão integrativa sobre o uso desse material na endodontia caracterizando suas propriedades físicas, químicas e biológicas e suas indicações de uso como cimento obturador.

Materiais e Métodos

Para a realização desse trabalho, foi efetuado uma pesquisa nos seguintes bancos de dados eletrônicos: *PUBMED*, *SCIELO*, *SCIENCE DIRECT* e *B-ON*, recorrendo às seguintes palavras-chave: obturação, tratamento endodôntico, biocerâmico, “*Endodontics*”, “*Bioceramics cements*”, “*Bioceramics sealer*”, “*Endodontics treatment*”, “*Endodontics instruments*”, “*Obturation endontics*”, “*Obturing techniques*”, “*Obturing materials*”, “*Sealers endodontics*”. Sendo estas palavras chaves conjugadas mediante a necessidade de pesquisa. Os critérios de inclusão e abrangência foram os artigos publicados entre os anos de 1999 e 2019, isto é, num espectro de 20 anos e, posteriormente, foi feito uma triagem com base no assunto abordado a fim de aprofundar no estudo somente daquelas referências relevantes para o trabalho em questão. Afim de demonstrar que o uso dos

biocerâmicos na endodontia é um assunto recente abrangiu-se a pesquisa para o período de 1954 a 1998 apenas com intuito de demonstrar que anteriormente ao período de 1999 haveria realmente poucas pesquisas. Os estudos foram previamente identificados e as duplicações de pesquisas foram removidas. Para tal, títulos e resumos foram selecionados por relevância, considerando o ano de publicação e relevância do periódico como critérios de exclusão dos trabalhos selecionados. Livros e publicações foram igualmente consultadas dentro do mencionado intervalo de tempo e algumas referências tidas como “classicas” também foram pesquisadas mesmo estando em ano inferior que 1999. Foram removidos estudos que não estavam disponíveis em texto completo e publicações não relevantes/condizentes à temática proposta. Os estudos elegíveis também tiveram as suas listas de referências pesquisadas. Ao final, foi feita uma escrita com abordagem crítica se embasando nas informações disponíveis na literatura científica revisada.

Resultados

Inicialmente realizou-se uma pesquisa na internet no período de 01 a 07 de setembro de 2019 em quatro banco de dados, *PUBMED*, *SCIELO*, *SCIENCE DIRECT* e *B-ON*, considerando os respectivos períodos de buscas e com as nove palavras chaves. Com essa pesquisa foi possível verificar que em alguns casos foram encontradas quase sessenta mil títulos relacionados com o termo de pesquisa em questão somente na abrangência dos últimos 20 anos (TABELA 1). Esse resultado inviabilizava a leitura de todos os artigos em questão, portanto, para uma triagem inicial optou-se por ler inicialmente o título, resumo e conclusões somente dos artigos encontrados no *PUBMED* com as palavras “*Bioceramics cements*” (n:58) e “*Bioceramics sealer*” (n: 84) e para os demais artigos a triagem foi realizada pela relevância do título e relacionamento com tema de nosso estudo (TABELA 1). Com relação às palavras-chave em português os dados não foram apresentados devido aos trabalhos relevantes encontrados na busca com essas estarem presentes nos achados com as palavras em inglês, portanto, demos preferência para tais.

O banco de dados *B-On* foi o que apresentou o maior número de títulos para as palavras chaves em questão com exceção da palavra “*Obturation endontics*” que no banco *PUBMED* que se verificou um maior número de resultados. Por outro lado, o

banco de dados SCIELO foi o que apresentou o menor número de títulos e que para algumas palavras como “*Obturation endontics*” e “*Obturing techniques*” não encontrou nenhuma pesquisa relacionada com esses termos em ambos os períodos de abrangência (TABELAS 1 e 2). Para este trabalho, a pesquisa inicial no período de 1954 a 1998 resultou em 20806, 565, 30, 14475, 19290, 2619, 1633, 1621 e 2340 títulos encontrados na busca eletrônica para as palavras chaves, “*Endodontics*”, “*Bioceramics cements*”, “*Bioceramics sealer*”, “*Endodontics treatment*”, “*Endodontics instruments*”, “*Obturation endontics*”, “*Obturing techniques*”, “*Obturing materials*”, “*Sealers endodontics*”, respectivamente. Entretanto, a pesquisa no período de 1999 a 2019 resultou em 88885, 8392, 842, 64386, 23805, 2834, 2912, 3167 e 10850 títulos encontrados na busca eletrônica para as palavras chaves, “*Endodontics*”, “*Bioceramics cements*”, “*Bioceramics sealer*”, “*Endodontics treatment*”, “*Endodontics instruments*”, “*Obturation endontics*”, “*Obturing techniques*”, “*Obturing materials*”, “*Sealers endodontics*”, respectivamente (TABELA 2).

Com relação ao percentual de incremento dos títulos encontrados entre os anos de 1954 a 1998 e 1999 a 2019 verificou-se um aumento de 427,2%, 1485,3%, 2806,7%, 444,8%, 53,4%, 108,2%, 178,3%, 195,4% e 463,7% para as palavras chaves, “*Endodontics*”, “*Bioceramics cements*”, “*Bioceramics sealer*”, “*Endodontics treatment*”, “*Endodontics instruments*”, “*Obturation endontics*”, “*Obturing techniques*”, “*Obturing materials*”, “*Sealers endodontics*”, respectivamente (TABELA 2). Observou-se que as palavras chaves “*Bioceramics cements*” e “*Bioceramics sealer*” apresentaram os maiores percentuais de incremento entre os intervalos de busca sendo esses de 1485,3% e 2806,7%, respectivamente. No entanto, o menor percentual de incremento de títulos entre os intervalos de pesquisa ocorreu com a palavra “*Endontics instruments*”, sendo esse de 53,4% (TABELA 2).

Tabela 1 - Resultados da pesquisa em quatro bancos de dados eletrônicos usando-se nove palavras chaves dos anos de 1954 a 1998 e 1999 a 2019.

Palavras Chaves	PUBMED		SCIELO		SCIENCE DIRECT		B-On	
	1954	1999	1954	1999	1954	1999	1954	1999
	a	a	a	a	a	a	a	a
	1998	2019	1998	2019	1998	2019	1998	2019
Endodontics	4366	10820	8	687	12352	17464	4080	59914
Bioceramics cements	9	58	0	9	327	1762	229	6563
Bioceramics sealer	0	84	0	9	15	163	15	586
Endodontics treatment	3349	7671	2	373	8245	13842	2879	42500
Endodontics instruments	974	2445	2	67	3777	6293	14537	1500
Obturation endontics	2616	2820	0	0	3	2	0	12
Obturing techniques	48	131	0	0	1457	1822	128	959
Obturing materials	26	120	0	2	1464	1972	131	1073
Sealers endodontics	98	692	0	37	1819	2725	423	7396

Tabela 2 - Resultados do total do número pesquisa em quatro bancos de dados eletrônicos usando-se nove palavras chaves dos anos de 1954 a 1998 e de 1999 a 2019 e o percentual de incremento das publicações entre os intervalos de abrangencia da pesquisa do estudo em questão.

Palavras Chaves	1954 a 1998	1999 a 2019	Percentual de incremento entre 1954 a 1998 e 1999 a 2019
Endodontic	20806	88885	427,2
Bioceramic cements	565	8392	1485,3
Bioceramic sealer	30	842	2806,7
Endodontic treatment	14475	64386	444,8
Endodontic instruments	19290	10305	53,4
Obturation endontics	2619	2834	108,2
Obturing techniques	1633	2912	178,3
Obturing materials	1621	3167	195,4
Sealers endodontics	2340	10850	463,7

Revisão de Literatura Discutida

A odontologia atual visa buscar procedimentos que sejam conservadores a fim de preservar a estrutura dentária. Entretanto frequentemente, há dentistas, tanto generalista como especialista, que indicam um dente para exodontia e, posteriormente, a realização de implante⁸. Essa conduta muitas vezes pode ser

questionável devido ao fato de que a endodontia pode trazer muitos benefícios para que o dente natural seja mantido e que muitas vezes esse caminho é negligenciado pelos profissionais da área ⁸. Com isso, com os avanços das pesquisas odontológicas nas últimas décadas, principalmente, no ramo dos materiais odontológicos, ocorreu um desenvolvimento significativo na terapia endodôntica no que se diz respeito ao prognóstico do tratamento realizado, uma vez que os materiais trouxeram avanços consideráveis. Conseqüentemente, a terapia endodôntica está em constante mudança devido à introdução de novas técnicas e avanços tecnológicos ⁹.

Terapia endodôntica

A terapia endodôntica (TE) visa a desinfecção efetiva do canal, formatação correta, seguida da colocação de um material que cria uma vedação para impedir a entrada e a saída de bactérias de forma eficaz¹⁰. O material de padrão ouro usado para a obturação é a guta percha, que exige a utilização de um cimento afim de selar o espaço entre guta-percha e parede dentinária¹⁰. O TE tem como objetivos prover a limpeza e vedação do canal radicular a fim de eliminar restos teciduais, microorganismos e evitar ocorrência de infecção recorrente por meio de preparo químico-mecânico e uma obturação tridimensional^{1,10}. Para tal, há uma interdependência e sequência a ser seguida entre as etapas do TE e se algumas dessas for negligenciada poderá ocorrer um fracasso do tratamento ¹. Com isso, em se tratando da etapa de cimentação, essa tem sua importância por ocupar o espaço inicialmente ocupado pela polpa, promover vedação, evitar infecção recorrente e geração de respostas teciduais reparadoras^{1,3}. Em se tratando de cimentos obturadores há vários tipos disponíveis no mercado e com diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas ³.

Cimento Obturador

Dentre os materiais que compõe os cimentos tem-se hidroxiapatita, a qual é conhecida como um material biocompatível, com bioatividade, e biocondutividade¹¹. No entanto, devido à estrutura porosa e propriedades mecânicas inadequadas, a sua utilização como cimento na endodontia não era ampla¹¹⁻¹². Entretanto, nos últimos

anos pesquisas estão focando em testes de novas formulações com este material à base de fosfato de cálcio e silicatos de cálcio ¹¹. Nestes compostos, a fase de hidrato de silicato de cálcio tem a função de preenchimento, proporcionando melhores características mecânicas e bioatividade para o cimento, em comparação com os cimentos de fosfato de cálcio ¹¹⁻¹². Com isso, a fim de melhorar as propriedades dos cimentos endodônticos pesquisas estão sendo realizadas com materiais nanoestruturados para melhorar o prognóstico na terapia endodôntica. A principal vantagem dos nanomateriais em comparação com os materiais convencionais reside na atividade das partículas, como uma consequência de uma superfície maior em relação ao peso total e o volume das partículas ¹². A superfície de reação maior com um tamanho pequeno das partículas fornece uma atividade distinta no ambiente *in vivo*. As partículas de tamanho menor melhoram a hidratação do material e, por conseguinte, apresentam um efeito positivo sobre as características físicas e químicas do material e seu tempo de presa ¹³⁻¹⁴.

Cimento Biocerâmico

Para o sucesso do TE é de relevância fazer-se o uso de um cimento que tenha características físicas, químicas e biológicas compatíveis ao ambiente ao qual será aplicado ¹⁰. Com isso, os cimentos biocerâmicos estão entre os materiais recentemente introduzidos em endodontia que vieram para propor uma otimização na obturação endodôntica. Partículas biocerâmicas já vêm sendo utilizado há algumas décadas como material reparador, comercialmente conhecido como Agregado de trióxido mineral (do inglês Mineral Trioxide Aggregate – MTA). Indicados para reparação de perfurações nas raízes e para capeamento, porém, como material obturador ainda pouco se conhece devido os estudos serem recentes. Atualmente, tais partículas foram agregadas aos cimentos resinosos e sugeridos como cimento obturador do canal radicular ⁸. As propriedades que tornam o uso dos cimentos biocerâmicos promissor na odontologia são: 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 ¹⁵⁻¹⁶.

Os biocerâmicos (BC) são materiais cerâmicos biocompatíveis com grande capacidade de vedação, atividade antibacteriana e antifúngica sendo utilizado tanto

na medicina quanto na odontologia e apresentam boa radiopacidade ^{10,17-18}. A introdução desses materiais na prática clínica tem sugerido significativo progresso no tratamento da polpa dentária e periodonto apical. A biocompatibilidade dos biocerâmicos é devido à sua similaridade com o processo biológico de formação de hidroxiapatita e à capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano¹⁷. A capacidade de vedação hermética se deve ao fato de formar uma ligação química com a estrutura do dente ¹⁸⁻¹⁹. Propriedades antibacterianas dos biocerâmicos se devem a formação de poros contendo nanocristais de apatita, de 1-3 nm de diâmetros, que por sua vez possuem íons fluoretos que previnem a adesão bacteriana²⁰. Além disso, propriedade antimicrobiana é dada pela sua capacidade de elevar o pH e liberar cálcio no meio o que demonstrou ser propriedade semelhantes ao do MTA ²¹. Dentre outras funções, os biocerâmicos têm a capacidade de induzir a regeneração de tecidos. A capacidade de induzir formação óssea se deve ao fato de sua capacidade de absorver substâncias que induzem a ossificação se houver um processo de cicatrização óssea nas proximidades^{15,22}. Com relação a citotoxicidade, bioatividade, biocompatibilidade o BC apresentou menor toxidade em relação a outros cimentos, induziu a formação de células semelhantes a odontoblastos e apicificação em dentes com rizogênese incompleta Há relatos que BC não induz alteração de cor nos dentes, apresenta características de radiopacidade e extravasamento de acordo com a ISO 6876/2001) ²¹. Com o advento da nanotecnologia, tornou-se possível usar a compostos biocerâmicos como cimento obturador agregando todos os seus benefícios sendo, portanto, aplicáveis na odontologia ²³.

Os materiais biocerâmicos utilizados na endodontia são separados com base na composição, consistência e mecanismo de ajuste. Uma das maneiras simples de classificar os biocerâmicos é: 1- Bioinerte: não interativo com sistemas biológicos (alumina, zircônia); 2-Bioativo: tecidos duráveis que podem sofrer interações interfaciais com o tecido circundante (vidros bioativos, a cerâmica de vidro bioativo, hidroxiapatita, silicatos de cálcio); 3- Biodegradável: solúvel ou reabsorvível, eventualmente, substituído ou incorporado ao tecido (fosfato tricálcico, vidros bioativos) ²³. De modo geral, os cimentos biocerâmicos possuem na sua composição silicatos tricálcicos e dicálcicos, fosfatos de cálcio, hidróxido de cálcio e óxido de zircônio como um radiopacificador ²⁴⁻²⁵.

Estudo recente relatou que os cimentos biocerâmicos podem ser adjuvantes

no processo de cicatrização por fornecerem sinais bioativos, o que representa uma nova geração de materiais que além da sua capacidade de vedação atuam favorecendo a sobrevivência, diferenciação e função dos osteoblastos ²⁶. Entretanto, devido às pesquisas sobre o uso biocerâmicos como cimento obturador ainda serem recentes e a constante introdução de novas formulações no mercado com a mesma proposta verificou-se que existe uma escassez de estudos clínicos longitudinais sobre o seu uso na terapia endodôntica. Além disso, um ponto negativo dos BC é quando há necessidade de realizar o retratamento de canal, pois devido a alta capacidade de adaptação, selamento e resistência o cirurgião dentista necessita de maior tempo clínico para a realização do procedimento²⁷. Por outro lado, foi possível verificar que na literatura há estudos que compara o uso dos biocerâmicos com outros materiais obturadores, como exemplo, tem-se estudo que comparou a biodentina e MTA com biocerâmico obturador. Neste aspecto, o “EndoSequence”, que é um biocerâmico, mostrou ter uma melhor capacidade de selamento que o MTA e biodentina para reparo de perfuração de raiz ²⁸. Além disso, outro trabalho revelou que o “EndoSequence” teve melhor resultado no processo de apicificação do que o MTA e biodentina ²⁹.

Conclusões

Conclui-se que o cimento biocerâmico é de fato uma alternativa real de uso como material obturador durante o TE, pois apresentam propriedades superiores em relação a outros materiais obturadores e, com isso, podem ser considerados um material obturador inovador por apresentar características relevantes como: biocompatibilidade, bioatividade, radiopacidade, estabilidade de cor e ação antimicrobiana. Porém, verificou-se uma escassez de estudo longitudinal de aplicação clínica do produto para que se possa comprovar a eficácia dos biocerâmicos na TE a longo prazo. Além disso, não se verificou na literatura um protocolo padrão da forma de inserção do cimento no canal radicular, portanto, necessita-se de trabalhos que possam padronizar a metodologia de trabalho com os biocerâmicos.

Referências Bibliográficas

- 1- Cerqueira LG, Gomes CC, Penina P, Prado MA, Freitas LF, Camões ICG, Fidel R. Técnicas de instrumentação manual e rotatória: comparação da modelagem dos canais radiculares. *Rev. Odontol.* 2007; 9:13-19.
- 2-Martin G, Azeredo RA. Análise do preparo de canais radiculares utilizando-se a diafanização. *Rev Odontol.* 2014; 2:111-118.
- 3-Martins SC, Mello J, Martins CC, Maurício A, Ginjeira A. Comparação da obturação endodôntica pelas técnicas de condensação lateral, híbrida de Tagger e Thermafil: estudo piloto com Micro-tomografia computadorizada. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.* 2011; 52:59-69.
- 4-Sydney GB, Ferreira M, Deonizio MDA, Leonardi DP, Batista A. Análise do perfil de escoamento de seis cimentos endodônticos. *RGO.* 2009; 57:7-11.
- 5-Haddad A, Aziz CAZ. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Intern J Biomat.* 2016; 4:2-11.
- 6-Lisbôa EI, Silva Neto UX, Carneiro E, Fariniuk LF, Westphalen VPD. Capacidade de selamento e penetração intratubular do MTA Fillapex e do AH Plus em dentes humanos. *Rev Odontol.* 2017; 4:7-13.
- 7- Moore A, Howley MF, O'Connell AC. Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dent Traumatol.* 2011; 27:166-73.
- 8-Koch K, Brave D. Bioceramic technology the game changer in endodontics. *Endod Practic.* 2009; 12:7–11.
- 9- Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics – A Review. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2017; 51:S128-S137.
- 10-Shenoy A., Shenoy N. Dental ceramics: An update. *J Conserv Dent.* 2010; 3:195-203.
- 11-Pietak, A. M. Reid JW, Stott MJ, Sayer M. Silicon substitution in the calcium phosphate bioceramics. *Biomaterials.* 2007; 28:4023–4032.
- 12-Zhao Y, Zhang Y, Ning F, Guo D, Xu Z. Synthesis and cellular biocompatibility of two kinds of HAP with different nanocrystal morphology. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2007; 83:121–126.
- 13- Asgary S, Eghbal MJ, Parirokh M, Ghoddusi J, Kheirieh S, Brink F. Comparison

of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. *J of Endod.* 2009; 35:243–250.

14- Saghiri MA, Garcia-Godoy F, Gutmann JL, Lotfi M, Asatourian A, Ahmadi H. Push-out bond strength of a nano-modified mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol.* 2013; 29:323–327.

15-Nasseh A. The rise of bioceramics. *Endod Pract.* 2009; 2:17-22.

16- Koch K. Bioceramic technology a game changer in endodontic obturation. *NJAGD Wisdom.* 2009; 6:8-11.

17- Lima PRNS, Santos PRN, Pedrosa MS, Delboni MG. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. *RFO.* 2017; 22:248-254.

18- Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater.* 2015; 31:351-370.

19- Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: Calcium enriched mixture cement- review of its composition, properties and applications. *Restor Dent Endod.* 2015; 40:1-13.

20- Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. The use of bioceramics in endodontics – literature review. *Clujul Med.* 2016; 89:470-473.

21- Candeiro GT, Moura-Netto C, D'Almeida-Couto RS, Azambuja-Júnior N, Marques MM, Cai S, et al. Cytotoxicity, genotoxicity and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *Int Endod J* 2015; 49:858-64.

22-Jain P, Ranjan M. The rise of bioceramics in endodontics: a review. *Int J Pharm Bio Sci.* 2015; 6:416-422.

23- Fayyad DM. Cytocompatibility of new bioceramic-based materials on human fibroblast cells (MRC-5). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 112:137-42.

24- Bueno CR, Valentim D, Marques VA, Gomes-Filho JE, Cintra LT, Jacinto RC, Dezan-Junior E. Biocompatibility and biomineralization assessment of bioceramic, epoxy, and calcium hydroxide-based sealers. *Braz Oral Res.* 2016; 30:1-9.

25- Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107:79-82.

26- Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two bioceramic sealers. *J. Endod.* 2019; 45:51-56.

- 27- Zuolo AS, Zuolo ML, da Silveira Bueno CE, Chu R, Cunha RS. 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* 2016; 42:315-9.
- 28- Jeevani E, Jayaprakash T, Bolla N, Vemuri S, Sunil CR, Kalluru RS. Evaluation of sealing ability of MM-MTA, Endosequence and Biodentine as furcation repair materials: UV spectrophotometric analysis. *J Conserv Dent*. 2014;17:340-43.
- 29- Dasarathan D, Abdullah F, Saravanan P, Davidson D, Manali RS. Management of Non Vital Teeth with Open Apex Using Endosequence Root Repair Material, Mineral Trioxide Aggregate and Biodentin - A Case Series. *Int J Cur Res Rev*. 2017; 9:26-30.