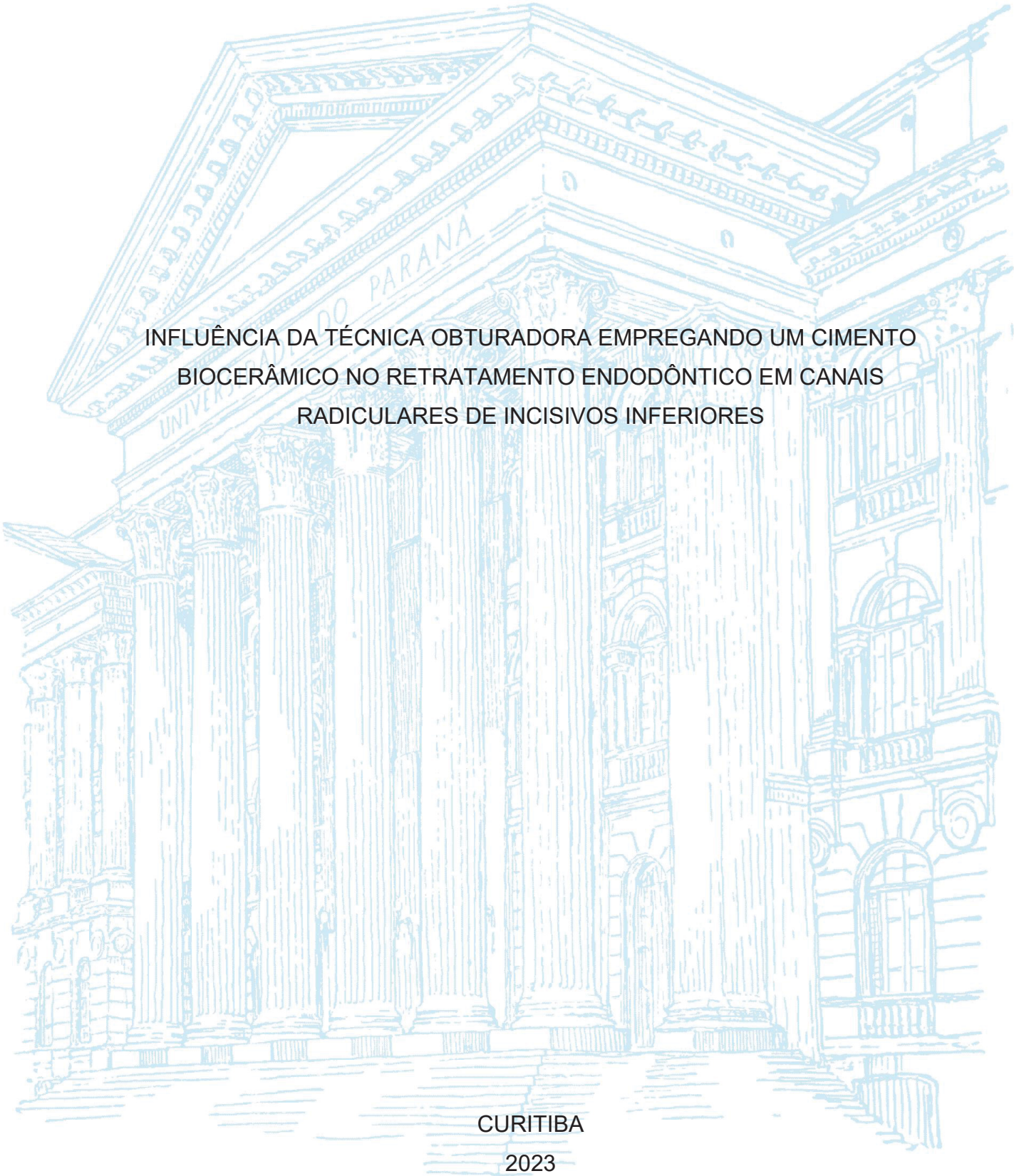
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LISLAINE VALERIO



INFLUÊNCIA DA TÉCNICA OBTURADORA EMPREGANDO UM CIMENTO BIOCERÂMICO NO RETRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CANAIS RADICULARES DE INCISIVOS INFERIORES

CURITIBA

2023

LISLAINE VALERIO

INFLUÊNCIA DA TÉCNICA OBTURADORA EMPREGANDO UM CIMENTO BIOCERÂMICO NO RETRATAMENTO ENDODÔNTICO EM CANAIS RADICULARES DE INCISIVOS INFERIORES

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Odontologia, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Dr. Bruno Cavalini Cavenago

CURITIBA

2023

Valerio, Lislaine
Influência da técnica obturadora empregando um cimento biocerâmico no retratamento endodôntico em canais radiculares de incisivos inferiores [recurso eletrônico] / Lislaine Valerio – Curitiba, 2023.
1 recurso online : PDF

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago

1. Cimentos dentários. 2. Cavidade pulpar. 3. Retratamento. I. Cavenago, Bruno Cavalini. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 617.695

Maria da Conceição Kury da Silva CRB 9/1275

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ODONTOLOGIA - 40001016065P8

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ODONTOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LISLAINE VALERIO** intitulada: **Influência da técnica obturadora empregando um cimento biocerâmico no retratamento endodôntico em canais radiculares de incisivos inferiores** , sob orientação do Prof. Dr. BRUNO CAVALINI CAVENAGO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 31 de Julho de 2023.

Assinatura Eletrônica
04/08/2023 14:50:08.0
BRUNO CAVALINI CAVENAGO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
24/08/2023 11:08:30.0
EVERDAN CARNEIRO
Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
01/08/2023 15:31:44.0
PRISCILA BRENNER HILGENBERG SYDNEY
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação não chegaria a sua conclusão sem o apoio precioso de algumas pessoas, departamentos, instituição e principalmente Deus, que me permitiu passar por todos os obstáculos encontrados e que sem Ele nada disso seria possível.

Inicialmente, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Bruno Cavalini Cavenago, por me guiar no planejamento e construção desse estudo, e pela disposição em atender as minhas dúvidas e questionamentos. Bem como, sua maestria em corrigir-me sem nunca me desmotivar.

Agradeço também aos meus pais, José Moacir e Léia, por serem meu porto seguro e por sempre acreditarem no meu potencial, nunca deixando de dar apoio e incentivo.

Agradeço aos meus irmãos, Jeferson e Marlon, por todo apoio e suporte.

Agradeço ao meu noivo, Reinaldo, pelo amor, incentivo nos momentos mais desfiadores dessa trajetória e por sua paciência em sempre compreender minha ausência nesse período de estudos.

Também não poderia deixar de registrar o meu agradecimento ao corpo docente, secretária e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Paraná.

Não menos importante nessa trajetória e que possibilitaram a conclusão deste trabalho, deixo o meu agradecimento a Universidade Federal do Paraná, ao Biobanco de Dentes Humanos da Universidade Federal do Paraná (BDH-UFPR), ao Laboratório de Investigação em Gênero, Corpo e Subjetividade na Educação (LABIN – UFPR).

Agradeço ao Instituto Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (iLAMIR – UFPR) pelo apoio e subsídio a essa pesquisa, proporcionando a utilização do Microtomógrafo de Raios-X.

“Entrem por suas portas com ações de graças e em seus átrios com louvor; deem-lhe graças e bendigam o seu nome.”

(Salmos 100.4 – NVI - Bíblia Sagrada)

RESUMO

Os cimentos endodônticos biocerâmicos caracterizam-se por suas excelentes propriedades biológicas, destacando-se o seu potencial bioativo, resultando num aumento do seu uso na prática clínica. Apesar de muitos estudos apontarem resultados favoráveis na terapia endodôntica, casos tratados com esses cimentos também estão sujeitos ao insucesso. Nessa situação o retratamento endodôntico deve ser considerado como primeira escolha de tratamento. Porém dados sobre a capacidade de remoção de material obturador quando cimentos endodônticos biocerâmicos são utilizados ainda são limitados, além disso não há informações sobre a remoção de material obturador quando este cimento foi associado a técnicas obturadoras termoplasticadoras. O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de técnicas obturadoras termoplasticadoras quando associadas a um cimento biocerâmico no processo de desobturação de canais radiculares ovalados. Foram utilizados 36 dentes incisisvos inferiores humanos com um único canal ovalado, selecionados e pareados anatomicamente com base em avaliações de tomografia computadorizada de feixe cônico. Os canais radiculares foram instrumentados com o sistema rotatório SRF-Sequence (MKLife) até o instrumento #35/04. As amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos (n=12) em função da técnica obturadora: Grupo 01-Técnica do Cone Único, Grupo 02-Técnica de McSpadden e Grupo 03-Técnica de termocompactação/termoinjeção de guta-percha, todas utilizando o cimento Bio-C Sealer (Angelus – Londrina/PR) e cones de guta-percha 35.04. Então os espécimes foram escaneados por microtomografia computadorizada utilizando voxel de 11,17 µm. O sistema Reciproc foi utilizado para realizar o retratamento, sendo registrado o tempo de trabalho em segundos. Os espécimes foram novamente escaneados utilizando os mesmos parâmetros. As imagens foram reconstruídas e o volume (mm^3) de material obturador pré e pós retratamento foram obtidos em 3 segmentos (1 - 4 mm, 4 - 7 mm e 7 - 10 mm), posteriormente houve a conversão em porcentagem de volume de material obturador remanescente. A espessura dentinária foi mensurada nas paredes mesial e distal nas secções de 1 mm, 4 mm, 7 mm e 10 mm aquém do forame apical, nessas mesmas secções também foi avaliado o transporte do canal radicular. Os dados foram analisados com os testes paramétrico Anova e Tukey, Kruskal-Wallis e Dunn e teste T pareado, sendo adotado o nível de significância de 5%, utilizando o programa GraphPad Prism 9. O Grupo 03 despendeu maior quantidade de tempo ($p < 0,05$), seguido do Grupo 02, com menor tempo ($p < 0,05$) para o Grupo 01. Não houve diferença ($p > 0,05$) quando comparada a porcentagem de material remanescente obturador entre os 03 grupos os segmentos também não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) nas análises intragrupo. Também não houve diferença na análise da espessura dentinária e transporte na comparação entre os grupos ($p > 0,05$). Foi possível concluir que não houve influência da técnica obturadora sobre a quantidade de material obturador remanescente, espessura dentinária e transporte. Entretanto o tempo de trabalho foi maior nas técnicas obturadoras termoplasticadoras.

Palavras-chave: cimento biocerâmico; técnica termoplastificadora da guta-percha; micro-CT; retratamento.

ABSTRACT

Bioceramic endodontic sealers are characterized by their excellent biological properties, highlighting their bioactive potential, resulting in an increase in their use in clinical practice. Although many studies indicate excellent results in endodontic therapy, cases treated with these sealers are also subject to failure. In this situation, endodontic retreatment should be considered as the first option of treatment. However, data on the ability to remove filling material when bioceramic endodontic sealers are still limited, in addition there is no information on the removal of filling material when this sealer was associated with thermoplastic filling techniques. The objective of this study was to evaluate the influence of thermoplastic filling techniques when associated with a bioceramic sealer in the retreatment of oval root canals. Thirty-six human mandibular incisor teeth with a single oval canal were selected and anatomically matched based on cone beam computed tomography evaluations. Root canals were instrumented with the SRF-Sequence rotary system (MKLife) up to instrument #35/04. The samples were randomly divided into three groups (n=12) depending on the obturator technique: Group 01-Single Cone Technique, Group 02-McSpadden Technique and Group 03-Thermocompaction/gutta-percha thermoinjection technique, all using the Bio-C Sealer cement (Angelus – Londrina/PR) and gutta-percha cones 35.04. Then the specimens were scanned by computed microtomography using 11.17 µm voxel. The Reciproc system was used to perform the retreatment, and the working time in seconds was recorded. Specimens were rescanned using the same parameters. The images were reconstructed and the volume (mm^3) of obturation material pre and post retreatment were obtained in 3 segments (1 - 4 mm, 4 - 7 mm and 7 - 10 mm), later converted into percentage of volume of obturation material remaining. The dentine thickness was measured on the mesial and distal walls in sections 1mm, 4mm, 7mm and 10mm short of the apical foramen. In these same sections, root canal transport was also evaluated. The data were analyzed with the parametric tests Anova and Tukey, Kruskal-Wallis and Dunn and paired t test, adopting a significance level of 5%, using the GraphPad Prism 9 program. Group 03 spent more time ($p < 0.05$), followed by Group 02, with a shorter time ($p < 0.05$) for Group 01. There was no difference ($p > 0.05$) when comparing the percentage of filling remaining material between the 03 groups, the segments also showed no differences ($p > 0.05$) in the intragroup analyses. There was also no difference in the analysis of dentine thickness and transport in the comparison between groups ($p > 0.05$). It was possible to conclude that there was no influence of the filling technique on the amount of remaining filling material, dentin thickness and transport. However, the working time was longer in thermoplastic filling techniques.

Keywords: Bioceramic sealers; thermoplastic filling techniques; micro-CT; retreatment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Secção transversal de imagem de Micro-CT mostrando como foram obtidos os dados para aplicação da fórmula de transporte de canal radicular sentido mésio-distal.....33

FIGURA 2 - Amostras representativas do volume de material obturador antes e após a desobturação.....36

FIGURA 3 - Representação somente do volume de material obturador antes e após a desobturação.....37

FIGURA 4 - Representam a espessura de dentina em cada um dos segmentos (01 mm, 04 mm, 07 mm e 10 mm – de apical para cervical).....39

FIGURA 5 - Sobreposição das secções de dentina pré e pós desobturação representando a espessura de dentina em cada um dos segmentos (01 mm, 04 mm, 07 mm e 10 mm – de apical para cervical) em seu respectivo grupo.....40

FIGURA 6 – Cortes transversais de imagem de Micro-CT, sendo um espécime por grupo mostrando as espessuras dentinárias nas 04 secções.....41

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Representação do tempo de desobturação em segundo entre os 03 grupos de técnicas obturadoras com suas respectivas médias.....34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Representação da mediana (25% - 75%) do volume de material obturador (mm³).....35

TABELA 2 - Representação de mediana (25% - 75%) do volume de material obturador remanescente em porcentagem.....35

TABELA 3 - Representação das médias e desvio padrão da espessura dentinária (em milímetros) das amostras dos 3 grupos pré e pós desobturação nos 04 segmentos.....38

TABELA 4 - Representação da mediana (máxima e mínima) do transporte do canal radicular em mm.....41

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

pH	- Potencial hidrogeniônico.
MTA	- Agregado Trióxido Mineral.
ISO	- Organização Internacional de Normalização.
Ni-Ti	- Níquel-Titânio.
CAAE	- Certificado de Apresentação de Apreciação Ética.
kVp	- Quilowatt-pico.
mAs	- Miliampere segundo.
FOV	- Field of view.
cm	- Centímetro.
RPM	- Rotação por Minuto.
N	- Newton.
ml	- Mililitros.
EDTA	- Ácido etilenodiamino tetra-acético.
PVC	- Policloreto de vinil.
kV	- Quilovoltagem.
µm	- Micrômetro.
mm	- Milímetros.

LISTA DE SÍMBOLOS

°C - Graus Célcios

% - Porcentagem

> - Maior

< - Menor

± - Mais ou menos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....16
2 OBJETIVOS.....23
2.1 OBJETIVO GERAL.....**23**
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....**23**
3 ARTIGO.....24
3.1 TÍTULO.....**24**
3,2 RESUMO.....**25**
3.3 INTRODUÇÃO.....**26**
3.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....**27**
3.5 RESULTADOS.....**33**
3.6 DISCUSSÃO.....**42**
3.7 CONCLUSÃO.....**46**
3.8 REFERÊNCIAS.....**46**
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....51
REFERÊNCIAS.....52
ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIAL DO CEP.....61
ANEXO 2- NORMAS PARA PUBLICAÇÃO – INTERNATIONAL ENDODONTIC JOURNAL.....66
ANEXO 3- PARÂMETROS UTILIZADOS PARA ESCANEAMENTO EM MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO.....70

1 INTRODUÇÃO

Caracterizada como um processo patológico que acomete a região perirradicular de um dente, a periodontite apical é uma resposta inflamatória a uma infeção persistente no sistema de canais radiculares (KAKEHASHI; STANLEY; FITZGERALD, 1965; SUNDQVIST, 1976; KARAMIFAR; TONDARI; SAGHIRI, 2020). Com a necrose do tecido pulpar e consequente contaminação do sistema de canais radiculares, o tratamento endodôntico é a terapêutica indicada. Descrito como um processo composto de várias etapas, associando técnicas biomecânicas e químicas que buscam a adequada limpeza, desinfecção e selamento dos canais radiculares, permitindo o reparo dos tecidos perradiculares. O tratamento endodôntico apresenta índices satisfatórios de efetividade, um estudo prospectivo demonstrou uma taxa de sucesso de até 95% (NG; MANN; GULABIVALA, 2011), em outro estudo, Pontoriero et al. 2021, relatam um índice de sucesso de 92,6% com 18 anos de acompanhamento (PONTORIERO *et al.*, 2021).

Assim como o preparo químico-mecânico, a obturação também desempenha um papel fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico. Tradicionalmente preconiza-se a associação de cones de guta-percha a um cimento endodôntico, este desempenha importante papel no preenchimento tridimensional do canal radicular e selamento de áreas anatômicas de difícil acesso. Dentre as propriedades consideradas ideais de um cimento obturador podem-se destacar: radiopacidade, biocompatibilidade, capacidade de adesão as paredes do canal, proporcionar um selamento tridimensional, não sofrer contração durante a presa, não causar manchas a estrutura dentária, ter potencial bacteriostático, ter adequado tempo de presa, ser insolúvel nos fluidos teciduais e ser solúvel em solvente comum (GROSSMAN; OLIET; DEL RIO, 1988). Diversos são os cimentos obturadores disponíveis, porém ainda não há algum que atenda todas as propriedades mencionadas anteriormente. A classificação dos cimentos obturadores ocorre conforme seu principal componente químico, como exemplo têm-se cimentos à base de: Óxido de Zinco e Eugenol Hidróxido de Cálcio, Ionômero de Vidro, Resina e Silicato de Cálcio, sendo este último o mais recente no mercado odontológico (AL-HADDAD; CHE AB AZIZ, 2016).

O crescente uso dos cimentos obturadores à base de silicato de cálcio, denominados como biocerâmicos, justifica-se por suas excelentes propriedades biológicas, entre elas destacam-se a biocompatibilidade e o potencial bioativo, (ALVES SILVA *et al.*, 2020; GIACOMINO; WEALLEANS; KUHN; DIOGENES, 2019; AL-HADDAD; CHE AB AZIZ, 2016; KRUSE *et al.*, 2016; SALLES *et al.*, 2012). Sua composição consiste de alumina, zircônia, vidro bioativo, vidros cerâmicos, hidroxiapatita e fosfato de cálcio (AL-HADDAD; CHE AB AZIZ, 2016; CHYBOWSKI *et al.*, 2018). Um dos precursores desse tipo de cimento na endodontia foi o MTA (agregado trióxido mineral), indicado para capeamento pulpar direto, apicificação, selamento de perfurações e como material retrobturador (TORABINEJAD; HONG; MCDONALD; PITT FORD, 1995; MENTE *et al.*, 2013; TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER, 2018). O MTA possui como principais propriedades: biocompatibilidade, elevado pH após presa apresentando alguma ação antimicrobiana, excelente capacidade seladora (impedindo percolação de fluídos entre o canal e o periodonto) e potencial bioativo, viabilizando a formação de tecido mineralizado (TORABINEJAD; HONG; MCDONALD; PITT FORD, 1995; GANDOLFI; TADDEI; TINTI; PRATI, 2010; CHANG *et al.*, 2014; TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER, 2018). Apesar dos excelentes resultados obtidos como cimento reparador (BARTOLS; ROUSSA; WALTHER; DÖRFER, 2017; KRUSE *et al.*, 2016) o MTA não apresenta o escoamento e fluidez necessários para um cimento obturador, além disso sua remoção pode ser desafiadora, em casos que o retratamento endodôntico possa ser indicado, além do possível manchamento da estrutura dental com o seu uso (PARIROKH; TORABINEJAD, 2010; CHANG *et al.*, 2014; TORABINEJAD; PARIROKH; DUMMER, 2018). Portanto diversos estudos foram direcionados para o desenvolvimento de cimentos obturadoradores à base de silicato de cálcio (CHOHAYEB; CHOW; TSAKNIS, 1987; CHANG *et al*., 2014).

Algumas pesquisas avaliaram as propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos biocerâmicos, o cimento precursor denominado como EndoSequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, EUA) apresentou radiopacidade de acordo com as exigências da ISO 6876/2001 (CANDEIRO *et al.*, 2012; LEE *et al.*, 2017; ZAMPARINI *et al.*, 2019). O pH se apresentou alcalino durante os períodos testados (LEE *et al*., 2017; ZAMPARINI *et al.*, 2019); e teve bons resultados na avalição da liberação de íons cálcio (CANDEIRO *et al.*, 2012; XUEREB *et al.*, 2015;

ZAMPARINI et al., 2019). O cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil), primeiro cimento obturador biocerâmico brasileiro, introduzido no mercado em 2019, apresenta tempo de presa adequado, alto potencial de alcalinização, boa fluidez, radiopacidade que atende aos padrões de estandardização, bem como baixa alteração volumétrica (ZORDAN-BRONZEL *et al.*, 2019). Com relação as propriedades biológicas, que são os grandes atrativos dos biocerâmicos, a biocompatibilidade caracteriza-se por sua capacidade em não desencadear uma resposta biológica agressiva quando em contato com tecidos vivos, como irritação, resposta inflamatória exacerbada, toxicidade, alergia ou carcinogenicidade (ALVES SILVA *et al.*, 2020; GIACOMINO *et al.*, 2019; AL-HADDAD; CHE AB AZIZ, 2016). A bioatividade ou biomineralização, é uma proriedade de grande destaque, definida como a capacidade do cimento em proporcionar a formação de uma camada de hidroxiapatita quando em contato com tecido conjuntivo, formando uma ligação íntima entre o tecido e o cimento (GANDOLFI; TADDEI; TINTI; PRATI, 2010; HAN; OKIJI, 2013; ALVES SILVA *et al.*, 2020; VALLITTU; *et al.*, 2018; SANZ *et al.*, 2021). Também permite a plasticidade celular, favorecendo a diferenciação celular osteogênica, cementogênica e odontogênica (SANZ *et al.* 2021, SANZ *et al.*, 2022). Tendo influência direta no processo de reparo tecidual, incluindo a resolução de lesões periapicais (SANZ *et al.,* 2021). Sendo essa a resposta esperada da terapêutica endodôntica, a formação de um selamaneto biológico na região perirradicular, com a estruturação de tecido mineralizado (GIACOMINO *et al.*, 2019). Contudo, para que o processo de reparo seja viável é necessário que se tenha a desinfeção local. Além dos protocolos de sanificação durante o tratamento endodôntico, já bem difundidos na literatura, cimentos obturadores a base de silicato de cálcio possuem ação antimicrobiana, principalmente sobre Enterococcus faecalis (BUKHARI; KARABUCAK, 2019).

O grau de citotoxidade e biomineralização de cimentos endodônticos biocerâmicos foram analisados em estudos *in vitro*, em células-tronco do ligamento periodontal de humanos (BAE *et al.*, 2010; ZHENG *et al.*, 2020; SANZ *et al.*, 2022) e osteoblastos de camundongos e humanos (BRYAN *et al.*, 2010; LOUSHINE *et al.*, 2011 SALLES *et al.*, 2012). Após 3 dias os cimentos biocerâmicos foram considerados não citotóxicos e com potencial bioativo considerável (BAE *et al.*, 2010; BRYAN *et al.*, 2010 LOUSHINE *et al.*, 2011; SALLES *et al.*, 2012; ZHENG *et*

al., 2020; SANZ *et al.*, 2022). Giacomino, 2019 avaliou a biocompatibilidade e o potencial osteogênico de 02 cimentos obturadores biocerâmicos e como resultado obtiveram alta mineralização e diferenciação de células precursoras de osteoblastos. Em um estudo *in vivo* com cimentos biocerâmicos, utilizando tubos de polietileno preenchidos com cimento, introduzidos no tecido subcutâneo de ratos, ambos Bio C Sealer e Sealer Plus BC apresentaram alto grau de biocompatibilidade e biomineralização (ALVES SILVA *et al.*, 2020).

Além de um cimento endodôntico com propriedades físico-químicas e biológicas adequadas, a qualidade da obturação também depende da sua correta execução técnica. Muitas são as técnicas propostas para obturação dos canais radiculares, associando guta-percha com cimentos endodônticos. Com a introdução dos sistemas de instrumentos de níquel titânio acionados mecanicamente para o preparo dos canais, a técnica do Cone Único passou a ser muito empregada, por ser uma técnica que exige-se baixa curva de aprendizado, menor tempo de execução e bom custo-benefício (DE-FIGUEIREDO *et al.*, 2020). Contudo, as diversidades anatômicas dos sistemas de canais radiculares, como por exemplo, canais em forma de “C”, achatados, com istmos, ovalados, exigem que outras técnicas sejam empregadas, para se obter uma obturação com melhor preenchimento tridimensional possível (CELIKTEN *et al.*, 2016; MANCINO *et al.*, 2021; DE-DEUS *et al.*, 2022). Nas técnicas obturadoras termoplastifcadoras, o bom escoamento da guta-percha quando aquecida, associada ao cimento obturador, propicia melhor preenchimento do sistema de canais radiculares (KELEŞ; ALCIN; KAMALAK; VERSIANI, 2014; COLLADO-CASTELLANOS *et al.*, 2023 KRUG; KRASTL; JAHREIS, 2017 GIRELLI *et al.*, 2022).

Há na literatura uma discussão sobre a influência da aplicação de calor e alterações das propriedades físico-químicas dos cimentos biocerâmicos. DeLong, em 2015, comparando técnicas de obturação, obteve menor resistência na adesão do cimento biocerâmico à dentina quando associada a uma técnica termoplastificadora (DELONG; HE; WOODMANSEY, 2015). Outro estudo mostrou que quando aquecido a 100°C, o cimento biocerâmico teve um aumento significativo da sua fluidez (ANTUNES *et al.*, 2021). Já, Donnermeyer, em 2022, concluiu em seu estudo que o calor empregado na técnica de condensação vertical com aplicação de

calor, entre 37°C a 97°C, não ocasionou alteração nos cimentos biocerâmicos testados (DONNEMEYER *et al*., 2022). Outro estudo *in vitro* demonstrou a possibilidade de associação de cimentos obturadores biocerâmicos com técnicas termoplásticas, sendo que as alterações nas suas propriedades químicas, viscosidade e fluidez, quando esses foram submetidos a calor de 200°C, foram baixas (AKSEL *et al.*, 2021), evidenciando que a associação de cimentos obturadores biocerâmicos com técnicas obturadoras termoplastificadoras não possuem contraindicação.

Mesmo utilizando técnicas aprimoradas e precisas em todas as fases do tratamento endodôntico, associadas a materiais e instrumentais de alta qualidade, alguns fatores podem influenciar negativamente o seu resultado, sendo a infeção microbiana persistente a principal delas (CARR *et al.*, 2009; RICUCCI; LOGHIN; SIQUEIRA, 2013; SIQUEIRA; RÔÇAS; RICUCCI; HÜLSMANN, 2014). Nesses casos, o retratamento endodôntico é considerado, frequentemente como a primeira opção de tratamento (KRAUS *et al.*, 2015; TOIA *et al.*, 2022). Contudo alguns critérios precisam ser considerados para tomar essa decisão, dentre eles o remanescente dentário e periodontal, o custo-benefício e as preferências individuais do paciente (TORABINEJAD; LOZADA; PUTERMAN; WHITE, 2008; WENTELER; SATHORN; PARASHOS, 2015).

Em uma revisão sistemática, Chércoles-Ruiz et al, 2017, apresentaram índices de sucesso de retratamento endodôntico não cirúrgico que variaram de 84,1% a 88,6% após o intervalo de 4 a 10 anos de acompanhamento (CHÉRCOLES-RUIZ; SÁNCHEZ-TORRES; GAY-ESCODA, 2017). Outro estudo de revisão sistemática em que foram comparados resultados de retratamento endodôntico a longo prazo, apresentou 83% de taxa de sucesso (TORABINEJAD *et al*., 2009). Al-Nuaimi et al, 2018, em estudo de revisão sistemática com metanálise, avaliaram dados de estudos clínicos e obtiveram como resultado valores de sucesso de retratamento com variação de 88,7% a 77,9% (AL-NUAIMI; *et al.*, 2018). Em outro estudo clínico prospectivo, o sucesso de retratamento foi avaliado comparando imagens de radiografia periapical e tomografia computadorizada *cone-beam*, tendo como resultados favoráveis 93% e 77% respectivamente (DAVIES; PATEL; FOSCHI; ANDIAPPAN *et al.*, 2016).

O retratamento endodôntico tem como propósito restabelecer a saúde perirradicular, por meio do acesso e remodelagem de toda extensão do canal radicular, permitindo sua desinfecção e adequada reobturação. Assim sendo, procura-se remover o máximo possível de material obturador que pode estar contaminado (STABHOLZ; FRIEDMAN, 1988). Estes podem ser os responsáveis por induzir ou manter o processo de infecção após o retratamento, impedindo o contato das soluções irrigadoras e medicações intracanais com a microbiota persistente, como também dificultar a completa reobturação (NG; MANN; GULABIVALA, 2011, (SCHIRRMEISTER *et al.*, 2006; CHONG et al.,2004). Diversas técnicas e instrumentos já foram analisados para se realizar a remoção do material obturador, tais como: instrumentos manuais (COLACO; PAI, 2015), sistemas de instrumentos de Ni-Ti rotatórios (PIRANI *et al.*, 2009; MA *et al.*, 2012; COLACO; PAI, 2015;, ALVES *et al.*, 2016; GARRIB; CAMILLERI, 2020), sistema com insertos ultrassônicos (CROZETA *et al.*, 2020; CAVENAGO *et al.*, 2014 JAIN et al., 2015; PIRANI *et al.*, 2009) e sistemas reciprocantes (RIOS *et al.*, 2014, SILVA *et al.*, 2014; BAGo *et al.*, 2019; DE-DEUS *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2016; DE SIQUEIRA *et al.*, 2016; ROMEIRO *et al.*, 2020) Mesmo com uma variedade de opções, é consenso na literatura que até o momento, com os recursos disponíveis, não é possível remover completamente o material obturador durante o retratamento endodôntico, sendo que a configuração anatômica dos canais radiculares exerce um fator preponderante para essa questão (ALVES *et al.*, 2016; CAVENAGO *et al.*, 2014; OLTRA *et al.*, 2017; (BAGO *et al.*, 2019; DE-DEUS; *et al.*, 2019; CROZETA *et al.*, 2020).

SIQUEIRA *et al.*, 2013, demonstraram que a anatomia do sistema de canais tem mais influência na limpeza do canal que o desenho dos instrumentos. Além da anatomia, outros fatores podem agir como dificultadores durante remoção do material obturador, como o cimento utilizado, estudos mostram que os biocerâmicos são mais difíceis de serem removidos, no processo de retratamento endodôntico, quando comparados a outros cimentos obturadores (SIQUEIRA et al., 2013; DE SIQUEIRA *et al.*, 2016; HESS *et al.*, 2011; OLTRA *et al.*, 2017). A técnica obturadora utilizada também pode ter influência no desempenho da desobturação (MA *et al.*, 2012). Alguns estudos mostram que quando técnicas termoplastificadoras são empregadas há maior quantidade de material remanescente no conduto após

desobturação, quando comparada a técnicas obturadoras a frio (BUCHANAN, 1994; MA *et al.*, 2012; ATHKURI *et al.*, 2019).

Em virtude de suas excelentes propriedades biológicas que favorecem o processo de reparo, os cimentos à base de silicato de cálcio estão atraindo considerável atenção, sendo cada vez mais utilizados clinicamente. Contudo, tratamentos utilizando esse cimento também podem estar fadados ao insucesso, principalmente quando se tem um processo infeccioso crônico instalado (WALSH *et al.*, 2022). Dados na literatura sobre a remoção desses cimentos associados a técnicas termoplásticas durante o processo de retratamento são limitados. Apenas um estudo avaliou a influência de técnicas obturadoras no retratamento, em que cimentos obturadores biocerâmicos foram utilizados, sugerindo que diferentes técnicas obturadoras influenciam no remanescente de material obturador no processo de retratamento endodôntico (ATHKURI *et al.*, 2019). Originalmente os cimentos obturadores biocerâmicos foram preconizados para o uso com a técnica obturadora de Cone Único, e provavelmente é a técnica mais empregada com esse material, porém até o momento, não há informações sobre a influência dessa técnica frente a outras técnicas obturadoras termolpastificadoras na qualidade do retratamento em uma condição anatômica mais desafiadora.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da técnica obturadora com utilização de um cimento biocerâmico no retratamento de canais radiculares de incisivos inferiores com configuração ovalada.

.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aferir se o tempo de desobturação é influenciado pelas técnicas obturadoras utilizadas.
- Determinar o volume de material obturador remanescente após o retratamento endodôntico nas regiões de terços apical, médio e cervical dos canais.
- Avaliar se a técnica obturadora empregada afeta significativamente o procedimento de retratamento em relação a espessura de dentina remanescente e o transporte de canal radicular.
- (Avaliar se técnicas termoplastificadoras da guta-percha elevam o grau de dificuldade do retratamento em incisivos inferiores.)

3 ARTIGO

Versão em português do artigo para submissão na revista International Endodontic Journal.

3.1 TÍTULO

Efetividade do retratamento endodôntico em canais radiculares ovalados de incisivos inferiores empregando diferentes técnicas obturadoras associadas a um cimento biocerâmico.

Lislaine Valerio[1]

Bruno Cavalini Cavenago[1]

[1]PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR.

Autor para correspondência: Bruno Cavalini Cavenago

Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFPR

Rua Prefeito Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico - CEP 81210-170 Curitiba/Pr

Telefone: +55 41 33604026 / Fax: +55 41 33604134

E-Mail: brunocavenago@ufpr.br

3.2 RESUMO

Objetivo: Avaliar a influência de técnicas obturadoras termoplasticadoras quando associadas a um cimento biocerâmico no processo de desobturação de canais radiculares ovalados.

Metodologia: Trinta e seis incisivos inferiores com canais únicos ovalados foram selecionados e pareados anatomicamente com base em avaliações de tomografia computadorizada de feixe cônico. Os canais radiculares foram instrumentados com o sistema rotatório SRF-Sequence (MKLife) até o instrumento #35/04. As amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos (n=12) em função da técnica obturadora: Grupo 01-Técnica do Cone Único, Grupo 02-Técnica de McSpadden e Grupo 03-Técnica de termocompactação/termoinjeção de guta-percha, todas utilizando o cimento Bio-C Sealer (Angelus – Londrina/PR) e cones de guta-percha 35.04. Os espécimes foram escaneados por microtomografia computadorizada utilizando voxel de 11,17 µm. O sistema Reciproc até o instrumento R40 foi utilizado para realizar o retratamento, sendo registrado o tempo de trabalho em segundos. Os espécimes foram novamente escaneados utilizando os mesmos parâmetros. As imagens foram reconstruídas e o volume (mm^3) de material obturador pré e pós retratamento foram obtidos em 3 segmentos (1 - 4 mm, 4 - 7 mm e 7 - 10 mm), posteriormente houve a conversão em porcentagem de volume de material obturador remanescente. A espessura dentinária foi mensurada nas paredes mesial e distal nas secções de 1 mm, 4 mm, 7 mm e 10 mm aquém do forame apical, nessas mesmas secções também foi avaliado o transporte do canal radicular. Os dados foram analisados com os testes paramétrico Anova e Tukey, Kruskal-Wallis e Dunn e teste T pareado, sendo adotado o nível de significância de 5%.

Resultados: O Grupo 03 despendeu maior quantidade de tempo ($p < 0,05$), seguido do Grupo 02, com menor tempo ($p < 0,05$) para o Grupo 01. Não houve diferença ($p > 0,05$) quando comparada a porcentagem de material remanescente obturador entre os 03 grupos, os segmentos também não apresentaram diferenças ($p > 0,05$) nas análises intragrupo. Também não houve diferença na análise da espessura dentinária e transporte na comparação entre os grupos ($p > 0,05$).

Conclusão: Não houve influência da técnica obturadora sobre a quantidade de material obturador remanescente, espessura dentinária e transporte. O tempo de trabalho foi maior nas técnicas obturadoras termoplasticadoras.

Palavras-chave: Cimento biocerâmico, técnica termoplastificadora da guta-percha, micro-CT, retratamento.

3.3 INTRODUÇÃO

Com excelentes propriedades biológicas, os cimentos endodônticos biocerâmicos estão sendo muito utilizados na terapêutica endodôntica, dentre as quais destacam-se a biocompatibilidade (Alves *et al.*, 2020; Giacomino; *et al.*, 2019; Al-Haddad & Che Ab Aziz, 2016) e a bioatividade ou biomineralização, que é uma propriedade relacionada a capacidade do cimento em induzir formação de tecido mineralizado quando em contato com tecido vivo (Gandolfi *et al.* 2010; Han & Okiji, 2013; Vallittu *et al.*, 2018; Alves Silva *et al.*, 2020; Sanz *et al.*, 2021). Alguns estudos avaliaram as propriedades físico-químicas desses cimentos e constataram que proporcionam adequada radiopacidade, pH alcalino, liberação de íons cálcio, baixa alteração volumétrica e bom escoamento (Candeiro *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2017; Zamparini *et al.*, 2019; Zordan-Bronzel *et al.*, 2019), também há evidência de ação antimicrobiana (Bukhari & Karabucak, 2019).

Além do cimento endodôntico, o sucesso da obturação também depende de sua correta execução técnica. Com a introdução dos sistemas de instrumentos de níquel-titânio acionados mecanicamente para o preparo dos canais, a técnica do Cone Único passou a ser muito empregada, por ser uma técnica que exige-se baixa curva de aprendizado e menor tempo de excussão. Essa técnica é muito preconizada quando usado o cimento biocerâmico. Contudo, as diversidades anatômicas dos sistemas de canais radiculares, como por exemplo, canais em forma de “C”, achatados, com istmos, ovalados, exigem que outras técnicas sejam empregadas, para se obter uma obturação com melhor preenchimento tridimensional possível (Celikten; *et al.*, 2016; Mancino *et al.*, 2021; De-Deus *et al.*, 2022). Nas técnicas obturadoras termoplastifcadoras, o bom escoamento da guta-percha quando aquecida, associada ao cimento obturador, propicia melhor preenchimento do sistema de canais radiculares (Keles *et al.,*2014; Collado-Castellanos *et al.*, 2023; Krug *et al.* 2017; Girelli *et al.*, 2022).

Atualmente há evidências na literatura que a temperatura elevada, oriunda das técnicas obturadoras termoplastificadoras, não altera significativamente as propriedades dos cimentos obturadores biocerâmicos (Donnermeyer *et al.* 2022; Aksel *et al.*, 2021). Tratamentos endodônticos, mesmo quando realizados com técnicas aprimoradas e precisas em todas as suas fases, também estão suscetíveis ao fracasso, por diversos fatores, porém a infecção microbiana persistente é a

causa mais comum (Carr *et al.*, 2009; Ricucci *et al.*, 2013; Siqueira *et al.,* 2014). Frente ao insucesso o retratamento endodôntico deve ser a primeira opção a ser considerada (Chércoles-Ruiz *et al.*, 2017; Kraus *et al.*, 2015; Toia *et al.*, 2022).

A literatura apresenta alguns estudos sobre retratamento endodôntico quando cimentos obturadores biocerâmicos foram utilizados, contudo parte deles apresenta dados referentes a remoção de material obturador comparando com outros tipos de cimentos obturadores (Romeiro *et al.*, 2020; Baranwal *et al.*, 2021; Mufti & Al-Nazhan, 2021; Jamleh *et al.*, 2023; Rajda *et al.*, 2021), ou comparam diferentes métodos de remoção do material obturador (Crozeta *et al.*, 2021; Romeiro *et al.*, 2020; (Sinsareekul & Hiran-Us, 2022; Volponi *et al.*, 2020; Rajda *et al.*, 2021; Da Silva *et al.*, 2022; Angerame *et al.*, 2022). Dados na literatura sobre a remoção desses cimentos associados a técnicas termoplásticas durante o processo de retratamento são limitados. Um estudo avaliou a influência de técnicas obturadoras no retratamento, em que cimentos obturadores biocerâmicos foram utilizados, sugerindo que diferentes técnicas obturadoras influenciam no remanescente de material obturador no processo de retratamento endodôntico (Athkuri *et al.*, 2019).

Originalmente os cimentos obturadores biocerâmicos foram preconizados para o uso com a técnica obturadora de Cone Único, e provavelmente é a técnica mais empregada com esse material, porém até o momento, não há informações sobre a influência dessa técnica frente outras técnicas obturadoras termoplastificadoras na qualidade do retratamento em uma condição anatômica mais desafiadora. Como hipótese nula, as diferentes técnicas obturadoras associada ao cimento biocerâmico não influenciarão no procedimento de desobturação dos canais radiculares. Ao se empregar técnicas de obturação termoplastificadoras, espera-se encontrar um maior volume de material obturador remanescente em comparação com a técnica do cone único. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da técnica obturadora com utilização de um cimento biocerâmico no retratamento de canais radiculares com configuração ovalada.

3.4 MATERIAIS E MÉTODOS

Tamanho da amostra

Para esta pesquisa foram utilizados dentes incisivos inferiores humanos, o tamanho da amostra foi determinado por meio de cálculo amostral utilizando o software G*Power v3.1 para Mac (Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Alemanha)

empregando o teste ANOVA. Dados de volume de remanescente de material obturador com cimento biocerâmico do estudo de Crozeta et al. 2021 foram considerados para determinar o efeito esperado para este estudo. Foram estabelecidos como parâmetros o erro tipo alfa em 0,05, poder beta em 0,80 e uma relação N2/N1 de 1. Foi estipulado um total de amostra de 36 dentes.

Estudo anatômico e aleatorização das amostras.

Após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa CEP/SD – UFPR, com CAAE: 42870621.2.0000.0102, o estudo foi iniciado. Foram coletados incisivos centrais e laterais inferiores, do Biobanco de Dentes Humanos da Universidade Federal do Paraná (BDH – UFPR).

Uma avaliação da anatomia dos canais radiculares foi realizada a fim de promover a seleção e o pareamento das amostras. Os dentes foram escaneados em tomógrafo de feixe cônico iCAT (Imaging Science International, Pensilvânia, EUA) no laboratório de imagens da UFPR (LABIN - UFPR), com os seguintes parâmetros, 120 kVp, 37,07 mAs, FOV 16 cm X 13 cm e Voxel de 0,25. Com o intuito de obter-se amostras com condições anatômicas específicas, foram incluídos dentes com único canal ovalado, sem curvatura radicular acentuada, com rizogênese completa e sem tratamento endodôntico prévio.

A análise das imagens foi realizada pelo software iCATVision, foram separados os dentes com um único conduto, e então mensurada a circularidade dos canais radiculares, que resulta da razão do maior diâmetro (vestíbulo-língual) pelo menor diâmetro (mesio-distal). Foram selecionados dentes de circularidade entre 2 a 4 milímetros. Com o objetivo de se obter 3 grupos homogêneos de amostras a aleatorização foi realizada em dois momentos, primeiro com o Grupo A – Maior circularidade: 2 a 2,99 milímetros e depois com Grupo B – Menor circularidade: 3 a 4 milímetros. Assim sendo, obteve-se um número equivalente de espécimes de maior e menor circularidade em cada um dos 3 grupos da pesquisa. O link utilizado para a etapa de aleatorização foi o ***https://www.openepi.com/Random/Random.htm.***

Cada grupo, com 12 dentes, utilizou técnicas obturadoras diferentes. O Grupo 01 – técnica do Cone Único, Grupo 02 – técnica de McSpadden e Grupo 03 – técnica de Termocompactação Vertical por Ondas Contínuas associada a Termoinjeção de guta percha.

Preparo dos canais radiculares

Foram realizadas as aberturas coronárias dos espécimes selecionados utilizando pontas diamantadas 1013 e 3080 (KG Sorensen) em alta rotação, para trepanação, remoção do teto da câmara pulpar e forma de contorno respectivamente. Na sequência, realizou-se a exploração e a odontometria dos canais com uma lima manual tipo K número 10 (Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Suíça). Esta foi introduzida nos canais até a visualização da ponta do instrumento através do forame apical, a partir dessa medida foi recuado 1 milímetro para determinar o comprimento de trabalho. O preparo mecânico dos canais foi realizado com o sistema SRF- Sequence (MKLife, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) até o instrumento 35/.04. A sequência de instrumentos foi utilizada conforme orientação do fabricante: instrumentos 15/.04 e 17/.12 com velocidade de 350 RPM e Torque de 2 N, instrumentos 20/.06, 25/.06 e 35/.04 com velocidade 400 RPM e Torque 2 N, associados ao motor endodôntico X-Smart Plus (Maillefer Instruments SA,Ballaigues, Suíça). Os canais foram irrigados com 2 mililitros de hipoclorito de sódio a 2,5% a cada troca de instrumento. Após a instrumentação foi realizada a irrigação com ativação com o dispositivo Easy Clean (Easy, Bassi, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil), introduzido no canal radicular 2 milímetros aquém do comprimento de trabalho de cada dente e acionado em rotação contínua em 3 ciclos de 20 segundos. Iniciando com 5ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, seguindo por 5ml de EDTA a 17% e novamente 5ml de solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, baseado no trabalho de Rodrigues (Rodrigues; *et al.*, 2021) et al, 2020. Finalizando com uma irrigação sem ativação com 5ml de soro fisiológico. A umidade excessiva dos canais foi removida com pontas de papel calibre 35 (Maillefer Instruments SA,Ballaigues, Suíça) sem provocar o ressecamento completo, conforme indicação do fabricante do cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil).

Obturação dos canais radiculares

Todas as amostras foram obturadas com cone principal de guta-percha 35/.04 (Maillefer Instruments SA,Ballaigues, Suíça) associado ao cimento Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil), empregando as seguintes técnicas:

Grupo 01– Cone único: O cimento foi inserido no conduto com a cânula intracanal própria e o cone de guta-percha foi revestido com cimento e inserido no

comprimento de trabalho. O corte da obturação foi realizado a nível cervical, com calcadores aquecidos e imediatamente realizada a compactação vertical a frio.

Grupo 02 – McSpadden: os canais foram preenchidos com cimento obturador, em seguida o cone de guta-percha foi levado envolto em cimento ao canal radicular, e adaptado no comprimento de trabalho de cada amostra. Utilizado o Condensador de McSpadden (Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Suíça) calibre 45, acoplado ao contra-ângulo, foi acionado em rotação contínua em sentido horário até 5 milímetros aquém do comprimento de trabalho, sendo mantido por 10 segundos e removido do canal. Finalizado com corte da obturação no nível cervical com calcador aquecido seguido por compactação vertical a frio.

Grupo 03 - Técnica de Termocompactação Vertical por Ondas Contínuas associada a Termoinjeção de Guta Percha: para execução dessa técnica foi utilizado o equipamento BeeFill 2in1 (VDW, Munique, Alemanha) que possui duas peças de mão, uma delas para realizar a termocompactação vertical por ondas contínuas e a outra para a termoinjeção de guta-percha. Após o preenchimento dos canais com cimento e introdução do cone de guta-percha envolto em cimento, foi utilizado o termocompactador do equipamento, acionado, introduzido no canal radicular até 4 milímetros aquém do comprimento de trabalho, desativado, mas mantido ainda por mais 10 segundos e então reativado por 1 segundo e removido do canal, em seguida com calcador de Buchanan foi realizada a compactação vertical da obturação no terço apical. O preenchimento das porções média e cervical foram realizadas com o termoinjetor de guta-percha, após o completo preenchimento foi realizado o corte da obturação com instrumento aquecido e a compactação vertical a frio.

Durante essa etapa, radiografias digitais foram realizadas no sentido mésio-distal com o intuito de avaliar a qualidade das obturações. Foi utilizado o sensor digital intraoral New IDA (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) associado ao aparelho de Raios X SPECTRO 70X (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil).

Os espécimes dos 3 grupos foram selados com cimento provisório Coltosol (Vigodent, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e mantidos em estufa (umidade de 100% e temperatura de 37°C) por 07 dias, para que ocorresse a completa presa do cimento endodôntico Bio-C Sealer. Todas as obturações foram realizadas por único operador especialista em Endodontia.

Escaneamento Inicial em Microtomógrafo Computadorizado

Antes do escaneamento das amostras, foram confeccionados moldes com silicona de condensação (Zetaplus, Zhermack, Itália) e luvas hidráulicas de PVC (Plastilit, Fazenda Rio Grande, Paraná, Brasil) de 20 milímetros. Essas luvas foram utilizadas por se adaptarem perfeitamente na base de amostras do microtomógrafo. O objetivo desses moldes foi obter gabaritos personalizados para garantir que cada amostra fosse colocada na mesma posição durante a tomada das imagens pré e pós desobturação. A silicona foi manipulada, introduzida nas luvas e os dentes foram posicionados inserindo apenas a coroa na silicona, 03 dentes em cada luva. Para o processo de escaneamento utilizou-se o microtomógrafo computadorizado SkyScan 1172 (Bruker-microCT, Kontich, Bélgica) do Instituto Laboratório de Análise de Minerais e Rochas do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná (LAMIR – UFPR). Durante o escaneamento o tempo de exposição foi de 1750 ms, tensão de 80kV e o Voxel de 11,17 µm.

Retratamento

Antes de iniciar a fase de desobturação os espécimes tiveram seus ápices selados com cola quente e em seguida incluídos em recipientes cilíndricos de acrílico contendo alginato tipo I Jeltrate Plus (Dentsply, Pirassununga, São Paulo, Brasil) manipulado a fim de simular um sistema fechado de canal, baseado no trabalho de Susin et al, 2010. Todos os grupos foram retratados utilizando o mesmo protocolo, por único operador, especialista em Endodontia. Após a remoção do cimento provisório, uma ponta de ultrassom R1 Clearsonic (Helse Ultrasonic, São Paulo, São Paulo, Brasil) acoplado ao aparelho de ultrassom Emisonic (MMO, São Carlos, São Paulo, Brasil) na potência “Endo 6”, foi utilizada para remover os primeiros 3 mm do material obturador do canal, na região cervical. Na sequência, o instrumento Reciproc R25 (25/.06; VDW GmbH, Munique, Alemanha) foi utilizado até atingir o comprimento de trabalho, em seguida foi utilizado o instrumento Reciproc R40 (40/.06; VDW GmbH, Munique, Alemanha). Esses foram utilizados com auxílio do motor VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha) no movimento RECIPROC ALL, foram introduzidos no canal usando movimento de bicada com amplitude de 3 mm e leve pressão apical até que se atingisse a medida do comprimento de trabalho. Os movimentos de escovação também foram aplicados contra as paredes

do canal. Após cada uso, o instrumento foi limpo com gaze embebida em álcool 70%. Em seguida cada amostra foi irrigada com 5 ml de soro fisiológico utilizando uma ponta de irrigação Navitip de 30 Gauge (Ultradent, South Jordan, UT, USA). O tempo consumido para realização do procedimento de retratamento de cada amostra foi registrado em segundos com auxílio de cronômetro digital.

Escaneamento após retratamento em Microtomógrafo Computadorizado

Os espécimes foram reposicionados nos gabaritos personalizados para garantir que cada amostra fosse colocada na mesma posição que o escaneamento pré desobturação. Foi utilizado o mesmo microtomógrafo computadorizado e os mesmos parâmetos da tomada inicial, conforme mencionado anteriormente.

Análise das Imagens

As imagens adquiridas foram salvas em formato TIFF (Tagged Image File Format), na sequência foram reconstruídas tridimensionalmente com o software NRecon Reconstruction V.1.6.9 (Bruker microCT). Foram obtidas secções axiais das amostras salvas na extensão PNG. Entretanto cada imagem apresentava 03 amostas, essas foram separadas através do software CTAn V.1.14.4 (Bruker microCT). Por meio de outro software, DataViewer v.1.5.1 (Bruker microCT) foi realizado o registro das amostras, para garantir que as imagens de cada amostra, em 2 momentos diferentes (pré e pós desobturação) estivessem na mesma posição. Obtendo-se, assim, imagens no formato BMP.

O volume de material de preenchimento foi mesurado nos dois momentos de varredura, utilizando o *software* CTAn V.1.14.4 (Bruker microCT). Essa mensuração foi realizada em 3 segmentos de cada amostra: apical (1-4mm), médio (4-7mm) e cervical (7-10mm), a partir do forame apical e quantificados em milímetros cúbicos (mm^3). Esses dados foram convertidos em porcentagem de material obturador remanescente em relação ao volume inicial das imagens pré retratamento de cada amostra.

A espessura de dentina foi medida em 4 secções (1 mm, 4 mm, 7 mm e 10 mm a partir do forame apical) de cada amostra nas imagens antes e após desobturação em milímetros.

Para determinar o transporte do canal radicular no sentido mésio-distal de cada amostra foi empregado a seguinte fórmula: (M1-M2)-(D1-D2). Sendo M1 a

borda mesial pré desobturação, M2 a borda mesial pós desobturação, D1 a borda distal pré desobturação e D2 a borda distal pós desobturação (Figura 01). Essa fórmula foi empregada para as 04 secções a partir do ápice.

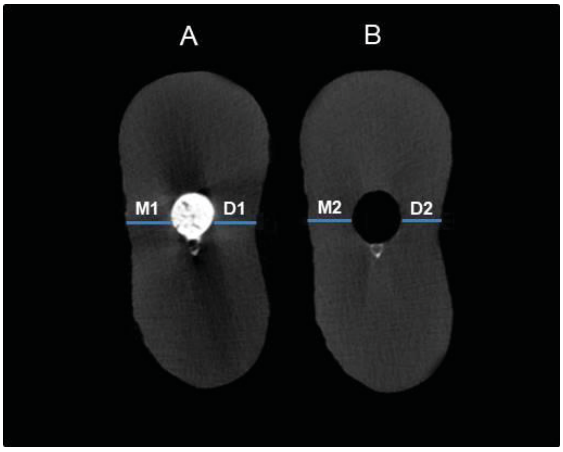


FIGURA 1: secção axial de imagem de Micro-CT mostrando como foram obtidos os dados para aplicação da fórmula de transporte de canal radicular sentido mésio-distal. A: pré desobturação; B: pós desobturação.

Análise estatística dos resultados

Os valores obtidos foram submetidos aos testes de D' Agostino e Pearson com o intuito de verificar a distribuição normal. Na análise de volume de material obturador e transporte de canal radicular no sentido mésio-distal houve ausência de normalidade e o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e Dunn foi empregado. Já para análise do tempo de trabalho e espessura dentinária houve normalidade e o teste paramétrico de ANOVA e Tukey foi utilizado. Para espessura dentinária em cada secção tanto para mesial quanto para distal pré e pós desobturação foi utilizado o teste T pareado. A execução da análise estatística foi realizada utilizando o programa GraphPad Prism 9 (La Jolla, CA, Estados Unidos), com nível de significância de 5% ($p < 0.05$).

3.5 RESULTADOS

Quando o tempo de trabalho de desobturação, em segundos, foi comparado entre 3 grupos, houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre eles. O grupo 3 despendeu significativamente maior quantidade de tempo, com média de 118,4 segundos, seguido do grupo 2 com uma média de 81,58 segundos e o que despendeu menor tempo foi o grupo 1 com 67,33 segundos de média (Gráfico 01).

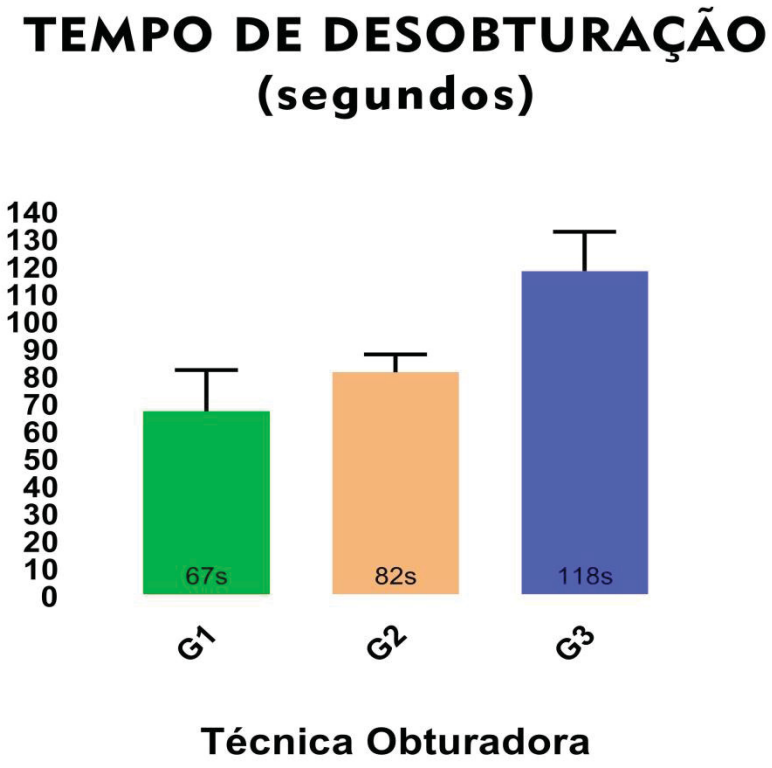


Gráfico 01: Representação do tempo de desobturação em segundo entre os 3 grupos de técnicas obturadoras com suas respectivas médias. Sendo G1:Técnica do Cone único; G2: Técnica de McSppden e G3: Técnica Termocompactação Vertical por Ondas Contínuas/Termoinjeção de Guta Percha. Teste Paamétrico de ANOVA e Tukey.

Quando comparados os volumes, em milímetros cúbicos, de material obturador entre os 03 grupos, na fase pré desobturação, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) como apresentado na tabela 01.

Tabela 01: Representação da mediana (25% -75%) do volume de material obturador (mm³).

	Grupo 01	Grupo 02	Grupo 03
(1-4mm)	0,77 [a] (0,68 - 1,04)	0,96 [a] (0,72 - 1,04)	0,83[a] (0,73 - 0,9)
(4-7mm)	1,36[a] (1,24 - 1,53)	1,62[a] (1,36 - 1,94)	1,56[a] (1,37 - 1,85)
(7-10mm)	2,23[a] (1,97 - 2,44)	2,76[a] (2,34 - 3,96)	2,6[a] (2,23 - 3,6)

Grupo 01: Técnica de Cone único; Grupo 02: Técnica de McSppaden e o Grupo 03: Técnica Termocompactação Vertical por Ondas Contínuas/Termoinjeção de Guta Percha.

Letras minúsculas sobrescritas iguais em cada linha indicam ausência de diferença estatisticamente significativa (P > 0,05). Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Não houve diferença estatística significativa (p > 0,05) quando comparada a porcentagem de material remanescente obturador entre os 3 grupos, como também quando essa comparação foi realizada entre os 3 diferentes segmentos, conforme demonstrado na tabela 2 e ilustrado nas figuras 2 e 3.

Tabela 02: Representação de mediana (25%-75%) do volume de material obturador remanescente em porcentagem.

	Grupo 01	Grupo 02	Grupo 03
(1-4mm)	7,1[Ab] (2,7 - 16,7)	18,95[Ab] (6,35 - 30,6)	19,15[Ab] (1,78 - 29,85)
(4-7mm)	12,9[Ab] (6,1 - 28,1)	10,45[Ab] (5,22 - 18,03)	21,25[Ab] (4,7 - 33,05)
(7-10mm)	7,5[Ab] (3 - 13,7)	7[Ab] (0,5 - 55,35)	6,7[Ab] (0,72 - 23,1)

Grupo 01:Técnica de Cone único; Grupo 02: técnica de McSppaden e o Grupo 03: Técnica Termocompactação Vertical por Ondas Contínuas/Termoinjeção de Guta Percha.

Diferentes letras maiúsculas sobrescritas indicam diferenças estatísticas (P < 0,05) entre os grupos. Diferentes letras minúsculas sobrescritas indicam diferenças estatísticas (P < 0,05) entre os segmentos. Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

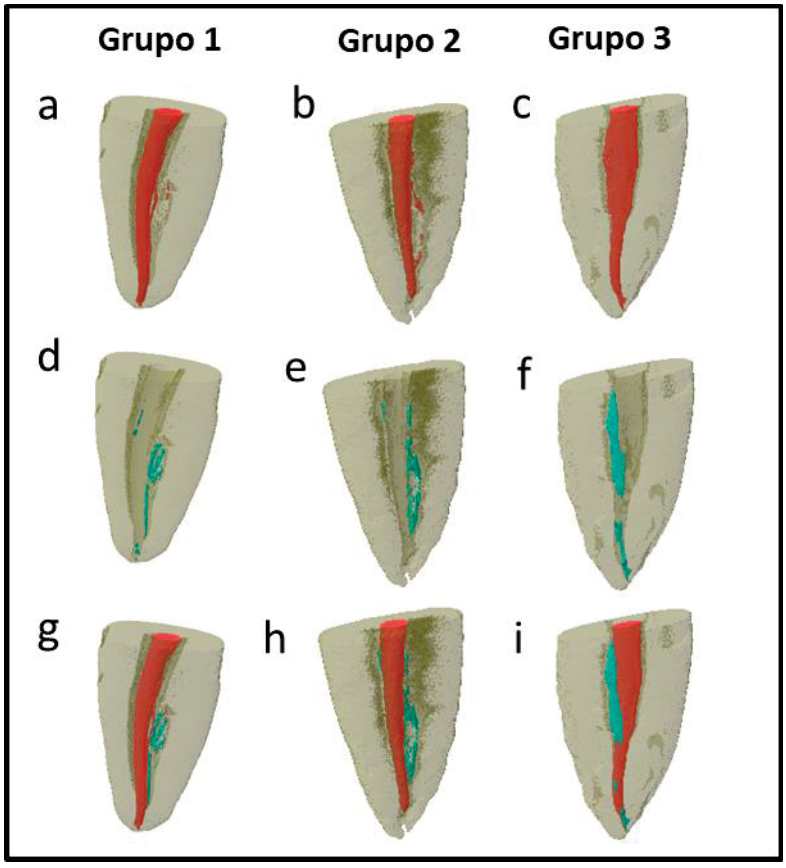


Figura 02: Amostras representativas do volume de material obturador antes e após a desobturação. a, b, c: obturação em seus respectivos grupos. d, e, f: remanescente de material obturador em seus respectivos gurpos. g, h, f: representam obturação mais material remanescente dos seus respectivos grupos.

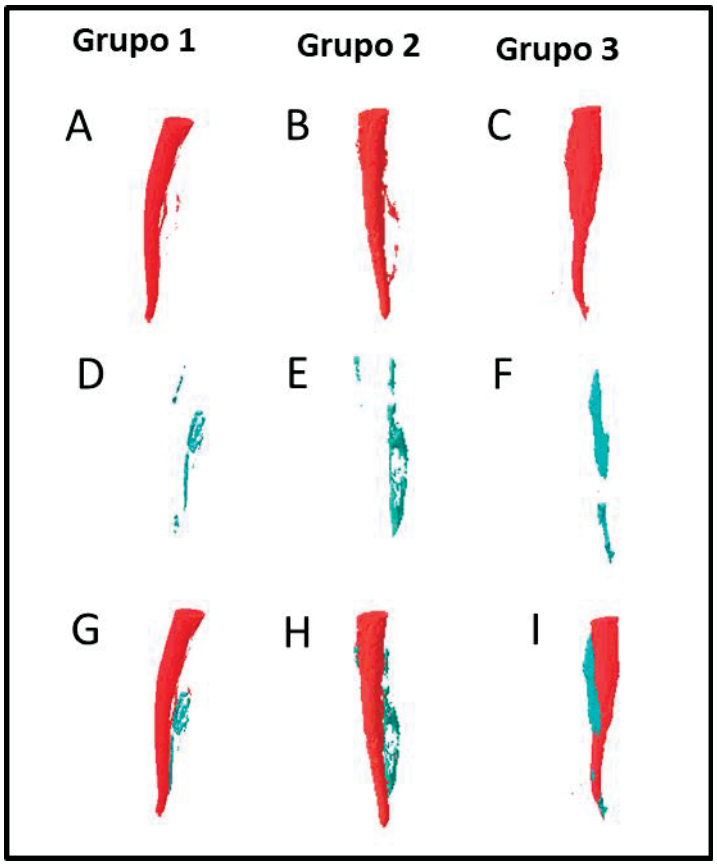


Figura 03: Representação somente do volume de material obturador antes e após a desobturação. A, B, C: obturação em seus respectivos grupos. D, E, F: remanescente de material obturador em seus respectivos gurpos. G, H, I: representam obturação mais material remanescente dos seus respectivos grupos.

Na análise da espessura dentinária no sentido mésio-distal não houve diferença estatística significativa na comparação entre os grupos ($p > 0,05$). Contudo quando comparada entre pré e pós desobturação em cada segmento houve diferença estatística significativa no Grupo 02 nos segmentos de 04 mm mesial, de 07 mm distal e de 10 mm distal ($p < 0,05$). Também houve diferença estatística no Grupo 03 no segmento de 01 mm distal, de 07 mm distal e de 10 mm distal ($p < 0,05$), conforme apresentado na tabela 03 e ilustrado nas figuras 03, 04 e 05.

Tabela 03: Representação das médias e desvio padrão da espessura dentinária (em milímetros) das amostras dos 3 grupos pré e pós desobturação nos 4 segmentos.

Segmentos		Grupo 01		Grupo 02		Grupo 03	
		M	D	M	D	M	D
1 mm	Pré	0,61 ^{aA} (±0,18)	0,61 ^{aA} (±0,13)	0,53 ^{aA} (±0,17)	0,63 ^{aA} (±0,15)	0,54 ^{aA} (±0,16)	0,68 ^{aA} (±0,22)
	Pós	0,58 ^{aA} (±0,18)	0,58 ^{aA} (±0,13)	0,52 ^{aA} (±0,18)	0,62 ^{aA} (±0,15)	0,52 ^{aA} (±0,16)	0,52 ^{aB} (±0,16)
4 mm	Pré	0,75 ^{aA} (±0,2)	0,85 ^{aA} (±0,14)	0,76 ^{aA} (±0,13)	0,8 ^{aA} (±0,15)	0,7 ^{aA} (±0,18)	0,87 ^{aA} (±0,11)
	Pós	0,74 ^{aA} (±0,21)	0,82 ^{aA} (±0,13)	0,72 ^{aB} (±0,15)	0,77 ^{aA} (±0,17)	0,67 ^{aA} (±0,19)	0,84 ^{aA} (±0,11)
7 mm	Pré	0,91 ^{aA} (±0,2)	1,01 ^{aA} (±0,16)	0,86 ^{aA} (±0,21)	0,97 ^{aA} (±0,15)	0,85 ^{aA} (±0,14)	1,07 ^{aA} (±0,23)
	Pós	0,88 ^{aA} (±0,17)	0,97 ^{aA} (±0,17)	0,83 ^{aA} (±0,21)	0,92 ^{aB} (±0,12)	0,81 ^{aA} (±0,16)	1,02 ^{aB} -0,22
10 mm	Pré	1,21 ^{aA} (±0,35)	1,12 ^{aA} (±0,19)	1,07 ^{aA} (±0,22)	1,14 ^{aA} (±0,18)	1,07 ^{aA} (±0,22)	1,14 ^{aA} (±0,2)
	Pós	1,19 ^{aA} (±0,36)	1,08 ^{aA} (±0,17)	0,97 ^{aA} (±0,28)	1,03 ^{aB} (±0,21)	0,97 ^{aB} (±0,24)	1,08 ^{aA} (±0,2)

Diferentes letras minúsculas representam diferença estatisticamente significante entre as colunas.

Diferentes letras maiúsculas representam diferença estatisticamente significante entre as linhas de cada segmento.

Teste T pareado.

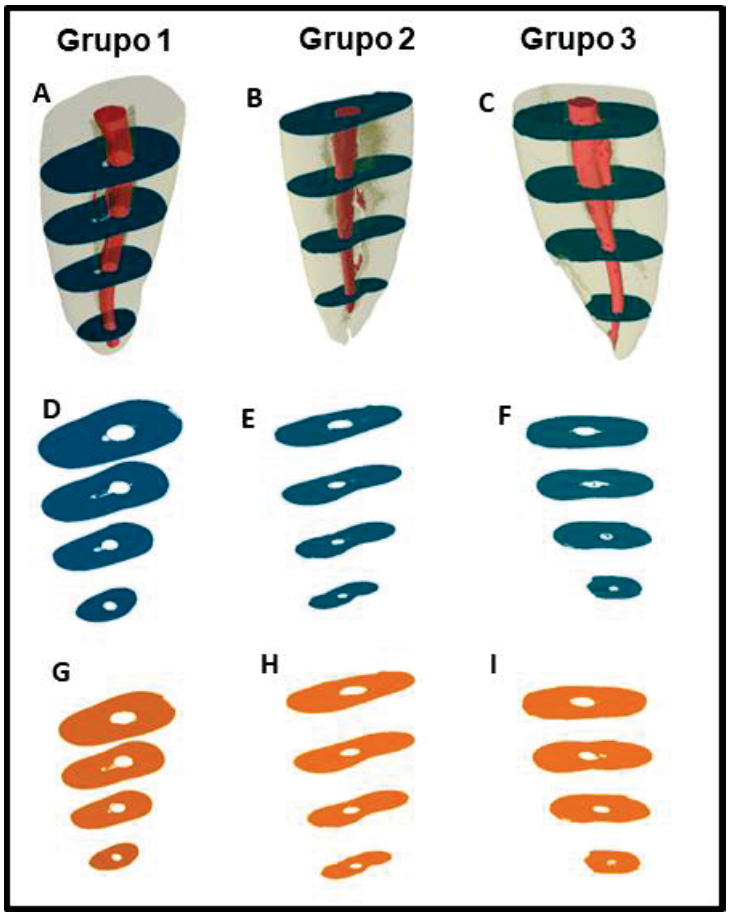


Figura 04: Representam a espessura de dentina em cada um dos segmentos (01 mm, 04 mm, 07 mm e 10 mm – de apical para cervical). A, B, C: amostras obturadas com as fatias de dentina em cada grupo respectivamente. D, E, F: secção de dentina pré desobturação em cada grupo respectivamente. G, H, I: secção de dentina pós desobturação em cada grupo respectivamente.

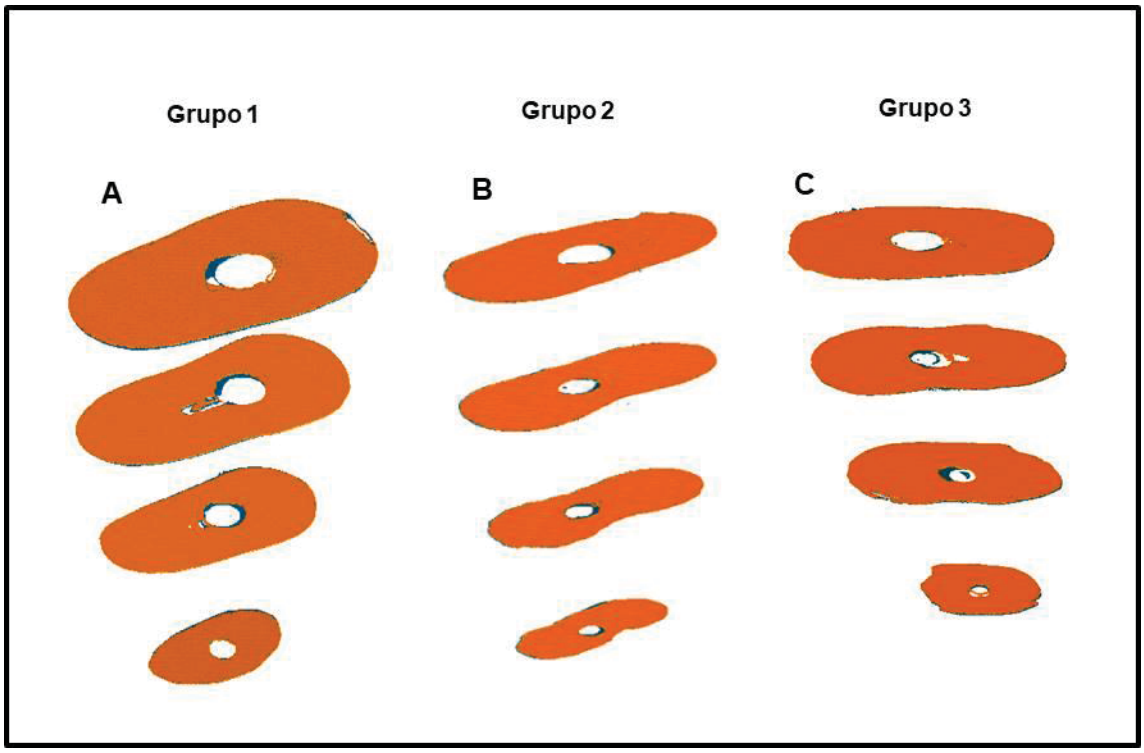


Figura 05: A, B, C: Sobreposição das secções de dentina pré e pós desobturação representando a espessura de dentina em cada um dos segmentos (01 mm, 04 mm, 07 mm e 10 mm – de apical para cervical) em seu respectivo grupo.

Com relação ao transporte de canal radicular no sentido mésio-distal, não houve diferença estatística significativa entre os grupos como também entre os segmentos de cada grupo ($p > 0,05$), como apresentado na tabela 04 e ilustrado na figura 05.

Tabela 04: Representação da mediana (máxima e mínima) do Transporte do Canal Radicular em mm.

	Grupo 01	Grupo 02	Grupo 03
1mm	0 ^{Aa} (0-0,1)	0 ^{Aa} (-0,1-0,1)	0^{Aa} (-0,2-0)
4mm	0 ^{Aa} (-0,1 - 0,1)	0 ^{Aa} (-0,1 - 0,15)	0 ^{Aa} (-0,1 - 0,1)
7mm	0^{Aa} (-0,2-0,1)	0 ^{Aa} (-0,2-0,2)	0 ^{Aa} (-0,1-0,1)
10mm	0 ^{Aa} (-0,2-0,1)	0 ^{Aa} (-0,2-0,2)	0 ^{Aa} (-0,2-0,2)

Diferentes letras minúsculas representam diferença estatisticamente significante entre as colunas.

Diferentes letras maiúsculas representam diferença estatisticamente significante entre as linhas.

Valores negativos indicam desgaste na borda distal, valores positivos indicam desgaste na borda mesial.

Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

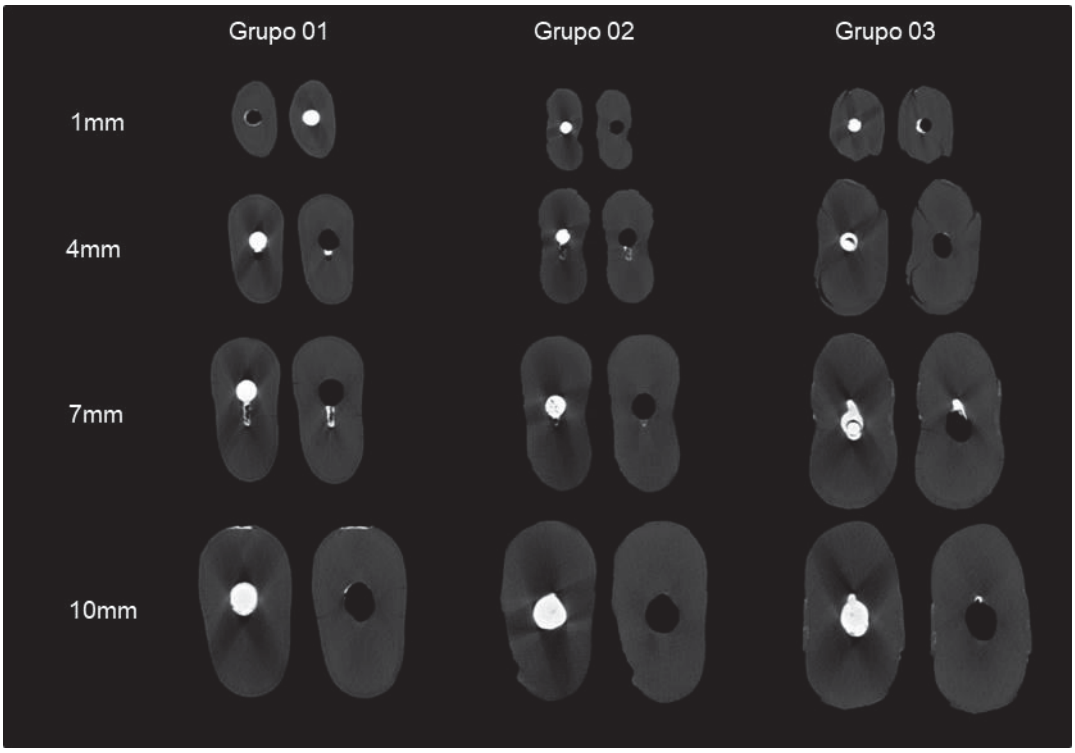


Figura 06: cortes transversais de imagens de Micro-CT, sendo 01 espécime por grupo mostrando as espessuras dentinárias nas 04 secções

3.6 DISCUSSÃO

A disponibilidade no mercado de cimentos endodônticos a base de silicato de cálcio é diversificada e seu uso está amplamente disseminado, dentre eles o Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), que é um cimento biocerâmico endodôntico injetável pronto para uso. Zordan-Bronzel et al, 2019, e Antunes et al, 2021, avaliaram algumas propriedades físico-químicas desse cimento, e constataram que a alcalinidade, radiopacidade e a baixa contração de presa foram adequados, como exigido pela norma ISO 6876 (Zordan-Bronzel *et al.*, 2019; Antunes *et al.*, 2021).

Durante a fase de obturação, tanto a escolha dos materiais e técnica adequada à condição anatômica, quanto sua correta execução são fundamentais para se obter um melhor preenchimento tridimensional possível. Inicialmente a técnica do Cone Único foi indicada quando da utilização de cimento biocerâmico, no entanto essa técnica pode não proporcionar um preenchimento e selamento adequados, especialmente frente a variações anatômicas, como canais ovalados (Celikten *et al.*, 2016; Mancino *et al.*, 2021; De-Deus *et al.*, 2022). Quanto maior a complexidade anatômica, técnicas obturadoras termoplastificadoras da guta-percha podem proporcionar um melhor preenchimento dos canais (Keles *et al.*, 2014; Girelli *et al.*, 2022; Collado-Castellanos *et al.*, 2023). O objetivo desse estudo foi verificar se técnicas termoplastificadoras, quando associadas a cimento obturador biocerâmico, influenciam o processo de desobturação em canais ovalados.

Nesse estudo foram selecionadas duas técnicas obturadoras termoplastificadoras, além da técnica do Cone Único, para que fosse possível comparar o grau de dificuldade que as técnicas obturadoras exigem durante o processo de retratamento. Uma delas é a técnica de termocompactação e termoinjeção de guta-percha, utilizando o aparelho Beefill 2 em 1, em que se tem uma alta densidade de guta-percha na massa obturadora. Essa técnica relata ótimos resultados de preenchimento e diminuição de microinfiltração quando comparado com a técnica de cone único (Zhang *et al.*, 2021; Xu H *et al.*, 2018; Robberecht *et*

al., 2012). Já a adaptação da técnica de McSppaden, foi empregada por apresentar um bom custo-benefício, na qual um compactador é acionado em rotação contínua para que o atrito gere calor, plastificando a guta-percha, que associada ao cimento resulta na formação de uma massa obturadora densa e compacta (Marciano *et al.et al.*, 2010).

Vários são os métodos relatados na literatura para avalição de volume de material obturador e espessura de dentina em estudos *in vitro*, radiografias, cortes transversais, tomografias computadorizadas, entre outras (De-Deus *et al.*, 2008; Baranwal *et al.*, 2021). Nesse estudo a técnica de escolha foi análise por Microtomografia Computadorizada, pois é uma técnica não destrutiva que proporciona a avaliação de uma mesma amostra em diferentes momentos, neste caso, antes e após o procedimento de retratamento. A alta resolução das imagens permite uma precisa avaliação volumétrica do material obturador, como utilizado em diversos estudos com essa temática (Li *et al.*, 2020; Ajina *et al.*, 2022; De-Deus *et al.*, 2022; Girelli *et al.*, 2023).

A literatura descreve diversos estudos comparativos de técnicas para remoção de material obturador, há no mercado disponível uma variedade de sistemas rotatórios e reciprocantes eficientes para desobturação, além dos sistemas desenvolvidos para esse fim. (Takahashi *et al.*, 2009; Rios *et al.*, 2014; Azevedo *et al.*, 2020). No retratamento, o repreparo com dilatação superior à realizada anteriormente, se faz necessário, para ampliar a capacidade de remoção do material obturador e atingir áreas que passaram sem o preparo mecânico. No entanto, o desgaste excessivo de dentina deve ser evitado, com o intuito de diminuir os riscos de fraturas, perfurações e trincas. O instrumento de escolha desse experimento para a etapa de desobturação, utilizado em todos os grupos, foi o Reciproc 40, apresentando alto desempenho na remoção de material obturador em canais retos e ovalados (Bago *et al.*, 2019; De-Deus *et al.*, 2019), ao empregar um único protocolo de retratamento não criou-se uma variável adicional, focando a avaliação dos dados exclusivamente sobre a influência da técnica obturadora.

No presente estudo não foram utilizados solventes, visto que a literatura mostra que seu uso resulta em uma fina camada de material dissolvido nas paredes do canal, que penetra nos túbulos dentinários, sendo de difícil remoção (Horvath; *et*

al. 2009), adicionalmente não há solventes com ação específica sobre cimentos biocerâmicos.

Mesmo não apresentando diferenças no volume de remanescente de material obturador entre as diferentes técnicas obturadoras, o grau de dificuldade pôde ser avaliado pela diferença do tempo empregado no processo de desobturação. Maior tempo de trabalho foi investido nas técnicas termoplastificadas em conformidade aos estudos de Athkuri et al.; 2019 e De Siqueira et al,; 2016. Observando-se assim que quanto maior a densidade de guta-percha maior o tempo despendido de trabalho.

Nesse experimento não houve diferença estatística quanto ao volume de material obturador entre as técnicas utilizadas, apesar de não ter sido possível diferenciar o cimento obturador da guta-percha nas imagens de micro-CT obtidas nos grupos onde houve a termoplastificação, confirmando assim, o adequado pareamento das amostras.

O grande desafio da etapa de desobturação é a completa remoção de material obturador para se alcançar a sanificação do conduto, corroborando com a literatura, nesse experimento, não foi possível sua completa remoção, tanto na análise por terços quanto na análise completa do conduto. Métodos complementares de limpeza mecânica precisam ser aprimorados para elevar a remoção do material obturador visto que a dilatação fica limitada especialmente no sentido mésio-distal devido ao grande achatamento radicular de incisivos inferiores como indicado também em outros estudos (Cavenago *et al.*, 2014; Alves *et al.*, 2016; Bernardes *et al.*, 2016; De-Deus *et al.*, 2019, 2019; Crozeta *et al.*, 2020).

Em relação aos percentuais medianos de material remanescente dos três grupos estudados, foi possível observar que não houve diferenças significativas entre as técnicas obturadoras quanto à porcentagem de material remanescente. Ou seja, a hipótese de que as técnicas termoplastificadoras deixariam mais resíduos, por gerarem obturações com maior homogeneidade e melhor adaptação às paredes dentinárias não foi confirmada (Neto; *et al.,* 2009). Portanto, pode-se inferir que a técnica obturadora empregada não foi um fator influente na remoção do material obturador. Em termos de análise por segmentos do canal, embora as discrepâncias não tenham sido relevantes, observou-se que as regiões com maior quantidade de

material residual foram os terços apical e médio, corroborando com outro estudo com proposta metodológica similar a este (Dall'Agnol *et al.*, 2008).

A quantidade de remanescente de material obturador no terço apical foi semelhante nas três técnicas, que pode ser explicado pelo fato de a guta-percha geralmente se adaptar bem à forma do canal nesta região e a técnica empregada ter pouco impacto na qualidade da obturação neste segmento. Assim, ao serem retratados da mesma forma, é aceitável que não apresentem valores de material remanescente significativamente diferentes. Portanto, mesmo com uma maior dilatação apical proposta não foi possível obter paredes completamente livres de material obturador, corroborando os achados de estudos anteriores (Alves *et al.*, 2016; Crozeta *et al.*, 2016).

Processo de desobturação pode resultar em desgaste excessivo da parede dentinária e até mesmo o transporte do canal radicular, sendo a porção mésio-distal a mais crítica, devido ao achatamento dessa região presente na anatomia radicular dos incisivos inferiores. Nesse estudo não houve diferença estatística no remanescente dentinário mésio-distal pré e pós desobturação entre os diferentes grupos de técnicas obturadoras, indo de encontro a outros estudos que também utilizaram instrumento reciprocante na etapa de desobturação (Romeiro *et al.*, 2020; Azevedo *et al.*, 2020; Nevares *et al.*, 2016). Valores de transporte de canal radicular mais próximos ao zero indicam maior centralização do preparo do canal. No presente estudo os valores de transporte de canal radicular no sentido mésio-distal apresentaram mediana de 0 mostrando que não houve desvios, após a desobturação, corroborando com o estudo Pinto, *et al*. 2019.

Nesse estudo as técnicas obturadoras termoplastificadoras associadas ao cimento biocerâmico não influenciaram na quantidade de remanescente de material obturador, tão pouco no desgaste dentinário ou transporte do canal radicular. Mais estudos comparando técnicas termoplastificadoras associadas a cimentos obturadores biocerâmicos são necessários, bem como o emprego de métodos complementares de limpeza do sistema de canais radiculares

3.7 CONCLUSÃO

Apesar das limitações desse estudo *in vitro* foi possível concluir que as técnicas obturadoras associadas ao cimento biocerâmico Bio-C Sealer não apresentaram influência na desobturação de canais ovalados de incisivos inferiores com a utilização do sistema Reciproc, nos quesitos remanescente de material obturador, transporte e espessura dentinária. Contudo levou-se maior tempo para a realização da fase de desobturação quando utilizadas técnicas obturadoras termoplastificadoras.

3.8 REFERÊNCIAS:

Ajina, M. A.; Shah, P. K.; Chong, B. S. (2022) Critical analysis of research methods and experimental models to study removal of root filling materials. *International Endodontic Journal*, 55 Suppl (1), 119-152.

Aksel, H.; Makowka, S.; Bosaid, F.; Guardian, M. G. *et al.* (2021) Effect of heat application on the physical properties and chemical structure of calcium silicate-based sealers. *Clin Oral Investig*, 25, (5), 2717-2725.

Al-Haddad, A.; Che Ab Aziz, Z. A. (2016) Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*, 9753210, 2016.

Alves, F. R.; Marceliano-Alves, M. F.; Sousa, J. C.; Silveira, S. B. *et al.* (2016) Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. *J Endod*, 42 (7), 1114-1119.

Alves Silva, E. C.; Tanomaru-Filho, M.; Da Silva, G. F.; Delfino, M. M. *et al.* (2020) Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod*, 46, (10), 1470-1477.

Angerame, D.; De Biasi, M.; Porrelli, D.; Bevilacqua, L. *et al.* (2022) Retreatability of calcium silicate-based root canal sealer using reciprocating instrumentation with different irrigation activation techniques in single-rooted canals. *Aust Endod J*, 48 (3), 415-422.

Antunes, T. B. M.; Janini, A. C. P.; Pelepenko, L. E.; Abuna, G. F. *et al.* (2021) Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate-based endodontic sealers. *Int Endod J*, 54 (7), 1175-1188.

Athkuri, S.; Mandava, J.; Chalasani, U.; Ravi, R. C. *et al.* (2019) Effect of different obturating techniques and sealers on the removal of filling materials during endodontic retreatment. *J Conserv Dent*, 22 (6), 578-582.

Azevedo, M. A. D.; Silva, T. G. D.; Fernandes, Â.; Piasecki, L. *et al.* (2020) Endodontic Retreatment Using a Single Instrument from four Nickel-Titanium Systems - A Micro-CT Study. *Braz Dent J*, 31 (6), 605-610.

Bago, I.; Suk, M.; Katić, M.; Gabrić, D. *et al.* (2019) Comparison of the effectiveness of various rotary and reciprocating systems with different surface treatments to remove gutta-percha and an epoxy resin-based sealer from straight root canals. *Int Endod J*, 52 (1), 105-113.

Baranwal, H. C.; Mittal, N.; Garg, R.; Yadav, J. *et al.* (2021) Comparative evaluation of retreatability of bioceramic sealer (BioRoot RCS) and epoxy resin (AH Plus) sealer with two different retreatment files: An. *J Conserv Dent*, 24 (1), 88-93.

Bernardes, R. A.; Duarte, M. A. H.; Vivan, R. R.; Alcalde, M. P. *et al.* (2016) Comparison of three retreatment techniques with ultrasonic activation in flattened canals using micro-computed tomography and scanning electron microscopy. *Int Endod J*, 49 (9), 890-897.

Bukhari, S.; Karabucak, B. (2019) The Antimicrobial Effect of Bioceramic Sealer on an 8-week Matured Enterococcus faecalis Biofilm Attached to Root Canal Dentinal Surface. *J Endod*, 45 (8), 1047-1052.

Candeiro, G. T.; Correia, F. C.; Duarte, M. A.; Ribeiro-Siqueira, D. C. *et al.* (2012) Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod*, 38 (6), 842-845.

Carr, G. B.; Schwartz, R. S.; Schaudinn, C.; Gorur, A. *et al.* (2009) Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. *J Endod*, 35 (9), 1303-1309.

Cavenago, B. C.; Ordinola-Zapata, R.; Duarte, M. A.; Del Carpio-Perochena, A. E. *et al.* (2014) Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J*, 47 (11), 1078-1083.

Celikten, B.; Uzuntas, C. F.; Orhan, A. I.; Orhan, K. *et al.* (2016) Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. *Scanning*, 38 (2), 133-140.

Chércoles-Ruiz, A.; Sánchez-Torres, A.; Gay-Escoda, C. (2017) Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review. *J Endod*, 43 (5), 679-686.

Collado-Castellanos, N.; Aspas-García, A.; Albero-Monteagudo, A.; Manzano-Saiz, A. *et al.* (2023) Quantitative analysis of the obturation of oval-shaped canals using thermoplastic techniques. *J Clin Exp Dent*, 15 (4), e311-e317.

Crozeta, B. M.; Chaves De Souza, L.; Correa Silva-Sousa, Y. T.; Sousa-Neto, M. D. *et al.* (2020) Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. *J Endod*, 46 (9), 1279-1285.

Crozeta, B. M.; Lopes, F. C.; Menezes Silva, R.; Silva-Sousa, Y. T. C. *et al.* (2021) Retreatability of BC Sealer and AH Plus root canal sealers using new supplementary instrumentation protocol during non-surgical endodontic retreatment. *Clin Oral Investig*, 25 (3), 891-899.

Crozeta, B. M.; Silva-Sousa, Y. T.; Leoni, G. B.; Mazzi-Chaves, J. F. *et al.* (2016) Micro-Computed Tomography Study of Filling Material Removal from Oval-shaped Canals by Using Rotary, Reciprocating, and Adaptive Motion Systems. *J Endod*, 42 (5), 793-797.

Da Silva, V.; Loroño, G.; Valencia De Pablo, O.; Estevez, R. *et al.* (2022) The supplementary use of XP-endo Finisher R after Reciproc enhances the removal of a bioceramic sealer in oval root canals. *Aust Endod J*.

Dall'agnol, C.; Hartmann, M. S.; Barletta, F. B. (2008) Computed tomography assessment of the efficiency of different techniques for removal of root canal filling material. *Braz Dent J*, 19 (4), 306-312.

De Siqueira Zuolo, A.; Zuolo, M. L.; Da Silveira Bueno, C. E.; Chu, R. *et al.* (2016) 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*, 42 (2), 315-319.

De-Deus, G.; Belladonna, F. G.; Zuolo, A. S.; Cavalcante, D. M. *et al.* (2019) XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. *Int Endod J*, 52 (6), 899-907.

De-Deus, G.; Belladonna, F. G.; Zuolo, A. S.; Simões-Carvalho, M. *et al.* (20190 Effectiveness of Reciproc Blue in removing canal filling material and regaining apical patency. *Int Endod J*, 52 (2), 250-257.

De-Deus, G.; Reis, C.; Beznos, D.; De Abranches, A. M. *et al.* (2008) Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod*, 34 (11), 1401-1405.

De-Deus, G.; Santos, G. O.; Monteiro, I. Z.; Cavalcante, D. M. *et al.* (2022) Micro-CT assessment of gap-containing areas along the gutta-percha-sealer interface in oval-shaped canals. *Int Endod J*, 55 (7), 795-807.

Donnermeyer, D.; Schemkämper, P.; Bürklein, S.; Schäfer, E. (2022) Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. *Materials (Basel),* 15 (20).

Gandolfi, M. G.; Taddei, P.; Tinti, A.; Prati, C. (2010) Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. *Int Endod J*, 43 (10), 917-929.

Giacomino, C. M.; Wealleans, J. A.; Kuhn, N.; Diogenes, A. (2019) Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. *J Endod*, 45 (1), 51-56.

Girelli, C. F.; Lacerda, M. F.; Lemos, C. A.; Amaral, M. R. *et al.* (2022) The thermoplastic techniques or single-cone technique on the quality of root canal filling with tricalcium silicate-based sealer: An integrative review. *J Clin Exp Dent*, 14 (7), e566-e572.

Girelli, C. F. M.; De Lima, C. O.; Silveira, F. F.; Lacerda, M. F. L. S. *et al.* (2023) Marginal gaps and voids using two warm compaction techniques and different sealers: a micro-CT study. *Clin Oral Investig*, 27 (6), 2805-2811.

Han, L.; Okiji, T. (2013)Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J*, 46 (9), 808-814.

Horvath, S. D.; Altenburger, M. J.; Naumann, M.; Wolkewitz, M. *et al.* (2009) Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*, 42 (11), 1032-1038.

Jamleh, A.; Nassar, M.; Alfadley, A.; Alanazi, A. *et al.* (2023)Retreatment of oval-shaped root canals filled with TotalFill bioceramic or AH plus sealer. *Sci Rep*, 13 (1), 9357.

Keleş, A.; Alcin, H.; Kamalak, A.; Versiani, M. A. (2014) Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. *Int Endod J*, 47, (12), 1177-1184.

Kraus, R. D.; Von Arx, T.; Gfeller, D.; Ducommun, J. *et al.* (2015) Assessment of the nonoperated root after apical surgery of the other root in mandibular molars: a 5-year follow-up study. *J Endod*, 41 (4), 442-446.

Krug, R.; Krastl, G.; Jahreis, M. (2017) Technical quality of a matching-taper single-cone filling technique following rotary instrumentation compared with lateral compaction after manual preparation: a retrospective study. *Clin Oral Investig*, 21 (2), 643-652.

Lee, J. K.; Kwak, S. W.; Ha, J. H.; Lee, W. *et al.* (2017) Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl*, 2582849.

Li, J.; Bergeron, B. E.; Chao, J.; Xu, T. *et al.* Micro-computed tomography evaluation of root canal filling quality with apical negative pressure. **J Dent**, 100, p. 103431, Sep 2020.

Mancino, D.; Kharouf, N.; Cabiddu, M.; Bukiet, F. *et al.* (2021) Microscopic and chemical evaluation of the filling quality of five obturation techniques in oval-shaped root canals. *Clin Oral Investig*, 25 (6), 3757-3765.

Marciano, M. A.; Bramante, C. M.; Duarte, M. A.; Delgado, R. J. *et al.* (2010) Evaluation of single root canals filled using the lateral compaction, tagger's hybrid, microseal and guttaflow techniques. *Braz Dent J*, 21 (5), 411-415.

Mufti, D. G.; Al-Nazhan, S. A. (2021) Retreatability of Bioceramic Sealer Using One Curve Rotary File Assessed by Microcomputed Tomography. *J Contemp Dent Pract*, 22 (10), 1175-1183.

Nevares, G.; De Albuquerque, D. S.; Freire, L. G.; Romeiro, K. *et al.* (2016) Efficacy of ProTaper NEXT Compared with Reciproc in Removing Obturation Material from Severely Curved Root Canals: A Micro-Computed Tomography Study. *J Endod*, 42 (5), 803-808.

Rajda, M.; Miletić, I.; Baršić, G.; Krmek, S. J. *et al.* (2021) Efficacy of Reciprocating Instruments in the Removal of Bioceramic and Epoxy Resin-Based Sealers: Micro-CT Analysis. *Materials (Basel)*, 14(21).

Ricucci, D.; Loghin, S.; Siqueira, J. F. (2013) Exuberant Biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. *J Endod*, 39 (5),712-718.

Rios, M. E. A.; Villela, A. M.; Cunha, R. S.; Velasco, R. C. *et al.* (2014) Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod*, 40 (4), 543-546.

Robberecht, L.; Colard, T.; Claisse-Crinquette, A. (2012) Qualitative evaluation of two endodontic obturation techniques: tapered single-cone method versus warm vertical condensation and injection system: an in vitro study. *J Oral Sci*, 54 (1), 99-104.

Rodrigues, C. T.; Ezeldeen, M.; Jacobs, R.; Lambrechts, P. *et al.* (2021) Cleaning efficacy and uncontrolled removal of dentin of two methods of irrigant activation in curved canals connected by an isthmus. *Aust Endod J*, 47 (3), 631-638.

Romeiro, K.; De Almeida, A.; Cassimiro, M.; Gominho, L. *et al.* (2020) Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clin Oral Investig*, 24 (1), 405-416.

Sanz, J. L.; López-García, S.; Lozano, A.; Pecci-Lloret, M. P. *et al.* (2021) Microstructural composition, ion release, and bioactive potential of new premixed calcium silicate-based endodontic sealers indicated for warm vertical compaction technique. *Clin Oral Investig*, 25 (3),1451-1462.

Sinsareekul, C.; Hiran-Us, S. (2022) Comparison of the efficacy of three different supplementary cleaning protocols in root-filled teeth with a bioceramic sealer after retreatment-a micro-computed tomographic study. *Clin Oral Investig*, (4), 3515-3521.

Siqueira, J. F.; Rôças, I. N.; Ricucci, D.; Hülsmann, M. (2014) Causes and management of post-treatment apical periodontitis. *Br Dent J*, 216 (6), 305-312.

Takahashi, C. M.; Cunha, R. S.; De Martin, A. S.; Fontana, C. E. *et al.* (2009) In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod*, (11), 1580-1583.

Toia, C. C.; Khoury, R. D.; Corazza, B. J. M.; Orozco, E. I. F. *et al.* (2022) Effectiveness of 1-Visit and 2-Visit Endodontic Retreatment of Teeth with Persistent/Secondary Endodontic Infection: A Randomized Clinical Trial with 18 Months of Follow-up. *J Endod*, 48 (1), 4-14.

Vallittu, P. K.; Boccaccini, A. R.; Hupa, L.; Watts, D. C. (2018)Bioactive dental materials-Do they exist and what does bioactivity mean? *Dent Mater*, 34 (5), 693-694.

Volponi, A.; Pelegrine, R. A.; Kato, A. S.; Stringheta, C. P. *et al.* (2020) Micro-computed Tomographic Assessment of Supplementary Cleaning Techniques for Removing Bioceramic Sealer and Gutta-percha in Oval Canals. *J Endod*, 46 (12),1901-1906.

Xu, H.; Qiu, X. H.; Zhang, G. D.; Zhang, F. M. (2018) [Evaluation of the filling quality of different root canal obturation techniques using micro-CT]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*, 27(4), 349-353.

Zamparini, F.; Siboni, F.; Prati, C.; Taddei, P. *et al.* (2019) Properties of calcium silicate-monobasic calcium phosphate materials for endodontics containing tantalum pentoxide and zirconium oxide. *Clin Oral Investig*, 23 (1)445-457.

Zhang, P.; Yuan, K.; Jin, Q.; Zhao, F. *et al.* (2021) Presence of voids after three obturation techniques in band-shaped isthmuses: a micro-computed tomography study. *BMC Oral Health*, 21 (1) 227.

Zordan-Bronzel, C. L.; Esteves Torres, F. F.; Tanomaru-Filho, M.; Chávez-Andrade, G. M. *et al.* (2019) Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*, 45 (10), 1248-1252.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das limitações desse estudo *in vitro* foi possível concluir que as técnicas obturadoras associadas ao cimento biocerâmico Bio-C Sealer não apresentaram influência na desobturação de canais ovalados de incisivos inferiores com a utilização do sistema Reciproc, nos quesitos remanescente de material obturador, transporte e espessura dentinária. Contudo levou-se maior tempo para a realização da fase de desobturação quando utilizadas técnicas obturadoras termoplastificadoras.

REFERÊNCIA

1. AKSEL, H.; MAKOWKA, S.; BOSAID, F.; GUARDIAN, M. G. *et al.* Effect of heat application on the physical properties and chemical structure of calcium silicate-based sealers. **Clin Oral Investig**, 25, n. 5, p. 2717-2725, May 2021.

2. AL-HADDAD, A.; CHE AB AZIZ, Z. A. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. **Int J Biomater**, 2016, p. 9753210, 2016.

3. AL-NUAIMI, N.; PATEL, S.; DAVIES, A.; BAKHSH, A. *et al.* Pooled analysis of 1-year recall data from three root canal treatment outcome studies undertaken using cone beam computed tomography. **Int Endod J**, 51 Suppl 3, p. e216-e226, Apr 2018.

4. ALVES, F. R.; MARCELIANO-ALVES, M. F.; SOUSA, J. C.; SILVEIRA, S. B. *et al.* Removal of Root Canal Fillings in Curved Canals Using Either Reciprocating Single- or Rotary Multi-instrument Systems and a Supplementary Step with the XP-Endo Finisher. **J Endod**, 42, n. 7, p. 1114-1119, Jul 2016.

5. ALVES SILVA, E. C.; TANOMARU-FILHO, M.; DA SILVA, G. F.; DELFINO, M. M. *et al.* Biocompatibility and Bioactive Potential of New Calcium Silicate-based Endodontic Sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. **J Endod**, 46, n. 10, p. 1470-1477, Oct 2020.

6. ANTUNES, T. B. M.; JANINI, A. C. P.; PELEPENKO, L. E.; ABUNA, G. F. *et al.* Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate-based endodontic sealers. **Int Endod J**, 54, n. 7, p. 1175-1188, Jul 2021.

7. ATHKURI, S.; MANDAVA, J.; CHALASANI, U.; RAVI, R. C. *et al.* Effect of different obturating techniques and sealers on the removal of filling materials during endodontic retreatment. **J Conserv Dent**, 22, n. 6, p. 578-582, 2019.

8. BAE, W. J.; CHANG, S. W.; LEE, S. I.; KUM, K. Y. *et al.* Human periodontal ligament cell response to a newly developed calcium phosphate-based root canal sealer. **J Endod**, 36, n. 10, p. 1658-1663, Oct 2010.

9. BAGO, I.; SUK, M.; KATIĆ, M.; GABRIĆ, D. *et al.* Comparison of the effectiveness of various rotary and reciprocating systems with different surface treatments to remove gutta-percha and an epoxy resin-based sealer from straight root canals. **Int Endod J**, 52, n. 1, p. 105-113, Jan 2019.

10. BARTOLS, A.; ROUSSA, E.; WALTHER, W.; DÖRFER, C. E. First Evidence for Regeneration of the Periodontium to Mineral Trioxide Aggregate in Human Teeth. **J Endod**, 43, n. 5, p. 715-722, May 2017.

11. BRYAN, T. E.; KHECHEN, K.; BRACKETT, M. G.; MESSER, R. L. *et al.* In vitro osteogenic potential of an experimental calcium silicate-based root canal sealer. **J Endod**, 36, n. 7, p. 1163-1169, Jul 2010.

12. BUCHANAN, L. S. The continuous wave of condensation technique: a convergence of conceptual and procedural advances in obturation. **Dent Today**, 13, n. 10, p. 80, 82, 84-85, Oct 1994.

13. BUKHARI, S.; KARABUCAK, B. The Antimicrobial Effect of Bioceramic Sealer on an 8-week Matured Enterococcus faecalis Biofilm Attached to Root Canal Dentinal Surface. J Endod, 45, n. 8, p. 1047-1052, Aug 2019.

14. CANDEIRO, G. T.; CORREIA, F. C.; DUARTE, M. A.; RIBEIRO-SIQUEIRA, D. C. *et al.* Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. **J Endod**, 38, n. 6, p. 842-845, Jun 2012.

15. CARR, G. B.; SCHWARTZ, R. S.; SCHAUDINN, C.; GORUR, A. *et al.* Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. **J Endod**, 35, n. 9, p. 1303-1309, Sep 2009.

16. CAVENAGO, B. C.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; DUARTE, M. A.; DEL CARPIO-PEROCHENA, A. E. *et al.* Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. **Int Endod J**, 47, n. 11, p. 1078-1083, Nov 2014.

17. CELIKTEN, B.; UZUNTAS, C. F.; ORHAN, A. I.; ORHAN, K. *et al.* Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. **Scanning**, 38, n. 2, p. 133-140, 2016.

18. CHANG, K. C.; CHANG, C. C.; HUANG, Y. C.; CHEN, M. H. *et al.* Effect of tricalcium aluminate on the physicochemical properties, bioactivity, and biocompatibility of partially stabilized cements. **PLoS One**, 9, n. 9, p. e106754, 2014.

19. CHOHAYEB, A. A.; CHOW, L. C.; TSAKNIS, P. J. Evaluation of calcium phosphate as a root canal sealer-filler material. **J Endod**, 13, n. 8, p. 384-387, Aug 1987.

20. CHONG, B. S.; WILSON, N. H. F.; WHITWORTH, J. M.; EBOOKS, C. **Managing endodontic failure in practice**. London, England: Quintessence Publishing Co. Ltd, 2004. (Quintessentials of dental practice v. 23. 1-85097-309-1.

21. CHYBOWSKI, E. A.; GLICKMAN, G. N.; PATEL, Y.; FLEURY, A. *et al.* Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. **J Endod**, 44, n. 6, p. 941-945, Jun 2018.

22. CHÉRCOLES-RUIZ, A.; SÁNCHEZ-TORRES, A.; GAY-ESCODA, C. Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review. **J Endod**, 43, n. 5, p. 679-686, May 2017.

23. COLACO, A. S.; PAI, V. A. Comparative Evaluation of the Efficiency of Manual and Rotary Gutta-percha Removal Techniques. **J Endod**, 41, n. 11, p. 1871-1874, Nov 2015.

24. COLLADO-CASTELLANOS, N.; ASPAS-GARCÍA, A.; ALBERO-MONTEAGUDO, A.; MANZANO-SAIZ, A. *et al.* Quantitative analysis of the obturation of oval-shaped canals using thermoplastic techniques. **J Clin Exp Dent**, 15, n. 4, p. e311-e317, Apr 2023.

25. CROZETA, B. M.; CHAVES DE SOUZA, L.; CORREA SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. *et al.* Evaluation of Passive Ultrasonic Irrigation and GentleWave System as Adjuvants in Endodontic Retreatment. **J Endod**, 46, n. 9, p. 1279-1285, Sep 2020.

26. DAVIES, A.; PATEL, S.; FOSCHI, F.; ANDIAPPAN, M. *et al.* The detection of periapical pathoses using digital periapical radiography and cone beam computed tomography in endodontically retreated teeth - part 2: a 1 year post-treatment follow-up. **Int Endod J**, 49, n. 7, p. 623-635, Jul 2016.

27. DE SIQUEIRA ZUOLO, A.; ZUOLO, M. L.; DA SILVEIRA BUENO, C. E.; CHU, R. *et al.* 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**, 42, n. 2, p. 315-319, Feb 2016.

28. DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F. G.; ZUOLO, A. S.; CAVALCANTE, D. M. *et al.* XP-endo Finisher R instrument optimizes the removal of root filling remnants in oval-shaped canals. **Int Endod J**, 52, n. 6, p. 899-907, Jun 2019.

29. DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F. G.; ZUOLO, A. S.; SIMÕES-CARVALHO, M. *et al.* Effectiveness of Reciproc Blue in removing canal filling material and regaining apical patency. **Int Endod J**, 52, n. 2, p. 250-257, Feb 2019.

30. DE-DEUS, G.; SANTOS, G. O.; MONTEIRO, I. Z.; CAVALCANTE, D. M. *et al.* Micro-CT assessment of gap-containing areas along the gutta-percha-sealer interface in oval-shaped canals. **Int Endod J**, 55, n. 7, p. 795-807, Jul 2022.

31. DE-FIGUEIREDO, F. E. D.; LIMA, L. F.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, L. S. *et al.* Apical periodontitis healing and postoperative pain following endodontic treatment with a reciprocating single-file, single-cone approach: A randomized controlled pragmatic clinical trial. **PLoS One**, 15, n. 2, p. e0227347, 2020.

32. DELONG, C.; HE, J.; WOODMANSEY, K. F. The effect of obturation technique on the push-out bond strength of calcium silicate sealers. **J Endod**, 41, n. 3, p. 385-388, Mar 2015.

33. DONNERMEYER, D.; SCHEMKÄMPER, P.; BÜRKLEIN, S.; SCHÄFER, E. Short and Long-Term Solubility, Alkalizing Effect, and Thermal Persistence of Premixed Calcium Silicate-Based Sealers: AH Plus Bioceramic Sealer vs. Total Fill BC Sealer. **Materials (Basel)**, 15, n. 20, Oct 19 2022.

34. GANDOLFI, M. G.; TADDEI, P.; TINTI, A.; PRATI, C. Apatite-forming ability (bioactivity) of ProRoot MTA. **Int Endod J**, 43, n. 10, p. 917-929, Oct 2010.

35. GARRIB, M.; CAMILLERI, J. Retreatment efficacy of hydraulic calcium silicate sealers used in single cone obturation. **J Dent**, 98, p. 103370, Jul 2020.

36. GIACOMINO, C. M.; WEALLEANS, J. A.; KUHN, N.; DIOGENES, A. Comparative Biocompatibility and Osteogenic Potential of Two Bioceramic Sealers. **J Endod**, 45, n. 1, p. 51-56, Jan 2019.

37. GIRELLI, C. F.; LACERDA, M. F.; LEMOS, C. A.; AMARAL, M. R. *et al.* The thermoplastic techniques or single-cone technique on the quality of root canal filling with tricalcium silicate-based sealer: An integrative review. **J Clin Exp Dent**, 14, n. 7, p. e566-e572, Jul 2022.

38. GROSSMAN, L. I.; OLIET, S.; DEL RIO, C. E. **Endodontic practice**. 11th ed ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1988. xi, 371 p. : ill. p. 0812110706.

39. HAN, L.; OKIJI, T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. **Int Endod J**, 46, n. 9, p. 808-814, Sep 2013.

40. HESS, D.; SOLOMON, E.; SPEARS, R.; HE, J. Retreatability of a bioceramic root canal sealing material. **J Endod**, 37, n. 11, p. 1547-1549, Nov 2011.

41. JAIN, M.; SINGHAL, A.; GURTU, A.; VINAYAK, V. Influence of Ultrasonic Irrigation and Chloroform on Cleanliness of Dentinal Tubules During Endodontic Retreatment-An Invitro SEM Study. **J Clin Diagn Res**, 9, n. 5, p. ZC11-15, May 2015.

42. KAKEHASHI, S.; STANLEY, H. R.; FITZGERALD, R. J. THE EFFECTS OF SURGICAL EXPOSURES OF DENTAL PULPS IN GERM-FREE AND CONVENTIONAL LABORATORY RATS. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, 20, p. 340-349, Sep 1965.

43. KARAMIFAR, K.; TONDARI, A.; SAGHIRI, M. A. Endodontic Periapical Lesion: An Overview on the Etiology, Diagnosis and Current Treatment Modalities. **Eur Endod J**, 5, n. 2, p. 54-67, 2020.

44. KELEŞ, A.; ALCIN, H.; KAMALAK, A.; VERSIANI, M. A. Micro-CT evaluation of root filling quality in oval-shaped canals. **Int Endod J**, 47, n. 12, p. 1177-1184, Dec 2014.

45. KRAUS, R. D.; VON ARX, T.; GFELLER, D.; DUCOMMUN, J. *et al.* Assessment of the nonoperated root after apical surgery of the other root in mandibular molars: a 5-year follow-up study. **J Endod**, 41, n. 4, p. 442-446, Apr 2015.

46. KRUG, R.; KRASTL, G.; JAHREIS, M. Technical quality of a matching-taper single-cone filling technique following rotary instrumentation compared with lateral compaction after manual preparation: a retrospective study. **Clin Oral Investig**, 21, n. 2, p. 643-652, Mar 2017.

47. KRUSE, C.; SPIN-NETO, R.; CHRISTIANSEN, R.; WENZEL, A. *et al.* Periapical Bone Healing after Apicectomy with and without Retrograde Root Filling with Mineral Trioxide Aggregate: A 6-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. **J Endod**, 42, n. 4, p. 533-537, Apr 2016.

48. LEE, J. K.; KWAK, S. W.; HA, J. H.; LEE, W. *et al.* Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. **Bioinorg Chem Appl**, 2017, p. 2582849, 2017.

49. LOUSHINE, B. A.; BRYAN, T. E.; LOONEY, S. W.; GILLEN, B. M. *et al.* Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. **J Endod**, 37, n. 5, p. 673-677, May 2011.

50. MA, J.; AL-ASHAW, A. J.; SHEN, Y.; GAO, Y. *et al.* Efficacy of ProTaper Universal Rotary Retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: a micro-computed tomography study. **J Endod**, 38, n. 11, p. 1516-1520, Nov 2012.

51. MANCINO, D.; KHAROUF, N.; CABIDDU, M.; BUKIET, F. *et al.* Microscopic and chemical evaluation of the filling quality of five obturation techniques in oval-shaped root canals. **Clin Oral Investig**, 25, n. 6, p. 3757-3765, Jun 2021.

52. MENTE, J.; LEO, M.; PANAGIDIS, D.; OHLE, M. *et al.* Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. **J Endod**, 39, n. 1, p. 20-26, Jan 2013.

53. NG, Y. L.; MANN, V.; GULABIVALA, K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. **Int Endod J**, 44, n. 7, p. 610-625, Jul 2011.

54. OLTRA, E.; COX, T. C.; LACOURSE, M. R.; JOHNSON, J. D. *et al.* Retreatability of two endodontic sealers, EndoSequence BC Sealer and AH Plus: a micro-computed tomographic comparison. **Restor Dent Endod**, 42, n. 1, p. 19-26, Feb 2017.

55. PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. **J Endod**, 36, n. 3, p. 400-413, Mar 2010.

56. PIRANI, C.; PELLICCIONI, G. A.; MARCHIONNI, S.; MONTEBUGNOLI, L. *et al.* Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. **J Endod**, 35, n. 10, p. 1433-1440, Oct 2009.

57. PONTORIERO, D. I. K.; GRANDINI, S.; SPAGNUOLO, G.; DISCEPOLI, N. *et al.* Clinical Outcomes of Endodontic Treatments and Restorations with and without Posts Up to 18 Years. **J Clin Med**, 10, n. 5, Feb 25 2021.

58. RICUCCI, D.; LOGHIN, S.; SIQUEIRA, J. F. Exuberant Biofilm infection in a lateral canal as the cause of short-term endodontic treatment failure: report of a case. **J Endod**, 39, n. 5, p. 712-718, May 2013.

59. RIOS, M. E. A.; VILLELA, A. M.; CUNHA, R. S.; VELASCO, R. C. *et al.* Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. **J Endod**, 40, n. 4, p. 543-546, Apr 2014.

60. ROMEIRO, K.; DE ALMEIDA, A.; CASSIMIRO, M.; GOMINHO, L. *et al.* Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. **Clin Oral Investig**, 24, n. 1, p. 405-416, Jan 2020.

61. SALLES, L. P.; GOMES-CORNÉLIO, A. L.; GUIMARÃES, F. C.; HERRERA, B. S. *et al.* Mineral trioxide aggregate-based endodontic sealer stimulates hydroxyapatite nucleation in human osteoblast-like cell culture. **J Endod**, 38, n. 7, p. 971-976, Jul 2012.

62. SANZ, J. L.; LÓPEZ-GARCÍA, S.; LOZANO, A.; PECCI-LLORET, M. P. *et al.* Microstructural composition, ion release, and bioactive potential of new premixed calcium silicate-based endodontic sealers indicated for warm vertical compaction technique. **Clin Oral Investig**, 25, n. 3, p. 1451-1462, Mar 2021.

63. SANZ, J. L.; LÓPEZ-GARCÍA, S.; RODRÍGUEZ-LOZANO, F. J.; MELO, M. *et al.* Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. **Int Endod J**, 55, n. 10, p. 1066-1080, Oct 2022.

64. SCHIRRMEISTER, J. F.; WRBAS, K. T.; MEYER, K. M.; ALTENBURGER, M. J. *et al.* Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. **J Endod**, 32, n. 5, p. 469-472, May 2006.

65. SILVA, E. J.; SÁ, L.; BELLADONNA, F. G.; NEVES, A. A. *et al.* Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. **J Endod**, 40, n. 12, p. 2077-2080, Dec 2014.

66. SIQUEIRA, J. F.; RÔÇAS, I. N.; RICUCCI, D.; HÜLSMANN, M. Causes and management of post-treatment apical periodontitis. **Br Dent J**, 216, n. 6, p. 305-312, Mar 2014.

67. STABHOLZ, A.; FRIEDMAN, S. Endodontic retreatment--case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. **J Endod**, 14, n. 12, p. 607-614, Dec 1988.

68. SUNDQVIST, G. Bacteriological Studies of Necrotic Dental Pulps. Dr. Odont. Thesis, University Of Umeå, Umeå, Sweden, 1976

69. TOIA, C. C.; KHOURY, R. D.; CORAZZA, B. J. M.; OROZCO, E. I. F. *et al.* Effectiveness of 1-Visit and 2-Visit Endodontic Retreatment of Teeth with Persistent/Secondary Endodontic Infection: A Randomized Clinical Trial with 18 Months of Follow-up. **J Endod**, 48, n. 1, p. 4-14, Jan 2022.

70. TORABINEJAD, M.; CORR, R.; HANDYSIDES, R.; SHABAHANG, S. Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: a systematic review. **J Endod**, 35, n. 7, p. 930-937, Jul 2009.

71. TORABINEJAD, M.; HONG, C. U.; MCDONALD, F.; PITT FORD, T. R. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J Endod**, 21, n. 7, p. 349-353, Jul 1995.

72. TORABINEJAD, M.; LOZADA, J.; PUTERMAN, I.; WHITE, S. N. Endodontic therapy or single tooth implant? A systematic review. **J Calif Dent Assoc**, 36, n. 6, p. 429-437, Jun 2008.

73. TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. **Int Endod J**, 51, n. 3, p. 284-317, Mar 2018.

74. VALLITTU, P. K.; BOCCACCINI, A. R.; HUPA, L.; WATTS, D. C. Bioactive dental materials-Do they exist and what does bioactivity mean? **Dent Mater**, 34, n. 5, p. 693-694, May 2018.

75. WALSH, R. M.; ATTAR, S.; TURNER, C. L.; PISTOCCHI, R. *et al.* Clinical outcomes of non-surgical root canal obturations using NeoMTA: A retrospective series of case reports. **Aust Endod J**, Nov 12 2022.

76. WENTELER, G. L.; SATHORN, C.; PARASHOS, P. Factors influencing root canal retreatment strategies by general practitioners and specialists in Australia. **Int Endod J**, 48, n. 5, p. 417-427, May 2015.

77. XUEREB, M.; VELLA, P.; DAMIDOT, D.; SAMMUT, C. V. *et al.* In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. **J Endod**, 41, n. 1, p. 111-124, Jan 2015.

78. ZAMPARINI, F.; SIBONI, F.; PRATI, C.; TADDEI, P. *et al.* Properties of calcium silicate-monobasic calcium phosphate materials for endodontics containing tantalum pentoxide and zirconium oxide. **Clin Oral Investig**, 23, n. 1, p. 445-457, Jan 2019.

79. ZHENG, J. J.; KANG, X. Y.; LI, S. M.; LIU, J. C. *et al.* [Effects of MTA, iRoot SP and AH Plus on proliferation and differentiation of human periodontal ligament stem cells]. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue**, 29, n. 5, p. 449-455, Oct 2020.

80. ZORDAN-BRONZEL, C. L.; ESTEVES TORRES, F. F.; TANOMARU-FILHO, M.; CHÁVEZ-ANDRADE, G. M. *et al.* Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. **J Endod**, 45, n. 10, p. 1248-1252, Oct 2019.

ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIAL DO CEP

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - SCS/UFPR

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência da técnica obturadora associada ao cimento biocerâmico no retratamento endodôntico

Pesquisador: Bruno Cavalini Cavenago

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 42870621.2.0000.0102

Instituição Proponente: Departamento de Odontologia Restauradora

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.693.325

Apresentação do Projeto:

O projeto tem como pesquisador principal o prof. Dr. Bruno Cavalini Cavenago do departamento de Odontologia Restauradora, e colaboracao do doutorando Felipe Andretta Copelli e da mestranda Gabriela Daglos Amadori.

Trata-se de um estudo in vitro com dentes humanos do Banco de dentes da UFPR a fim de avaliar diferentes tecnicas obturadoras. Apos o estudo, os dentes serao devolvidos ao banco.

Os autores pretendem iniciar o estudo em abril/2021 (apos aprovacao pelo CEP) com termino previsto para dezembro/2022.

Objetivo da Pesquisa:

Segundo os pesquisadores, o objetivo da pesquisa e avaliar a qualidade do preparo endodontico com sistemas de instrumentos com diferentes ligas de niquel-titanio e a influencia da tecnica obturadora com utilizacao de um cimento bioceramico no retaratamento de canais radiculares portadores de complexidade anatomica.

- Objetivos especificos:

• Avaliar, com uso de microtomografia computadorizada, a qualidade do preparo endodontico de canais de raizes mesiais de molares inferiores realizados com os sistemas VDW Rotate e

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar
Bairro: Alto da Glória **CEP:** 80.060-240
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

Trunatomy.

• Verificar a influencia da curvatura radicular em comparacao com canais retos, no preparo mecanico, considerando os volumes dos canais, espessuras de dentina, areas nao tocadas, transporte e centralizacao do preparo.

• Determinar a eficiencia na desobturacao de canais da raizes mesiais de molares inferiores obturados com cimento bioceramico empregando duas diferentes tecnicas (cone unico e ondas continuas de obturacao).

• Verificar a influencia da curvatura radicular no volume de material obturador remanescente e tempo para desobturacao no retratamento de canais preenchidos com o cimento Bio-C sealer.

• Verificar se tecnicas termoplastificadoras como System B e hibrida de Tagger elevam o grau de dificuldade do retratamento em incisivos inferiores.

• Determinar o volume de material obturador nas regioes de tercos apical, medio e cervical de canais ovalados de incisivos inferiores, para avaliar a influencia do segmento do canal radicular neste procedimento.

Avaliação dos Riscos e Beneficios:

Segundo os pesquisadores:

Quais os beneficios, diretos ou indiretos, para a populacao e a sociedade?

O retratamento endodontico e um procedimento complexo realizado com bastante frequencia na pratica clinica. Em dentes com anatomia complexa esse procedimento se torna ainda mais desafiador. Os cimentos bioceramicos foram recentemente inseridos no mercado e apresentam excelentes propriedades biologicas com adequadas propriedades fisico quimicas, portanto passaram a ser o cimento de escolha de muitos endodontistas. No entanto nao ha dados suficientes na literatura a respeito do retratamento quando utilizado este tipo de cimento. Assim este estudo podera servir de guia ao clinico para proporcionar tratamentos mais adequados a populacao.

Quais os riscos inerentes ou decorrentes da pesquisa?

Contaminacao cruzada com as amostras biologicas (dentes humanos) e fratura de instrumento que comprometera a amostra a qual tera que ser substituida, levando ao uso de um numero maior de amostras biologicas.

Qual a possibilidade da ocorrencia?
Nao ha a possibilidade de ocorrencia da contaminacao cruzada do participante da pesquisa com a amostra biologica pois as medidas de protecao serao tomadas.
A possibilidade de ocorrencia de fratura de instrumento e do uso de um numero maior de amostras biologicas sera reduzida, pois as medidas para a minimizacao da mesma serao tomadas.

Quais as medidas para sua minimizacao e protecao do participante da pesquisa?
As medidas de protecao do participante em relacao a infeccao cruzada com as amostras biologicas serao as de esterilizar previamente todas as amostras biologicas e o uso de EPIs pelo participante.
As medidas de minimizacao de fratura de instrumentos serao as de seguir o protocolo de preparo e o numero de uso dos instrumentos de acordo com o fabricante.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
A pesquisa esta bem fundamentada e e de relevancia clinica para a Endodontia. Os autores preveem utilizar ao todo 146 dentes, divididos em 2 grupos principais e respectivos subgrupos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:
O termos foram apresentados.

Recomendações:
Não ha.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:
As pendências apontadas no parecer anterior foram atendidas. Sou favorável à aprovação do projeto.
Favor inserir em seu TCLE e TALE o número do CAAE e o número do Parecer de aprovação, para que possa aplicar aos participantes de sua pesquisa, conforme decisão da Coordenação do CEP/SD de 13 de julho de 2020.
Após o isolamento, retornaremos à obrigatoriedade do carimbo e assinatura nos termos dos novos projetos.
Qualquer dúvida, retornar e-mail ou pelo WhatsApp 41-3360-7259.

Considerações Finais a critério do CEP:
Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento,

encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.
Emenda – ver modelo de carta em nossa página: www.cometica.ufpr.br (obrigatório envio)

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1670798.pdf	27/04/2021 15:56:13		Aceito
Outros	CONCORDANCIA_BDH_UFPR_corrigido.pdf	27/04/2021 15:55:10	Bruno Cavalini Cavenago	Aceito
Outros	Carta_Resposta_26_04_21.doc	27/04/2021 15:50:42	Bruno Cavalini Cavenago	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_CEP.docx	04/02/2021 16:53:14	Bruno Cavalini Cavenago	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_compromissoo.pdf	04/02/2021 11:35:17	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Outros	concordancia.pdf	04/02/2021 10:56:48	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Outros	check_list.pdf	04/02/2021 10:46:17	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_.pdf	04/02/2021 10:16:53	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_dispensa.pdf	01/02/2021 19:18:07	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Outros	Analise_de_merito.pdf	01/02/2021 19:16:58	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Outros	ata.pdf	01/02/2021 19:15:09	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	carta_de_encaminhamento.pdf	01/02/2021 19:13:07	GABRIELA DAGIOS AMADORI	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

CURITIBA, 05 de Maio de 2021

Assinado por:
IDA CRISTINA GUBERT
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - 1º andar
Bairro: Alto da Glória **CEP:** 80.060-240
UF: PR **Município:** CURITIBA
Telefone: (41)3360-7259 **E-mail:** cometica.saude@ufpr.br

ANEXO 2 – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO – INTERNATION ENDODONTIC JOURNAL

Author Guidelines

Sections

1. Submission and Peer Review Process
2. Article Types
3. After Acceptance

1. Submission and Peer Review Process

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at https://wiley.atyponrex.com/journal/IEJ.

For help with submissions, please contact: **iej.office@wiley.com**

This journal does not charge submission fees.

Article Preparation Support

Wiley Editing Services offers expert help with English Language Editing, as well as translation, manuscript formatting, figure illustration, figure formatting, and graphical abstract design – so you can submit your manuscript with confidence.

Also, check out our resources for **Preparing Your Article** for general guidance about writing and preparing your manuscript.

Free Format submission

International Endodontic Journal now offers Free Format submission for a simplified and streamlined submission process. Before you submit, you will need:

- Your manuscript: this should be an editable file including text, figures, and tables, or separate files – whichever you prefer. All required sections should be contained in your manuscript, including abstract (which does need to be correctly styled), introduction, methods, results, and conclusions. Figures and tables should have legends. Figures should be uploaded in the highest resolution possible. References may be submitted in any style or format, as long as it is consistent throughout the manuscript. Supporting information should be submitted in separate files. If the manuscript, figures or tables are difficult for you to read, they will also be difficult for the editors and reviewers, and the editorial office will send it back to you for revision. Your manuscript may also be sent back to you for revision if the quality of English language is poor.
- An ORCID ID, freely available at https://orcid.org. (Why is this important? Your article, if accepted and published, will be attached to your ORCID profile. Institutions and funders are increasingly requiring authors to have ORCID IDs.)
- The title page of the manuscript, including:
    - data availability statement
    - funding statement
    - conflict of interest disclosure
    - ethics approval statement and document
    - patient consent statement
    - relevant reporting guidelines paperwork (see 5.2 Reporting Guidelines below)
    - permission to reproduce material from other sources
    - clinical trial registration
    - Your co-author details, including affiliation and email address. (Why is this important? We need to keep all co-authors informed of the outcome of the peer review process.)
    - Statements relating to our ethics and integrity policies, which may include any of the following (Why are these important? We need to uphold rigorous ethical standards for the research we consider for publication):

Important: the journal operates a double-blind peer review policy. Please anonymise your manuscript and supply a separate title page file.

To submit, **click here** and create a new submission. Follow the submission steps as required and submit the manuscript.

Open Access

This journal is a subscription journal that offers an open access option. You will have the option to choose to make your article open access after acceptance, which will be subject to an APC, unless a waiver applies. Read more about **APCs here.**

Preprint policy:

Please find the Wiley preprint policy **here.**

This journal accepts articles previously published on preprint servers.

International Endodontic Journal will consider for review articles previously available as preprints. You may also post the submitted version of a manuscript to a preprint server at any time. You are requested to update any pre-publication versions with a link to the final published article.

This journal operates a double-blind peer review process. Authors are responsible for anonymizing their manuscript in order to remain anonymous to the reviewers throughout the peer review process (see "Main Text File" above for more details). Since the journal also encourages posting of preprints, however, please note that if authors share their manuscript in preprint form this may compromise their anonymity during peer review.

Data Sharing and Data Availability

This journal encourages data sharing. Review **Wiley's Data Sharing policy** where you will be able to see and select the data availability statement that is right for your submission.

Data Citation

Please review **Wiley's Data Citation policy**.

Data Protection

If you are submitting a manuscript to the journal, or alternatively if you are reviewing for the *International Endodontic Journal*, your name, email address, and affiliation, and other contact details might be required for the regular operations of the publication. Please review **Wiley's Data Protection Policy** to learn more.

Funding

You should list all funding sources in the Acknowledgments section or in abstract of systematic review. You are responsible for the accuracy of their funder designation. If in doubt, please check the **Open Funder Registry** for the correct nomenclature.

Authorship

All listed authors should have contributed to the manuscript substantially and have agreed to the final submitted version. Review **editorial standards** and scroll down for a description of authorship criteria. An author contribution section must be completed for a submitted manuscript.

Conflict of Interest

The journal requires that all authors disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential

source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or directly related to the work that the authors describe in their manuscript. The existence of a conflict of interest does not preclude publication. If the authors have no conflict of interest to declare, they must also state this at submission. It is the responsibility of the corresponding author to review this policy with all authors and collectively to disclose with the submission ALL pertinent commercial and other relationships. Please fill out the below form if any authors have a conflict of interest. **Conflict of Interest Disclosure Form**

ORCID

As part of the journal's commitment to supporting authors at every step of the publishing process, the *International Endodontic Journal* encourages authors to provide an ORCID iD when submitting a manuscript. Please see Wiley's resources on ORCID **here**.

Reproduction of Copyright Material

If excerpts from copyrighted works owned by third parties are included, credit must be shown in the contribution. It is your responsibility to also obtain written permission for reproduction from the copyright owners. For more information visit **Wiley's Copyright Terms & Conditions FAQ**.

The corresponding author is responsible for obtaining written permission to reproduce the material "in print and other media" from the publisher of the original source, and for supplying Wiley with that permission upon submission.

Style and Formate

While this journal operates free format, this is the preferred style:

- Double space the text;
- Blank out the funding information at this stage of the review process;
- Remove the keywords from the abstract they should be on the title page only;
- Put a page break between the abstract and the introduction;
- Remove the numbering of the sections in the main document;

Title Page

The title page should contain:

i. A brief informative title containing the major key words. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips);
ii. A short running title of less than 30 characters;
iii. The full names of the authors;
iv. The author's institutional affiliations where the work was conducted, with a footnote for the author's present address if different from where the work was conducted;
v. Acknowledgements.

Important: the journal operates a double-blind peer review policy. Please anonymise your manuscript and prepare a separate title page containing author details.

Main Text File

Please ensure that all identifying information such as author names and affiliations, acknowledgements or explicit mentions of author institution in the text are on a separate page.

All manuscripts submitted to the *International Endodontic Journal* should include Title Page (separate file), Abstract, Main Text, References, Acknowledgements, Funding, Conflict of Interest, Tables, Figures, Checklists and Figure Legends as appropriate.

Manuscripts can be uploaded either as a single document (containing the main text, tables and figures), or with figures and tables provided as separate files. Should your manuscript reach revision stage, figures and tables must be provided as separate files. The main manuscript file can be submitted in Microsoft Word (.doc or .docx) or LaTex (.tex) format.

Reference Style

This journal uses Harvard reference style; as the journal offers Free Format submission, however, this is for information only and you do not need to format the references in your article. This will instead be taken care of by the typesetter.

It is the policy of the journal to encourage reference to the original papers rather than to literature reviews. Authors should therefore keep citations of reviews to the absolute minimum.

Tools such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting can be useful. The EndNote reference style can be obtained upon request to the editorial office (**iej.office@wiley.com**). Reference Manager reference styles can be searched for here: **www.refman.com/support/rmstyles.asp**. You may also wish to review your **reference style guidelines** prior to submission.

Figures and Supporting Information

Figures, supporting information, and appendices should be supplied as separate files. You should review the **basic figure requirements** for manuscripts for peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements. View **Wiley's FAQs** on supporting information.

Peer Review

This journal operates under a **double-blind peer review model**. Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by at least two anonymous reviewers and an Associate Editor. Papers will only be sent to review if the Editor-in-Chief determines that the paper meets the appropriate quality and relevance requirements.

In-house submissions, i.e. papers authored by Editors or Editorial Board members of the title, will be sent to Editors unaffiliated with the author or institution and monitored carefully to ensure there is no peer review bias.

Wiley's policy on the confidentiality of the review process is **available here**.

Refer and Transfer Program

Wiley believes that no valuable research should go unshared. This journal participates in Wiley's Refer & Transfer program. If your manuscript is not accepted, you may receive a recommendation to transfer your manuscript to another suitable Wiley journal, either through a referral from the journal's editor or through our Transfer Desk Assistant.

Guidelines on Publishing and Research Ethics in Journal Articles

The journal requires that you include in the manuscript (and submit a hard copy) details of IRB approvals, ethical treatment of human and animal research participants, and gathering of informed consent, as appropriate. You will be expected to declare all conflicts of interest, or none, on submission. Please review Wiley's policies surrounding **human studies, animal studies, clinical trial registration, biosecurity, and research reporting guidelines**.

This journal follows the core practices of the **Committee on Publication Ethics (COPE)** and handles cases of research and publication misconduct accordingly (**https://publicationethics.org/core-practices**).

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study. The authors MUST upload a copy of the ethical approval letter when submitting their manuscript and a separate English translation.

ANEXO 3 - PARÂMETROS UTILIZADOS PARA ESCANEAMENTO EM MICRO-CT E RECONSTRUÇÃO

[System]
Scanner=Skyscan1172
Instrument S/N=12O01205
Hardware version=G
Software=Version 1. 5 (build 29)
Home directory=C:\SkyScan1172G_Ximea
Source Type=Hamamatsu 100/250
Camera=SHT 11Mp camera
Camera Pixel Size (um)= 9.00
CameraXYRatio=1.0000
Incl.in lifting (um/mm)=0.0000
[User]
User Name=Micro-CT
Computer Name=
[Acquisition]
Data directory=E:\Andamento\22 219 Lislaine Valerio\01 07 10
Filename Prefix=01 07 10_
Configuration=C:\Skyscan1172G\config_g\Std_High\std_high
Number of Files= 500
Source Voltage (kV)= 80
Source Current (uA)= 124
Number of Rows= 1332
Number of Columns= 2000
Image crop origin X= 0
Image crop origin Y=0
Camera binning=2x2
Camera position=close
Image Rotation=0.0000
Gantry direction=CC
Image Pixel Size (um)= 11.17
Object to Source (mm)=132.790

Camera to Source (mm)=213.971
Vertical Object Position (mm)=35.488
Optical Axis (line)= 666
Filter=Al 0.5 mm
Image Format=TIFF
Depth (bits)=16
Screen LUT=0
Exposure (ms)= 1750
Rotation Step (deg)=0.400
Frame Averaging=ON (3)
Random Movement=ON (50)
Use 360 Rotation=NO
Geometrical Correction=ON
Camera Offset=OFF
Median Filtering=ON
Flat Field Correction=ON
Rotation Direction=CC
Scanning Trajectory=ROUND
Type Of Motion=STEP AND SHOOT
Study Date and Time=Dec 16, 2022 16:06:46
Scan duration=01:13:49
Maximum vertical TS=5.0
[Reconstruction]
Reconstruction Program=NRecon
Program Version=Version: 1.6.10.2
Program Home Directory=D:\MESTRADO\Softwares SkyScan 2107
Reconstruction engine=NReconServer
Engine version=Version: 1.6.10
Reconstruction from batch=No
Postalignment=-0.50
Reconstruction servers= DESKTOP-JK9L633
Reconstruction mode=Standard
Dataset Origin=Skyscan1172
Dataset Prefix=01 07 10_

Dataset Directory=D:\MESTRADO\22 219 Lislaine Valerio\01 07 10

Output Directory=D:\MESTRADO\22 219 Lislaine Valerio\01 07 10

Time and Date=Jan 09, 2023 15:50:32

First Section=55

Last Section=1216

Reconstruction duration per slice (seconds)=0.841652

Total reconstruction time (1162 slices) in seconds=978.000000

Section to Section Step=1

Sections Count=1162

Result File Type=PNG

Result File Header Length (bytes)=Unknown: compressed JPG format (100%)

Result Image Width (pixels)=2000

Result Image Height (pixels)=2000

Pixel Size (um)=11.17468

Reconstruction Angular Range (deg)=199.60

Use 180+=OFF

Angular Step (deg)=0.4000

Smoothing=3

Smoothing kernel=0 (Asymmetrical boxcar)

Ring Artifact Correction=0

Draw Scales=OFF

Object Bigger than FOV=OFF

Reconstruction from ROI=OFF

Filter cutoff relative to Nyquist frequency=100

Filter type=0

Filter type description=Hamming (Alpha=0.54)

Undersampling factor=1

Threshold for defect pixel mask (%)=0

Beam Hardening Correction (%)=39

CS Static Rotation (deg)=0.00

Minimum for CS to Image Conversion=0.007000

Maximum for CS to Image Conversion=0.168000

HU Calibration=OFF

BMP LUT=0

Cone-beam Angle Horiz.(deg)=9.620562

Cone-beam Angle Vert.(deg)=6.415679