



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

JOSÉ CORDEIRO LIMA NETO

**ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE DENTES OBTURADOS COM DIFERENTES
TÉCNICAS**

CAMPINA GRANDE/PB

2022

JOSÉ CORDEIRO LIMA NETO

**ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE DENTES OBTURADOS COM DIFERENTES
TÉCNICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade Estadual da
Paraíba, c como requisito parcial à obtenção do
título de Doutor em Odontologia.

Área de concentração: Clínicas Odontológicas

Linha de Pesquisa: Estudo das alterações do
sistema estomatognático

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Pita de Melo

**CAMPINA GRANDE/PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima Neto, José Cordeiro.
 Análise termográfica de dentes obturados com diferentes
 técnicas [manuscrito] / José Cordeiro Lima Neto. - 2023.
 79 p. : il. colorido.

 Digitado.
 Tese (Doutorado em Odontologia) - Universidade Estadual
 da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.
 "Orientação : Prof. Dr. Daniela Pita de Melo, Coordenação
 do Curso de Odontologia - CCBS. "
 1. Endodontia. 2. Termografia. 3. Restauração
 odontológica. I. Título

21. ed. CDD 617.634

JOSÉ CORDEIRO LIMA NETO

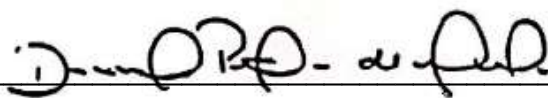
**ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE DENTES OBTURADOS COM DIFERENTES
TÉCNICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Universidade Estadual da
Paraíba, c como requisito parcial à obtenção do
título de Doutor em Odontologia.

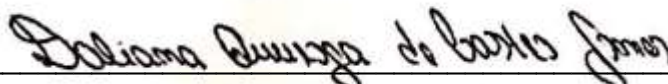
Área de concentração: Clínicas Odontológicas

Aprovado em 04/04/2023

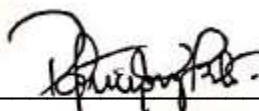
BANCA EXAMINADORA



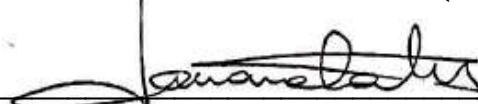
Profa. Dra. Daniela Pita de Melo (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



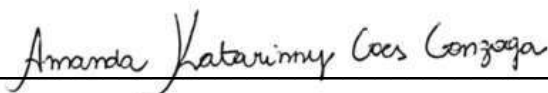
Profa. Dra. Daliana Queiroga de Castro Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Patrícia Meira Bento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Janaina Araújo Dantas
Universidade Federal de Sergipe (UFS)



Profa. Dra. Amanda Katarinny Goes Gonzaga
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora **Profa. Dra. Daniela Pita de Melo**, por ter aceitado ser minha orientadora, pela confiança na elaboração desta pesquisa, pela educação, exigência, firmeza, por entender os ajustes que foram necessários ao longo do doutorado, principalmente no período pandêmico, e por conduzir, sempre com leveza, nosso trabalho da melhor forma possível, compreendendo a vida múltipla que eu levo e tendo paciência comigo. Professora, sou muito agradecido a Deus em ter a senhora como orientadora. Sei de todos os meus erros e limitações. Prometo sempre buscar melhorar e honrar tudo que a senhora fez por mim nesses quatro anos de convivência.

A todos os membros do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba, na figura dos professores e dos demais funcionários. Obrigado por toda gentileza, suporte e ajuda nesse período de doutorado. Suas ajudas foram essenciais para que esse sonho pudesse ser realizado. O bom filho a casa voltou e termina o ciclo como doutor.

Aos meus colegas de turma do doutorado, que passaram comigo pelas inseguranças durante todo o trajeto, mas sempre com otimismo, fé e solidariedade. Cada um, do seu jeito, sempre apoiando e torcendo pelo sucesso do outro.

À minha amiga **Fernanda Mariz**, por todo suporte que me deu na pesquisa, desde a elaboração do projeto ao ensinamento da metodologia e dos equipamentos do laboratório.

Às minhas amigas **Elisa, Niebla**, por terem me ajudado na aquisição das filmagens e obturação e sugerido adaptações que permitissem uma pesquisa de qualidade. Ao meu amigo **Diego**, por ter me ajudado na aquisição das filmagens.

Aos meus amigos **Ramon Targino e Emeson Tavares**, pelo suporte durante a fase de análise estatística.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu pai, **Carlos Alberto**, por todo o apoio, dedicação, preocupação e carinho dedicados a mim e a minha vida profissional. Por sempre acreditar e me mostrar que a educação sempre será o melhor caminho para “vencer na vida” de maneira honesta. Pai, o senhor é minha inspiração para tudo e ainda vai ter muito orgulho de mim.

À minha mãe **Ana Rita**, por toda preocupação, zelo, apoio e confiança depositados no meu potencial. Mãe, meu carinho por você não cabe num agradecimento desses. A senhora é a luz da minha vida.

Aos meus irmãos **Guilherme, Ana Raquel, Márcia**, por todo carinho, apoio e amor trocados ao longo desse doutorado e na vida. Vocês são o que eu tenho de melhor.

Ao meu irmão do coração **Lucas**, que mesmo distante, nunca deixou de acreditar em mim e me incentivar.

A minha namorada, **Maria Luiza**, por todo amor e carinho que tem comigo. Conhecer você foi uma das melhores coisas que me aconteceu durante o doutorado, e sem dúvidas, foi o que me fortaleceu para chegar no final e lutar para realizar esse e os demais sonhos que almejamos na nossa vida.

Aos meus amigos **Ramon Targino, Bruno Gama e Ilky Pollansky**, por sempre estarem me apoiando, me dando forças, me encorajando a prosseguir sempre com muita ética, moral e dedicação na carreira profissional. Para sempre os momentos que ficam.

Aos meus amigos de Araruna **Smyrna, Ernani, Jossária, Lívia, Larissa, Karyna, Liege, Emerson, Olga e Tayná**, por todos os momentos de aperto que vivemos juntos, pelas risadas trocadas, pelos dramas compartilhados e pelas sessões de terapia coletiva que fizeram a convivência em Araruna e no doutorado mais leve e acolhedora.

Aos meus amigos da Unifacisa **Lorena, Robeci e Igor**, que me deram forças e incentivo para conclusão do doutorado e suporte quando precisei.

RESUMO

Introdução: Diferentes técnicas de obturação do canal radicular já foram propostas, mas com desempenhos semelhantes quanto a adaptação, recaindo a preocupação sobre os tecidos de suporte e os danos causados a estes pelo aumento da temperatura na obturação. **Objetivo:** Avaliar o comportamento térmico da superfície externa de raízes obturadas com diferentes técnicas, observando a temperatura durante e após o procedimento. **Metodologia:** Quarenta e cinco pré-molares inferiores foram selecionados, preparados e aleatoriamente divididos para serem obturados pelas três técnicas: condensação lateral (CL), técnica do cone único (TCU) e a técnica de termoplastificação injetável (TI). Após preparo, os dentes foram dispostos em um suporte construído para esse fim e conectados ao termopar. Para a análise termográfica foi utilizada a câmera térmica FLIR Tool T650sc Infrared, adaptada a 30cm da amostra, distância mínima para manter a resolução. O laboratório de termografia foi mantido em condições controladas de temperatura e humidade, sendo as análises feitas em uma caixa isolante, construída de poliestireno envolta por EVA. As filmagens das temperaturas foram feitas a partir do visor da câmera termográfica e do termopar e as temperaturas coletadas foram a inicial e após 30, 60, 90, 120 e 150 segundos depois da obturação. Os dados foram analisados estatisticamente usando o programa SPSS v21.0 e diferentes testes foram utilizados para comprovar a relação entre as variáveis Técnica de Preenchimento x Região Anatômica x Tempo. **Resultados:** No termopar, a temperatura só aumentou significativamente nos intervalos no TCU no terço cervical, diferentemente da TI e CL. Quanto à análise da câmera termográfica, foram observadas mudanças significativas entre tempo e técnica de obturação e tempo e região anatômica. Essa diferença foi observada nas três técnicas, principalmente nos terços cervical e médio. Na CL e na TI, observou-se um aumento da temperatura 30 segundos após a obturação, seguido de um declínio gradual, até 150 segundos, com valores próximos da temperatura inicial. A TCU também apresentou aumento da temperatura com 30 segundos, mas os valores voltaram ao normal após 60 segundos no terço apical e após 90 segundos nos terços médio e cervical. Em todas as técnicas, a temperatura não aumentou acima do limite crítico de 10°C. **Conclusão:** Toda técnica de obturação aumentou a temperatura da raiz, sendo esse aumento mais evidente na técnica de TI, seguida da CL e do CU. Embora esse aumento ocorra, a variação é pequena, e a temperatura rapidamente volta a valores próximos ao normal.

Palavras-chave: endodontia; alterações na temperatura corporal; obturação do canal radicular; termografia.

ABSTRACT

Introduction: Different root canal obturation techniques have already been proposed, but with similar performance in terms of adaptation, leaving the concern about the supporting tissues and the damage caused to them by the increase of temperature during obturation. **Objective:** To evaluate the thermal behavior of the external surface of roots filled with different techniques, observing the temperature during and after the procedure. **Methodology:** Forty-five lower premolars were selected, prepared and randomly divided to be filled by the three techniques: lateral condensation (LC), single cone technique (SCT) and injectable thermoplasticized technique (IT). After preparation, the teeth were placed in a support built for this purpose and connected to the thermocouple. For thermographic analysis, the FLIR Tool T650sc Infrared thermal camera was used, adapted to 30 cm from the sample, minimum distance to maintain resolution. The thermography laboratory was maintained under controlled conditions of temperature and humidity, and the analyzes were carried out in an insulating box made of polystyrene wrapped in EVA. The temperature recordings were made from the thermographic camera and thermocouple viewfinder and the temperatures collected were the initial and after 30, 60, 90, 120 and 150 seconds after obturation. The data were statistically analyzed using the SPSS v21.0 program and different tests were used to prove the relationship between the variables Filling Technique x Anatomical Region x Time. **Results:** In the thermocouple, the temperature only increased significantly in the intervals in the SCT in the cervical third, unlike the IT and LC. Regarding the analysis of the thermographic camera, significant changes were observed between time and obturation technique and time and anatomical region. This difference was observed in the three techniques, mainly in the cervical and middle thirds. In LC and IT, an increase in temperature was observed 30 seconds after obturation, followed by a gradual decline, up to 150 seconds, with values close to the initial temperature. The SCT also showed an increase in temperature with 30 seconds, but the values returned to normal after 60 seconds in the apical third and after 90 seconds in the middle and cervical thirds. In all techniques, the temperature did not rise above the critical limit of 10°C. **Conclusion:** Every filling technique increased root temperature, and this increase being more evident in the IT technique, followed by LC and SCT. Although this increase occurs, the variation is small, and the temperature quickly returns to values close to normal.

Keywords: Endodontics; changes in body temperature; root canal filling; thermography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	A: Corte da porção coronária na junção amelocementária facilitando padronização da instrumentação e execução das técnicas de obturação. B: Raiz armazenada em solução salina 0,9%, contendo tubo Eppendorf etiquetado.....	24
Figura 2 -	Desgastes esféricos nos terços cervical, médio e apical na face lingual das amostras.....	25
Figura 3 -	Instrumentação com limas Reciproc R25/R40/R50 e motor elétrico VDW Silver.....	27
Figura 4 -	A: Caixa térmica adaptada para realização de imagens térmicas. B: Janela de visualização.....	28
Figura 5 -	Amostra fixada.....	28
Figura 6 -	Distância da lente à amostra.....	29
Figura 7 -	A: Posicionamento dos termopares na amostra. B: termopares transpondo a caixa de análise e ligados ao termômetro. C: Termômetro exibindo a temperatura local dos três terços do dente. D: Gravação em vídeo do termômetro.....	31
Figura 8 -	Materiais utilizados na condensação lateral.....	32
Figura 9 -	A: Prova do cone no CT; B: Calcador em rubro.....	32
Figura 10 -	A: Aparelho Termoinjetor; B: Ponta de Aplicação.....	33

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 -	Dinâmica de aquisição dos intervalos de temperatura sob estudo.....	30
-------------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CRD	Comprimento Real do Dente
CRT	Comprimento Real de Trabalho
EDTA	Etileno Diamino Tetracético
EVA	Etileno Acetato de Vinila
Micro CT	Microtomografia Computadorizada
MTA	Agregado de Trióxido Mineral
NiTi	Níquel – Titânio
NaCl	Cloreto de Sódio
TGA	Análise Termogravimétrica
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Técnicas de obturação.....	13
1.2	Consequências do aumento da temperatura da raiz.....	16
1.3	Influência da temperatura nas propriedades da guta e do cimento.....	17
1.4	Análise da temperatura.....	19
2	OBJETIVOS.....	22
2.1	Objetivo geral.....	22
2.2	Objetivo específico.....	22
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Aspectos éticos.....	23
3.2	Tipo e local do estudo.....	23
3.3	Amostra.....	23
3.4	Preparo da amostra.....	23
3.5	Instrumentação do canal radicular.....	25
3.6	Análise por termografia infravermelha.....	27
3.6.1	<i>Barreiras isolantes e fixação da amostra.....</i>	<i>27</i>
3.6.2	<i>Aquisição dos termogramas.....</i>	<i>29</i>
3.6.3	<i>Aquisição das temperaturas.....</i>	<i>29</i>
3.7	Análise por termografia infravermelha.....	30
3.7.1	<i>Aquisição das temperaturas.....</i>	<i>30</i>
3.8	Obturação dos canais radiculares.....	31
3.8.1	<i>Técnicas De Obturação Dos Canais Radiculares.....</i>	<i>31</i>
3.8.2	<i>Técnica da condensação lateral.....</i>	<i>31</i>
3.8.3	<i>Técnica do cone único.....</i>	<i>32</i>
3.8.4	<i>Injeção de gutapercha termoplastificada.....</i>	<i>33</i>
3.9	Análise estatística.....	34
3.10	Fluxograma.....	35
4	ARTIGO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICE A - Instrumento da pesquisa – informações das amostras na obturação com a câmera termográfica.....	59
	APÊNDICE B - Instrumento da pesquisa – informações das amostras na obturação com o termopar.....	60
	ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética.....	61
	ANEXO B - Normas para submissão: international endodontic journal.....	63

1 INTRODUÇÃO

A morfologia do sistema de canais radiculares é marcada por estreitamentos, irregularidades anatômicas, curvaturas e ramificações. O canal principal geralmente tem forma cônica e possui secção transversal oval, podendo ser dividido didaticamente em três porções ou terços: cervical, médio e apical. Estes condutos quando necessitam de terapia endodôntica, após modelação e antissepsia, devem ser selados tridimensionalmente, apical, coronal e lateralmente, com materiais inertes ou antissépticos que estimulem ou não interfiram no processo de reparo do periodonto apical (LEA et al., 2005).

A obturação do sistema de canais radiculares é uma das etapas importantes no tratamento. Após limpeza e modelação, a obturação de todo o sistema de canal radicular é necessária usando materiais de preenchimento adequados para evitar a reinfecção. Geralmente uma combinação de guta-percha como material do núcleo e um agente de selamento endodôntico são usados para preencher os canais radiculares (DIEGRITZ et al., 2020). O uso de cimento é necessário para preencher lacunas entre o material principal e as paredes do canal radicular. Sem o cimento, a ocorrência de espaços vazios na massa obturadora é maior (CAMILLERI et al., 2015).

Para um bom selamento, um bom material obturador de canal radicular deve ser bem adaptado às paredes do canal e suas irregularidades. Assim, todo o comprimento do canal é densamente compactado com uma massa homogênea de material de obturação. Por causa disso, a quantidade de material do núcleo obturador em si deve ser maximizada, minimizando o máximo possível a quantidade de agente utilizado no selamento (AL-AFIFI et al., 2016).

A qualidade de uma obturação de canal radicular é avaliada de acordo com duas variáveis técnicas principais: o comprimento do material obturador em relação ao ápice radiográfico e sua densidade (ausência de vazios dentro do material obturador) (POLYZOS et al., 2018).

Para adaptação desta massa obturadora nas diferentes variações anatômicas disponíveis, diferentes técnicas de obturação são propostas. A técnica de compactação ou condensação lateral de guta-percha tem se mostrado uma técnica de obturação muito popular e clinicamente eficaz, sendo ensinada na maioria das escolas de odontologia. Entretanto, a obturação final do canal radicular não representa uma homogeneidade. É apontado também que a compactação lateral da guta-percha pode resultar em fraturas radiculares verticais se forças de condensação excessivas forem utilizadas. Para evitar tais problemas, diferentes métodos de inserção/adaptação de guta-percha quente foram introduzidos (LIPSKI, 2006).

A técnica da condensação vertical foi desenvolvida para melhorar a qualidade da obturação em irregularidades do canal radicular. Nesta técnica, a gutapercha é amolecida pelo calor em diferentes tamanhos, tendo como principais vantagens uma melhor adaptação às complexidades do canal radicular, menor risco de formação de espaços vazios e um preenchimento sólido da massa obturadora (SAMSON et al., 2013).

A técnica de ondas contínuas é um método de obturação do canal radicular com gutapercha termoplastificada usando pluggers cônicos para compactar a gutapercha amolecida pelo calor no sistema de canal radicular (AMINSOBHANI et al., 2015).

Já a técnica de injeção de gutapercha termoplastificada é feita utilizando dispositivos especiais e compactada posteriormente a frio. Este sistema é constituído por uma unidade de controle e uma arma de mão que contém uma câmara rodeada por um elemento de aquecimento em que uma porção de gutapercha é carregada e aquecida a uma temperatura de, no mínimo, 160 °C. Quando plastificada, a gutapercha é injetada através das agulhas de prata no canal radicular e compactada verticalmente (LIPSKI et al., 2006).

A popularização da instrumentação automatizada com limas de conicidades maiores que as tradicionais em aço inoxidável fez surgir a técnica de obturação do cone único, que permite a utilização de apenas um cone de gutapercha com calibre e conicidade correspondente ao último instrumento utilizado para no preparo. O uso destes cones em conjunto com o cimento obturador pode fornecer vedação do canal radicular sem a exigência de cones acessórios. Além disso, esta técnica é considerada simples, rápida, com melhor adaptação com a parede dentinária do canal radicular e gera menos estresse para o paciente e profissional (CAVENAGO et al., 2012).

Apesar das diferenças quanto a técnica, todas as possibilidades para a obturação se mostraram com desempenho satisfatório quando bem executadas para o reparo do dente tratado endodonticamente (PENG et al., 2007; DEMIRCI e ÇALISKAN, 2016). A preocupação então recai sobre o conforto pós-operatório e a preservação do dente e das estruturas de suporte a longo prazo. O aumento da temperatura causado por algumas destas técnicas de obturação é irradiado para a superfície externa, mesmo a dentina possuindo baixa condutividade térmica. O ligamento periodontal e demais tecidos periodontais podem ter sua saúde prejudicada temporariamente ou permanentemente pela elevação da temperatura (HUTTULA et al., 2006).

A elevação da temperatura da dentina superior a 10°C da temperatura corpórea também dá início a alterações na microcirculação regional e isso gera danos ao tecido conjuntivo adjacente, podendo levar a periodontite crônica e reabsorção dentária. Esses danos são

reversíveis se tais temperaturas não excederem um aumento superior a 16°C (SAUNDERS et al., 1990).

Um maior aprofundamento nessa questão possibilitará aos profissionais da área uma maior eficiência no tratamento, unindo praticidade, previsibilidade e segurança, resultando em ganhos clínicos importantes sem trazer danos às estruturas de suporte.

1.1 Técnicas de obturação

A obturação do canal radicular deve ser hermética para garantir a erradicação dos microrganismos, prevenir a recolonização e evitar doenças periapicais subsequentes (KIERKLO et al., 2015).

A complexidade anatômica desse sistema de canais radiculares, caracterizada pela presença de irregularidades, ramificações e istmos, representa um desafio durante o tratamento endodôntico. A adaptação da massa obturadora é feita por uma interação física e química com a dentina. Essa interação física é estabelecida pela penetração do material no interior dos túbulos dentinários, criando retenções mecânicas e a interação química é caracterizada pela formação de ligações ao longo da interface cimento-dentina (ROIZENBLIT et al., 2019).

O objetivo da obturação é estabelecer uma barreira com o objetivo de proteger os tecidos perirradiculares de microrganismos que residem na cavidade oral. Embora um selamento hermético perfeito seja inatingível na realidade, todos os esforços e diferentes técnicas existem para atingir essa meta (TOMSON, POLYCARPOU e TOMSON, 2014)

A técnica de condensação lateral é o método de obturação do canal radicular mais comumente usada. Apesar do seu baixo custo e facilidade de utilização, apresenta uma capacidade de se ajustar ao sistema de canal radicular questionável, uma vez que são relatados problemas como ocorrência de espaços vazios, fusão incompleta dos cones de guta percha e possibilidade de trincas na raiz pelo uso do espaçador digital (CANAKCI, SUNGUR e ER, 2019).

A técnica da condensação/compactação vertical, atualmente conhecida como técnica de ondas contínuas, permite uma melhor adaptação do material obturador na região apical e nos casos de reabsorção radicular. Pode produzir excelentes resultados, mas requer uma destreza maior quanto a técnica e o investimento com o equipamento para a o corte e compactação da guta (TOMSON, POLYCARPOU e TOMSON, 2014).

Mais recentemente, a técnica de obturação com cone único recuperou popularidade. A capacidade de preparar o canal radicular com instrumentos de maior conicidade permitiu

adaptação de um cone cujo formato coincide com o diâmetro da lima apical memória. É uma técnica que requer menos arsenal, é mais fácil de executar e barata, porém é limitada a canais circulares (HERAN et al., 2019).

McSpaden (1980) introduziu o uso de instrumentos termocompactadores visando a plastificação da guta-percha. Estes instrumentos promovem a compactação lateral e apical do material obturador através da geração de calor pela transformação da energia cinética em térmica. Possui como vantagens não causar extrusão apical do material, reduzindo tempo de trabalho e o número de espaços vazios no material de obturação. Os termocompactadores foram modificados, podendo ser fabricados utilizando liga de níquel-titânio (NiTi) que fornecem uma maior flexibilidade e diminuem o risco de fratura durante a obturação. (VERSIANI, 2013).

A técnica termoinjetora utiliza gutapercha termoplastificada injetada com auxílio de aplicadores específicos no qual a massa obturadora preenche o canal de maneira incremental. É muito utilizada em casos difíceis, como reabsorções internas, canais curvos, dentes com ápice aberto, perfurações e canais calcificados. O controle do comprimento é, entretanto, sua maior desvantagem, com maiores chances de sub ou sobre obturação, além do custo extra com o equipamento termoinjetor (ANSARI, UMER e KHAN, 2012).

Quanto a adaptação da massa obturadora, pesquisas como a de Somma e colaboradores (2011) avaliaram por meio de imagens em microtomografia computadorizada (micro CT) a qualidade da obturação das técnicas com guta percha termoplastificada e a condensação lateral e mostraram que todas as técnicas produziram resultados semelhantes quando pensamos na porcentagem de preenchimento e distribuição de espaços vazios.

Kierklo e colaboradores (2015) avaliaram também por meio de micro CT os espaços vazios nas técnicas de obturação pelo método da condensação lateral e da guta percha termoplastificada e verificaram que em ambas as técnicas existem espaços vazios, mas que ambas podem ser utilizadas no tratamento endodôntico com sucesso clínico considerável.

Para Tomson e colaboradores (2014), nenhum sistema ou técnica de obturação é superior a outro e a seleção de caso em que cada técnica melhor se adapte pode ser importante.

Somma e colaboradores (2011) avaliaram por microtomografia a qualidade de obturações radiculares utilizando as técnicas obturadoras termoplastificadas de guta-percha (Thermafil e System B) e uma técnica de guta-percha fria (cone único). Trinta dentes humanos unirradiculares foram preparados, obturados com estas técnicas e levados ao aparelho de microtomografia. Os resultados não mostraram diferenças significativas entre estas, com todas as técnicas produzindo resultados comparáveis em termos de porcentagem de preenchimento e distribuição de espaços vazios.

Já Ho, Chang e Cheung (2016) compararam a densidade de obturações radiculares de guta-percha obturadas com a compactação lateral, compactação lateral ultrassônica e a compactação vertical. Foram analisados trinta molares inferiores que após a sua instrumentação, foram separados de acordo com o comprimento de trabalho e a curvatura da raiz. Para a análise não foi utilizado cimento para evitar a formação de espaços vazios e a qualidade da obturação foi avaliada com o auxílio da microtomografia. Foram encontradas diferenças entre a condensação lateral, a lateral ultrassônica e a vertical, mas não entre estas últimas. Foi verificada também uma maior densidade na compactação no sentido coronal (terço cervical) da massa.

Naseri e colaboradores (2014) avaliaram a qualidade de quatro técnicas de obturação com o auxílio da microtomografia. Um total de vinte molares superiores foi obturado com as seguintes técnicas: condensação lateral, condensação vertical, obtura II e gutta flow e o volume interno da obturação foi avaliado com microtomografia. Nesta pesquisa, os resultados mostraram que nenhuma técnica teve eficiência total quanto a evitar a formação de espaços vazios na obturação, mas tendo a gutta flow e a condensação lateral a maior e a menor formação de espaços, respectivamente.

Emmanuel e colaboradores (2013) avaliaram numa pesquisa in vitro a capacidade selamento apical de três técnicas de obturação através de uma análise espectrofotométrica. Um total de 120 dentes humanos maxilares anteriores permanentes foram selecionados e divididos em 3 grupos com base no método da técnica de obturação (condensação lateral, obtura II e thermafil). Após o preparo e obturação de todos os três grupos, os dentes foram imersos em uma versão corante aquoso de azul de metileno a 1% por um período de duas semanas e, em seguida, as amostras foram submetidas à análise espectrofotométrica. Os resultados mostraram que a técnica de obturação Thermafil mostra uma penetração média mínima do corante apical em comparação ao Obtura II e a condensação lateral; a condensação lateral mostra a penetração média máxima do corante apical em todos os três grupos e que não há diferença significativa entre a penetração apical do corante na condensação lateral e obtura II.

Pensando no sucesso do tratamento ao longo prazo com diferentes técnicas de obturação, Demirci e Çaliskan (2016) compararam o resultado do tratamento endodôntico usando thermafil e a técnica de obturação com condensação lateral a frio em dentes com lesões periapicais, investigando a influência na dor pós-operatória e os resultados do tratamento a longo prazo. Após o preparo, 112 dentes foram obturados com a técnica thermafil ou a condensação lateral durante duas sessões por um único operador. A dor pós-operatória, a duração da obturação e os resultados do tratamento foram registrados. Os dentes foram

revisados clínica e radiograficamente por dois anos. Na avaliação dos pacientes, durante o período de acompanhamento de dois anos, não houve diferença estatisticamente significativa na taxa de sucesso dos dentes tratados pelas duas técnicas.

Peng e colaboradores (2007), numa revisão sistemática com metanálise, avaliaram os resultados da obturação comparando a condensação vertical com a lateral. A partir da análise dos dez artigos encontrados na estratégia de busca, a presença de dor pós-operatória, os resultados a longo prazo e a qualidade da obturação foram semelhantes entre os dois grupos.

1.2 Consequências do aumento da temperatura da raiz

O calor empregado na raiz é transmitido para a superfície externa da raiz, mesmo a dentina radicular possuindo baixa condutividade térmica. O ligamento periodontal e demais tecidos periodontais podem ter sua saúde prejudicada pela elevação da temperatura e esse aumento pode ser danoso em temperaturas que variam de 6 a 19°C em relação a temperatura corpórea (37°C) (HUTTULA et al., 2006). Estipula-se que um aumento de temperatura da dentina superior a 10°C da temperatura corpórea dá início a alterações na microcirculação regional e isso gera danos ao tecido conjuntivo adjacente, podendo levar a periodontite crônica e a reabsorção dentária. Tais danos podem ser revertidos se tais temperaturas não excederem um aumento superior a 16°C (SAUNDERS, 1990).

Esse aumento da temperatura também acontece durante a obturação, uma vez que a guta-percha é aquecida dentro do conduto radicular, usando condensadores quentes manuais aquecidos a chama ou um dispositivo eletrônico que gera calor e o transmite através de pontas metálicas de vários tamanhos (VIAPIANA *et al.* 2014; ATMEH, HADIS e CAMILLERI, 2020). Hand e colaboradores (1976) observaram na sua pesquisa aumentos de temperatura 3 a 4°C na superfície externa durante a execução da técnica de ondas contínuas e Weller e Koch (1995) observaram variações na temperatura externa de até 5°C na técnica de injeção de guta-percha plastificada.

Nos casos de retratamento ou quando parte da obturação precisa ser removida para adequação do espaço para o pino, a diminuição da espessura radicular, além de tornar a raiz menos resistente a fratura, aumenta a capacidade de irradiação de calor, deixando a mesma mais sensível quanto as variações de temperatura (LERTCHIRAKARN, TIMYAM e MESSER, 2002).

Diegritz e colaboradores (2020) avaliaram o aumento da temperatura na superfície da raiz após aplicação de calor em três técnicas de obturação. Quarenta e cinco dentes pré-molares

foram aleatoriamente divididos e foi observado um aumento da temperatura, que iam de 48 até 84 graus.

Donnermeyer, Schafer e Burklein (2018) avaliaram o desenvolvimento da temperatura em obturações durante diferentes técnicas de obturação em um sistema fechado, simulando as estruturas biológicas circundantes à temperatura corporal. Os canais radiculares de 48 caninos superiores uniradiculares humanos foram instrumentados com ProTaper Gold até a lima de tamanho F3 e na face vestibular de cada raiz, canais laterais artificiais com diâmetro de 0,5 mm foram “construídos” a uma distância de 3, 6 e 9 mm do forame apical para que termopares tipo K fossem inseridos por meio de tubos plásticos. As raízes foram posicionadas em frascos plásticos preenchidos com alginato e os canais radiculares foram obturados pelas: técnica de ondas contínuas, obturação com Thermafil e obturação de cone único à temperatura corporal, com cimento AH Plus. A medição da temperatura durante o procedimento de obturação foi avaliada por termopares. Em um sistema fechado com tecidos circundantes simulados a 37°C, a técnica de ondas contínuas produziu aumentos maiores na temperatura, com um máximo de até 19,1°C.

García-Cuerva e colaboradores em 2017 observaram que o aumento externo da temperatura pode ser significativo e capaz de gerar danos ao periodonto quando instrumentos rotários de aço inox em baixa rotação, como as brocas de Gates, muito usadas para desobturação, são utilizados.

1.3 Influência da temperatura nas propriedades da guta e do cimento

Durante a obturação, o aumento da temperatura pode influenciar nas características dos materiais obturadores, com consequências para o tratamento. O crescente uso de técnicas de obturação a quente durante o tratamento endodôntico gerou em Atmeh e colaboradores (2017) um maior interesse direcionado para a compatibilidade dos cimentos com o calor. Na pesquisa, foi avaliado o efeito da duração e temperatura da aplicação de calor em cimentos à base de resina epóxi e silicato de cálcio usando análises químicas e termogravimétricas. Amostras recém-misturadas de cimento foram aquecidas a 200 °C ou 250 °C por 30 ou 60 segundos em conjunto com amostras examinadas sem exposição ao calor. Análises espectroscopias foram realizadas para comparar valores de picos mensuráveis a análise termogravimétrica (TGA) usada para avaliar o efeito do calor na mudança de massa onde os cimentos foram aquecidos a 250 °C a uma taxa de 20 °C/min (duração de 11 minutos) ou mantidos a 37 °C por 8 horas. Não foram detectadas diferenças entre todos os espectros das amostras de silicato de cálcio dos

diferentes grupos, enquanto a TGA revelou 15% e 18% de perda de peso ao aquecimento a 250 °C e 37 °C, respectivamente. A duração e a temperatura da aplicação de calor podem afetar a estrutura química dos cimentos de resina epóxi. A consideração da compatibilidade do cimento endodôntico, bem como a duração da aplicação de calor, é essencial quando a obturação vertical quente é usada.

Aksel e colaboradores avaliaram em 2021 o efeito da aplicação de calor nas propriedades físicas e na estrutura química de cimentos à base de silicato de cálcio utilizados na obturação endodôntica. Os cimentos AH Plus, BioRoot RCS (BioRoot), Endosequence BC (Endosequence) e HiFlow BC (HiFlow) foram colocados a 37°C ou submetidos a aquecimento a 200°C por 10 ou 30 s, seguido de incubação a 37°C em uma incubadora umidificada durante os experimentos. Foram avaliados o tempo de presa, a viscosidade, o fluxo e as mudanças na estrutura química. Uma análise termogravimétrica também foi usada para avaliar a mudança de peso (%) dos cimentos após aquecimento da temperatura ambiente até 37°C ou 200°C a uma taxa de 20°C/min. Os dados foram analisados e foi visto que a aplicação de calor prolongou o tempo de presa para Endosequence e HiFlow, mas resultou em uma presa mais rápida de AH Plus e BioRoot. A maior vazão e menor viscosidade foram observadas no HiFlow em alta temperatura, enquanto a menor vazão com maior viscosidade e maior perda de peso foram observadas no BioRoot após aplicação de calor. Os espectros de FTIR não demonstraram alterações nos grupos funcionais após a aplicação de calor, exceto pelo forte pico de absorção de H-O-H correspondente à água no BioRoot. Os cimentos endodônticos podem ser usados com técnicas de obturação, mas a aplicação de calor resultou em pequenas alterações em suas propriedades físicas, incluindo tempo de presa, fluxo, perda de peso e propriedades químicas.

Viapiana e colaboradores (2014) avaliaram o calor gerado durante a compactação vertical da guta-percha e a investigação das mudanças de temperatura na superfície externa da raiz durante a obturação do canal, além das mudanças químicas dos cimentos endodônticos induzidas pelo calor. Foram utilizados quatro cimentos: AH Plus, MTA Plus e dois outros cimentos experimentais à base de silicato de tricálcio. As temperaturas externas geradas na superfície radicular durante a compactação vertical a quente da guta-percha com diferentes cimentos dentro do canal radicular foram monitoradas por meio de uma câmera termográfica infravermelha e as alterações químicas induzidas pelo aquecimento dos cimentos foram avaliadas por espectroscopia de infravermelho. Foi visto que os cimentos reduziram o calor gerado nas superfícies externas da raiz durante a fase de aquecimento e que o AH Plus sofreu alterações em sua estrutura química após exposição ao calor, enquanto os outros cimentos não foram afetados. Os cimentos endodônticos reduziram a dissipação do calor gerado durante a

compactação vertical quente, com a temperatura na superfície externa da raiz mantida em 37-41°C, temperatura abaixo daquela necessária para causar danos irreversíveis ao osso e ao periodonto. O uso do cimento AH Plus durante as técnicas de compactação vertical quente resulta em alterações químicas no cimento. O efeito nas propriedades do selante precisa ser melhor investigado.

Camilleri em 2015 investigou a adequação de cimentos selecionados com diferentes técnicas de obturação que utilizassem guta-percha aquecida. Foram utilizados os cimentos Septodont numa composição especial, MTA Fillapex, Apexit Plus e AH Plus na pesquisa. Foi realizada uma microscopia eletrônica de varredura e uma análise espectroscópica de dispersão de energia para analisar o efeito da temperatura durante a técnica de compactação vertical, testando as propriedades dos cimentos após 1 minuto a 100 °C ou 37 °C. Os produtos de reação após a fixação foram avaliados quanto a alterações no tempo de presa, fluxo e espessura do filme. Foi visto que a escolha do cimento deve ser considerada ao selecionar a técnica de obturação, sendo o Septodont mais recomendado para obturações “frias”, enquanto o MTA Fillapex e Apexit Plus foram adequados com técnicas de obturação de guta-percha quente.

Já Roberts, Kirkpatrick e Bergeron (2017) avaliaram a estabilidade térmica de 23 materiais de obturação endodôntica comercialmente disponíveis. Por meio de uma análise por varredura térmica, os materiais foram avaliados com temperaturas que iam de 25 até 230°C, buscando ver alterações nos materiais nestes aumentos bruscos de temperatura. Foi visto que o comportamento térmico foi dependente do material, porém todos demonstraram estabilidade em temperaturas superiores às experimentadas durante as técnicas de condensação vertical quente.

1.4 Análise da temperatura

A termografia é um método de análise por imagem não ionizante e não invasiva, que capta e registra a distribuição térmica, possibilitando a medição de temperaturas e a observação de padrões de distribuição de calor em diversos sistemas. Ela utiliza câmeras térmicas que possuem a capacidade de detecção da radiação infravermelha emitida por objetos, transformando em imagens denominadas termogramas que são geradas em tempo real. Existe uma vasta gama de aplicações da termografia, tais como no segmento militar, medicina humana, medicina veterinária, industrial e engenharia civil. É um método capaz de produzir imagens precisas, em virtude da alta resolução das imagens geradas pelos aparelhos atuais,

permitindo assim medições realistas de estruturas quando os reflexos são evitados e a temperatura ambiente é mantida constante (PERRY et al., 2013; MOON, 2014).

O termopar é o sensor utilizado para a medição da temperatura nas análises de temperatura. Seu funcionamento se deve ao “Efeito Seebeck”, que ocorre quando dois fios de metais diferentes são unidos em ambas as extremidades e uma destas é aquecida, gerando um fluxo de corrente contínua no circuito termoelétrico. Este sensor deve ser ligado a um termômetro termopar ou outro dispositivo com capacidade para registrar dados. Os termopares são conhecidos por sua versatilidade e utilizados em uma ampla gama de aplicações, desde um termopar de uso industrial ao encontrado em utilitários e aparelhos elétricos. As diferentes combinações de metais resultam em diferentes sensores com intervalos de temperatura específicos e os mais comuns são J, K, T e E (SCERVINI, 2009).

A termografia enquanto método de análise térmica permite uma reprodutibilidade mais fidedigna em comparação com métodos de análise que utilizam termopar e termômetros, que limitam a aferição de temperatura a um ou poucos pontos, não fornecendo um panorama mais amplo do quadro (MARROQUIN et al., 2015).

Nas ciências da saúde, a termografia proporciona informações sobre a microcirculação na pele, permitindo estudar a extensão das alterações funcionais, nervosas e vasculares geradas por processos inflamatórios, distúrbios endócrinos ou oncológicos (HADDAD et al., 2012; DIBAI-FILHO et al., 2014; MELO et al., 2019).

Dentro da Odontologia, avaliaram-se variações de temperatura no cimento/dentina radicular durante diversas etapas do tratamento endodôntico e protético (HUSSEY et al., 1997; KILIC et al., 2013; GOKTURK et al., 2015; ÖZKOÇAK et al., 2015; MARROQUIN et al., 2015; DIEGRITZ et al., 2019) e no diagnóstico de processos inflamatórios (ABOUSHADY et al., 2021).

Hussey e colaboradores já em 1997 avaliaram por termografia dentes preparados para receber pinos com brocas largo 2 e 3 e verificaram um grande aumento da temperatura na superfície externa da raiz.

Kilic e colaboradores em 2013 avaliaram por termografia o aumento da temperatura de dentes com diferentes morfologias do canal radicular. Este estudo incluiu 42 pré-molares inferiores humanos uni radiculares, com raízes escaneadas em tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para determinar a morfologia do conduto; a amostra foi dividida em grupo 1, tendo o sistema de pinos de fibra circular (D.T. Light-Post); grupo 2, sistema de pino de fibra oval (Ellipson Post). Os espaços dos pinos foram preparados usando uma broca circular de fibra e uma ponta ultrassônica diamantada com seção oval sob resfriamento a água até que os espaços

dos pinos de 9 mm fossem obtidos. Os aumentos de temperatura foram significativamente maiores com o sistema de pino de fibra circular do que com o sistema de pino de fibra oval, tornando preferível o uso de pinos de fibra circulares.

Özkoçak e colaboradores em 2015 avaliaram o aumento da temperatura na superfície externa da raiz durante o tratamento endodôntico com diferentes sistemas rotatórios. Cinquenta incisivos inferiores foram selecionados, explorados com limas Headstroem de tamanho #20 e posteriormente instrumentados com as limas OneShape, Reciproc e WaveOne. As temperaturas foram mensuradas e durante o preparo, as mudanças de temperatura foram medidas no terço médio das raízes usando um termômetro infravermelho sem contato. Os dados de temperatura foram transferidos do termômetro para o computador e observados graficamente. Observou-se um maior aumento de temperatura pelas limas Reciproc e WaveOne com relação a OneShape, mas sem diferenças entre elas, porém um aumento pequeno, podendo ser recomendado para uso clínico.

O aumento da temperatura durante o preparo da raiz para adaptação de pinos foi observado por Gokturk e colaboradores em 2015 ao utilizar um termômetro infravermelho para verificar o comportamento de seis brocas próprias para colocação de pino diferentes. Sessenta dentes foram divididos em seis grupos com dez dentes, preparados endodonticamente e a temperatura foi mensurada com um termômetro infravermelho com sensibilidade de até 0,1 graus. A pesquisa mostrou que apesar do resfriamento, todos os espécimes apresentaram aumento da temperatura.

Aboushady e colaboradores em 2021 procuraram, com o auxílio da termografia, avaliar a validade desta, comparada com o padrão de referência, para o diagnóstico de lesões inflamatórias periapicais e avaliar as faixas de temperatura para pulpite aguda com periodontite apical, abscesso periapical agudo e abscesso periapical crônico. As condições foram diagnosticadas clínica e radiograficamente e os dados termográficos foram adquiridos usando a câmera infravermelha FLIR E-5. As imagens térmicas extraorais foram obtidas da frente e dos lados direito e esquerdo de pacientes com a boca fechada, e uma imagem térmica intraoral foi feita na perspectiva palatina. Foi calculada a concordância nos diagnósticos a partir da combinação das avaliações clínica e radiográfica e da avaliação termográfica. Foram avaliados 80 pacientes e os resultados mostraram que a termografia é uma abordagem eficaz, quantitativa e não ionizante que pode ser utilizada para o diagnóstico de lesões inflamatórias periapicais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a variação do comportamento térmico da superfície externa de raízes dentárias submetidas a diferentes técnicas de obturação endodônticas, observando a variação de temperatura dessas raízes durante e após o procedimento.

2.2 Objetivos específicos

Analisar, determinar e comparar a variação de temperatura do remanescente radicular nos terços cervical, médio e apical nos diferentes tempos do estudo em cada técnica de obturação (condensação lateral, cone único e termoinjetora);

Observar a variação de temperatura imediatamente após execução das técnicas de obturação com a guta-percha no remanescente radicular e o seu declínio em diferentes intervalos de tempo.

3 METODOLOGIA

3.1 Aspectos éticos

Seguindo os preceitos estabelecidos pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Ministério da Saúde), este estudo foi registrado na Plataforma Brasil e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba (CAAE: 55560421.4.0000.5187/Número do Parecer: 5.228.526).

3.2 Tipo e local do estudo

Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, desenvolvido na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB - Departamento de Odontologia, no qual foi realizada a seleção das amostras e preparo dos dentes nos Laboratórios de Prótese e Dentística. Já no Laboratório de Termografia foram realizadas a aquisição dos termogramas e mensurações da temperatura por meio do termopar durante a execução das técnicas de obturação endodôntica.

3.3 Amostra

A pesquisa foi realizada correspondendo a análise térmica das técnicas de obturação endodônticas. Todos os dentes da amostra tiveram suas superfícies radiculares limpas com auxílio de cureta periodontal, foram esterilizados em autoclave e armazenados em solução salina NaCl 0,9%. A observação dos critérios de inclusão e exclusão foi realizada utilizando radiografias periapicais digitais (Acteon – Microimagem, Indaiatuba, SP, Brasil).

Foram selecionados quarenta e cinco pré-molares inferiores com rizogênese completa (quinze por grupo), com canais radiculares únicos e com $\leq 5^\circ$ de angulação. Adotou-se como critérios de exclusão a presença de nódulos pulpare, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio ou fratura radicular. Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos e foram obturados durante a aquisição dos termogramas.

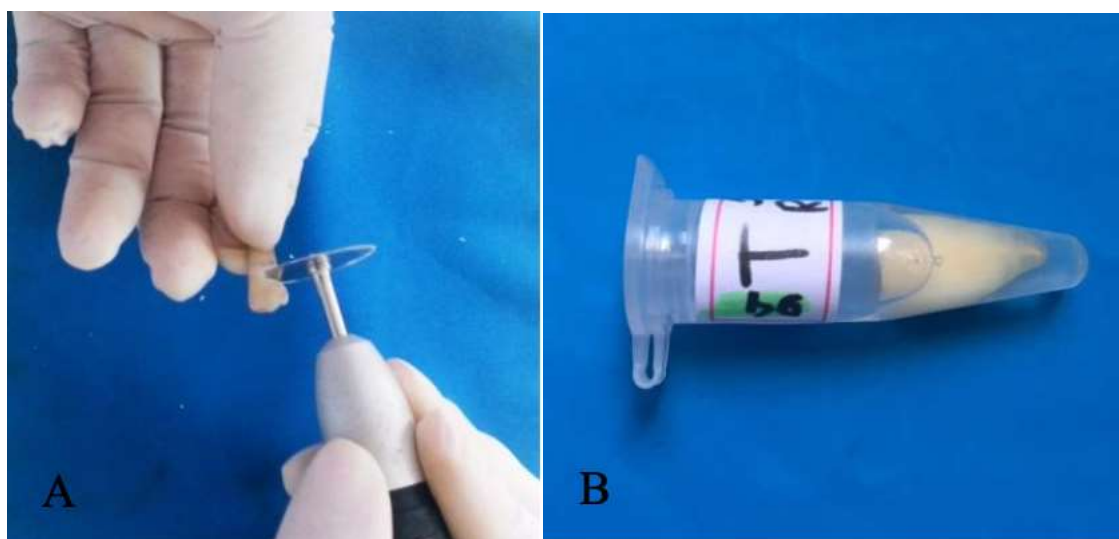
3.4 Preparo da amostra

Os espécimes selecionados tiveram sua porção coronária removida por meio de um corte perpendicular ao longo eixo da raiz, na altura da junção amelocementária com auxílio de um

disco diamantado (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Agerskov, Dinamarca) e micromotor elétrico (LB 100, Beltec, Araraquara, SP, Brasil). Os dentes ficaram presos a um suporte para que o corte acontecesse da maneira mais precisa possível. Em seguida, os dentes foram inseridos separadamente em tubos de polipropileno tipo Eppendorf (Micro Test Tubes 3810X standard - Eppendorf do Brasil Ltda, São Paulo, SP, Brasil) com solução salina de NaCl 0,9% trocada semanalmente, onde ficaram armazenados nos intervalos das etapas da pesquisa. Os dentes e tubos foram identificados numericamente, quanto ao comprimento de trabalho (CRT), instrumento memória e técnica de obturação utilizados na amostra.

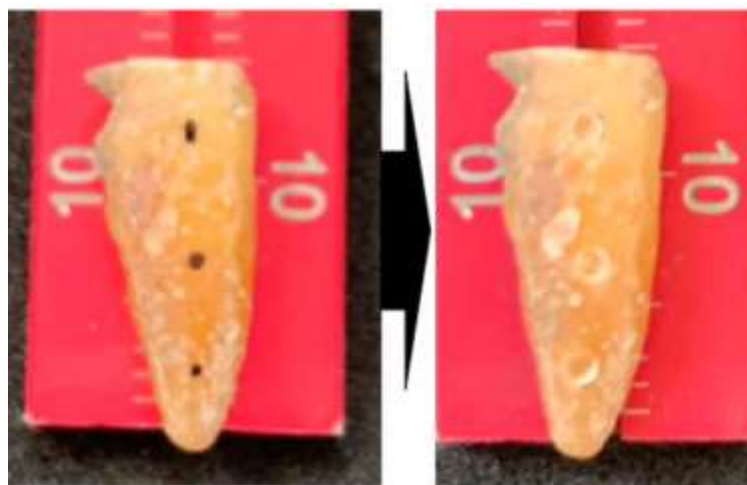
O comprimento de trabalho foi estabelecido como sendo igual ao comprimento real do dente (CRD) subtraindo 1 milímetro (mm), ou seja, o limite apical de instrumentação e obturação foi estabelecido como CRD – 1mm. Tal medida visou fornecer condições de análise semelhante entre os métodos de imagem utilizados. Visando fixar as extremidades sensíveis dos termopares, desgastes esféricos foram realizados nas faces linguais com broca diamantada nº1014 (KG Sorensen, Zenith Dental ApS, Agerskov, Dinamarca). Os pontos foram mensurados e demarcados de modo equidistante nos três terços dos dentes com profundidade aproximada de 1mm.

Figura 1 – A: Corte da porção coronária na junção amelocementária facilitando padronização da instrumentação e execução das técnicas de obturação. **B:** Raiz armazenada em solução salina 0,9%, contida no tubo Eppendorf etiquetado



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 2 - Desgastes esféricos nos terços cervical, médio e apical na face lingual das amostras



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.5 Instrumentação do canal radicular

O canal radicular foi irrigado com 2ml de hipoclorito de sódio a 2,5% (Ciclo farma, Serrana, SP, Brasil) com auxílio de uma seringa para irrigação (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha Endo-Enze (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Limas manuais número 10 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram introduzidas até o forame apical e a medida encontrada, referente ao comprimento real do dente (CRD), foi subtraída 1mm, estabelecendo então o comprimento real de trabalho ($CRT = CRD - 1,0mm$). Essa informação foi então etiquetada no tubo Eppendorf utilizado para armazenar o dente.

Para preparo do canal radicular foi utilizada a lima de NiTi Reciproc (VDW, Munique, Alemanha), de uso único e com preparo realizado com um instrumento em movimento oscilatório/reciprocante, realizando uma rotação de 150° no sentido anti-horário (direção de corte) e 30° no sentido horário (KIM et al., 2012; PEDULLÁ et al., 2013).

Com o canal devidamente irrigado, a escolha do instrumento Reciproc utilizado seguiu as recomendações do fabricante. Este orienta a inserção de lima tipo K para seleção. Para isso, um instrumento manual número #30 foi inserido passivamente até a região apical. Com a lima alcançando o comprimento do dente, o canal radicular era considerado amplo e um instrumento R50 (50.05) selecionado. Nos casos em que essa lima não alcançou de forma passiva a região apical, uma lima manual número #20 foi inserida. Se esta alcançasse a região apical, o canal era considerado médio e um instrumento R40 (40.06) selecionado. Caso essa lima não tivesse alcançado de forma passiva a região apical, uma lima manual número #10 seria inserida. Se

esta alcançasse a região apical, o canal seria considerado estreito e um instrumento R25 (25.08) selecionado.

O acionamento do sistema reciproc foi realizado nesta pesquisa por meio da utilização do contra-ângulo sirona (SN 25185, VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micromotor SMR 114058 (VDW GmbH, Munique, Alemanha), que foi conectado ao motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha). Este motor elétrico possui velocidade e torque calibrados automaticamente para o sistema reciproc.

Quanto à cinemática de movimento, seguiu a indicação do fabricante de utilização passiva, em movimentos de bicada, com avanços lentos até atingir o comprimento real de trabalho. Após alcançar o comprimento desejado, foram feitos movimentos de pincelamento em todas as paredes do canal radicular para remoção de todo conteúdo presente. Nesta etapa, a irrigação foi constante, sendo realizada a cada cinco movimentos de bicada e/ou pincelamento. Em cada irrigação, 5 ml de hipoclorito de sódio foram utilizados.

Finalizada a instrumentação, os condutos radiculares passaram por uma irrigação final com 2ml de ácido etileno diamino tetracético (EDTA) a 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica Ltda, Ibiporã, PR, Brasil), por 3 minutos, sendo agitado com o auxílio de uma lima manual tipo k 10, seguido por nova irrigação com 5ml de hipoclorito de sódio a 2,5%.

Após a instrumentação, as amostras foram aleatoriamente divididas em três grupos testes de acordo com cada protocolo de obturação. Cada grupo foi composto por quinze dentes, com as dimensões específicas de instrumentação e obturação descritos em instrumento de pesquisa.

Figura 3 - Instrumentação com limas Reciproc R25/R40/R50 e motor elétrico VDW Silver



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.6 Análise por termografia infravermelha

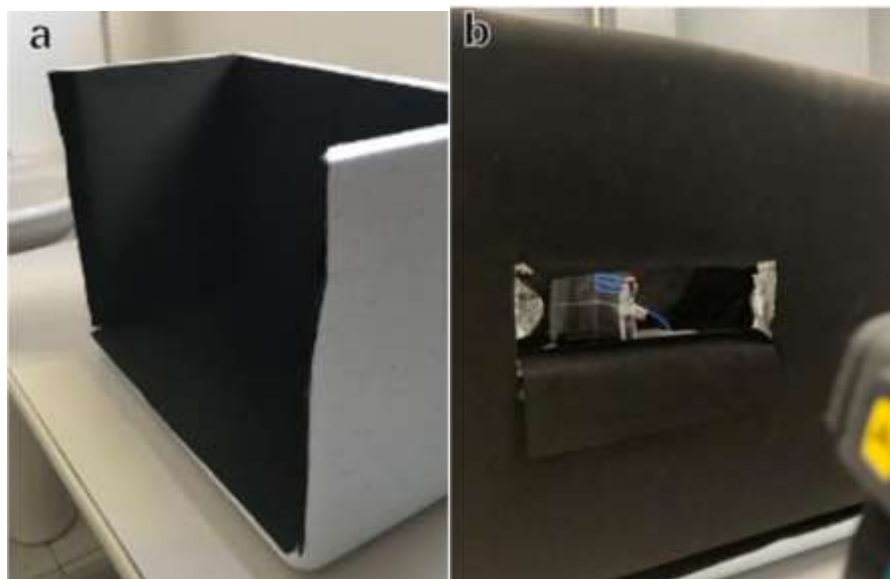
A aquisição dos termogramas foi realizada por uma câmera portátil de sensor infravermelho FLIR modelo T650sc *Infrared* (Flir, Wilsonville, Oregon, USA), com lente de 25 mm e resolução espacial de 640 x 480 pixels. Esta foi fixada em tripé (Manfrotto 055 – Cabeça de tripé manfrotto MH804-3W) para realização das imagens. As aquisições foram realizadas no Laboratório de Termografia Infravermelha (Departamento de Odontologia - UEPB) com temperatura do ambiente padronizada. Para isso, foi utilizado um termohigrômetro digital (MT-242, Minipa, São Paulo, Brasil), monitorando a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar, que foram mantidas, respectivamente, entre 16°C e 40 a 60%.

O laboratório possui ar-condicionado com capacidade térmica suficiente para o tamanho deste e a direção do ar frio não ficou direcionada diretamente para as amostras, evitando resfriamento maior que a temperatura ambiente. Além disso, o ambiente não possui janelas e utiliza lâmpadas fluorescentes para iluminação. No máximo três pessoas permaneceram na sala no momento da aquisição para evitar o risco de aumento da temperatura ambiente.

3.6.1 Barreiras isolantes e fixação da amostra

Visando eliminar interferências térmicas externas nas amostras, foi utilizado um dispositivo que permitiu a proximidade do operador durante a realização dos experimentos sem interferir na temperatura obtida. Este dispositivo consistia em uma caixa térmica de placas de poliestireno expandido (isopor) com um dos seus lados removidos e suas paredes internas revestidas como uma camada de papel alumínio recoberto por E.V.A preto (FIGURA 4a). Assim, foi formada uma barreira térmica isolante contra possíveis fontes externas de calor, fazendo com que nenhuma imagem fantasma fosse formada ou refletida no momento do exame. Para delimitar o campo de visão apenas para a amostra na porção lateral, outrora removida, foi feita uma abertura retangular e em seguida realizado o mesmo revestimento descrito anteriormente (FIGURA 4b).

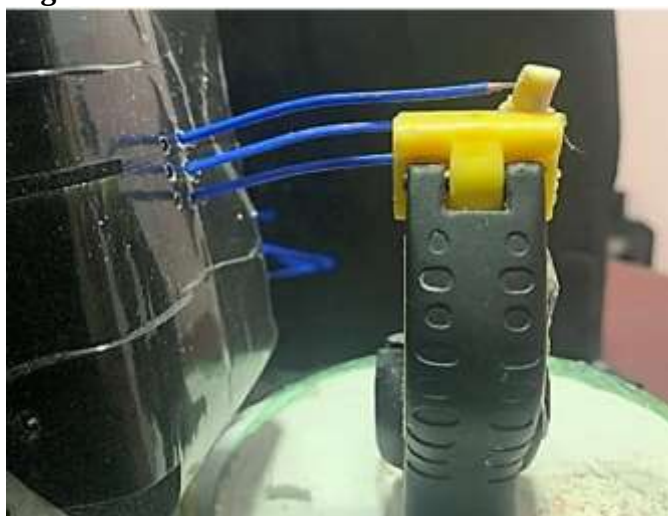
Figura 4 – A: Caixa térmica adaptada para realização de imagens térmicas. **B:** Janela de visualização



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Para fixação da amostra na posição ortorradial em relação a câmera térmica, foi utilizado um alicate de marceneiro plástico. Este possui sua porção de fixação reta com estrias antiderrapantes. O alicate foi inserido em uma base de gesso tipo 1 contido pela porção inferior de uma garrafa pet. O conjunto foi inserido em um cilindro de isopor com sua porção externa revestida por papel alumínio e E.V.A., como descrito anteriormente (FIGURA 5).

Figura 5 - Amostra fixada



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.6.2 Aquisição dos termogramas

A câmera térmica foi posicionada a 30cm das amostras. Tal distância foi estipulada por ser a mínima descrita pelo fabricante capaz de manter alta resolução e precisão para a lente selecionada (FIGURA 6).

Visando permitir uma análise térmica dependente do tempo, a câmera foi programada com pontos demarcados nos três terços da raiz, registrando em tempo real, através de uma filmagem externa, o comportamento da raiz durante a obturação. Foram fixados como parâmetros na câmera térmica: distância 0 cm, correspondente a menor distância possível permitida pela lente; emissividade de 0,98 estipulada para tecidos humanos e a umidade relativa em 44%.

Figura 6 - Distância da lente à amostra.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.6.3 Aquisição das temperaturas

Os vídeos referentes para mensuração das temperaturas foram adquiridos durante a execução das técnicas de obturação. Na câmera termográfica, foram selecionados três pontos demarcados nos terços previamente marcados com broca nos dentes. Com estes pontos selecionados, a câmera conseguia mensurar em tempo real as temperaturas dos pontos. Durante as obturações, tanto a câmera quanto o termopar foram filmados. Foram coletadas as temperaturas iniciais, as maiores temperaturas registradas, a variação entre estas e as

temperaturas dos dentes em diferentes intervalos de tempo após a obturação (30, 60, 90, 120 e 150 segundos) (QUADRO 1).

Quadro 1 - Dinâmica de aquisição dos intervalos de temperatura sob estudo.

DENTE	TAMANHO (CRD)	INSTRUMENTO APICAL FORAMINAL	INSTRUMENTO MEMÓRIA	TÉCNICA DE OBTURAÇÃO	TEMPERATURA INICIAL	T30	T60	T90	T120	T150
I						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
II						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
X						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.7 Análise térmica com uso de termopares

Na análise termográfica utilizando termopares, foi utilizado um termômetro digital de quatro canais (RDXL4SD, Omega Engineering, USA), no qual foram conectados três termopares tipo K. Os termopares possuíam uma resolução de 0,1°C no intervalo de temperatura entre -50,0 a 999,9°C e registraram as mesmas informações que a câmera termográfica.

3.7.1 Aquisição das temperaturas

Visando manter os termopares em posição para que não interfissem nas imagens térmicas, foi elaborado um retângulo de isopor isolado termicamente com três orifícios feitos em linha reta na vertical e equidistantes entre si, capazes de deixar os sensores estendidos e sua porção sensível aprisionada no orifício circular confeccionado nas amostras. Um eletrodo do termopar foi inserido em cada furo e conectado aos terços dos dentes (FIGURA 7a).

O termômetro foi posicionado externamente à caixa de análise e filmado (FIGURAS 7b e 7c). O início da filmagem e o fim foram idênticos aos da filmagem das imagens térmicas e os vídeos gerados foram assistidos e as temperaturas de interesse anotadas no instrumento de pesquisa (FIGURA 7d) (APÊNDICE B).

Figura 7 – **A:** Posicionamento dos termopares na amostra. **B:** termopares transpondo a caixa de análise e ligados ao termômetro. **C:** Termômetro exibindo a temperatura local dos três terços do dente. **D:** Gravação em vídeo do termômetro



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.8 Obturação dos canais radiculares

3.8.1 Técnicas de obturação dos canais radiculares

Após a instrumentação do canal radicular, os dentes foram divididos em três grupos e foram submetidos aos protocolos de obturação. Todos os protocolos utilizaram cones de papel absorvente do sistema reciproc que possuem mesma conicidade dos instrumentos utilizados, seja R25, R40 ou R50 (VDW gmbh, Munique, Alemanha) e cimento resinoso AH plus (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), com sua manipulação seguindo as recomendações do fabricante.

3.8.2 Técnica de condensação lateral

Na condensação lateral foi preconizada a utilização de cones de guta-percha que utilizam conicidade ISO (.02). Desta forma, o cone principal foi selecionado de acordo com o instrumento memória. Assim, cones de conicidade 25.02, 40.02 ou 50.02 foram selecionados de acordo com a instrumentação e medidos seguindo o comprimento de trabalho do dente, comprovando se estão adequados pela realização da obturação. Os cones acessórios (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram selecionados de acordo com espaçador e o espaço a ser preenchido.

Com o canal seco, o cimento foi aplicado com o próprio cone nas paredes do canal e espalhado em seguida nos cones que foram utilizados. O espaçador de NiTi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) penetrou o mais próximo possível do comprimento total de trabalho, conferindo espaço adequado aos cones acessórios que forem inseridos em seguida. O

processo repetiu-se até o preenchimento da porção cervical. O excesso de guta-percha na região cervical foi removido com calor e a porção coronária compactada com calcador frio apropriado (Odous de Deus, Belo Horizonte, Brasil) (FIGURA 8).

Figura 8 - Materiais utilizados na condensação lateral

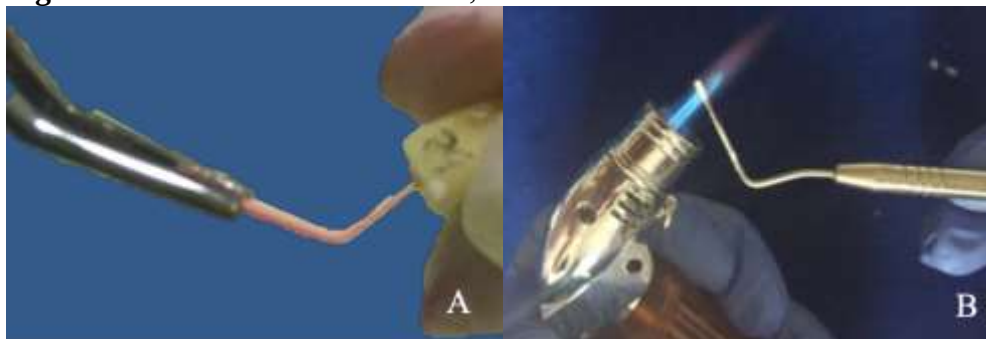


Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.8.3 Técnica do cone único

A execução da técnica se deu pela adaptação de um cone de tamanho e conicidade idênticos ao instrumento utilizado no preparo mecânico (25.08, 40.06 ou 50.05). Com o conduto seco, foi realizado o pincelamento do cimento nas paredes do conduto com o próprio cone e, em seguida este foi inserido no comprimento real de trabalho. O cone de guta percha foi removido com calor e a massa plástica foi compactada verticalmente com calcador frio (FIGURA 9).

Figura 9 – A: Prova do cone no CT; B: Calcador em rubro



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.8.4 Injeção de gutapercha termoplastificada

Os dentes obturados pelo método injetor receberam o cimento obturador com o auxílio de um cone principal da série ISO referente ao instrumento memória. Depois, o bastão de gutapercha foi colocado no aparelho termoinjetor (Mk Life, Porto Alegre, RS, Brasil) e o mesmo aquecido de maneira automática até 180 graus celsius, conforme orientação do fabricante. Quando o aparelho sinalizava que estava pronto para a obturação, o material obturador plástico saía por uma ponta aplicadora própria, preenchendo o canal em terços de forma incremental, do terço apical até o terço cervical, na altura da saída da raiz. Após obturação finalizada, a massa plástica era compactada verticalmente com calcador frio (FIGURA 10).

Figura 10 - A: Aparelho Termoinjetor; **B:** Ponta de Aplicação

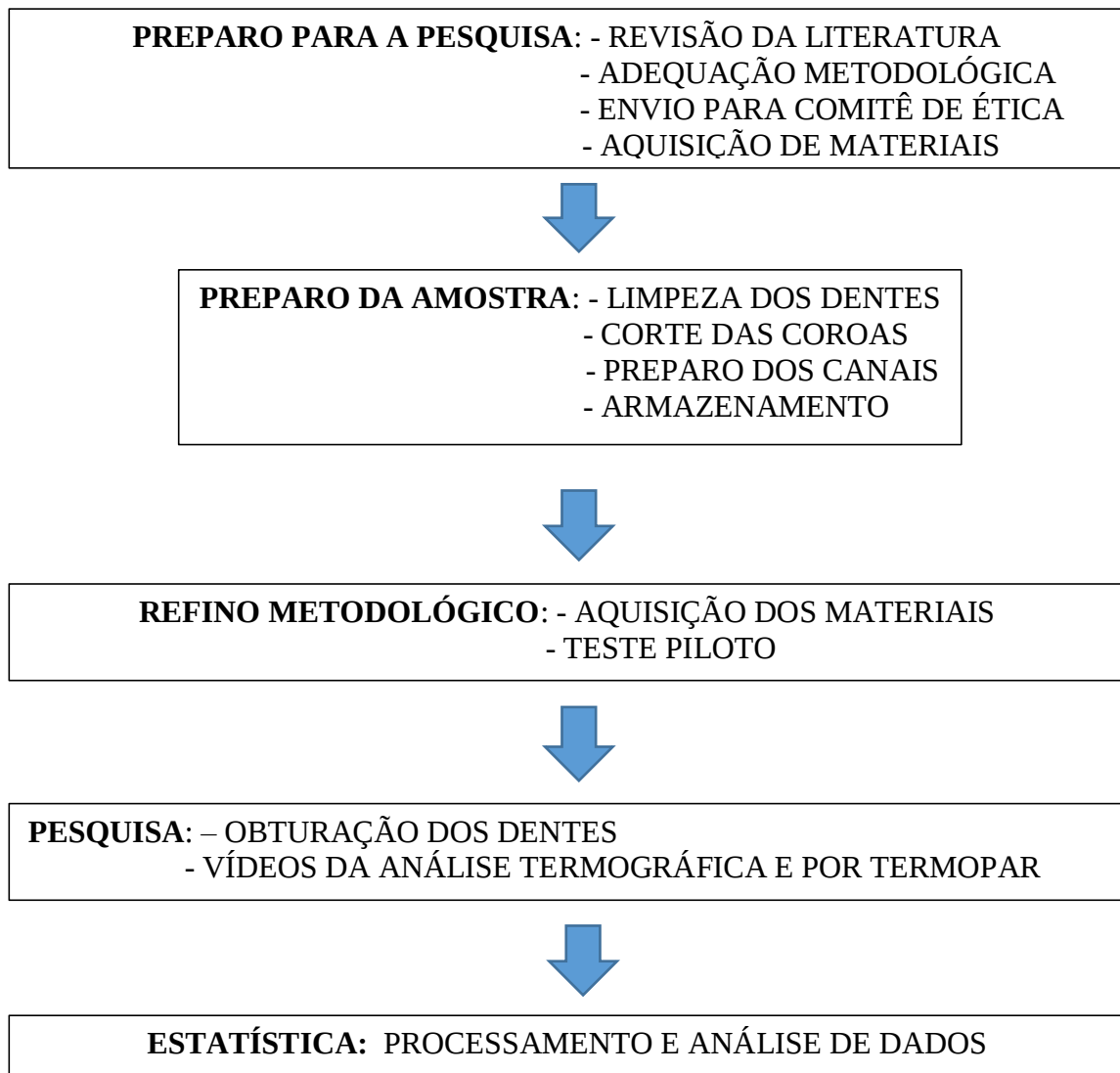


Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

3.9 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente usando o programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, v. 21.0, IBM, Chicago, IL, EUA) para Windows. Uma distribuição gaussiana foi testada usando o teste de Shapiro-Wilk e uma análise QQ-plot. O teste de Levene foi utilizado para comprovar a homogeneidade da variância e a temperatura avaliada, tanto por termopar quanto por análise termográfica infravermelha, foram as variáveis dependentes. Os dados seguiram uma distribuição gaussiana e uma homogeneidade de variância. A estatística exploratória consistiu na média e no desvio padrão. Um modelo linear geral / análise de variância de modelo misto de três vias (ANOVA) foi usado para testar o fator intra-sujeitos (tempo: temperatura ao longo do tempo) e dois fatores entre-sujeitos (Técnica de Preenchimento e Região Anatômica) e a interação entre esses fatores. Os resultados do teste de esfericidade de Mauchly e do teste M de Box foram utilizados para avaliar as premissas da ANOVA: esfericidade e suposição de homogeneidade de múltiplas matrizes de variância-covariância, respectivamente. A violação da esfericidade de Mauchly ($p < 0,05$) foi corrigida usando a correção de Greenhouse-Geisser devido a Greenhouse-Geisser epsilon (inferior a 0,75, para ambas as análises). Além disso, os principais efeitos de interação foram testados para comparações de grupo e tempo. O ajuste de Bonferroni foi aplicado para comparações múltiplas.

3.10 Fluxograma



4 ARTIGO

EXTERNAL ROOT THERMAL ANALYSIS OF THREE DIFFERENT OBTURATION TECHNIQUES

José Cordeiro Lima Neto – State University of Paraíba, Campina Grande – PB, Brazil

Fernanda Clotilde Mariz Suassuna – FACEME/FACENE, Joao Pessoa- PB, Brazil

Diego Bezerra da Silva– State University of Paraíba, Campina Grande – PB, Brazil

Ramon Targino Firmino – State University of Paraíba, Campina Grande – PB, Brazil

Patricia Meira Bento– State University of Paraíba, Campina Grande – PB, Brazil

Daniela Pita de Melo – State University of Paraíba, Campina Grande – PB, Brazil

Correspondence Author:

Daniela Pita de Melo,

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário, Campina Grande-PB,

CEP 58429-500 Fax: +55 83 3315 3300.

E-mail: danipita@gmail.com

ABSTRACT

Objective: To assess the external root surface thermal behavior when submitted to three different obturation techniques. **Methodology:** Forty-five single-rooted premolars were selected, prepared and randomly divided into three groups according to the studied obturation techniques: lateral condensation (LC), single cone technique (SCT) and injectable thermoplasticized technique (IT). Each tooth was placed in a customized apparatus and connected to a thermocouple. A FLIR T650sc infrared thermal camera was used to assess root temperature in a room under controlled temperature and humidity. Temperature values were recorded using the thermal camera and thermocouples before, during and 30, 60, 90, 120, 150s after obturation. Shapiro-Wilk, QQ-plot, Levene's, ANOVA-three-way, Mauchly's sphericity, Box's M and Bonferroni tests were used to assess data. The significance level was set at 5%. **Results:** Infrared assessment showed significant temperature changes between time intervals, obturation techniques and root thirds. Temperature increase was observed 30s after obturation for STL, LC and IT, followed by a gradual temperature decline, with temperature values similar to the initial temperature at 150s for LC and IT. SCT temperature values only returned to normal 60s after obturation in the apical third and 90s in the middle and cervical thirds. In all techniques, the temperature did not rise above the critical limit of 10°C. **Conclusion:** All studied obturation techniques increased root surface temperature with IT showing the highest temperature increase. However, the temperature increase does not exceed the acceptable limits, not causing damage to the surrounding tissues.

Keywords: Endodontics; changes in body temperature; root canal filling; thermography.

INTRODUCTION

Obturation of the root canal system is an important step towards root canal treatment success. After cleaning, disinfection and shaping, obturation of the entire root canal system is required using suitable filling materials to prevent reinfection. Usually, a combination of gutta-percha as the core material and an endodontic sealing agent is used to fill the root canals (1). The quality of the root canal filling is evaluated according to two main technical variables: its length in relation to the radiographic apex and its density, indicating the absence of voids within the filling material (2). To adapt the filling material to anatomical variations, different techniques have been proposed, all presenting satisfactory performance repairing endodontically treated teeth when well performed (3, 4). Therefore, the endodontist's concern lies on postoperative comfort and long-term preservation of the tooth and its supporting structures.

Warm endodontic filling techniques thermoplasticize gutta-percha or use heated compactors to an average of 200°C to plasticize gutta-percha. The temperature rise caused by some of these filling techniques is radiated to the external surface of the root, even though the dentin has low thermal conductivity (5). The periodontal ligament and other periodontal tissues may have their health temporarily or permanently impaired by the rise in temperature (5). The rise in dentin temperature 10°C above the body temperature also initiates changes in regional microcirculation, generating damage to the adjacent connective tissue, which can lead to problems such as chronic periodontitis and tooth resorption. Such damage may be irreversible if the temperature exceeds 16°C above the body temperature (6).

The increase in temperature due to the use of heat may also influence the characteristics of the filling materials, with consequences to the success of the endodontic treatment. Previous studies have assessed heat increase interference on cement compatibility and on its physical (viscosity, setting time, flow) and chemical properties (7-10).

In order to assess temperature, increase in different obturation techniques, thermography appears as a non-ionizing and non-invasive method, which captures and records the thermal distribution with the help of thermal cameras that can detect infrared radiation emitted by objects. The thermal map image is called thermogram, which is generated in real time, enabling the measurement of temperatures and the observation of patterns of heat distribution. Thermograms can be acquired with high resolution on modern infrared thermal

cameras, allowing realistic measurements of the area of interest when reflections are avoided and the temperature is kept constant (11, 12).

As a complementary analysis, thermocouples are sensors that can measure temperature due to the “Seebeck Effect”, which occurs when two wires of different metals are joined at both ends and one of them is heated, generating a flow of direct current in the thermoelectric circuit. This sensor must be connected to a thermometer or other device capable of recording data. Thermocouples are known for their versatility and are used on domestic and industrial scale, including dentistry (13).

A deeper understanding of the interference and consequences of temperature increase will enable clinicians to better understand the different filling techniques, combining practicality, predictability, and safety, resulting in important clinical gains without causing damage to the supporting tissues. Therefore, the aim of this study was to evaluate the variation in the thermal behavior of the external root surface when submitted to three different endodontic filling techniques, observing the temperature variation of these roots after the procedure.

MATERIALS AND METHODS

This in vitro experimental study was submitted to the University’s Research Ethics Committee (n: 55560421.4.0000.5187) and follows the declaration of Helsinki.

Sample selection

Forty-five single-rooted premolars with complete root development with single root canals and $\leq 5^\circ$ of angulation were selected. All teeth were cleaned and disinfected, and then stored in 0.9% NaCl saline solution. The sample was then radiographed with digital sensor for periapical radiographs (Acteon – Microimagem, Indaiatuba, SP, Brazil). Teeth that presented pulp nodules, internal resorption, previous endodontic treatments, or root fracture were excluded from the sample.

Sample Preparation

The coronal portion of all teeth were removed perpendicular to the long axis of the root, at the level of the cementoenamel junction with the aid of a diamond disk and then separately inserted into polypropylene tubes with a 0.9% NaCl saline solution. The sample was equally divided into three groups according to the obturation technique used: 1- Lateral condensation, 2- Single cone technique and 3 - Injectable thermoplasticized gutta-percha

technique. The teeth and tubes were numerically identified in terms of working length (WL), instrument size and obturation technique used. All teeth selected were prepared using the same memory instrument, to keep a standardized sample.

The WL was established as actual tooth length subtracted 1 millimeter (mm). In order to fix the sensitive ends of the thermocouples, spherical grinding was performed on the lingual surfaces with a diamond bur and the points were measured and marked equidistantly on the three thirds of the teeth with a depth of approximately 1 mm.

Root canal instrumentation

The root canal was irrigated with 2 ml of 2.5% sodium hypochlorite using an irrigation syringe and endo-eze needle (Mk Life, Porto Alegre, RS, Brazil). Number 10 K-type hand files were introduced up to the apical foramen and the WL was determined. For root canal preparation, a NiTi Reciproc (VDW GmbH, Munique, Germany) file was used, according to the manufacturer's recommendations.

As for the kinematics of movement, the indication of passive use was followed, using pecking movements, with slow advances until reaching the real working length. After reaching the desired length, brushing movements were made on all the walls of the root canal to remove all the content present, always with constant irrigation with 5 ml of 2.5% sodium hypochlorite.

After preparation, the root canals underwent a final irrigation with 2ml 17% EDTA for 3 minutes, followed by a new irrigation with 5ml of sodium hypochlorite.

Thermal image acquisition

Thermograms were acquired using a portable infrared sensor camera FLIR Model T650sc (FLIR, Wilsonville, Oregon, USA), with a 25 mm lens and spatial resolution of 640 x 480 pixels. The camera was fixed on a tripod to perform the images in a controlled environment with standardized temperature. A digital thermohygrometer was used to monitor the temperature and relative humidity of the air at 16°C and 40 to 60%, respectively.

To avoid thermal interference, an apparatus to hold and isolate the sample was built, consisting of a thermal box of expanded polystyrene plates, with its internal walls coated with a layer of aluminum foil covered by black Ethylene Vinyl Acetate (EVA). To delimit the field of view, a rectangular opening was made at the point where the images should be captured.

The thermal camera was positioned with a distance of 30 cm from the sample to maintain high resolution and precision for the selected lens following the manufacture's indications. The following parameters were set in the thermal camera: distance 30 cm, corresponding to the smallest possible distance allowed by the lenses; emissivity of 0.98 stipulated for human tissues and relative humidity of 44%.

To register the temperature changes in real time, videos were made during the procedures (obturation techniques) of the infrared camera and thermocouples. Three points corresponding to the drills made to position the thermocouples were used to register the temperature measurements from the infrared camera. The initial temperature, the highest temperatures achieved, the difference between acquired temperatures and temperatures at different time intervals after obturation (30, 60, 90, 120 and 150 seconds) were collected for each assessed tooth.

Thermal analysis using a thermocouple

A four-channel digital thermometer (RDXL4SD, Omega Engineering, USA) with three K-type thermocouples was used, with a resolution of 0.1°C in the temperature range of -50.0 to 999.9°C.

The thermocouples were positioned in a rectangular thermal insulated polystyrene with three holes equidistant from each other and directed to the drills made on each tooth. A thermocouple electrode was inserted into each hole and connected to the thirds of the teeth. The thermometer attached to the thermocouples was positioned externally to the insulated polystyrene box and filmed using an external camera. All temperature values were registered for posterior data analysis.

Root Canal Obturation Techniques

After instrumentation of the root canal, the teeth were divided into three groups and submitted to the obturation protocols. All protocols used absorbent paper cones from the reciprocating system to dry the root canal and AH plus resin cement (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland).

Lateral condensation technique

For the lateral condensation technique, gutta-percha cones using ISO (.02) taper were used. The main cone was selected according to the size of the last instrument used during root preparation. Thus, taper cones 25.02 were selected according to the instrumentation and measured according to the working length of the tooth. The accessory cones were selected according to the spacer and the space to be filled.

After drying the canal, cement was applied on the cones and canal walls. A NiTi spacer (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was used to provide adequate space for the insertion of accessory cones. This process was repeated until the cervical portion was filled. The excess of gutta-percha in the cervical region was removed with heat and the coronal portion was compacted.

Single Cone technique

The technique was performed by adapting a cone of size and conicity identical to the last instrument used in the mechanical preparation. After drying the canal, the cement was brushed on the walls of the conduit with the cone itself, and then inserted into the actual working length. The gutta percha cone was removed with heat and the plastic mass was vertically compacted.

Injectable thermoplasticized gutta-percha technique

Cement was applied with the aid of an ISO series cone based on the last instrument used during preparation. Afterwards, the gutta percha stick was placed in the thermoplasticizing injector device (Mk Life, Porto Alegre, RS, Brazil) and it was automatically heated until 220 degrees Celsius, according to the manufacturer's instructions. When the device signaled that it was ready to start obturation, the plastic filling material filled the canal in thirds incrementally, from the apical to the cervical third. After the canal filling was completed, the plastic mass was vertically compacted.

Statistical analysis

Data were statistically analyzed using the Statistical Package for Social Sciences program (SPSS, v. 25.0, IBM, Chicago, IL, USA) for Windows. A Gaussian distribution was

tested using the Shapiro-Wilk test and a QQ-plot analysis. Levene's test was used to prove the homogeneity of variance and the temperature evaluated, both by thermocouple and infrared thermographic analysis, were the dependent variables. The data followed a Gaussian distribution and a homogeneity of variance. Exploratory statistics consisted of mean and standard deviation. A general linear model / three-way mixed model analysis of variance (ANOVA) was used to test the intra-subjects' factor (time: temperature over time) and two between-subjects' factors (Filling Technique and Anatomical Region) and the interaction between these factors. The results of Mauchly's sphericity test and Box's M test were used to evaluate the ANOVA assumptions: sphericity and assumption of homogeneity of multiple variance-covariance matrices, respectively. The Mauchly sphericity violation ($p < 0.05$) was corrected using the Greenhouse-Geisser correction due to the Greenhouse-Geisser epsilon (less than 0.75, for both analyses). In addition, the main interaction effects were tested for group and time comparisons. Bonferroni adjustment was applied for multiple comparisons.

RESULTS

Temperature assessed with Thermocouples

Figure 1 shows the three-way mixed model ANOVA and Bonferroni test for multiple comparisons. Table 1 provides complementary information regarding data statistics.

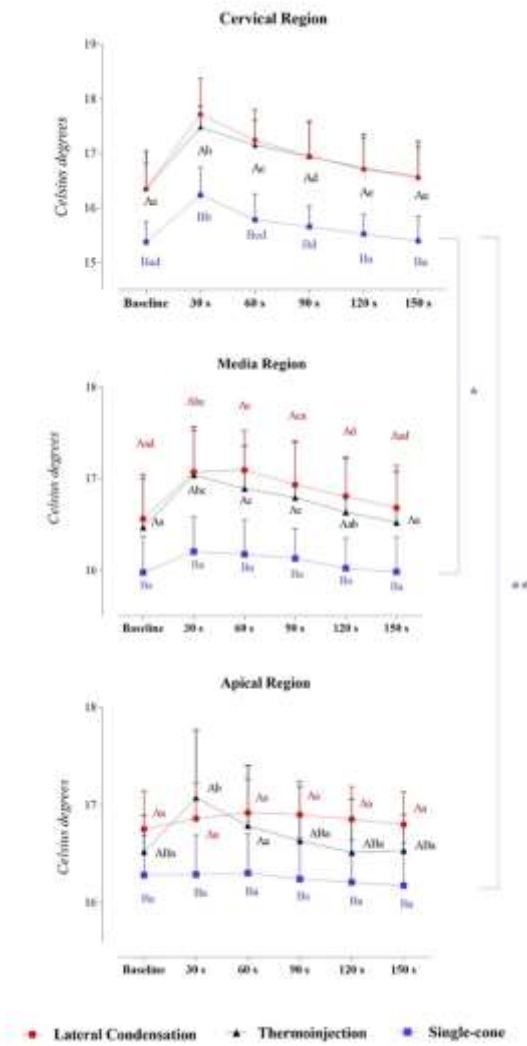
Significant interaction effects between time and filling technique ($\alpha = 0.001$, $\beta-1 = 0.963$, $\eta^2 = 0.058$), time and third ($\alpha = 0.000$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta^2 = 0.228$), and filling technique and anatomic region ($\alpha = 0.004$, $\beta-1 = 0.898$, $\eta^2 = 0.112$) were found. From these interactions, the magnitude of effect tells us how strongly these factors are related. Specifically, Bonferroni's post hoc test in each third demonstrated that there is a significant difference between the Single-cone and the other 2 techniques, which do not differ from each other.

Isolating the time factor in each technique, it is possible to observe that the time does not vary in the Single-cone technique in the Media and Apical thirds, whereas a pronounced increase in temperature is expressed in the Cervical third. A relevant increase in temperature is evidenced in Lateral Condensation and Injectable thermoplasticized gutta-percha technique, especially at 30, 60, 90, and 120 s in the Cervical and Media thirds. More importantly, an increase in temperature in the Apical third is only noted in the Injectable thermoplasticized gutta-percha technique.

The temperature in the Single-cone technique in the Cervical third behaves differently from the Media and Apical thirds. No significant difference is indicated in Lateral Condensation and Injectable thermoplasticized gutta-percha techniques across the thirds.

Figure 1: Interaction between time, filling technique, and third in thermocouple analysis: a Three-way Mixed Model.

Statistical analyses were performed with a sample of 45 cases, 15 per group. η^2 : Partial eta squared. Data plotted as mean and standard deviation. Supplementary material provides complementary information regarding data statistics. To overcome sphericity violation, the Greenhouse-Geisser correction were applied. Main effects were suppressed due to significant interactions. Interaction effects for Time and Filling technique: $\alpha = 0.001$, $\beta-1 = 0.963$, $\eta^2 = 0.058$). Interaction effects for Time and Anatomic region: $\alpha = 0.000$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta^2 = 0.228$. Interaction effects for Filling technique and Anatomic region: $\alpha = 0.004$, $\beta-1 = 0.898$, $\eta^2 = 0.112$.



Supplementary Material 1: Interaction between time, filling technique, and anatomic region in thermocouple analysis: a Three-way Mixed Model.

		Thermocouple Analysis					
Anatomic Region	Filling Technique	Baseline	30 s	60 s	90 s	120 s	150 s
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Cervical	Lateral Condensation	16.34 (0.47) <i>Aa</i>	17.71 (0.66) <i>Ab</i>	17.24 (0.67) <i>Ac</i>	16.95 (0.63) <i>Ad</i>	16.71 (0.57) <i>de</i>	16.55 (0.57) <i>Aa</i>
	Single-cone	15.37 (0.38) <i>Bcd</i>	16.23 (0.51) <i>Bb</i>	15.78 (0.48) <i>Bcd</i>	15.65 (0.38) <i>Bd</i>	15.52 (0.37) <i>Ba</i>	15.39 (0.46) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	16.35 (0.68) <i>Aa</i>	17.48 (0.38) <i>Ab</i>	17.15 (0.46) <i>Ac</i>	16.94 (0.65) <i>Ad</i>	16.73 (0.63) <i>de</i>	16.58 (0.64) <i>Aa</i>
Medial	Lateral Condensation	16.56 (0.44) <i>Ad</i>	17.07 (0.46) <i>Abc</i>	17.09 (0.44) <i>Ac</i>	16.93 (0.48) <i>Aca</i>	16.81 (0.43) <i>Ad</i>	16.68 (0.46) <i>Ad</i>
	Single-cone	15.97 (0.40) <i>Ba</i>	16.20 (0.39) <i>Ba</i>	16.17 (0.38) <i>Ba</i>	16.13 (0.33) <i>Ba</i>	16.02 (0.33) <i>Ba</i>	15.98 (0.38) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	16.47 (0.58) <i>Aa</i>	17.04 (0.53) <i>Abc</i>	16.89 (0.47) <i>Ac</i>	16.79 (0.61) <i>Ac</i>	16.63 (0.59) <i>de</i>	16.52 (0.56) <i>Aa</i>
Apical	Lateral Condensation	16.75 (0.39) <i>Aa</i>	16.86 (0.37) <i>Aa</i>	16.92 (0.34) <i>Aa</i>	16.90 (0.34) <i>Aa</i>	16.85 (0.33) <i>Aa</i>	16.80 (0.33) <i>Aa</i>
	Single-cone	16.28 (0.40) <i>Ba</i>	16.29 (0.41) <i>Ba</i>	16.30 (0.40) <i>Ba</i>	16.24 (0.42) <i>Ba</i>	16.21 (0.44) <i>Ba</i>	16.17 (0.44) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	16.52 (0.38) <i>ABa</i>	17.07 (0.69) <i>Ab</i>	16.79 (0.62) <i>Aa</i>	16.63 (0.56) <i>ABa</i>	16.51 (0.55) <i>ABa</i>	16.53 (0.37) <i>ABa</i>
Three-way Mixed Model		p-value		Power		η^2	
Time		0.000		1.000		0.446	
Filling Technique		0.000		1.000		0.477	
Anatomic Region		0.472		0.176		0.012	
Time*Filling Technique		0.001		0.963		0.058	
Time*Anatomic Region		0.000		1.000		0.228	
Filling Technique *Anatomic Region		0.004		0.898		0.112	
Time*Filling Technique *Anatomic Region		0.147		0.771		0.044	

Table 1: Interaction between time, filling technique and anatomic region in thermocouple analyses.

Temperature assessed with infrared thermography

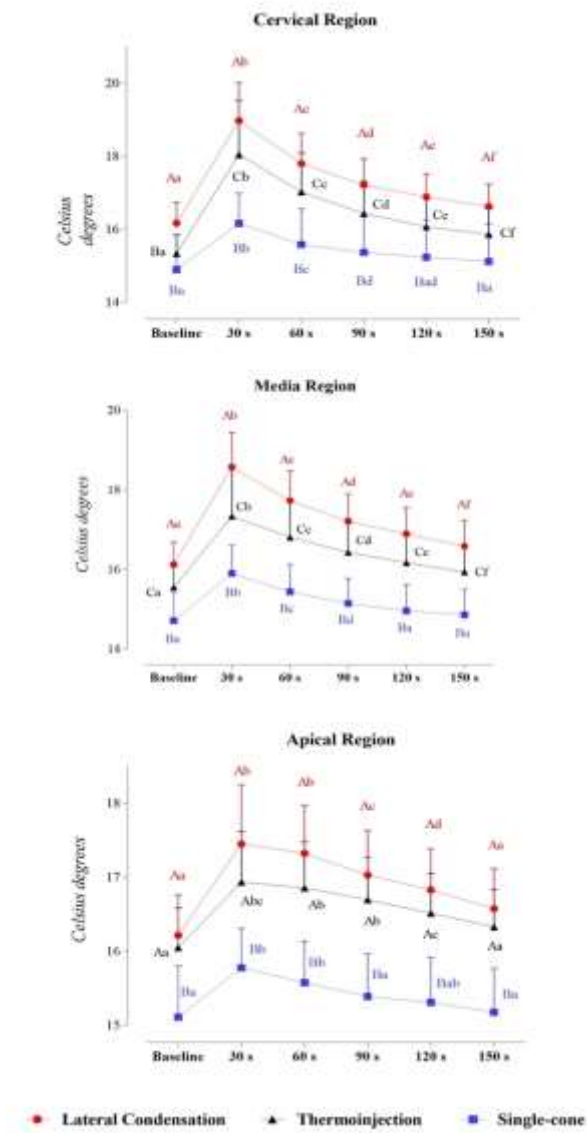
Figure 2 shows the three-way mixed model ANOVA and Bonferroni test for multiple comparisons. Table 2 provides complementary information regarding data statistics.

The third has no significant effect on this ANOVA model due to nonsignificant main and interaction effects. There are significant and strong interaction effects between time and filling technique ($\alpha = 0.001$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta p^2 = 0.174$) and time and third ($\alpha = 0.000$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta p^2 = 0.258$). Particularly, multiple matrices comparisons evidence that there is a significant difference between the 3 techniques in the Cervical and Media regions.

In Lateral Condensation and Injectable thermoplasticized gutta-percha technique, it is evidenced an increase in temperature at 30 s followed by a slow decline until 150 s, when it is close to, but still higher than baseline values. Single-cone technique also induces an increase in temperature at 30 s, however, the decline until baseline values occurs at 60 s in the Apical third and 90 s in the Cervical and Media thirds.

Figure 2: Interaction between time, filling technique, and third in infrared thermographic analysis: a Three-way Mixed Model.

Statistical analyses were performed with a sample of 45 cases, 15 per group. ηp^2 : Partial eta squared. Data plotted as mean and standard deviation. Table 2 provides complementary information regarding data statistics. To overcome sphericity violation, the Greenhouse-Geisser correction were applied. Main effects were suppressed due to significant interactions. Interaction effects for Time and Filling technique: $\alpha = 0.001$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta p^2 = 0.174$). Interaction effects for Time and Anatomic region: $\alpha = 0.000$, $\beta-1 = 1.000$, $\eta p^2 = 0.258$.



Supplementary Material 2: Interaction between time, filling technique, and anatomic region in infrared thermographic analysis: a Three-way Mixed Model.

Anatomic Region	Filling Technique	Infrared Thermographic Analysis					
		Baseline	30 s	60 s	90 s	120 s	150 s
		Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Cervical	Lateral Condensation	16.17 (0.57) <i>Aa</i>	18.98 (1.03) <i>Ab</i>	17.80 (0.83) <i>Ac</i>	17.21 (0.71) <i>Ad</i>	16.89 (0.64) <i>Ad</i>	16.63 (0.61) <i>Ad</i>
	Single-cone	14.89 (0.96) <i>Ba</i>	16.16 (0.83) <i>Bb</i>	15.58 (0.98) <i>Bc</i>	15.37 (0.99) <i>Bd</i>	15.23 (1.02) <i>Bd</i>	15.11 (1.02) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	15.33 (0.51) <i>Ba</i>	18.05 (1.48) <i>Cb</i>	17.02 (1.07) <i>Cc</i>	16.43 (0.89) <i>Cd</i>	16.07 (0.79) <i>Cc</i>	15.86 (0.70) <i>Cf</i>
Medial	Lateral Condensation	16.17 (0.57) <i>Aa</i>	18.57 (0.88) <i>Ab</i>	17.73 (0.75) <i>Ac</i>	17.20 (0.69) <i>Ad</i>	16.89 (0.66) <i>Ad</i>	16.58 (0.64) <i>Ad</i>
	Single-cone	14.71 (0.73) <i>Ba</i>	15.89 (0.71) <i>Bb</i>	15.43 (0.69) <i>Bc</i>	15.14 (0.63) <i>Bd</i>	14.96 (0.66) <i>Ba</i>	14.83 (0.63) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	15.13 (0.56) <i>Ca</i>	17.33 (1.29) <i>Cb</i>	16.81 (0.96) <i>Cc</i>	16.43 (0.84) <i>Cd</i>	16.17 (0.68) <i>Cc</i>	15.93 (0.68) <i>Cf</i>
Apical	Lateral Condensation	16.21 (0.55) <i>Aa</i>	17.45 (0.80) <i>Ab</i>	17.32 (0.65) <i>Ab</i>	17.02 (0.60) <i>Ac</i>	16.83 (0.56) <i>Ad</i>	16.57 (0.54) <i>Aa</i>
	Single-cone	15.11 (0.64) <i>Ba</i>	15.77 (0.54) <i>Bb</i>	15.57 (0.56) <i>Bb</i>	15.39 (0.58) <i>Ba</i>	15.31 (0.61) <i>Bab</i>	15.17 (0.60) <i>Ba</i>
	Thermoinjection	16.04 (0.59) <i>Aa</i>	16.93 (0.68) <i>Abc</i>	16.85 (0.62) <i>Ab</i>	16.69 (0.58) <i>Ab</i>	16.51 (0.69) <i>Ac</i>	16.33 (0.50) <i>Aa</i>
Three-way Mixed Model		p-value		Power		η^2	
Time		0.000		1.000		0.758	
Filling Technique		0.000		1.000		0.559	
Anatomic Region		0.652		0.118		0.007	
Time*Filling Technique		0.000		1.000		0.174	
Time*Anatomic Region		0.000		1.000		0.258	
Filling Technique *Anatomic Region		0.541		0.244		0.024	
Time*Filling Technique *Anatomic Region		0.147		0.771		0.044	

Table 2: Interaction between time, filling technique and anatomic region in thermographic analysis.

DISCUSSION

The aim of root canal obturation is to provide an endodontic treatment with maximum filling within the canal system previously modeled by different instrumentation protocols. A well-filled canal reduces the chances of reinfection, as bacteria cannot organize and recolonize the tooth (14). In the current research, the significant interaction effects between time and filling technique, time and third, filling technique and third were evaluated using two different temperature measurement methods.

In this study, temperature when assessed using thermocouples only increased significantly within different time intervals during the single cone technique at the cervical third, probably because in this obturation technique, there is contact with the gutta percha only in the cervical superficial portion of the root. During lateral condensation, the instrument spends more time in contact with gutta-percha and this prolonged contact helps temperature rise; Therefore, a temperature increases in the cervical and middle thirds. In the injectable thermoplasticized gutta-percha technique, the gutta percha is already plasticized inside the

device when inserted inside the canal, which explains this remarkable temperature difference in the three thirds. Despite that, in all techniques, the temperature did not increase over the 10°C critical limit, in accordance with previous studies (15, 16).

When assessing temperature using infrared thermography, significant changes were observed between time and obturation technique and between time and third. This difference was seen in all three assessed techniques, especially in the cervical and middle thirds. It was initially seen an increase in temperature after obturation, followed by a gradual decline, with values close to the initial temperature, but still slightly higher. The fast temperature normalization in the single-cone technique can be explained by the fact that in this technique the gutta percha does not stay in contact with the heated instrument for a long time. Another point to be considered is that Gutta-percha is a poor thermal conductor, transmits heat irregularly, and should be heated 1– 2 mm from the target area, what justifies lower temperatures in the apical third of the root (17).

Previous studies have assessed temperature increase during obturation techniques using thermal cameras (18-20) finding that despite the differences in camera model, different obturation techniques, lack of standardized thermal protocols and low-resolution infrared thermography cameras, that the increase in temperature during root filling with gutta-percha is moderate and safe. Lipski (18) found an acceptable increase in temperature in the continuous wave technique in the upper central incisors; however, the temperature increase exceeded the critical level in the lower central incisors, what indicates that teeth with lower remaining dentin volume and its surrounding tissues may suffer more consequences of the temperature increase during root canal gutta-percha filling. According to Suassuna et al. (20), when assessing temperature increase during lateral condensation, single cone and thermomechanical compaction using a thermal camera found that temperature increase generated by these filling techniques are considered within the acceptable range; However, the cervical third needs extra

attention to avoid temperature increases over 10°C. Other results also showed that the root temperature increases during obturation in the three techniques, but with small variations (15,16, 21).

Thermocouples did not distinguish as much temperature variations as the infrared camera did in this study, because thermocouples have sensors connected to the external portion of the root and detects increases in only three distinct points, unlike the thermographic camera, that evaluates in real time the root temperature during obturation, what within its methodological limitations would be more like the conditions found in a clinical situation.

Considering the methods evaluated, both have their limitations. The thermocouple records the external root temperature at specific points, previously demarcated, in a very isolated way. The thermographic camera, on the other hand, evaluates the temperature of the root, but it cannot record this behavior on video, being necessary to use pre-defined points of the regions of interest, marked in the camera program itself, so that the information could be recorded by an external video of the device's display.

It is also known that the endodontic filling technique execution time must be taken in consideration when assessing root temperature increase, as the longer the tissues are exposed to heat, the higher the possibility of tissue damage. Among the techniques, the single-cone technique was the method in which heat was applied to the root for the shortest time interval during the obturation technique, therefore, root temperature decreases to values close to the base value in a short time.

Another limitation of this study is that no periodontal support tissues and no local blood circulation were simulated around the root, which would influence the temperature behavior and dissipation. Studies like Zhou et al. (22) and Cen et al. (23), through a finite element analysis model, considered this variable in their research but also checked small temperature variations.

However, this limitation is linked to tests performed at a laboratory level. To fully understand this issue, patients would need to have their temperature recorded in real time during the filling, a condition that is difficult to replicate, in addition to variations linked to the patient's phenotype, such as thickness of mucosa, bone thickness and root volume.

It is suggested that the triad temperature x obturation technique x tissue reaction should be evaluated by controlled clinical research. The assessment of other variables such as kinematics of instrumentation, internal anatomy and stage of pulp disease can influence temperature increase. A controlled trial would better evaluate the patient's comfort in the postoperative period and variables such as tissue repair, periodontal health, and tooth survival; however, this methodology is hard to reproduce and would involve new methods of temperature assessment or an intraoral infrared thermal camera, not yet available on the market.

CONCLUSION

All assessed obturation techniques increase the temperature of the root, especially the thermoinjection technique. However, temperature increase is not enough and does not last enough to be considered harmful for the surrounding tissues.

REFERENCES

1. Diegritz, C, Gerlitzki O, Fotiadou, C. et al. Temperature changes on the root surface during application of warm vertical compaction using three different obturation units. *Odontology*, p. 1-8, 2019.
2. Polyzos NK, Sarris KG, Pita AI, Mikrogeorgis GV, Lyroudia KM. Quality of Root Canal Fillings Performed by Undergraduate Students and the Related Factors on the Treatment Outcome: A 2- to 5-Year Follow-Up. *European Endodontic Journal*. 2018; 3(3):179-185.

3. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2007; 33 (2):106-9.
4. Demirci GK, Çaliskan MK. A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Gutta-percha in Teeth with Periapical Lesions. *Journal of Endodontics*. 2016; 42 (2): 206-10.
5. Hutulla AS, Tordik PA, Imamura G, Eichmiller FC, McClanahan SB. The effect of ultrasonic post instrumentation on root surface temperature. *Journal of Endodontics*. 2006; 32 (11): 1085-87.
6. Saunders EM. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. *International Endodontic Journal*. 1990; 23 (5): 268-74.
7. Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaro-Filho M, Camilleri J. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. *Journal of Endodontics*. 2014; 40 (4): 555-61.
8. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *Journal of Endodontics*. 2015; 41 (1): 72-80.
9. Atmeh AR, AlShwaimi E. The Effect of Heating Time and Temperature on Epoxy Resin and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. *Journal of Endodontics*. 2017; 43 (12): 2112-2118.
10. Aksel H, Makowa S, Bosaid F, Guardian MG, Sarkar D, Azim AA. Effect of heat application on the physical properties and chemical structure of calcium silicate-based sealers. *Clinical Oral Investigations*. 2021; 25 (5): 2717-2725.
11. Perry C, Kulid JC, Walker MP. Comparison of warm vertical compaction protocols to obturate artificially created defects in the apical one-third. *Journal of Endodontics*. 2013; 39 (9): 1176-78.
12. Moon HJ, Lee JH, Ahn JH, Song HJ, Park YJ. Temperature-dependent rheological property changes of thermoplastic gutta-percha root filling materials. *International Endodontic Journal*. 2015; 48 (6): 556-63.
13. Scervini, M. Thermocouples operating principles. Department of materials science & metallurgy. University of Cambridge. (2009).

14. Kierklo A, Tabor Z, Pawinska M, Jaworska M. A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract.* 2015; 24 (1): 84-91.
15. Sweatman TL, Baumgartner JC, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. *Journal of Endodontics.* 2001; 27 (8): 512-15.
16. Venturi M, Lenarda RD, Breschi L. An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. *International Endodontic Journal.* 2006: 39 (8): 648-56.
17. Marroquín BB, Wolf TG, Schurger D, Willershausen B. Thermoplastic Properties of Endodontic Gutta-percha: A Thermographic In Vitro Study. *Journal of Endodontics.* 2015: 41 (1): 79-82.
18. Lipski M. Root surface temperature rises in vitro during root canal obturation with thermoplasticized gutta-percha on a carrier or by injection. *Journal of Endodontics.* 2004: 30 (6): 441-43.
19. Lipski M. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by high-temperature thermoplasticized injectable gutta-percha obturation technique. *Journal of Endodontics.* 2006: 32 (5): 438-41.
20. Suassuna FCM. Análise termográfica e volumétrica de dentes submetidos a diferentes técnicas de obturação endodôntica e remoção de gutta-percha. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2020: Tese de Doutorado.
21. Weller RN, Koch KA. In vitro radicular temperatures produced by injectable thermoplasticized gutta-percha. *International Endodontic Journal.* 1995: 28 (2): 86-90.
22. Zhou X, Chen Y, Wei X, Liu L, Zhang F, Shi Y, Wu W. Heat Transfers to periodontal tissues and gutta-percha during thermoplasticized root canal obturation in a finite element analysis model. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2010: 100 (2): 257-63.
23. Cen R, Wang R, Cheung GSP. Periodontal Blood Flow Protects the Alveolar Bone from Thermal Injury during Thermoplasticized Obturation: A Finite Element Analysis Study. *Journal of Endodontics.* 2018: 44 (1): 139-144.

REFERÊNCIAS

- ABOUSHADY, M. A. et al. Thermography as a non-ionizing quantitative tool for diagnosing periapical inflammatory lesions. **BMC Oral Health**, n. 21, p. 1-7, may, 2021.
- AKSEL, H. et al. Effect of heat application on the physical properties and chemical structure of calcium silicate-based sealers. *Clin Oral Investig*, v. 25, n. 5, p. 2717-2725, may, 2021.
- AL-AFIFI, N. A. et al. Comparison between gutta-percha and resin-coated gutta-percha using different obturation techniques. **J Appl Biomater Funct Mater**, v. 14, n. 3, p.307-13, jul. 2016.
- AMINSOBHANI, M. et al. Comparison of Obturation Quality in Modified Continuous Wave Compaction, Continuous Wave Compaction, Lateral Compaction and Warm Vertical Compaction Techniques. **J Dent (Tehran)**, v. 12, n.2, p. 99-108, fev. 2015.
- ANSARI, B. B.; UMER, F.; KHAN, F. R. A clinical trial of cold lateral compaction with Obtura II technique in root canal obturation. **J Conserv Dent**, v. 15, n.2, p. 156-160, apr-jun, 2012.
- ATMEH, A. R.; ALSHWAIMI, E. The Effect of Heating Time and Temperature on Epoxy Resin and Calcium Silicate-based Endodontic Sealers. **J Endod**, v. 43, n. 12, p. 2112-2118, dec, 2017.
- ATMEH, A. R.; HADIS, M.; CAMILLERI, J. Real-time chemical analysis of root filling materials with heating: guidelines for safe temperature levels. **Int Endod J**, v. 53, n. 5, p. 698-708, may, 2020.
- BAILEY, G. C. et al. Ultrasonic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface - an in vitro study, **Int Endod J**, v. 37, n.7, p. 447-54, jul, 2004.
- BAILEY, G. C. et al. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: an in vitro investigation of the quality of obturation, **Int Endod J**, v. 37, n. 10, p. 694-8, oct, 2004.
- CAMILLERI, J. et al. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. **J Endod**, v. 41, n.1, p.72-8, jan, 2015.
- CANAKCI, B. C.; SUNGUR, R.; OR, E. Comparison of warm vertical compaction and cold lateral condensation of α , β gutta-percha and resilon on apically extruded debris during retreatment. **Niger J Clin Pract**, v. 22, n.7, p. 926-931, 2019.
- CAVENAGO B.C. et al. Interfacial adaptation of an epoxy-resin sealer and a self-etch sealer to root canal dentin using the System B or the single cone technique. **Braz Dent J**, v. 23, n.3, p. 205-211, 2012.
- DEMIRCI, G. K.; ÇALISKAN, M. K. A Prospective Randomized Comparative Study of Cold Lateral Condensation Versus Core/Gutta-percha in Teeth with Periapical Lesions. **J Endod**, v. 42, n.2, p. 206-10, feb, 2016.

- DIBAI-FILHO, A.V. et al. The chronicity of myogenous temporomandibular disorder changes the skin temperature over the anterior temporalis muscle. **J Bodyw Mov Ther**, v.18, n.3, p. 430-4, 2014.
- DIEGRITZ, C. et al. Temperature changes on the root surface during application of warm vertical compaction using three different obturation unit. **Odontology**, v. 108, n. 3, p. 358-365, jul, 2020.
- DONNERMEYER, D.; SCHAFER, E.; BURKLEIN, S. Real-time Intracanal Temperature Measurement During Different Obturation Techniques. **J Endod**, v. 44, n. 12, p. 1832-1836, dec, 2018.
- EMMANUEL, S. et al. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. **J Int Oral Health**, v. 5, n.2, p. 35-43, apr, 2013.
- FAUS-MATOSES, V. et al. Comparison of Obturation Removal Efficiency from Straight Root Canals with ProTaper Gold or Reciproc Blue: A Micro-Computed Tomography Study. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 4, p. 1164, 2020.
- GARCÍA-CUERVA, M. et al. Root surface temperature variation during mechanical removal of root canal filling material. An in vitro study. **Acta Odontol Latinoam: AOL**, v. 30, n. 1, p. 33-38, 2017.
- GOKTURK, H. et al. In vitro evaluation of temperature rise during different post space preparations. **Eur J Dent**, v. 9, n.4, p. 535-541, oct-dec, 2015.
- HADDAD, D. S.; BRIOSCHI, M. L.; ARITA, E. S. Thermographic and clinical correlation of myofascial trigger points in the masticatory muscles. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 41, n. 8, p. 621-9, 2012.
- HAND, R. E.; HUGET, E. F.; TSAKNIS, P. J. Effects of a warm gutta-percha technique on the lateral periodontium. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 42, n. 3, p. 395-401, sep, 1976.
- HERAN, J. et al. The single cone obturation technique with a modified warm filler. **J Dent**, v. 89, oct, 2019.
- HO, E. S. S.; CHANG, J. W. W.; CHEUNG, G. S. P. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. **Restor Dent Endod**, v. 41, n.1, p. 22-28, feb, 2016.
- HUSSEY, D. L. et al. Thermographic assessment of heat generated on the root surface during post space preparation. **Int Endod J**, p. 30, n.3, p. 187-90, may, 1997.
- HUTTULA, A. S. et al. The effect of ultrasonic post instrumentation on root surface temperature. **J Endod**, v. 32, n. 11, p. 1085-1087, 2006.
- JAYASENTHIL, A. et al. Fracture resistance of tooth restored with four glass fiber post systems of varying surface geometries-an in vitro study. **J Clin Exp Dent**, v. 8, n.1, p. 44-48, feb, 2016.

JORGENSEN, B. et al. The Efficacy of the WaveOne Reciprocating File System versus the ProTaper Retreatment System in Endodontic Retreatment of Two Different Obturating Techniques, **J Endod**, v. 43, n.6, p. 1011-1013, jun, 2017.

KALOUSTIAN, M. K. et al. Evaluation of Two Shaping Systems and Two Ultrasonic Irrigation Devices in Removing Root Canal Filling Material from Mesial Roots of Mandibular Molars: A Micro CT Study. **Dent J (Basel)**, v. 7, n.1, p. 1-9, 2019.

KANAPARTHY, A.; KANAPARTHY, R. The Comparative Efficacy of Different Files in The Removal of Different Sealers in Simulated Root Canal Retreatment- An In-vitro Study. **J Clin Diagn Res**, v. 10, n. 5, p. 130-133, may, 2016.

KATGE, F. et al. Comparison of cleaning Efficacy and Instrumentation Time between Rotary and Manual Instrumentation Techniques in Primary Teeth: An *in vitro* Study. **Int J Clin Pediatr Dent**, v. 9, n.2, p. 124-127, apr-jun, 2016.

KIERKLO, A. et al. A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques. **Med Princ Pract**, v. 24, n.1, p.84-91, 2015.

KILIC, K. et al. Infrared thermographic comparison of temperature increases on the root surface during dowel space preparations using circular versus oval fiber dowel systems. **J Prosthodont**, v. 22, n. 3, p. 203-207, 2013.

KURTHUKOTI, A. J. et al. Fracture resistance of endodontically treated permanent anterior teeth restored with three different esthetic post systems: An in vitro study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**, v.33, n.4, p.296-301, oct./dec, 2015.

LEA, C. S. et al. Comparison of the Obturation Density of Cold Lateral Compaction Versus Warm Vertical Compaction Using the Continuous Wave of Condensation Technique. **J Endod**, v. 31, n. 1, 2005.

LERTCHIRAKARN, V.; TIMYAM, A.; MESSER, H. H. Effects of root canal sealers on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Endod**, v. 28, n. 3, p. 217-219, 2002.

LIPSKI, M. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperatures generated by high-temperature thermoplasticized injectable gutta-percha obturation technique. **J Endod**, v. 32, n.5, p. 438-41, may. 2006.

MARROQUÍN, B. B. et al. Thermoplastic Properties of Endodontic Gutta-percha: A Thermographic In Vitro Study. **J Endod**, v. 41, n. 1, p. 79-82, 2015.

MELO, D. P. et al. Is infrared thermography effective in the diagnosis of temporomandibular disorders? A systematic review, **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v. 127, n. 2, p.185-192, 2019.

MOBARAKEH, N. M. N. et al. Effect of Various Irrigating Devices on the Removal of Two Different Forms of Calcium Hydroxide from Internal Resorption Cavities, **Int J Dent**, p. 1-7, 2020.

MOON, H. J. et al. Temperature-dependent rheological property changes of thermoplastic gutta-percha root filling materials, **Int Endod J**, v. 48, n. 6, p. 556-563, 2015.

MOZO, S.; LLENA, C.; FORNER, L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions, **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 17, n. 3, e.512-6, may, 2012.

NASERI, M. et al. Evaluation of the Quality of Four Root Canal Obturation Techniques Using Micro-Computed Tomography. **Iran Endod J**, v. 8, n. 3, p. 89-93, summer, 2013.

ÖZKOÇAK, I. et al. Temperature increases on the external root surface during endodontic treatment using single file systems. **Niger J Clin Pract**, v. 18, n.5, p. 676-80, sep-oc, 2015.

PENG, L. et al. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. **J Endod**, v. 33, n.2, p. 106-9, feb. 2007.

PERRY, C.; KULILD, J. C.; WALKER, M. P. Comparison of warm vertical compaction protocols to obturate artificially created defects in the apical one-third. **J Endod**, v. 39, n. 9, p. 1176-1178, 2013.

PLOTINO, G. et al. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. **J Endod**, v. 33, n.2, p. 81-95, feb. 2007.

POLYZOS, N. K. et al. Quality of Root Canal Fillings Performed by Undergraduate Students and the Related Factors on the Treatment Outcome: A 2- to 5-Year Follow-Up. **Eur Endod J**, v. 21, n. 3, p. 179-185, nov, 2018.

RAJ, P. K. T. et al. Evaluation of Effectiveness of Two Different Endodontic Retreatment Systems in Removal of Gutta-percha: An in vitro Study, **J Contemp Dent Pract**, v. 19. n.6, p.726-731, jun, 2018.

ROBERTS, H. W.; KIRKPATRICK, T. C.; BERGERON, B. E. Thermal analysis and stability of commercially available endodontic obturation materials. **Clin Oral Investig**, v. 21, n. 8, p. 2589-2602, nov, 2017.

RODIG, T. et al. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. **Int Endod J**, v. 45, n.6, p.580-9, jun, 2012.

ROIZENBLIT, R. N. et al. Root canal filling quality of mandibular molars with EndoSequence BC and AH Plus sealers: A micro-CT study. **Aust Endod J**, v. 46, n.1, p.82-87, apr, 2020.

SAMSON, E. et al. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. **J Int Oral Health**, v. 5, n. 2, p.35-43, apr, 2013.

SAUNDERS, E. M. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part II. Histological response to temperature elevation on the external surface of the root. **Int Endod J**, v. 23, n.5, p. 268-274, 1990.

SALAS, H. et al. Evaluation of the penetration of CHX 2% on dentinal tubules using Conventional Irrigation, Sonic Irrigation (EDDY) and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) techniques: An *in vitro* study, **J Clin Exp Dent**, v. 13, n.1, e-37-42, jan, 2021.

SCERVINI, M. (31 de Agosto de 2009). Thermocouples Operating Principles (em inglês). Department of Materials Science & Metallurgy, University of Cambridge.

SOMMA, F. et al. Quality of thermoplasticized and single point root fillings assessed by micro-computed tomography. **Int Endod J**, v. 44, n.4, p. 362-369, apr, 2011.

SUASSUNA, F. C. M. Análise termográfica e volumétrica de dentes submetidos a diferentes técnicas de obturação endodôntica e remoção de gutta-percha. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande. 2020.

SWEATMAN, T. L.; BAUMGARTNER, J. C.; SAKAGUCHI, R. L. Radicular temperatures associated with thermoplasticized gutta-percha. **J Endod**, v. 27, n. 8, p. 512-5, aug, 2001.

TOMSON, R. M. E.; POLYCARPOU, N.; TOMSON, P. L. Contemporary obturation of the root canal system. **Br Dent J**, v. 216, n.6, p. 315-22, mar, 2014.

VENTURI, M.; LENARDA, R. Di.; BRESCHI, L. An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. **Int Endod J**, v. 39, n.8, p. 648-56, aug, 2006.

VERSIANI, M. A. et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and Protaper Universal systems. **J Endod**, v. 39, n. 8, p. 1060-1066, 2013.

VIAPIANA, R. et al. Investigation of the effect of sealer use on the heat generated at the external root surface during root canal obturation using warm vertical compaction technique with System B heat source. **J Endod**, v. 40, n.4, p.555-61, apr, 2014.

WELLER, R. N.; KOCH, K. A. In vitro radicular temperatures produced by injectable thermoplasticized gutta-percha. **Int Endod J**, v. 28, n. 2, p. 86-90, 1995.

APÊNDICE A - Instrumento da pesquisa – informações das amostras na obturação com a câmera termográfica

DENTE	TAMANHO (CRD)	INSTRUMENTO APICAL FORAMINAL	INSTRUMENTO MEMÓRIA	TÉCNICA DE OBTURAÇÃO	TEMPERATURA INICIAL	T30	T60	T90	T120	T150
I						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
II						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
X						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A

APÊNDICE B - Instrumento da pesquisa – informações das amostras na obturação com o termopar

DENTE	TAMANHO (CRD)	INSTRUMENTO APICAL FORAMINAL	INSTRUMENTO MEMÓRIA	TÉCNICA DE OBTURAÇÃO	TEMPERATURA INICIAL	T30	T60	T90	T120	T150
I						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
II						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A
X						C	C	C	C	C
						M	M	M	M	M
						A	A	A	A	A

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE TERMOGRÁFICA DE DENTES OBTURADOS E DESOBTURADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS

Pesquisador: José Cordeiro Lima Neto

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 55560421.4.0000.5187

Instituição Proponente: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB **Patrocinador Principal:** Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.228.526

Apresentação do Projeto:

Projeto Trata-se de um estudo experimental in vitro, que será desenvolvido na Universidade Estadual da Paraíba, onde serão realizadas a aquisição dos termogramas e mensurações da temperatura por meio do termopar durante a obturação endodôntica e remoção da gutapercha.

Objetivo da Pesquisa:

GERAL Avaliar a variação do comportamento térmico da superfície externa de raízes dentárias submetidas a diferentes técnicas de obturação endodônticas e de remoção da gutapercha na desobturação, observando a variação de temperatura dessas raízes durante a obturação e desobturação. ESPECÍFICOS Analisar a variação de temperatura do remanescente radicular nos terços cervical, médio e apical nos diferentes tempos do estudo em cada técnica de obturação (condensação lateral, cone único e termoinjetor) e remoção da gutapercha (largo, limas automatizadas na cinemática recíproca e ultrassom);

Observar a variação de temperatura imediatamente após execução das técnicas de obturação e remoção da gutapercha no remanescente radicular em teste e seu declínio até a normalização da temperatura;

Elucidar qual das técnicas de obturação e remoção da gutapercha apresenta maior temperatura durante a instrumentação e menor declínio de temperatura em relação ao tempo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O projeto apresenta risco mediano, que é a identificação do doador do órgão dental, entretanto aos pacientes é esclarecido no termo de doação que os dentes serão utilizados com finalidade de pesquisa e serão armazenados em pote único sem identificação. Os benefícios esperados podem superar possíveis riscos, uma vez que o estudo poderá ajudar a fornecer informações importantes para a correta indicação e seleção da técnica que aqueça menos a raiz durante a obturação e desobturação e que traga menos danos às estruturas de suporte. Essas informações podem direcionar o profissional para uma melhor tomada de decisão clínica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A proposta do projeto é relevante, uma vez que proporciona um avanço no conhecimento, com a possibilidade de trazer metodologias mais acuradas para o direcionamento de tomadas de decisões mais assertivas e menos prejudiciais ao paciente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: anexada;

Autorização Institucional: Anexada

Declaração de concordância com projeto de pesquisa: anexado Termo de Compromisso do

Pesquisador Responsável: anexado Termo de doação do dente: anexado

Recomendações:

O projeto é relevante, apresenta importância acadêmica e social. A metodologia está clara e adequada ao que se propõe. Todos os termos foram anexados. Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto apresenta todos os documentos necessários e está aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1795038.pdf	03/02/2022 17:46:24		Aceito
Outros	TCDA.pdf	03/02/2022 17:46:04	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Outros	TAICDA.pdf	03/02/2022 17:45:44	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Outros	TCPR.pdf	03/02/2022 17:45:09	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Outros	TAI.pdf	03/02/2022 17:43:59	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DCPP.pdf	03/02/2022 17:43:23	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Brochura_ProjetoCordeiro.pdf	05/10/2021 20:51:44	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	05/10/2021 20:50:04	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoDoacao.pdf	05/10/2021 20:48:58	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	05/10/2021 20:44:27	José Cordeiro Lima Neto	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	05/10/2021 20:39:02	José Cordeiro Lima Neto	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINA GRANDE, 07 de Fevereiro de 2022

Assinado por:
Dóris Nóbrega de Andrade Laurentino
(Coordenador(a))

ANEXO B - Normas para submissão: international endodontic journal

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.

Author Contributions

For all articles, the journal mandates the CRediT (Contribution Roles Taxonomy)—more information is available on our [Author Services](#) site.

2. Article Types

Original Articles (includes Clinical Research (randomised control trials, cohort studies, case control studies, cross sectional studies, case series), Basic Research – Biological, Basic Research — Technical, and Education):

These must describe significant and original experimental observations and provide sufficient detail so that the observations can be critically evaluated and, if necessary, repeated. Original Articles must conform to the highest international standards in the field.

Review Articles (systematic, scoping and narrative):

These are accepted for their broad general interest; all are refereed by experts in the field who are asked to comment on issues such as timeliness, general interest and balanced treatment of controversies, as well as on scientific accuracy. Reviews should generally include a clearly defined search strategy and take a broad view of the field rather than merely summarizing the literature. Extensive or unbalanced citation of the authors' own publications is not acceptable.

Clinical Commentaries:

These can describe significant improvements in clinical practice such as the report of a novel technique, a breakthrough in technology or practical approaches to recognised clinical challenges. They should conform to the highest scientific and clinical practice standards.

Case Reports:

These can illustrate unusual and clinically relevant and new observations, but they must be of sufficiently high quality to be considered worthy of publication in the journal. On rare occasions, completed cases displaying non-obvious solutions to significant clinical challenges will be considered. Illustrative material must be of the highest quality and healing outcomes, if appropriate, should be demonstrated after an extended period – normally four years.

Supporting Information:

The *International Endodontic Journal* encourages submission of adjuncts to printed papers via the supporting information website (see submission of supporting information below). Authors wishing to describe novel procedures or illustrate cases more fully with figures and/or video may be encouraged to utilise this facility.

Article Type

Structure Description

Abstract / Structure

Original Articles	Main text includes: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion and Conclusion.	Structured: Aim, methodology, results, conclusions, funding, conflict of interest. No more than 350 words
Systematic, Scoping and Narrative Review Articles	Main text includes: Introduction, method, results, discussion, conclusions, funding, Conflict of Interest	Structured: Background, Objectives, Method, Results, Conclusion, Funding, Conflict of interest, Registration No more than 350 words.
Case Reports and Clinical Commentaries	Main text includes: Introduction, report, discussion and conclusion	Structured: Aim, summary, key learning points
Supporting Information	Supporting information, such as data sets or supplemental figures or tables, that will not be published in the print edition of the journal, but which will be viewable via the online edition, can be submitted. It should be clearly stated at the time of submission that the supporting information is intended to be made available through the online edition. The availability of supporting information should be indicated in the main manuscript by a paragraph, to appear after the References, headed 'Supporting Information' and providing titles of figures, tables, etc. In order to protect reviewer anonymity, material posted on the authors Web site cannot be reviewed. The supporting information is an integral part of the article and will be reviewed accordingly.	

2.1 Reporting Guidelines

2.1.1 Case reports/case series

Case reports should be written to comply with the Preferred Reporting Items for Case reports in Endodontics (PRICE) 2020 guidelines (Nagendrababu et al. 2020, doi:10.1111/iej.13285).

When submitting manuscripts that have been written using the PRICE 2020 guidelines, authors should include the following statement in the beginning of “Report” section: “This case report has been written according to Preferred Reporting Items for Case reports in Endodontics (PRICE) 2020 guidelines (Nagendrababu et al. 2020, doi: 10.1111/iej.13285).

A PRICE checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in the submission material. The PRICE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/price/>.

It is recommended that authors consult the following papers when writing case reports, which explains the rationale for the PRICE 2020 guidelines and their importance:

Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Setzer FC, Sunde PT, Dummer PMH (2020) PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: a consensus-based development. *International Endodontic Journal* 53, 619-26. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32090342>)

Nagendrababu V, Chong BS, McCabe P, Shah PK, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer PMH (2020) PRICE 2020 guidelines for reporting case reports in Endodontics: Explanation and elaboration. *International Endodontic Journal* 53, 922-47. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13300>)

2.2.2. Randomized clinical trials

Randomized clinical trials should be reported to comply with the Preferred Reporting Items for Randomized Trials in Endodontics (PRIRATE) 2020 guidelines (Nagendrababu et al. 2020, doi: 10.1111/iej.13294).

When submitting manuscripts that have been written using the PRIRATE 2020 guidelines, authors should include the following statement in the beginning of “Materials and Methods” section: “This randomized clinical trial has been written according to Preferred Reporting Items for Randomized Trials in Endodontics (PRIRATE) 2020 guidelines (Nagendrababu et al. 2020, doi: 10.1111/iej.13294).

A PRIRATE 2020 checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in the submission material. The PRIRATE 2020 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/prirate/>.

It is recommended that authors consult the following papers when writing manuscripts, which explains the rationale for the PRIRATE 2020 guidelines and their importance:

Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Pigg M, Rechenberg DK, Vaeth M, Dummer PMH (2020) PRIRATE 2020 guidelines for reporting randomised trials in Endodontics: a consensus-based development. *International Endodontic Journal* 53, 764-73. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13294>)

Nagendrababu V, Duncan HF, Bjørndal L, Kvist T, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Dummer PMH (2020) PRIRATE 2020 guidelines for reporting trials in Endodontics: Explanation and elaboration. *International Endodontic Journal* 53, 774-03. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13304>)

Clinical Trials

The *International Endodontic Journal* asks that authors submitting manuscripts reporting a clinical trial register the trial a priori in any of the following public clinical trials registries: www.clinicaltrials.gov, <https://www.clinicaltrialsregister.eu/>, <http://isrctn.org/>. Other primary registries if named in the WHO network will also be considered acceptable. The clinical trial registration number and name of the trial register should be included in the Acknowledgements at the submission stage.

2.2.3. Epidemiological observational trials

Observational studies should be written using the STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology' (STROBE) guidelines. Compliance with this should be detailed in the "Materials and Methods" section. (www.strobe-statement.org). A STROBE checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in the submission material.

It is recommended that authors consult the following papers when writing manuscripts, which explains the rationale for the STROBE guidelines and their importance:

Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, Strobe Initiative (2014) The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *International Journal of Surgery* 12, 1495-9.

Vandenbroucke JP, von Elm E, Altman DG, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, Poole C, Schlesselman JJ, Egger M, STROBE Initiative. (2014) Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. *International Journal of Surgery* 12, 1500-24

2.2.4. Diagnostic accuracy studies

Diagnostic accuracy studies should be written using the Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy Studies (STARD) 2015 guidelines. Compliance with this should be detailed in the "Materials and Methods" section. A STARD checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in

the submission material. The STARD checklist and flowchart can be downloaded from: <https://www.equator-network.org/reporting-guidelines/stard/>

It is recommended that authors consult the following papers when writing manuscripts, which explain the rationale for the STARD guidelines and their importance:

Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, Irwig L, Levine D, Reitsma JB, de Vet HCW, Bossuyt PMM. (2016) STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ Open* 6, e012799

<http://bmjopen.bmj.com/content/6/11/e012799.abstract>

2.2.5. Animal studies

Animal studies should be written using the Preferred Reporting Items for Animal Studies in Endodontology (PRIASE) 2021 guidelines (Nagendrababu et al. 2021, doi: 10.1111/iej.13477).

When submitting manuscripts that have been written using the PRIASE 2021 guidelines, authors should include the following statement in the beginning of “Materials and Methods” section: “The manuscript of this animal study has been written according to Preferred Reporting Items for Animal studies in Endodontology (PRIASE) 2021 guidelines (Nagendrababu et al. 2021, doi: 10.1111/iej.13477).

A PRIASE 2021 checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in the submission material. The PRIASE 2021 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/priase/>

It is recommended that authors consult the following papers when writing manuscripts, which explain the rationale for the PRIASE 2021 guidelines and their importance:

Nagendrababu V, Kishen A, Murray PE, Nekoofar MH, de Figueiredo JA, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Camilleri J, RM S, Dummer PMH (2021) PRIASE 2021 guidelines for reporting animal studies in Endodontology: a consensus-based development. *International Endodontic Journal* 54, 848-57. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13477>)

Nagendrababu V, Kishen A, Murray PE, Nekoofar MH, de Figueiredo JA, Priya E, Jayaraman J, Pulikkotil SJ, Jakovljevic A, Dummer PMH (2021) PRIASE 2021 guidelines for reporting animal studies in Endodontology: Explanation and Elaboration. *International Endodontic Journal* 54, 858-86. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13481>)

2.2.6. Laboratory studies

Laboratory studies should be reported using the Preferred Reporting Items for Laboratory studies in Endodontology (PRILE) 2021 guidelines (Nagendrababu et al. 2021, doi: 10.1111/iej.13542).

When submitting manuscripts that have been written using the PRILE 2021 guidelines, authors should include the following statement in the beginning of “Materials and Methods” section: “The manuscript of this laboratory study has been written according to Preferred Reporting

Items for Laboratory studies in Endodontology (PRILE) 2021 guidelines (Nagendrababu et al. 2021, doi: 10.1111/iej.13542).

A PRILE checklist (for editors/referees) and flowchart (as a Figure to be included in the manuscript for readers) should also be completed and included in the submission material. The PRILE 2021 checklist and flowchart can be downloaded from: <http://pride-endodonticguidelines.org/prile/>

It is recommended that authors consult the following papers when writing manuscripts, which explain the rationale for the PRILE 2021 guidelines and their importance:

Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, OA Peters, IN Rôças, JF Siqueira Jr, E Priya, J Jayaraman, SJ Pulikkotil, J Camilleri, C Boutsoukis, G Rossi-Fedele, PMH Dummer (2021) PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontics: a consensus-based development. International Endodontic Journal May 3. doi: 10.1111/iej.13542. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13542>)

Nagendrababu V, Murray PE, Ordinola-Zapata R, OA Peters, IN Rôças, JF Siqueira Jr, E Priya, J Jayaraman, SJ Pulikkotil, N Suresh, PMH Dummer (2021) PRILE 2021 guidelines for reporting laboratory studies in Endodontics: Explanation and elaboration. International Endodontic Journal (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.13565>)

2.2.7 Systematic reviews

The abstract and main body of the systematic review should be reported using the PRISMA for Abstract and PRISMA guidelines respectively (<http://www.prisma-statement.org/>). Authors submitting a systematic review must register the protocol in one of the readily-accessible sources/databases at the time of project inception and not retrospectively (e.g. PROSPERO database, OSF registries). The protocol registration number, name of the database or journal reference should be provided at the submission stage in the “Registration” section in the abstract and ‘Methods’ section in the main body of the text.

A PRISMA checklist and flow diagram as a Figure (to be included in the manuscript for readers) should also be included in the submission material. Source of funding (grant number, if available) should be added in the ‘Acknowledgements’ section.

It is recommended that authors consult the following papers, which help in the production of high quality reviews:

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group (2009) Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. PLOS Medicine 6, e1000097.

Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D (2009) The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Journal of Clinical Epidemiology 62, e1-34.

Nagendrababu V, Duncan HF, Tsesis I, Sathorn C, Pulikkotil SJ, Dharmarajan L, Dummer PMH (2019) PRISMA for abstracts: best practice for reporting abstracts of systematic reviews

in Endodontology. International Endodontic Journal 52, 1096-1107. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/iej.13118>)

Nagendrababu V, Dilokthornsakul P, Jinatongthai P, Veettil SK, Pulikkotil SJ, Duncan HF, Dummer PMH (2020) Glossary for systematic reviews and meta-analyses. International Endodontic Journal 53, 232-249. (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/iej.13217>)

2.2.8 Scoping reviews

Reviews should be reported using the PRISMA guidelines. A checklist for scoping reviews should also be included in the submission material - see: <http://www.prisma-statement.org/Extensions/ScopingReviews>.

2.2.9 Guidelines for reporting of microarray and next-generation sequencing data

Submission will be assessed according to MIAME and MINSEQE standards. The complete current guidelines are available at

Also, manuscripts will be published only after the complete data has been submitted into the public repositories, such as GEO (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>) or ArrayExpress (<http://www.ebi.ac.uk/microarray/submissions/overview.html>), and the data accession number (the identification number of the data set in the database) quoted in the manuscript. Both databases are committed to keeping the data private until the associated manuscript is published, if requested.

3. After Acceptance

Wiley Author Services

When an accepted article is received by Wiley's production team, the corresponding author will receive an email asking them to login or register with [Wiley Author Services](#). You will be asked to sign a publication license at this point as well as pay for any applicable APCs.

Copyright & Licensing

WALS + standard CTA/ELA

You may choose to publish under the terms of the journal's standard copyright agreement, or Open Access under the terms of a Creative Commons License.

Standard [re-use and licensing rights](#) vary by journal. Note that [certain funders](#) mandate a particular type of CC license be used. This journal uses the CC-BY/CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND [Creative Commons License](#).

Self-Archiving Definitions and Policies: Note that the journal's standard copyright agreement allows for [self-archiving](#) of different versions of the article under specific conditions.

Accepted Articles

The journal offers Wiley's Accepted Articles service for all manuscripts. Manuscripts accepted 'in press' are published online shortly after acceptance, prior to copy-editing or typesetting and appear in PDF format only. After the final version article is published (the article of record), the DOI remains valid and can still be used to cite and access the article.

Accepted Articles will be indexed by PubMed; submitting authors should carefully check the names and affiliations of all authors provided in the cover page of the manuscript so it is accurate for indexing. The final copyedited and proofed articles will appear in an issue on Wiley Online Library; the link to the article in PubMed will update automatically.

Proofs

Authors will receive an e-mail notification with a link and instructions for accessing HTML page proofs online/with their proofs included as a pdf. Authors should also make sure that any renumbered tables, figures, or references match text citations and that figure legends correspond with text citations and actual figures. Proofs must be returned within 48 hours of receipt of the email.

Article Promotion Support

[Wiley Editing Services](#) offers professional video, design, and writing services to create shareable video abstracts, infographics, conference posters, lay summaries, and research news stories for your research – so you can help your research get the attention it deserves.

Author Name Change Policy

In cases where authors wish to change their name following publication, Wiley will update and republish the paper and redeliver the updated metadata to indexing services. Our editorial and production teams will use discretion in recognizing that name changes may be of a sensitive and private nature for various reasons including (but not limited to) alignment with gender identity, or as a result of marriage, divorce, or religious conversion. Accordingly, to protect the author's privacy, we will not publish a correction notice to the paper, and we will not notify co-authors of the change. Authors should contact the journal's Editorial Office with their name change request.

Correction to authorship

In accordance with Wiley's [Best Practice Guidelines on Research Integrity and Publishing Ethics](#) and the [Committee on Publication Ethics](#)' guidance, *International Endodontic Journal* will allow authors to correct authorship on a submitted, accepted, or published article if a valid reason exists to do so. All authors – including those to be added or removed – must agree to any proposed change. To request a change to the author list, please complete the [Request for Changes to a Journal Article Author List Form](#) and contact either the journal's editorial or production office, depending on the status of the article. Authorship changes will not be considered without a fully completed Author Change form. [Correcting the authorship is different from changing an author's name; the relevant policy for that can be found in [Wiley's Best Practice Guidelines](#) under "Author name changes after publication."]

Appendix

Abbreviations:

The International Endodontic Journal adheres to the conventions outlined in Units, Symbols and Abbreviations: A Guide for Medical and Scientific Editors and Authors. When non-standard terms appearing 3 or more times in the manuscript are to be abbreviated, they should be written out completely in the text when first used with the abbreviation in parenthesis.

Additional Guidelines for Cover Pictures, Visual Abstracts, Frontispieces and Table of Contents Graphics

- Concepts illustrated in graphical material must clearly fit with the research discussed in the accompanying text.
- Images featuring depictions or representations of people must not contain any form of objectification, sexualization, stereotyping, or discrimination. We also ask authors to consider community diversity in images containing multiple depictions or representations of people.
- Inappropriate use, representation, or depiction of religious figures or imagery, and iconography should be avoided.
- Use of elements of mythology, legends, and folklore might be acceptable and will be decided on a case-by-case basis. However, these images must comply with the guidelines on human participants when they are present.
- Generally, authors should consider any sensitivities when using images of objects that might have cultural significance or may be inappropriate in the context (for example, religious texts, historical events, and depictions of people).
- Legal requirements:
- All necessary copyright permission for the reproduction of the graphical elements used in visuals must be obtained prior to publication.
- Clearance must be obtained from identifiable people before using their image on the cover or the like and such clearance must specify that it will be used on the cover. Use within text does not require such clearance unless it discloses sensitive personal information such as medical information. In all situations involving disclosure of such personal info, specific permission must be obtained. And images of individuals should not be used in a false manner.

Graphics that do not adhere to these guidelines will be recommended for revision or will not be accepted for publication.

Embedded Rich Media

This journal has the option for authors to embed rich media (i.e. video and audio) within their final article. These files should be submitted with the manuscript files online, using either the “Embedded Video” or “Embedded Audio” file designation. If the video/audio includes dialogue, a transcript should be included as a separate file. **The combined manuscript files, including video, audio, tables, figures, and text must not exceed 350 MB.** For full guidance on accepted file types and resolution please see [here](#).

Ensure each file is numbered (e.g. Video 1, Video 2, etc.) Legends for the rich media files should be placed at the end of the article.

The content of the video should not display overt product advertising. Educational presentations are encouraged.

Any narration should be in English, if possible. A typed transcript of any speech within the video/audio should be provided. An English translation of any non-English speech should be provided in the transcript.

All embedded rich media will be subject to peer review. Editors reserve the right to request edits to rich media files as a condition of acceptance. Contributors are asked to be succinct, and the Editors reserve the right to require shorter video/audio duration. The video/audio should be high quality (both in content and visibility/audibility). The video/audio should make a specific point; particularly, it should demonstrate the features described in the text of the manuscript.

Participant Consent: It is the responsibility of the corresponding author to seek informed consent from any identifiable participant in the rich media files. Masking a participant's eyes, or excluded head and shoulders is not sufficient. Please ensure that a consent form (<https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/licensing/licensing-info-faqs.html>) is provided for each participant.

Examples of correct forms of reference

Standard journal article

Jakovljevic, A., Duncan, H.F., Nagendrababu, V., Jacimovic, J., Milasin, J. & Dummer, P.M.H. (2020) Association between cardiovascular diseases and apical periodontitis: an umbrella review. *International Endodontic Journal*, 53, 1374–1386.

Selman, P. (2016) The global decline of intercountry adoption: what lies ahead? *Social Policy and Society*, 11(3), 381–397.

Corporate author

British Endodontic Society (1983) Guidelines for root canal treatment. *International Endodontic Journal* 16, 192-5.

Department of Health. (2009) Living well with dementia: a national dementia strategy.

Journal supplement

Frumin AM, Nussbaum J, Esposito M (1979) Functional asplenia: demonstration of splenic activity by bone marrow scan (Abstract). *Blood* 54 (Suppl. 1), 26a.

Holding, M.Y., Saulino, M.F., Overton, E.A., Kornbluth, I.D. & Freedman, M.K. (2008) Interventions in chronic pain management. 1. Update on important definitions in pain management. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89 (3, Supplement 1), S38–S40.

Books and other monographs

Personal author(s)

Gutmann J, Harrison JW (1991) *Surgical Endodontics*, 1st edn Boston, MA, USA: Blackwell Scientific Publications.

Barnes, R. (1995) *Successful study for degrees*, 2nd edition, London: Routledge.

Chapter in a book

Wesselink P (1990) Conventional root-canal therapy III: root filling. In: Harty FJ, ed. *Endodontics in Clinical Practice*, 3rd edn; pp. 186-223. London, UK: Butterworth.

Partridge, H. & Hallam, G. (2007) Evidence-based practice and information literacy. In: Lipu, S., Williamson, K. & Lloyd, A. (Eds.) *Exploring methods in information literacy research*. Wagga Wagga, Australia: Centre for Information Studies, pp. 149–170.

Published proceedings paper

DuPont B (1974) Bone marrow transplantation in severe combined immunodeficiency with an unrelated MLC compatible donor. In: White HJ, Smith R, eds. *Proceedings of the Third Annual Meeting of the International Society for Experimental Rematology*; pp. 44-46. Houston, TX, USA: International Society for Experimental Hematology.

Wittke, M. (2006) Design, construction, supervision and long-term behaviour of tunnels in swelling rock. In: Van Cotthem, A., Charlier, R., Thimus, J.-F. and Tshibangu, J.-P. (Eds.) *Eurock 2006: multiphysics coupling and long term behaviour in rock mechanics: proceedings of the international symposium of the international society for rock mechanics, EUROCK 2006, 9–12 May 2006, Liège, Belgium*. London: Taylor & Francis, pp. 211–216.

Agency publication

Ranofsky AL (1978) *Surgical Operations in Short-Stay Hospitals: United States-1975*. DHEW publication no. (PHS) 78-1785 (Vital and Health Statistics; Series 13; no. 34.) Hyattsville, MD, USA: National Centre for Health Statistics.8.

Wittke, M. (2006) Design, construction, supervision and long-term behaviour of tunnels in swelling rock. In: Van Cotthem, A., Charlier, R., Thimus, J.-F. and Tshibangu, J.-P. (Eds.) *Eurock 2006: multiphysics coupling and long term behaviour in rock mechanics: proceedings of the international symposium of the international society for rock mechanics, EUROCK 2006, 9–12 May 2006, Liège, Belgium*. London: Taylor & Francis, pp. 211–216.

Dissertation or thesis

Saunders EM (1988) *In vitro and in vivo investigations into root-canal obturation using thermally softened gutta-percha techniques (PhD Thesis)*. Dundee, UK: University of Dundee.

The University Encyclopedia (1985) London: Roydon.

URLs

Full reference details must be given along with the URL, i.e. authorship, year, title of document/report and URL. If this information is not available, the reference should be removed and only the web address cited in the text.

Smith A (1999) Select committee report into social care in the community [WWW document]. URL <http://www.dhss.gov.uk/reports/report015285.html> [accessed on 7 November 2003].

European Space Agency. (2015) Rosetta: rendezvous with a comet. Available at: <http://rosetta.esa.int> [Accessed 15th June 2015].