

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Mariana Reis Amaral

Técnicas termoplásticas ou técnica de cone único ao usar cimentos à base de silicato tricálcico? O que os clínicos devem saber sobre a qualidade da obturação do canal radicular: uma revisão integrativa

Governador Valadares

2022

Mariana Reis Amaral

Técnicas termoplásticas ou técnica de cone único ao usar cimentos à base de silicato tricálcico? O que os clínicos devem saber sobre a qualidade da obturação do canal radicular: uma revisão integrativa

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda

Governador Valadares

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Amaral, Mariana Reis.

Técnicas termoplásticas ou técnica de cone único ao usar cimentos á base de silicato tricálcico? o que os clínicos devem saber sobre a qualidade da obturação do canal radicular: uma revisão integrativa / Mariana Reis Amaral. -- 2022.

24 f.

Orientadora: Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2022.

1. Técnicas termoplásticas. 2. Obturação do canal radicular. 3. Silicato tricálcico. I. Lacerda, Mariane Floriano Lopes Santos, orient.
II. Título.

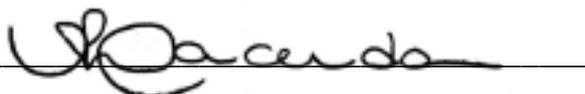
Mariana Reis Amaral

Técnicas termoplásticas ou técnica de cone único ao usar cimento à base de silicato tricálcico? O que os clínicos devem saber sobre a qualidade da obturação do canal radicular: uma revisão integrativa

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 8 de março de 2022

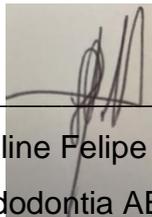
BANCA EXAMINADORA



Dra. Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda – Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Dra. Carolina Oliveira de Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Dra. Caroline Felipe Magalhães Girelli
Especialização em Endodontia ABO-GV- Governador Valadares

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pelo cuidado e sustento para comigo em todos os momentos desse percurso.

Agradeço aos meus pais, Ricardo e Terezinha, e ao meu irmão, a quem chamo Juninho, pelo amor e incentivo incondicional que permitiram concluir essa etapa importante em minha vida. Vocês são a razão de todas as minhas conquistas.

À João Roberto pelo cuidado e motivação diária que foram fundamentais durante todo processo em que me dediquei á este trabalho. Obrigada por acreditar em mim.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e compreensão nos momentos em que me ausentei para realização deste trabalho.

A Profa. Dra. Mariane Lopes, minha orientadora, a quem tenho imensa admiração e me forneceu todo auxílio. Serei sempre grata pelos ensinamentos, paciência e conselhos. Sua dedicação e amizade foram primordiais.

A Caroline Felipe Magalhães Girelli por ter enriquecido o trabalho com seus conhecimentos e ter me permitido fazer parte das aulas que tanto agregaram em minha formação.

A Ana Patrícia Esmael, minha amiga, que esteve presente em cada etapa desse trabalho e cujas palavras foram alento nas dificuldades, serei sempre grata pelo companheirismo ao longo desse percurso.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para realização desse trabalho que, além de essencial, foi enriquecedor em minha formação.

RESUMO

A obturação do sistema de canais radiculares (SCR) é uma etapa importante no tratamento endodôntico e visa obter um selamento tridimensional dos espaços dos canais radiculares a fim de prevenir a contaminação bacteriana. Para isso, a seleção de um cimento adequado deve ser realizada de forma síncrona com a escolha da técnica de obturação do canal radicular. Este estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão integrativa, avaliar a qualidade do preenchimento do SCR comparando as técnicas termoplásticas com a técnica de cone único (SC). Para isso, bancos de dados online Medline/PubMed, Scopus, Web of Science and Virtual Health Library (VHL) foram usados para revisão de literatura. Os critérios de elegibilidade foram artigos disponíveis na íntegra nas bases de dados pesquisadas, em inglês, e conteúdo abordando a qualidade da obturação considerando a penetração do cimento nos túbulos dentinários e/ou formação de voids/gaps e comparação das duas técnicas citadas associadas a cimento à base de silicato tricálcico. Foi encontrado um total de 1699 artigos. Após a remoção das duplicatas, foram selecionados 828 artigos. Após a leitura dos resumos, textos completos e aplicação dos critérios de inclusão, dez artigos no total foram incluídos. Os dados extraídos dos estudos foram discutidos e tabulados para permitir a comparação dos fatores desejados. Quanto à formação de gaps/voids, as técnicas termoplásticas apresentaram melhores resultados que a técnica SC em 3 artigos. Por outro lado, 2 artigos não relataram diferença estatística entre a técnica testada. Além disso, em relação à penetração do cimento à base de silicato tricálcico nos túbulos dentinários, dos 5 artigos selecionados, em 4 não houve diferença significativa entre as técnicas testadas e apenas um estudo mostrou melhor penetração do cimento ao utilizar técnicas termoplásticas. Diante do exposto, pode-se observar que, independente da técnica utilizada, o cimento à base de silicato tricálcico mostrou-se promissor durante a etapa de obturação do SCR.

Palavras-chave: Técnicas termoplásticas; Obturação do canal radicular; Silicato tricálcico

ABSTRACT

The filling of the root canal system (SCR) is an important step in endodontic treatment and aims to obtain a three-dimensional sealing of the root canal spaces in order to preventing bacterial contamination. For this, the selection of an appropriate sealer must be performed synchronously with the choice of the root canal filling technique. This study aims, through an integrative review, evaluate the quality of filling the SCR by comparing thermoplastic techniques with the single-cone (SC) technique. For this, the Medline/PubMed, Scopus, Web of Science and Virtual Health Library (VHL) online databases were used for the literature review. Eligibility criteria comprised articles available in full on the researched databases, in English, and content addressing the quality of the filling considering the penetration of sealer into the dentinal tubules, and/or formation of voids/gaps and comparison of the two techniques mentioned associated with tricalcium silicate-based sealer. A total of 1699 articles were found. After duplicate removal, 828 articles were selected. After reading the abstracts, full texts and applying the inclusion criteria, ten articles in total were included. Data extracted from the studies were discussed and tabulated to allow comparison of desired factors. Concerning the formation of gaps/voids, the thermoplastic techniques showed better results than the SC technique in 3 articles. On the other hand, 2 articles reported no statistical difference between the tested technique. In addition, in relation to the penetration of tricalcium silicate-based sealer in the dentinal tubules, of the 5 articles selected, in 4 there was no significant difference between the tested techniques and only one study showed better penetration of the sealer when using thermoplastic techniques. Given the above, it can be seen that, regardless of the technique used, the tricalcium silicate-based sealer proved to be promising during the SCR obturation step.

Keywords: Thermoplastic techniques; Root canal filling; Tricalcium silicate.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	ARTIGO CIENTÍFICO	8
3	CONCLUSÃO.....	18
	REFERÊNCIAS.....	19
	ANEXO A – Instruções do periódico aos autores.....	21

1 INTRODUÇÃO

O objetivo ideal da obturação do canal radicular é obter o selamento tridimensional dos espaços vazios no interior dos canais, a fim de obter uma barreira impermeável aos fluídos e estável ao longo do tempo, para evitar contaminação bacteriana ou recontaminação, possibilitando condições para o reparo dos tecidos perirradiculares (1, 2, 3). Para isso, além da escolha do cimento obturador, é importante selecionar uma técnica de obturação adequada para o selamento dos espaços vazios no interior dos canais (4, 5, 6).

Existem várias técnicas de obturação, dentre elas a condensação lateral, em que é utilizado um único cone de guta-percha com cimento no canal radicular preparado e em seguida são adicionados cones secundários que são compactados. Há também as técnicas termoplásticas (onda contínua de condensação (CWC), técnica híbrida de Tagger (THT), carrier-based (sistema Thermafill) foram desenvolvidas para incorporar o uso de calor térmico ou friccional para obter moldagem termoplástica de guta-percha (2-6) a fim de permitir resultados vantajosos para o manejo de canais radiculares de formato irregular, permitindo melhor adaptação às paredes do canal, com uma obturação mais homogênea (6, 7).

Da mesma forma, a técnica de cone único (SC) vem sendo utilizada por ser mais fácil de implementar, conseqüentemente é menos sensível às variações do operador, possui baixo custo e curto tempo de operação. Esta técnica utiliza um cone de guta-percha com diâmetro semelhante ao último instrumento utilizado durante a moldagem do canal radicular. No entanto, como a técnica exige maior quantidade de cimento, a fluidez e outras propriedades físico-químicas do cimento desempenham um papel essencial no sucesso do tratamento endodôntico (3,7).

Assim, os cimentos à base de silicato tricálcico têm atraído consideráveis atenções devido à sua alta biocompatibilidade, leve expansão durante a presa e, além disso, devido à sua alta bioatividade, promove a adesão química entre as paredes dentinárias e o material obturador, através da formação de uma estrutura semelhante à hidroxiapatita biológica (8-11).

Até o momento, não há consenso na literatura sobre qual técnica de obturação do canal radicular deve ser escolhida quando se utiliza o cimento à base de silicato tricálcico para melhorar a qualidade da obturação do canal radicular. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar, por meio de uma revisão integrativa,

as técnicas termoplásticas e a técnica SC quanto à qualidade do preenchimento (formação de gaps e penetração do cimento nos túbulos dentinários) quando utilizadas com cimento à base de silicato tricálcico.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo científico enviado para publicação no periódico Journal of Clinical and Experimental Dentistry. A estruturação do artigo baseou-se nas instruções aos autores preconizadas pelo periódico (ANEXO A).

INTRODUÇÃO

O objetivo ideal da obturação do canal radicular é obter o selamento tridimensional dos espaços vazios no interior dos canais, a fim de obter uma barreira impermeável aos fluídos e estável ao longo do tempo, para evitar contaminação bacteriana ou recontaminação, possibilitando condições para o reparo dos tecidos perirradiculares (1, 2, 3). Para isso, além da escolha do cimento obturador, é importante selecionar uma técnica de obturação adequada para o selamento dos espaços vazios no interior dos canais (4, 5, 6).

Existem várias técnicas de obturação, dentre elas a condensação lateral, em que é utilizado um único cone de guta-percha com cimento no canal radicular preparado e em seguida são adicionados cones secundários que são compactados. Há também as técnicas termoplásticas (onda contínua de condensação (CWC), técnica híbrida de Tagger (THT), carrier-based (sistema Thermafill) que foram desenvolvidas para incorporar o uso de calor térmico ou friccional para obter moldagem termoplástica de guta-percha (2-6) a fim de permitir resultados vantajosos para o manejo de canais radiculares de formato irregular, permitindo melhor adaptação às paredes do canal, com uma obturação mais homogênea (6, 7).

Da mesma forma, a técnica de cone único (SC) vem sendo utilizada por ser mais fácil de implementar, conseqüentemente é menos sensível às variações do operador, possui baixo custo e curto tempo de operação. Esta técnica utiliza um cone de guta-percha com diâmetro semelhante ao último instrumento utilizado durante a moldagem do canal radicular. No entanto, como a técnica exige maior

quantidade de cimento, a fluidez e outras propriedades físico-químicas do cimento desempenham um papel essencial no sucesso do tratamento endodôntico (3,7).

Assim, os cimentos à base de silicato tricálcico têm atraído consideráveis atenções devido à sua alta biocompatibilidade, leve expansão durante a presa e, além disso, devido à sua alta bioatividade, promove a adesão química entre as paredes dentinárias e o material obturador, através da formação de uma estrutura semelhante à hidroxiapatita biológica (8-11).

Até o momento, não há consenso na literatura sobre qual técnica de obturação do canal radicular deve ser escolhida quando se utiliza o cimento à base de silicato tricálcico para melhorar a qualidade da obturação do canal radicular. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar, por meio de uma revisão integrativa, as técnicas termoplásticas e a técnica SC quanto à qualidade do preenchimento (formação de gaps e penetração do cimento nos túbulos dentinários) quando utilizadas com cimento à base de silicato tricálcico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo selecionou o método de revisão integrativa para atingir o objetivo proposto de comparar duas ou mais técnicas, sendo uma das técnicas termoplásticas e outra que era a técnica SC e uma inter-relação com diferentes cimentos à base de silicato tricálcico na qualidade do preenchimento do SCR. A pergunta que sustentou a coleta de evidências científicas foi: “Qual técnica de obturação do canal radicular (SC ou técnicas termoplásticas) promove melhor qualidade de obturação quando combinada com cimento à base de silicato tricálcico?”. Foi realizada uma busca eletrônica nas bases de dados on-line MEDLINE/PubMed (base de dados desenvolvida pelo National Center for Biotechnology Information, National Library of Medicine), Scopus, Web of Science e Virtual Health Library- VHL (Lilacs e BBO). As mesmas unidades foram consideradas, porém, devido às particularidades das bases de dados, as buscas foram realizadas conforme a tabela.

Tabela 1. Estratégia de pesquisa utilizada para cada banco de dados.

PUBMED

#1	((((("Root Canal Obturation"[Mesh]) OR ("Root Canal Obturation")) OR ("Endodontics"[Mesh]) OR ("Endodontics")) OR ("Endodontic")) OR ("Root Canal Filling Materials"[Mesh]) OR ("Root Canal Filling Materials"))
#2	((("Bioceramic") OR ("Bioceramic Sealer")) OR ("Calcium Silicate (CaSiO3)")) OR ("BioAggregate")
#3	#1 AND #2
Web of Science	
#1	((TS="Root Canal Obturation") OR (TS="Endodontics")) OR (TS="Endodontic")) OR (TS="Root Canal Filling Materials")
#2	((TS="Bioceramic") OR (TS="Bioceramic Sealer")) OR (TS="Calcium Silicate (CaSiO3)")) OR (TS="BioAggregate")
#3	#1 AND #2
Scopus	
#1	TITLE-ABS-KEY ("Root Canal Obturation") OR TITLE-ABS-KEY ("Endodontics") OR TITLE-ABS-KEY ("Endodontic") OR TITLE-ABS-KEY ("Root Canal Filling Materials")
#2	TITLE-ABS-KEY("Bioceramic") OR TITLE-ABS-KEY("Bioceramic Sealer") OR TITLE-ABS-KEY("Calcium Silicate (CaSiO3)") OR TITLE-ABS-KEY("BioAggregate")
#3	#1 AND #2
BVS (Lilacs e BBO)	
#1	(((((((("Root Canal Obturation") OR ("Obturaç�o do Canal Radicular")) OR ("Obturaç�o del Conducto Radicular")) OR ("Endodontics")) OR ("Endodontia")) OR ("Endodoncia")) OR ("Root Canal Filling Materials")) OR ("Materiais Restauradores do Canal Radicular")) OR ("Materiales de Obturaci�n del Conducto Radicular")
#2	(((((((("Bioceramic") OR ("Biocer�mico")) OR ("Bioceramic Sealer")) OR ("Cimento Biocer�mico")) OR ("Cemento Biocer�mico")) OR ("Calcium Silicate (CaSiO3)")) OR ("Silicato de C�lcio (CaSiO3)")) OR ("BioAggregate")
#3	#1 AND #2

Para selecionar os estudos, foi utilizado o gerenciador de referência Rayyan QCRI, a fim de determinar o potencial elegível para esta revisão integrativa. Em um primeiro momento, foram identificados e excluídos os estudos que tratavam da duplica o de artigos entre as bases de dados.

Assim, a seleção foi realizada após a leitura do título, resumo e palavras-chave. Isso foi feito independentemente por dois revisores (C.F.M.G e M.R). Após a resolução de qualquer ambiguidade por discussão com um terceiro revisor (M.F.L.S.L), os estudos identificados durante a busca inicial foram avaliados independentemente por ambos os revisores com leitura do texto completo. Além

disso, foi realizada busca manual nas listas de referências dos estudos elegíveis, bem como busca cruzada na base de dados dos autores, verificando a possibilidade de seleção de novos artigos relevantes.

Os critérios de elegibilidade foram: artigos disponíveis na íntegra na base de dados pesquisada e publicados até novembro de 2021, e que seu conteúdo abordasse os seguintes critérios para avaliação da qualidade da obturação do canal radicular (penetração do cimento nos túbulos dentinários e formação de voids/gaps), comparando técnicas termoplásticas com a técnica SC e que utilizou um cimento à base de silicato tricálcico.

Por outro lado, os critérios de exclusão compreenderam estudos realizados em dentes decíduos, que abordavam o uso de cimento à base de silicato tricálcico em retratamentos endodônticos ou em perfurações. Além disso, estudos que avaliaram a infiltração apical usando o método de infiltração por extração de corante e quando a resistência de união dos materiais obturadores do canal radicular foi avaliada pelo teste de push-out ou penetração de cimento em canais laterais simulados também foram excluídos.

Os dados extraídos dos estudos incluíram autor/ano, cimento à base de silicato tricálcico utilizado, técnica termoplástica utilizada, técnica comparada, método de medição, método de avaliação e os resultados. Os dados foram extraídos por dois revisores de forma independente, discutidos e tabulados. Os detalhes foram tabulados para permitir a comparação entre os estudos quanto à completude da obturação (Tabela 2).

Os revisores identificaram a qualidade dos estudos com base nos mesmos critérios. Para cada estudo selecionado, números de amostra, métodos de obturação do canal radicular e eficácia do protocolo estabelecido foram tabulados. A combinação desses fatores proporcionou um novo conjunto de artigos que foram utilizados na presente revisão.

RESULTADOS

Uma busca inicial nas bases de dados utilizando os termos de busca revelou um total de 1699 artigos nas bases de dados. Após a remoção das duplicatas, 828 artigos foram triados pelos títulos e resumos. Após a leitura dos textos completos, foram selecionados 16 artigos no presente estudo. Desses artigos,

6 não atenderam aos critérios de inclusão. Os 10 artigos restantes foram incluídos na revisão (Figura 1).

Dos artigos selecionados, todos foram publicados em periódicos odontológicos, entre 2015 e 2021. Analisando a formação de voids/gaps, dos 5 artigos selecionados, a técnica termoplástica apresentou melhores resultados que a técnica SC em três artigos e não houve diferença estatística entre as técnicas testadas em dois artigos selecionados. Em relação à penetração do cimento à base de silicato tricálcico nos túbulos dentinários, dos 5 artigos selecionados, em 4 não houve diferença significativa entre as técnicas testadas e apenas um artigo apresentou melhor penetração do cimento nos túbulos dentinários com o uso da técnica termoplástica.

Figura 1: Fluxograma dos artigos encontrados.

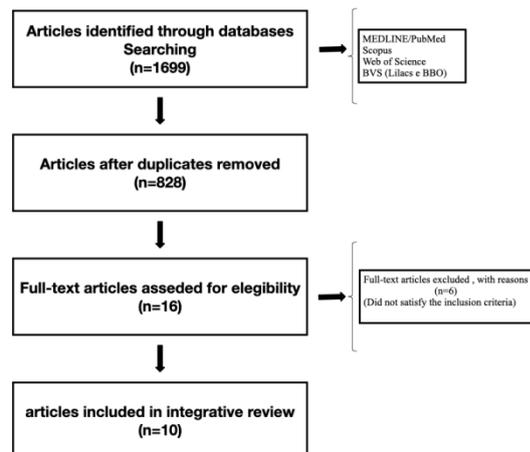


Tabela 2- Dados extraídos dos estudos selecionados

Autor/year	Tricalcium silicate-based sealer	Thermoplastic technique used	Compared technique	Measurement Method	Valuation Method	Results
Al Sabawi et al., 2020	EndoSequenc e BC	CWC; Thermafil system	SC; LC	Gaps Cervical, middle and apical thirds	SEM	CWC showed the best marginal adaptation and the least mean of gaps at all sections of the root There was no significant difference between SC and thermafil system, except in the apical portion, with a higher mean gap after using the

						Thermafil system.
Celikten et al., 2015	EndoSequence BC	Thermafil system	SC; LC	Root filling volume (%) and voids	Micro-CT	Thermafil had the smallest void volumes in the apical level only when compared to CLC. The overall volumes were not significantly different for both techniques.
Eid et al., 2021	Bio-C sealer HiFlow	CWC	SC	Penetration into dentinal tubules 1 and 5 mm from the apex	CLSM	CWC allowed better flow for both cements at 1mm and 5mm. The maximum penetration of Bio-C and HiFlow cements was greater than 5mm for both techniques
Jeong et al., 2017	Smartpaste bio calcium-silicate-based sealer	CWC	SC	Penetration into dentinal tubules	CLSM	There was no significant difference between the mean maximum depth measurements for all experimental groups.
Kim et al., 2017	Endoseal MTA	CWC	SC	Voids (%)	Micro CT	There was no significant difference between the two groups, except in the CWC group, which demonstrated a significantly greater volume of voids in the coronal portion of the distal canal.
McMichael et al., 2016	EndoSequence BC	CWC	SC	Depth and penetration into dentinal tubules 1 and 5 mm from the apex	CLSM	CWC and SC techniques produced similar tubule penetration at both the 1mm and 5 mm level with the sealers
Reynolds et al., 2020	BC Sealer; BC Sealer HiFlow	CWC	SC	Depth and penetration into dentinal tubules 3 and 6 mm from the apex	CLSM	Greater depth and % penetration of cement 6 mm to 3 mm. No significant differences were found in the type of cement or filling technique at the levels examined.
Santos-junior et al., 2021	Bio-C Sealer	THT	SC	Voids (%) Cervical, middle and apical thirds	Micro-CT	THT had a lower % of voids in the cervical and middle thirds compared to SC. There was no difference between the techniques regarding the % of voids in the apical third.
Wang et al., 2018	iRoot SP	Hot vertical compaction	SC	Voids, gaps and penetration into dentinal tubules 2,4,6 mm from the apex	CLSM	There was no statistical difference between filling techniques and cements in relation to void gaps. iRoot SP penetrated more into the tubules than AH Plus at 2 mm from the apex regardless of the obturation technique used.

Zhang et al., 2021	iRoot SP	CWC	SC; LC	Voids and Gaps	Micro-CT	SC presented the highest % of voids in the isthmus obturation. Volume filled in the isthmus in LC was less than CWC. Void and gaps were present in all cases.
--------------------	----------	-----	--------	----------------	----------	---

CWC = Continuous wave condensation; SC = Single cone; LC = Lateral condensation; SEM = Scanning electron microscopy; CLSM = Confocal laser scanning microscopy; THT = Tagger's hybrid technique.

DISCUSSÃO

O sucesso do preenchimento do RCS está diretamente relacionado à ausência de espaços vazios entre o material obturador e as paredes dentinárias (gaps), bem como no interior da massa obturadora (voids) (5, 12, 13). As áreas não obturadas podem permitir que as bactérias permaneçam no local e levem à falha do tratamento. Além disso, a obturação adequada do canal radicular é extremamente importante para evitar a migração de bactérias e seus produtos para os tecidos perirradiculares e a possível reinfecção (1, 5, 13).

O presente estudo comparou as técnicas termoplásticas e a técnica SC associada ao cimento à base de silicato tricálcico, quanto à qualidade da obturação do canal radicular, por meio de uma revisão integrativa. Para isso, a penetração do cimento nos túbulos dentinários e o volume de voids/gaps foram utilizados como métodos de avaliação da qualidade da obturação do canal radicular.

Com base nos resultados dos artigos selecionados, observou-se que a CWC tem a menor média de gaps em todas as seções da raiz quando comparada com a técnica SC (14). Além disso, os canais radiculares achatados obturados com a THT criaram uma porcentagem menor de voids nos terços cervicais/médios do que aqueles obturados com a técnica SC (7). Este fato pode ser atribuído às características das técnicas termoplásticas que promovem uma massa obturadora mais homogênea com boa adaptação às paredes do canal, além de maior penetração nos canais laterais, istmo e recessos vestibulares e linguais de canais ovais (4, 5, 6, 7, 14).

Com relação aos espaços vazios entre a massa obturadora e a parede dentinária (gaps) e os espaços vazios no interior da massa obturadora (voids), verificou-se que havia significativamente mais espaços vazios nas amostras tratadas pela técnica SC do que pelos métodos CWC no preenchimento de istmos (6). Isso

pode ser atribuído ao fato de que, diferentemente da técnica CWC, a técnica SC carece de pressão vertical e lateral durante o procedimento de obturação e sem pressão, é difícil para os materiais obturadores entrarem nas regiões do istmo, portanto, havia a possibilidade de formação de voids cada vez maiores no istmo na técnica SC (1, 6).

Por outro lado, também foi possível identificar a ausência de diferença significativa para a porcentagem de espaços vazios entre a técnica CWC e SC (1, 15). Esse resultado pode ser atribuído ao mecanismo de ação do cimento à base de silicato tricálcico, que é descrito como uma reação química entre a parede dentinária e os silicatos do material obturador, por meio de uma reação de hidratação, levando à formação de hidroxiapatita, que por sua vez, atenuam os espaços na interface dentina/material obturador e minimizam a redução da incidência e tamanho geral dos espaços (8, 9, 10, 12, 16, 17).

Ainda sobre as propriedades do cimento à base de silicato tricálcico, o presente trabalho verificou que a ausência de diferença entre as técnicas pode ser possivelmente explicada pelo fato dos cimentos a base de silicato tricálcico terem a capacidade de mitigar importantes desvantagens da técnica SC quando o cone de guta-percha não se adapta às irregularidades dos canais ovais e istmos. Um cimento obturador sem propriedades químicas e adesividade à dentina pode se acumular nessas áreas resultando em má adaptação marginal, porosidade, contração de fixação e voids (14). No entanto, as limitações de uma técnica de obturação do canal radicular extremamente simplificada, como a SC, parecem ser superadas devido às propriedades de um cimento à base de silicato tricálcico (1,15).

Em relação aos métodos de avaliação da qualidade das obturações, a micro-CT mostrou-se uma opção favorável para o cálculo de espaços vazios em ambas as técnicas de obturação de canais radiculares. Este método não destrutivo e altamente preciso fornece varreduras 2D e reconstruções 3D em diferentes níveis de escala de cinza, permitindo distinguir todos os diferentes componentes da obturação do canal radicular, como guta-percha, cimento, gaps e voids (3, 5, 12). No entanto, outros métodos como microscopia eletrônica de varredura e microscopia confocal a laser também foram eficazes em outras medidas como, penetração do cimento no canal radicular nos túbulos dentinários e análise da morfologia da ultra-estrutura do cimento na parede do canal radicular em diferentes níveis de corte (14).

Para atingir a penetração do túbulo, o tamanho da partícula do material deve ser menor que o diâmetro do túbulo; quanto maior o túbulo, mais profundamente uma partícula pode penetrar. A penetração do cimento endodôntico forma uma barreira física com a dentina, melhora a retenção da obturação e absorve bactérias residuais (4). No entanto, a profundidade de penetração do cimento nos túbulos dentinários é afetada por vários fatores, como as propriedades físicas e químicas dos cimentos, a eficácia da remoção da smearlayer, a anatomia do RCS e a técnica de preenchimento (4). No presente trabalho, a capacidade do material obturador de penetrar nos túbulos dentinários não apresentou diferença significativa quando se utilizou a técnica CWC ou SC para a penetração do cimento à base de silicato tricálcico nos túbulos dentinários. (18, 19, 20, 21). Este resultado pode estar associado a partículas finas de cimentos à base de silicato tricálcico ($<1 \mu\text{m}$) (4, 7, 13, 15, 22).

No presente trabalho, os cimentos à base de silicato tricálcico penetraram nos túbulos dentinários sem aplicar a pressão de compactação intracanal que normalmente é usada em técnicas termoplásticas. Esse achado seria clinicamente significativo, pois eliminaria a aplicação de forças excessivas que poderiam causar fraturas radiculares, principalmente em raízes finas. No que se refere à relação entre a penetração do cimento à base de silicato tricálcico no túbulo dentinário e a selabilidade, só é possível inferir que existe uma ligação química entre o cimento e a parede dentinária, porém mais estudos precisam ser realizados para saber se poderia prevenir ou minimizar a recontaminação bacteriana.

Diante do exposto, pode-se verificar que, independente da técnica utilizada, o cimento à base de silicato tricálcico mostrou-se promissor durante a etapa de obturação do canal radicular. Mesmo quando utilizado em técnicas que apresentam limitações, foi capaz de atenuá-las, trazendo resultados semelhantes entre as técnicas de obturação, em termos de capacidade de penetração nos túbulos dentinários e presença de gaps e voids.

Conflitos de interesse

Os autores afirmam que não há conflito de interesses.

Contribuição dos autores

Caroline Felipe Magalhães Girelli - Conceituação, Metodologia, Investigação, Redação - revisão e edição

Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda - Conceituação, Metodologia, Redação-revisão e edição

Mariana Reis Amaral - Redação - revisão e edição, Supervisão

Cleidiel Aparecido Araújo Lemos - Metodologia, Redação - revisão e edição

Eduardo Nunes - Conceituação, Metodologia, Redação - revisão e edição, Administração de projetos, Supervisão

Frank Ferreira- Metodologia, Redação - revisão e edição

REFERÊNCIAS

1. Kim S, Kim S, Park JW, Jung IY, Shin SJ. Comparison of the percentage of voids in the canal filling of a calcium silicate-based sealer and gutta percha cones using two obturation techniques. *Materials (Basel)*. 2017;10:1-9.
2. Roizenblit RN, Soares FO, Lopes RT, Dos Santos BC, Gusman H. Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study. *AustEndod J*. 2020;46:82-87.
3. Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *IntEndod J*. 2011;44:362-9.
4. Eid D, Medioni E, De-Deus G, Khalil I, Naaman A, Zogheib C. Impact of warm vertical compaction on the sealing ability of calcium silicate-based sealers: A confocal microscope evaluation. *Materials (Basel)*. 2021;14:372.
5. Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, Dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G. Presence of voids after continuous wave of condensation and single-cone obturation in mandibular molars: A micro-computed tomography analysis. *J Endod*. 2017;43:638-642.
6. Zhang P, Yuan K, Jin Q, Zhao F, Huang Z. Presence of voids after three obturation techniques in band-shaped isthmuses: a micro-computed tomography study. *BMC Oral Health*. 2021;21:227.
7. Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of obturation technique using a new bioceramic sealer on the presence of voids in flattened root canals. *Braz Oral Res*. 2021;35:e028.
8. Gandolfi MG, Taddei P, Tinti A, Prati C. Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. *IntEndod J*. 2010;43:917-29.
9. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater*. 2015;31:351-70.
10. Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bioceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. *Restor Dent Endod*. 2015;40:1-13.
11. López-García S, Pecci-Lloret MR, Guerrero-Gironés J, Pecci-Lloret MP, Lozano A, Llana C, Rodríguez-Lozano FJ, Forner L. Comparative cytocompatibility and mineralization potential of Bio-C Sealer and TotalFill BC Sealer. *Materials (Basel)*. 2019;12:3087.

12. Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PM. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *IntEndod J.* 2013;46:253-63.
13. Dasari L, Anwarullah A, Mandava J, Konagala RK, Karumuri S, Chellapilla PK. Influence of obturation technique on penetration depth and adaptation of a bioceramic root canal sealer. *J ConservDent.* 2020;23:505-511.
14. Al-Sabawi NA, Yahya MM, Shehab NF. Effect of four different root canal obturation techniques on marginal adaptation of bioceramic sealer: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Int Oral Health.* 2020;12:455-463.
15. Celikten B, Uzuntas C, Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, Demiralp K et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015;57:361-6.
16. Okamura T, Chen L, Tsumano N, Ikeda C, Komasa S, Tominaga et al. Biocompatibility of a high-plasticity, calcium silicate-based, ready-to-use material. *Materials (Basel).* 2020;13:4770.
17. Gandolfi MG, Taddei P, Tinti A, De Stefano Dorigo E, Rossi PL et al. Kinetics of apatite formation on a calcium-silicate cement for root-end-filling during ageing in physiological-like phosphate solutions. *Clin Oral Investig.* 2010;14:659-68.
18. McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalciumsilicate sealers. *J Endod.* 2016;42:632-6.
19. Jeong JW, DeGraft-Johnson A, Dorn SO, Di Fiore PM. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. *J Endod.* 2017;43:633-637.
20. Reynolds JZ, Augsburger RA, Svoboda KKH, Jalali P. Comparing dentinal tubule penetration of conventional and 'HiFlow' bioceramic sealers with resin-based sealer: An in vitro study. *AustEndod J.* 2020;46:387-393.
21. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoSOne.* 2018;13:e0192248.
22. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod.* 2020;46:1470-1477.

3 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se verificar que, independente da técnica utilizada, o cimento à base de silicato tricálcico mostrou-se promissor durante a etapa de obturação do canal radicular. Mesmo quando utilizado em técnicas que apresentam limitações, foi capaz de atenuá-las, trazendo resultados semelhantes

entre as técnicas de obturação, em termos de capacidade de penetração nos túbulos dentinários e presença de gaps e voids.

REFERÊNCIAS

- Kim S, Kim S, Park JW, Jung IY, Shin SJ. Comparison of the percentage of voids in the canal filling of a calcium silicate-based sealer and gutta percha cones using two obturation techniques. *Materials (Basel)*. 2017;10:1-9.
- Roizenblit RN, Soares FO, Lopes RT, Dos Santos BC, Gusman H. Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study. *AustEndod J*. 2020;46:82-87.
- Somma F, Cretella G, Carotenuto M, Pecci R, Bedini R, De Biasi M et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. *IntEndod J*. 2011;44:362-9.
- Eid D, Medioni E, De-Deus G, Khalil I, Naaman A, Zogheib C. Impact of warm vertical compaction on the sealing ability of calciumsilicate-based sealers: A confocal microscopicevaluation. *Materials (Basel)*. 2021;14:372.
- Iglecias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, Dos Santos M, Antoniazzi JH, Gavini G. Presence of voids after continuous wave of condensation and single-cone obturation in mandibular molars: A micro-computed tomography analysis. *J Endod*. 2017;43:638-642.
- Zhang P, Yuan K, Jin Q, Zhao F, Huang Z. Presence of voids after three obturation techniques in band-shaped isthmuses: a micro-computed tomography study. *BMC Oral Health*. 2021;21:227.
- Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Pinto JC, Tavares KIMC, Torres FFE, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of obturation technique using a new bioceramic sealer on the presence of voids in flattened root canals. *Braz Oral Res*. 2021;35:e028.
- Gandolfi MG, Taddei P, Tinti A, Prati C. Apatite-formingability (bioactivity) of ProRoot MTA. *IntEndod J*. 2010;43:917-29.
- Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater*. 2015;31:351-70.
- Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bioceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement - review of its composition, properties and applications. *Restor Dent Endod*. 2015;40:1-13.
- López-García S, Pecci-Lloret MR, Guerrero-Gironés J, Pecci-Lloret MP, Lozano A, Llena C, Rodríguez-Lozano FJ, Forner L. Comparative cytocompatibility and mineralization potential of Bio-C Sealer and TotalFill BC Sealer. *Materials (Basel)*. 2019;12:3087.

- Gandolfi MG, Parrilli AP, Fini M, Prati C, Dummer PM. 3D micro-CT analysis of the interface voids associated with Thermafil root fillings used with AH Plus or a flowable MTA sealer. *IntEndod J.* 2013;46:253-63.
- Dasari L, Anwarullah A, Mandava J, Konagala RK, Karumuri S, Chellapilla PK. Influence of obturation technique on penetration depth and adaptation of a bioceramic root canal sealer. *J ConservDent.* 2020;23:505-511.
- Al-Sabawi NA, Yahya MM, Shehab NF. Effect of four different root canal obturation techniques on marginal adaptation of bioceramic sealer: An in vitro scanning electron microscopic study. *J Int Oral Health.* 2020;12:455-463.
- Celikten B, F Uzuntas C, I Orhan A, Tufenkci P, Misirli M, O Demiralp K et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015;57:361-6.
- Okamura T, Chen L, Tsumano N, Ikeda C, Komasa S, Tominaga et al. Biocompatibility of a high-plasticity, calcium silicate-based, ready-to-use material. *Materials (Basel).* 2020;13:4770.
- Gandolfi MG, Taddei P, Tinti A, De Stefano Dorigo E, Rossi PL et al. Kinetics of apatite formation on a calcium-silicate cement for root-end-filling during ageing in physiological-like phosphate solutions. *Clin Oral Investig.* 2010;14:659-68.
- McMichael GE, Primus CM, Opperman LA. Dentinal tubule penetration of tricalciumsilicate sealers. *J Endod.* 2016;42:632-6.
- Jeong JW, DeGraft-Johnson A, Dorn SO, Di Fiore PM. Dentinal Tubule Penetration of a Calcium Silicate-based Root Canal Sealer with Different Obturation Methods. *J Endod.* 2017;43:633-637.
- Reynolds JZ, Augsburger RA, Svoboda KKH, Jalali P. Comparing dentinal tubule penetration of conventional and 'HiFlow' bioceramic sealers with resin-based sealer: An in vitro study. *AustEndod J.* 2020;46:387-393.
- Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoSOne.* 2018;13:e0192248.
- Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod.* 2020;46:1470-1477.

ANEXO A – Instruções do periódico aos autores

[Home](#)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS - *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* - eISSN 1989-5488

Indexed in **PUBMED**, **PubMed Central® (PMC)** since 2012 and **SCOPUS** - *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* is an Open Access (free access on-line) - <http://www.medicinaoral.com/odo/index.htm>

The aim of the *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* is:

- Periodontology
- Cosmetics and Preventive Dentistry
- Esthetic Dentistry
- Biomaterials and Bioregenerating in Dentistry
- Operative Dentistry and Endodontics
- Prosthodontics
- Orthodontics
- Oral Medicine and Pathology
- Odontostomatology for the disabled or special patients
- Oral Surgery

This is an **Open Access Journal (free access On-line)**
<http://www.medicinaoral.com/odo/index.htm>

J Clin Exp Dent is an Open Access journal. Publishing an article requires Article Processing Charges that will be billed to the submitting author upon acceptance of the article for publication. *J Clin Exp Dent* do not charge subscription fees from readers or libraries. The full contents of all papers published can be freely accessed through internet (PubMed Central - PMC). To partially compensate for costs for hosting, editing, office supplies, and the manuscript management systems authors will pay 180 euros per accepted article.

Exemptions:

If the first author of the article is a member of the Editorial Board of the *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* the cost will be 70 euros.

ARTICLE SUBMISSION

Articles may only be submitted through our web site.

Log on our web site and we will send you a USER NAME and PASSWORD to submit the article.

<http://www.jced.es>

For submitting **NEW OR MODIFIED MANUSCRIPTS** the description of the process is:

1. Log in to <http://www.jced.es>
2. Click on "Submit a manuscript" for submitting a **NEW** article. Click on "Submissions needing revision" for submitting a **MODIFIED** article.
3. Delete ALL previously uploaded documents, including all the figures in the case of submitting a **MODIFIED** article.
4. Upload a word document entitled: "Letter to the Editor". (Word document.docx)

If this is a modification of a previously submitted article, this letter should include the answers to ALL the reviewer's comments.

5. Include a separate word document (.docx) entitled: "Manuscript".

The manuscript must include the following items:

- Title of the article
- Authors (First and last name)
- Contact address (for the corresponding author)
- Running title
- Key words
- Abstract
- Text of the article
- References
- Tables
- Figure legends

Please note that tables must have portrait orientation, we do not accept tables with landscape orientation.

DO NOT INCLUDE THE FIGURES IN THE MANUSCRIPT.

If you are resubmitting a modified document in response to the reviewer's comments, all changes **MUST** be highlighted in **RED**.

6. Upload figures, one at a time. Do not include figures in the manuscript document. Figures must be at least **900 X 600 pixels** in size and in **JPEG**

(**jpg**) format, file size must be less than **3 MB** and **300dpi**. Please transform your figures to **JPEG format "without compression"**. All figures that do not correspond to these requirements will be rejected.

All accepted articles will be published only in the **ONLINE VERSION** and in **ENGLISH**.

Articles received will always undergo revision by a committee of experts (*peer review process*). Only original articles will be accepted, authors being responsible for the meeting of this regulation. Authors are also **RESPONSIBLE** for all opinions, results and conclusions contained in articles, which will not necessarily be shared by the journal's Editor and reviewers. All accepted articles become the property of *Medicina Oral S.L.*, and their date of reception and acceptance will be reflected, thus, their subsequent publication in other media is not allowed without written permission by the Editor. Authors will transfer **IN WRITING** the copyright of their contributions to *Medicina Oral S.L.*

TYPES OF ARTICLES:

1. **Research articles:** Analytical investigations such as cross-sectional surveys, case-control studies, cohort studies and controlled clinical trials will be recommended for publication. For clinical trials, authors must specify legal permissions obtained. Articles should not exceed 12 pages (including references) in **DIN A-4 format**, 30 lines per page. Not more than four figures and four tables should be included; up to 30 references.

2. **Review articles:** Articles of special interest and those entailing an update on any of the topics identified as subjects for this journal will be accepted. They should not exceed 12 pages (references included) in **DIN A-4 format**, with 30 lines per page. They should contain a maximum of four figures and four tables per article, up to 40 references. We recommend systematic reviews and meta-analysis.

3. **Case reports:** One or more special interest case reports may be included. They should not exceed 6 pages (references included) in **DIN A-4 format**, with 30 lines per page. A maximum of three figures and one table may be included in each report, up to 15 references.

ARTICLE STRUCTURE

Articles should include the following:

1. **First page:** This should include the title of the article, as well as a running title, the authors' full name and academic post, and an address for correspondence, including telephone and fax numbers, and e-mail address.

2. **Following pages:** These in turn will include the following headings, according to the type of contribution (research articles, review articles or case reports):

Research articles

— Summary, containing 150-300 words (ALWAYS structured as: Background, material and methods, results and conclusions. - Key words. - Introduction. - Material and methods: specifying statistical procedures used. - Results. - Discussion. - References.

Review articles

— Summary: containing 150-300 words. - Key words. - Introduction. - Material and methods: specifying how the search was made (date base selected, search strategy, screening and selection of the papers and statistical analysis). - Results and Discussion. - References.

Case reports

— Summary: containing 150-300 words. - Key words. - Introduction. - Case reports. - Discussion. - References.

REFERENCES

1. We do NOT accept book references.

2. We only admit references of articles INDEXED in PubMed-Medline.

3. The references should be numbered consecutively in order of appearance, being quoted between parentheses in the text. Unpublished observations and personal communications should not be included as references. The Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals format is required throughout.

http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Example: Authors numbering six or less should all be quoted, when more authors are present, first six names will be quoted, followed by et al.

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002;347:284-7.

[Home](#)

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS - *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* - e-ISSN 1989-3488

The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) has published the "Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals" (ICMJE Recommendations, formerly "Uniform Requirements for Manuscripts").
http://www.icmje.org/um_main.html

Statement of Informed Consent

Patients have a right to privacy that should not be infringed without informed consent. Identifying information, including patients' names, initials, or hospital numbers, should not be published in written descriptions, photographs, and pedigrees unless the information is essential for scientific purposes and the patient (or parent or guardian) gives written informed consent for publication. Informed consent for this purpose requires that a patient who is identifiable be shown the manuscript to be published.

Authors should disclose to these patients whether any potential identifiable material might be available via the Internet after publication. Identifying details should be omitted if they are not essential. Complete anonymity is difficult to achieve, however, and informed consent should be obtained if there is any doubt. For example, masking the eye region in photographs of patients is inadequate protection of anonymity. If identifying characteristics are altered to protect anonymity, such as in genetic pedigrees, authors should provide assurance that alterations do not distort scientific meaning and editors should so note.

When informed consent has been obtained it should be indicated in the published article.

Ethical requirements regarding human and animal experimentation

This journal adheres to the ethical guidelines. All authors must certify that the submitted article has been evaluated by an authorized and recognized Ethical Committee.

For MEDICAL ETHICS: Deontology, Codes of Practice, Guidelines, Professionalism
<http://www.sema.net/what-we-do/medical-ethics/>

Conflict of interest requirements

<http://www.medicinaoral.com/odo/cxi.pdf>

AT THE END OF THE MANUSCRIPT all submissions to *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* must include:

1. Conflict of interest

Authors must disclose all relationships or interests that could influence or bias the work.

Please follow the International Committee of Medical Journal Editors for Conflicts of interest:

<http://www.icmje.org/conflicts-of-interest/>

A conflict of interest exists if authors or their institutions have financial or personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their actions.

Financial relationships are easily identifiable, but conflicts can also occur

because of personal relationships, academic competition, or intellectual passion.

All submissions to *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* must include disclosure of all relationships that could be viewed as presenting a potential conflict of interest.

• At the end of the text, under a subheading "Conflicts of interest", all authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. If there are no conflicts of interest, authors should state that.

• All authors are required to provide a signed statement of their conflicts of interest as part of the author statement form:
http://www.medicinaoral.com/conflict_jced.htm

2. Ethics. Under a subheading of Ethics: The ethics committee approval with the reference number.

3. Source of Funding. Under a subheading of Source of Funding. In case of non funding disclose it.

4. Author's contributions. Under a subheading of Authors' contributions.

Information

E-mail: jced@jced.es