



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ANDRÉ LUIZ GOMIDE DE MORAIS

**Avaliação de cimentos e técnicas de obturação no
preenchimento de istmos radiculares usando um novo
software de tomografia computadorizada de feixe cônico**

GOIÂNIA
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESSES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

André Luiz Gomide de Moraes

3. Título do trabalho

Avaliação de cimentos e técnicas de obturação no preenchimento de istmos radiculares usando um novo software de tomografia computadorizada de feixe cônico

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **ANDRÉ LUIZ GOMIDE DE MORAIS, Discente**, em 31/05/2022, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Carlos Estrela, Professor do Magistério Superior**, em 06/06/2022, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do



[Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2923813** e o código CRC **15267B6B**.

ANDRÉ LUIZ GOMIDE DE MORAIS

**Avaliação de cimentos e técnicas de obturação no
preenchimento de istmos radiculares usando um novo
software de tomografia computadorizada de feixe cônico**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia da Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Goiás, como requisito para
obtenção do título de Doutor em Odontologia.
Área de Concentração: Clínica Odontológica
Linha de pesquisa: Perspectivas em odontologia
clínica

Orientador: Professor Doutor Carlos Estrela

GOIÂNIA
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Morais, André Luiz Gomide de

Avaliação de cimentos e técnicas de obturação no preenchimento de istmos radiculares usando um novo software de tomografia computadorizada de feixe cônico [manuscrito] / André Luiz Gomide de Moraes. - 2022.

75 f.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Odontologia (FO), Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Goiânia, 2022.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Materiais de obturação do canal radicular. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 3. Cimentos endodônticos. 4. Obturação do canal radicular. I. Estrela, Carlos, orient. II. Título.

CDU 616.314



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº 49 da sessão de Defesa de Tese de **André Luiz Gomide de Moraes** que confere o título de Doutor em **Odontologia**, na área de concentração em **Clínica Odontológica**.

Aos **vinte e cinco dias do mês de maio de dois mil e vinte e dois**, a partir das **14:30**, no **auditório da Faculdade de Odontologia**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada **“Avaliação de cimentos e técnicas de obturação no preenchimento de istmos radiculares usando um novo software de tomografia computadorizada de feixe cônico”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Carlos Estrela (PPGO/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **Brunno Santos de Freitas Silva (PPGO/UFG)**, membro titular interno; Professor Doutor **Julio Almeida Silva (PPGO/UFG)**, membro titular interno; Professora Doutora **Patrícia Correia de Siqueira (FO/UFG)**, membro titular externo; Professor Doutor **Helder Fernandes de Oliveira (UNIEVANGÉLICA)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do **trabalho**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Carlos Estrela**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **vinte e cinco dias do mês de maio de dois mil e vinte e dois**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Estrela, Professor do Magistério Superior**, em 13/06/2022, às 13:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Helder Fernandes de Oliveira, Usuário Externo**, em 13/06/2022, às 14:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento

no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Brunno Santos De Freitas Silva, Professor do Magistério Superior**, em 13/06/2022, às 17:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Correia De Siqueira, Professora do Magistério Superior**, em 13/06/2022, às 18:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julio Almeida Silva, Professor do Magistério Superior**, em 14/06/2022, às 08:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 2976233 e o código CRC C0CA6698.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família que sempre esteve ao meu lado me apoiando: minha esposa, Rafaella, meu filho Théo, ao meu segundo filho (que está a caminho) Thomás, aos meus pais, Anivaldo e Eni, minha irmã, Faelma. A eles que são meu porto seguro, meu Norte!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à **Deus**, força suprema, causa primária de todas as coisas, que sempre me guia, me inspira e cuida de mim.

A **minha esposa Rafaella**, por estar sempre ao meu lado, me apoiando, me consolando e me incentivando a concretizar meus sonhos.

Aos melhores resultados dos meus esforços de formar uma família, **meus filhos Théo e Thomás** (a caminho), que são minhas razões de viver. Eles são meus melhores sorrisos, minha esperança e meus sonhos de futuro.

Obrigado, **pai e mãe (Anivaldo e Eni)**, por estarem sempre ao meu lado e por me ensinarem tanto! O meu agradecimento mais sincero é por sempre serem presentes na minha vida. Ter vocês comigo é tudo o que preciso! Meus pais criaram um ser humano grato e que reconhece o esforço que tiveram para me ensinar da melhor forma.

À **minha irmã amada Faelma**, por ser uma grande incentivadora, com um sorriso no rosto sempre, com a palavra de conforto e de carinho. Obrigado por estar ao meu lado!

Ao meu orientador de sempre e amigo de vida, **Prof. Dr. Carlos Estrela**, que me viu em formação como profissional e participou de todos os momentos: graduação, especialização, mestrado e doutorado. Meu muito obrigado pelos momentos de muito conhecimento, pela paciência, pela vontade de me fazer melhor a cada dia. Obrigado, professor, pela riqueza que sempre foi conviver com o senhor de perto, participar da sua vida, dividir momentos bons e momentos difíceis. Hoje, com os olhos marejados, eu agradeço muito a Deus por ter me escutado quando pedi pela sua vida e pela sua recuperação diuturnamente!

Aos professores participantes da banca examinadora, pelo tempo disponibilizado para avaliar nosso trabalho.

Ao querido amigo **Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes** por ser esse amigo incondicional sempre e por fazer parte deste trabalho desde a sua concepção. Suas considerações e ideias fizeram a diferença neste produto.

Ao amigo **Régis Augusto Aleixo Alves**, meu companheiro de jornada, meu irmão de alma. Foram muitas horas juntos, compartilhando conhecimento, engrandecimento pessoal e participando mutuamente da vida um do outro. Estas

horas geraram excelentes frutos e principalmente geraram irmandade. Deus te abençoe! Este trabalho é nosso!

Ao professor **Dr. Mike Reis Bueno**, por dar a oportunidade de utilizar o software e-Vol DX e pela parceria de sempre.

À professora **Drª Nádia do Lago Costa**, minha querida amiga, pela amizade de longa data. Obrigado por ser uma inspiração, um modelo de vida, de retidão, de honestidade, de alegria.

Aos amigos que fiz durante esse período de formação **Prof. Dr. Júlio Almeida Silva e Prof. Dr. Daniel de Almeida Decurcio**, por estarem ao meu lado, sendo pessoas em quem sempre podia confiar e com quem sempre poderei contar.

À minha auxiliar e amiga **Cheiliane Braz de Oliveira**, fiel escudeira, amiga para todas as horas, meu ouvido e ombro amigos, com quem sempre posso contar e a responsável pelos meus melhores momentos como Cirurgião-Dentista, sorrisos e risadas sinceras diárias. Uma amiga que Deus me trouxe e me entregou e de quem eu cuido com tanto zelo!

À minha equipe da Espaço Clínico GM (**Mariana, Fernanda, Daniela, Ana Paula, Adriana Jantorno, Juliana Mendes, Monise Mendonça, Marielle Almeida**) que fizeram toda a diferença nesse tempo em que tive que me manter fora mesmo estando ao lado fisicamente. Vocês são especiais!

À **Xênia Kelly**, grande amiga e ex-servidora da Coordenação do Curso de Medicina da Universidade de Gurupi, pelos momentos de parceria e pela irrestrita dedicação a me ajudar nessa caminhada.

À **Prof. Drª Sara Falcão**, magnífica Reitora da Universidade de Gurupi, querida amiga, que sempre me incentivou a continuar trilhando esse caminho mesmo com todos os percalços.

Aos pós-graduandos do **programa PPGO** e do **grupo Endoscience** pela prazerosa convivência e por vivenciarem comigo momentos ímpares.

Aos amigos **Julyana Dumas, Thábata Izelli, Mateus Gehrke, Paulo Otávio, Marco Antônio Zaiden** por estarem sempre sonhando e realizando conosco.

Ao querido aluno de Iniciação Científica **Yuri Barbosa** pela ajuda no arremate final da tese.

À minha querida amiga de longa data **Mariana Crosara** que prontamente se fez presente e atuante para que tudo desse certo nesse momento tão importante na minha vida. Com ela divido momentos muito alegres de muita risada. Uma amiga para

vida, que o Mestrado trouxe. Muito obrigado por todos os momentos de pura demonstração de amizade.

À clínica **CIRO**, pela realização das tomografias da pesquisa, em especial a **Tatiane, Cleidson e Elvis** pela disponibilidade.

Ao professor **Dr. Alexandre Capelli**, proprietário da **Helse Ultrasonic** pela disponibilização dos insertos utilizados neste estudo.

Às queridas amigas e servidoras do PPGO/FO-UFG, **Clara e Gláucia**, que contribuíram muito para minha formação.

À saudosa **Prof. Dr^a Aline Carvalho Batista** por sua parceria de sempre.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UFG por sempre estarem dispostos a participar do nosso aprendizado.

Por fim e não menos importante, à **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás**, minha casa, onde me graduei e pós-graduei com muita satisfação e orgulho. Um canto especial para mim em Goiânia há 22 anos. Meu muito obrigado a todos os alunos e servidores desta casa maravilhosa. Até qualquer dia!

RESUMO

Objetivo: Avaliar a capacidade de selamento de istmos radiculares usando diferentes cimentos e técnicas de obturação dos canais radiculares por meio de um novo *software* de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) – e-Vol DX.

Metodologia: Foram utilizados 120 molares inferiores extraídos de pacientes com indicação para exodontia. Os dentes foram divididos em 6 grupos de acordo com o cimento endodôntico e técnica de obturação: G1: AH Plus® + técnica da condensação lateral (n=20), G2: AH Plus® + técnica híbrida de Tagger (n=20), G3: AH Plus® + técnica do cone único (n=20), G4: BioRoot RCS + técnica da condensação lateral (n=20), G5: BioRoot RCS® + técnica híbrida de Tagger (n=20) e G7: BioRoot RCS® + técnica do cone único (n=20). Os dentes foram instrumentados usando o sistema reciprocante Wave One Gold[®], irrigação feita com hipoclorito de sódio a 2,5% e EDTA (usando a irrigação passiva ultrassônica) e depois todos os canais foram obturados de acordo com a divisão dos grupos. A avaliação do selamento foi realizada através de escores. Foram utilizadas estatísticas não paramétricas para a sua análise e realizada a descrição pela mediana, mínimo e máximo. Para comparar os escores entre os cimentos foi utilizado o teste de *Mann Whitney* e entre as técnicas de obturação e grupos o teste de *Kruskal-Wallis* seguido de testes *post hoc* de *Dunn-Bonferroni*. Para comparar escores obtidos com e sem o filtro *Blooming Artifact Reduction* (BAR) do *software* e-Vol DX foi utilizado o teste de *Wilcoxon*.

Resultados: Os resultados mostraram que houve diferença significativa de selamento dos istmos de molares inferiores usando os cimentos endodônticos estudados no terço apical com BAR (p=0,016), sendo que as pontuações foram maiores para o AH Plus®. Houve diferenças significativas no selamento dos istmos de molares inferiores usando as diferentes técnicas obturadoras nos terços médio e apical. Para o terço médio sem BAR, a diferença foi entre as técnicas Cone único e híbrida de Tagger (p=0,011) assim como para o terço apical sem BAR (p<0,001). Para o terço médio com BAR a diferença foi entre a técnica cone único e as técnicas condensação lateral (p=0,043) e híbrida de Tagger (p=0,009). Para o terço apical com BAR a diferença foi entre a técnica híbrida de Tagger e as técnicas cone único (p<0,001) e condensação lateral (p=0,041). Quando comparados os escores de selamento usando diferentes técnicas obturadoras e tipos de cimento houve diferenças entre o G2 e o G3 (p=0,015) e G2 e G6 (p=0,024) no terço apical sem BAR. Com o uso da ferramenta BAR, as diferenças

estatísticas foram as seguintes: no terço cervical entre G2 e G6 ($p=0,023$); no terço médio, entre G2 e G6 ($p=0,072$); no terço apical, o G6 teve valores mais baixos de escore do que G1 ($p=0,046$), G2 ($p=0,002$) e G5 ($p=0,011$) e o G4 teve valores mais baixos que o G2 ($p=0,023$). Quando comparados os escores de selamento dos istmos com e sem uso da ferramenta BAR, houve diferenças estatisticamente significativas, com valores maiores sem o uso da ferramenta, em todos os terços. Conclui-se que, ao avaliar a capacidade de selamento de istmos radiculares usando diferentes cimentos e técnicas obturadores aplicando o *software* e-Vol DX, a melhor combinação foi o uso do cimento AH Plus e da técnica híbrida de Tagger. O uso do filtro BAR do *software* e-Vol DX nas imagens de TCFC mostrou mais espaços vazios na massa obturadora devido à redução da expansão do branco, tornando a imagem tomográfica mais fidedigna.

Palavras-chave: materiais de obturação do canal radicular, tomografia computadorizada de feixe cônico, cimentos endodônticos, obturação do canal radicular.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the sealing ability of root isthmuses using different sealers and root canal filling techniques using a new Cone Beam Computed Tomography software (e-Vol DX). **Methodology:** 120 lower molars extracted from patients with indication for extraction were used. The teeth were divided into 6 groups according to the endodontic sealer and filling technique: G1: AH Plus® + lateral condensation technique (n=20), G2: AH Plus® + Tagger's hybrid technique (n=20), G3: AH Plus® + single cone technique (n=20), G4: BioRoot RCS + lateral condensation technique (n=20), G5: BioRoot RCS® + Tagger hybrid technique (n=20) and G7: BioRoot RCS® + single cone technique (n=20). The teeth were instrumented using the Wave One Gold® reciprocating system, irrigation performed with 2.5% sodium hypochlorite and EDTA (using ultrasonic passive irrigation) and then all canals were filled according to the division of the groups. Sealing evaluation was performed using scores. Non-parametric statistics were used for its analysis and the description was performed by median, minimum and maximum. Mann Whitney test was used to compare the scores between the sealers and Kruskal-Wallis test followed by Dunn-Bonferroni post hoc tests between the obturation techniques and groups. To compare scores obtained with and without Blooming Artifact Reduction (BAR) filter of e-Vol DX software, Wilcoxon test was used. **Results:** Results showed there was a significant difference in sealing lower molar isthmus using endodontic sealers studied in apical third with BAR ($p=0.016$), with scores being higher for AH Plus®. There were differences in sealing of lower molar isthmus using different filling techniques in middle and apical thirds. For middle third without BAR, difference was between single cone and Tagger's hybrid techniques ($p=0.011$) as well as for apical third without BAR ($p<0.001$). For middle third with BAR, difference was between single cone technique and lateral condensation ($p=0.043$) and Tagger hybrid ($p=0.009$) techniques. For apical third with BAR, the difference was between Tagger's hybrid technique and single cone ($p<0.001$) and lateral condensation ($p=0.041$) techniques. When comparing the sealing scores using different filling techniques and types of sealer, there were differences between G2 and G3 ($p=0.015$) and G2 and G6 ($p=0.024$) in apical third without BAR. Using BAR tool, statistical differences were as follows: in cervical third between G2 and G6 ($p=0.023$); in middle third, between G2 and G6 ($p=0.072$); in apical third, G6 had lower scores

than G1 ($p=0.046$), G2 ($p=0.002$) and G5 ($p=0.011$) and G4 had lower scores than G2 ($p=0.023$). When comparing isthmus sealing scores with and without using BAR tool, there were significant differences, with higher values without using the tool, in all thirds. It is concluded that, when evaluating sealing ability of root isthmus using different sealers and filling techniques with e-Vol DX software, the best combination was the use of AH Plus and Tagger's hybrid technique. Using BAR filter of the e-Vol DX software in CBCT images showed more empty spaces in filling mass due to the reduction of white expansion, making tomographic image more reliable.

Keywords: root canal filling materials , cone beam computed tomography, endodontic sealers, root canal obturation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dentes incluídos em bloco de cera utilidade imerso em recipiente com água para realização do exame de TCFC em tomógrafo PreXion 3D Elite 13 bits 31
- Figura 2** – Ajuste de Parallax para melhor interpretação das imagens sem (A) e com (B) filtro BAR 2 (*Blooming Artifact Reduction*) 37
- Figura 3** - Fluxograma das etapas do estudo 39
- Figura 4** – Imagens sem (A) com (B) filtro BAR 2 40
- Figura 5** – Imagens do mesmo dente e seus terços: (A) e (B) - terço cervical, sem e com filtro BAR 2, respectivamente; (C) e (D) - terço médio, sem e com filtro BAR 2, respectivamente; (E) e (F) - terço apical, sem e com filtro BAR 2, respectivamente.. 41
- Figura 6** – Imagens do mesmo dente, num mesmo corte (terço cervical) mostrando as classificações com escores diferentes, sem (A) com (B) filtro BAR 2 (*Blooming Artefact Reduction*) 42
- Figura 7** - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes cimentos endodônticos 45
- Figura 8** - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras 47
- Figura 9** - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras 48
- Figura 10** - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras 48
- Figura 11** - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras 49

| | |
|--|----|
| Figura 12 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos | 51 |
| Figura 13 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço cervical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos | 52 |
| Figura 14 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos | 52 |
| Figura 15 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos | 53 |
| Figura 16 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço cervical | 55 |
| Figura 17 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço médio | 56 |
| Figura 18 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço apical | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Divisão dos grupos experimentais | 34 |
| Tabela 2. Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores usando diferentes cimentos endodônticos | 45 |
| Tabela 3. Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores usando diferentes técnicas obturadoras | 47 |
| Tabela 4. Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos | 51 |
| Tabela 5. Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores com e sem uso da ferramenta BAR do e-Vol DX | 55 |

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|----------|---|
| < | Menor |
| # | Número |
| = | Igual |
| % | Porcentagem |
| ® | Marca registrada |
| °C | Graus Celsius |
| 3D | Três dimensões |
| BAR | <i>Blooming Artifact Reduction</i> (Filtro de redução de artefato de contraste do branco) |
| CAAE | Certificado de Apresentação para Apreciação Ética |
| cm | Centímetro |
| DICOM | <i>Digital Imaging Communications in Medicine</i> |
| EDTA | Ácido etilenodiamino tetracético |
| eq. Al | Equivalente em alumínio |
| et al. | e colaboradores |
| FOV | <i>Field of View</i> (Campo de Visão) |
| GB | <i>Gigabyte</i> |
| GHz | <i>Giga Hertz</i> |
| IPS | <i>In Plane Switching</i> (Comutação em mesmo plano) |
| kVp | Kilovoltagem pico |
| Lt | Lote |
| mA | Miliamperagem |
| Micro-CT | Microtomografia computadorizada |
| mL | Mililitro |
| mm | Milímetro |
| MV | Canal mesiovestibular |
| n | Número amostral |
| N | Newton |
| NiTi | Níquel-titânio |
| p | Valor de probabilidade |

| | |
|------|---|
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| PUI | <i>Passive Ultrasonic Irrigation</i> (Irrigação ultrassônica passiva) |
| r | Raio |
| rpm | Rotações por minuto |
| s | Segundos |
| TCFC | Tomografia computadorizada de feixe cônico |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 22 |
| 2 OBJETIVOS | 26 |
| 2.1 - Objetivo Geral | 26 |
| 2.2 – Objetivos Específicos | 26 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 27 |
| 3.1 Tipo de pesquisa | 27 |
| 3.2 Unidade experimental | 27 |
| 3.3 Fatores estudados | 27 |
| 3.4 Delineamento experimental | 27 |
| 3.4.1 Etapas | 27 |
| 3.4.2 Cálculo Amostral | 28 |
| 3.4.3 Seleção e Preparo da Amostra | 28 |
| 3.4.4 Aquisição das Imagens Iniciais de TCFC | 29 |
| 3.4.5 Abertura coronária, preparo, distribuição dos grupos de estudo e obturação dos espécimes | 32 |
| 3.4.6 Aquisição das imagens de TCFC após obturação | 36 |
| 3.4.7 Identificação dos selamentos dos istmos em imagens de TCFC | 38 |
| 3.4.8 Análise Estatística | 43 |
| 4 RESULTADOS | 44 |
| 4.1 Comparações entre os cimentos endodônticos | 44 |
| 4.2 Comparações entre as técnicas obturadoras | 46 |
| 4.3 Comparações entre as combinações de cimentos endodônticos e técnicas obturadoras | 50 |
| 4.4 Comparação entre avaliações realizadas com e sem o filtro de redução de contraste do branco (<i>Blooming Artifact Reduction – BAR</i>) | 54 |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 5 DISCUSSÃO | 57 |
| 6 CONCLUSÕES | 64 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 65 |
| ANEXO A | 73 |
| ANEXO B | 74 |

1 INTRODUÇÃO

A endodontia contemporânea tem vivenciado uma verdadeira revolução tecnológica desde o aprimoramento de materiais e instrumentos de alta performance até o desenvolvimento de recursos avançados para o diagnóstico e planejamento de casos clínicos (THOMAS et al., 2014; BUENO et al., 2018). Mesmo que o tratamento endodôntico tenha repercutido em maiores níveis de sucesso em decorrência do uso de novas tecnologias, a anatomia radicular permanece sendo um dos grandes desafios a serem superados pelo clínico (ESTRELA et al., 2014; THOMAS et al., 2014). Além da conformação do canal, o objetivo do preparo do canal radicular inclui o esvaziamento e a sanificação do sistema de canais radiculares nos casos de inflamação ou infecção (ESTRELA et al., 2014). No entanto, na maioria dos casos, a eliminação completa é difícil de ser alcançada nas áreas anatomicamente complexas do sistema de canais radiculares que são frequentemente inacessíveis à ação dos instrumentos (PETERS, 2004; 2010).

Áreas não sanificadas e conseqüentemente não obturadas representam fatores etiológicos importantes nos fracassos endodônticos. Dentre as áreas anatomicamente complexas, destacam-se os istmos, definidos como extensões estreitas entre 2 canais capazes de abrigar micro-organismos e restos de dentina resultantes da instrumentação. Essas áreas são de difícil acesso, dificultando a sua descontaminação e, quando isso não for alcançado, pode levar ao insucesso do tratamento endodôntico (ESTRELA et al., 2014; 2017).

A qualidade dos procedimentos de irrigação e obturação desempenham um papel determinante nos desfechos bem-sucedidos. Para isso, são importantes: a penetração da solução irrigadora em todas as extensões do canal radicular, a capacidade de alcançar áreas inacessíveis aos instrumentos endodônticos (DE GREGORIO et al., 2010) e que o material obturador utilizado preencha efetivamente as regiões previamente sanificadas (ESTRELA et al., 2014).

A obturação tridimensional do canal radicular deve promover um preenchimento consistente do espaço do canal para prevenir a reinfecção (ROSSETO et al., 2014). Porém, as técnicas de obturação requerem cimentos endodônticos para preenchimento dos espaços entre a guta-percha e a parede do canal radicular (QU et

al., 2016) ou mesmo as irregularidades e áreas de difícil acesso (JAIN & BALLAL, 2019). Entre as propriedades físico-químicas importantes para obturação de canais radiculares, espera-se que a fluidez dos cimentos endodônticos permita a penetração nas irregularidades, istmo e ramificações do canal radicular (SIQUEIRA et al., 2000). Porém, o fluxo de materiais endodônticos avaliado por métodos convencionais não necessariamente está correlacionado com sua capacidade de preenchimento (TANOMARU-FILHO et al., 2017).

O sucesso ou o insucesso do tratamento endodôntico são comumente avaliados pelos sinais e sintomas clínicos, bem como pelos achados radiográficos do dente tratado. Ausência de dor, desaparecimento da inflamação e fístulas, quando existentes antes do tratamento, bem como a manutenção do dente funcional em seu alvéolo são sinais que definem o sucesso. Sob a ótica radiográfica, a cura completa da lesão óssea periapical existente e a aparência normal da lâmina dura por um período de 6 a 24 meses representarão desfechos satisfatórios. Além disso, espera-se que, histologicamente, um reparo completo das estruturas periapicais com ausência de células inflamatórias seja apresentado (ESTRELA et al., 2014; 2017).

Nesse sentido, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) fornece informações mais significativas do que as radiografias periapicais favorecendo uma avaliação minuciosa. Por se tratar de um exame tridimensional e dinâmico, as imagens podem ser visualizadas em cortes axial, sagital e coronal de forma estática ou por navegação, o que representa uma expressiva vantagem na avaliação das lesões e suas relações com as estruturas anatômicas (ARAI et al., 1999; ESTRELA et al., 2008; ESTRELA et al., 2009; BUENO et al., 2011; SILVA et al., 2012; BUENO et al., 2018; ESTRELA et al., 2018). Quando comparada com radiografias periapicais e panorâmicas, a acurácia na detecção da periodontite apical por meio da TCFC é significativamente maior (ESTRELA et al., 2008).

Apesar dos inúmeros benefícios proporcionados pela TCFC, o exame pode apresentar limitações que implicam em erros de interpretação representadas, principalmente, pela geração de artefatos que podem comprometer o diagnóstico e a tomada de decisão clínica. Artefatos são distorções ou erros nos dados reconstruídos mostrados como estruturas que não estão presentes no objeto real, o que é um grande obstáculo no diagnóstico pós-tratamento endodôntico por TCFC. Estes aparecem

derivados de guta-percha e cimentos endodônticos e outros materiais hiperdensos (BARRET & KEAT 2004; SCHULZE et al., 2011). Podem aparecer como padrões diferentes, como ampliação de imagens densas “brancas”, listras, halo hipodenso e sombras orientadas ao longo das linhas de projeção. Estão principalmente relacionados ao fenômeno de “endurecimento do feixe” (*beam hardening*), reduzindo a qualidade da imagem e conseqüentemente a capacidade de diagnóstico (BRITO-JÚNIOR et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2015; IIKUBO et al., 2016; CELIKTEN et al., 2017; CELIKTEN et al., 2019).

Mais recentemente, para superar ou pelo menos reduzir essas limitações, pacotes de software voltados para a navegação de dados DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) como e-Vol DX (CDT, São José dos Campos, Brasil) (BUENO et al., 2018) foram incorporados à rotina profissional de muitos cirurgiões-dentistas, impactando em prognósticos mais previsíveis e confiáveis.

Para o estudo da qualidade de obturação e de limpeza dos sistemas de canais radiculares incluindo suas complexidades anatômicas em especial, deltas apicais, canais laterais e istmos, exames de microscopia óptica são excelentes ferramentas de avaliação, entretanto, não apresentam aplicabilidade clínica, uma vez que são necessários o corte e descarte dos espécimes, inviabilizando as tomadas de decisão dentro de um plano de tratamento. Por se tratar de um exame de imagem de alta resolução, a TCFC associada ao software e-Vol DX favorece uma análise minuciosa da qualidade dos tratamentos endodônticos com alta fidedignidade com expressivo potencial clínico (BUENO et al., 2018; ESTRELA et al., 2018).

Rodrigues *et al.* (2020) avaliaram a influência dos protocolos de TCFC e os artefatos relacionados na visualização de obturações de canal radicular em molares contendo istmo e concluíram que a expressão do artefato é específica do dispositivo. Além disso, protocolos de tamanhos de voxel menores produziram imagens mais semelhantes à condição real nos dispositivos estudados de TCFC.

Outrossim, verifica-se carência de estudos que tenham avaliado a capacidade de selamento em regiões de istmos por meio da TCFC associada a um *software* de aprimoramento da imagem. Diante da necessidade de avaliar-se o nível de limpeza de istmos e selamento dos mesmos por diferentes tipos de cimentos endodônticos, é de suma importância aprofundar os estudos sobre um método de avaliação de

qualidade superior com aplicabilidade clínica como o e-Vol DX.

2 OBJETIVOS:

2.1 Objetivo geral

- Avaliar a capacidade de selamento de istmos radiculares usando diferentes cimentos e técnicas de obturação dos canais radiculares por meio de um novo *software* de tomografia computadorizada de feixe cônico (e-Vol DX).

2.2 Objetivos específicos

- *Analisar o potencial de selamento de istmos de molares inferiores com diferentes cimentos endodônticos (AH Plus® e BioRoot RCS®);*
- *Comparar a capacidade de selamento de istmos de molares inferiores por meio de diferentes técnicas de obturação de canais radiculares (Técnicas da Condensação Lateral, Híbrida de Tagger e do Cone Único);*
- *Comparar a capacidade de selamento de istmos de molares inferiores por meio da combinação de diferentes cimentos endodônticos (AH Plus® e BioRoot RCS®) e técnicas de obturação de canais radiculares (Técnicas da Condensação Lateral, Híbrida de Tagger e do Cone Único);*
- *Determinar a efetividade do selamento de istmos com e sem o uso da ferramenta BAR (Blooming Artefact Reduction) do software e-Vol DX de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC).*

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Pesquisa:

Investigação experimental em laboratório (*ex-vivo*)

3.2 Unidade Experimental:

Cento e vinte dentes molares humanos inferiores, distribuídos em seis grupos experimentais conforme o tipo de cimento endodôntico e técnica de obturação empregada, com a mesma técnica de sanificação de istmos.

3.3 Fatores Estudados:

- I. Qualidade de selamento de istmos com os diferentes tipos de cimentos endodônticos e técnicas de obturação por meio de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico/ *software* e-Vol DX;
- II. Uso do filtro de redução de artefato de contraste do branco (BAR)

3.4 Delineamento Experimental:

3.4.1 Etapas

1. Seleção da amostra por meio da obtenção das imagens radiográficas e tomográficas prévias;
2. Localização dos istmos nas raízes mesiais de molares inferiores através das imagens de TCFC;
3. Preparo da amostra (abertura coronária, preparo dos canais radiculares, obturação dos canais mesiais dos molares inferiores);
4. Aquisição das imagens tomográficas pós-operatórias;
5. Identificação das imagens dos istmos selados nas imagens adquiridas;
6. Coleta dos dados;
7. Análise estatística dos dados;
8. Divulgação dos resultados.

3.4.2 Cálculo Amostral

O cálculo amostral foi realizado a partir dos dados produzidos por Decurcio *et al.* (2012), que avaliaram a discrepância das medições de preenchimento do canal radicular obtidas a partir de espécimes de raízes e imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. Uma amostra de 18 dentes por grupo seria necessário para um nível de significância de 5%. Neste estudo foram incluídos 20 dentes por grupo, totalizando 120 dentes, o que permite uma baixa margem de erro e maior confiabilidade.

3.4.3 Seleção e preparo da amostra

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, CAAE 46452621.2.0000.5083 e aprovado por parecer substanciado de nº 4.735.061 – Anexo A. Foram inicialmente obtidos 142 molares inferiores humanos, extraídos por problemas periodontais. Os dentes foram obtidos na Clínica de Urgência da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás e em unidades de Saúde Pública em Goiânia, Goiás, Brasil, posterior à leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B) por pacientes maiores de 18 anos e armazenados em recipientes com timol a 0,2% (Fitofarma, Lt. 20442, Goiânia, GO, Brasil). A pesquisa foi realizada sem conter qualquer indicador de identidade do participante, garantindo plenamente o sigilo quanto à sua identidade.

Os critérios de inclusão foram dentes molares inferiores com cavidade pulpar íntegra, rizogênese completa, raízes mesiais com raio de curvatura maior que 4 mm e menor ou igual a 8 mm ($4 < r \leq 8$ mm) como estimado por Estrela *et al.* (2008) e presença de istmos em pelo menos um terço nos canais mesiais (HSU & KIM, 1997; MANOCCI *et al.*, 2005). Foram excluídos molares com calcificações, reabsorções internas ou externas, alterações de desenvolvimento dentário, dentes tratados endodonticamente e dentes com presença de retentores intrarradiculares, trincas e fraturas. Para a seleção prévia da amostra, os espécimes foram submetidos à inspeção clínica visual. Foram inicialmente excluídos 7 dentes pois apresentavam trincas ou fraturas radiculares visíveis à magnificação com lupa, cavidades pulpares não-íntegras e rizogênese incompleta.

Após esta etapa, os 135 espécimes restantes foram submetidos à limpeza

mecânica para eliminação das sujidades de sua superfície externa e desinfecção com solução de glutaraldeído 2% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil). Os dentes foram radiografados nos sentidos méso-distal e vestibulo-lingual, sendo adquiridas em aparelho de raios-X Spectro X70 Eletronic® (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e sensor digital Fit Microimagem, modelo T2 (Micro-Imagem, Indaiatuba, SP, Brasil), com técnica do paralelismo. Todas as imagens foram avaliadas com o uso do Software Dental Master Image 2.0.2.1 (Micro-Imagem, Indaiatuba, SP, Brasil). Os dentes foram então analisados e aqueles que não entravam nos critérios de seleção foram excluídos. Nesta etapa foram excluídos 5 dentes por apresentarem calcificações, reabsorções externas ou internas, tratamentos endodônticos prévios e presença de retentores intrarradiculares.

3.4.4 Aquisição das Imagens Iniciais de TCFC

Após esta etapa de seleção, foram feitas as aquisições das imagens tomográficas para complementação dos critérios de inclusão/exclusão (verificação da existência e a classificação dos istmos, análise da curvatura das raízes mesiais, verificação da presença de reabsorções internas não-detectáveis na radiografia), usando os dentes afixados numa plataforma de dupla camada de cera utilidade (Lysanda, São Paulo, SP, Brasil) de 7cm de diâmetro e posicionados com a face vestibular voltadas para o mesmo lado e imersos em recipiente com água para simular tecidos moles, baseado em modelos usados em estudos prévios (KATSUMATA et al., 2006; NOUJEIM et al., 2009), totalizando 10 dentes em 13 blocos de cera. As imagens foram então adquiridas no formato DICOM utilizando um tomógrafo PreXion 3D Elite 13 bits (PreXion Inc., San Mateo, CA, EUA) (Figura 2) de um centro de radiologia odontológica em Goiânia-GO (Unidade Radiodontológica de Goiânia Ltda., Goiânia, GO, Brasil). O tomógrafo foi configurado para a realização de uma imagem com voxel isotrópico de 0,100 mm em um FOV de 5,20 cm de altura e 5,60 cm de diâmetro, durante uma exposição de 33,5 segundos (com 512 projeções por aquisição) e com a tensão de tubo em 90 kVp, a corrente em 4 mA e com filtração total do feixe de radiação > 2.5 mm eq. Al. Em seguida, os espécimes foram armazenados em solução de timol a 0,2% até o início do experimento.

O arquivo DICOM foi processado por meio do *software* e-Vol DX (versão

4.5.1.13) (CDT *Software*, Bauru, SP, Brasil) instalado em uma estação de trabalho formatada com o Windows 10 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EUA), com um processador i7 - 8750, 4.1 GHz (Intel Corporation, Santa Clara, CA, EUA) e uma placa de vídeo NVIDIA GTX 1070 8GB (NVIDIA Corporation, Santa Clara, CA, EUA). As imagens obtidas foram visualizadas e analisadas em um monitor DELL P2719H, painel IPS de 27 polegadas, com resolução de 1920x1080 pixels a 60hz (DELL Inc., Eldorado do Sul, RS, Brasil). Após a visualização, mais 10 dentes foram excluídos.



Figura 1 – Dentes incluídos em bloco de cera utilidade imerso em recipiente com água para realização do exame de TCFC em tomógrafo PreXion 3D Elite 13 bits (Fonte: autor)

3.4.5 Abertura coronária, preparo, distribuição dos grupos de estudo e obturação dos espécimes

A abertura coronária padrão foi realizada com pontas diamantadas #1013 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) em alta rotação sob refrigeração. Após a abertura, as cúspides foram planificadas para obter pontos de referência estáveis. As interferências coronárias em ambos os canais mesiais foram removidas com o broca ENDO-Z (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). Em seguida, foi feita a odontometria pelo método visual, ou seja, visualização da lima tipo K-Flex #10 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) no forame apical seguido de recuo de 1 mm. O diâmetro apical foi padronizado a partir da preparação inicial com lima Manual #15 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), para o *Glide Path*, instrumentos ProGlider PG #16.02 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e para o preparo, os instrumentos reciprocantes *Wave One® Gold Small* #20.07 e *Primary* #25.07 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça), utilizando-se a técnica preconizada pela fabricante, com o uso dos instrumentos máximo de três dentes. O ápice de cada raiz foi então selado com resina composta fluida (Filtek Supreme; 3M ESPE, St Paul, MN).

Um volume de 3 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (Fitofarma, Goiânia, GO, Brasil), recém-preparado, foi utilizado para irrigação dos canais radiculares a cada troca de instrumento, com seringa e agulha Ultradent *syringe*, 0.30-mm *Navitip needle* (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). Após o instrumento final, os canais foram inundados com a solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e foi utilizada a ponta ultrassônica E1 Irrisonic (Helse Ultrasonic, Ocoee, FL, EUA) passivamente (PUI – *passive ultrasonic irrigation*) acionada em aparelho ultrassônico com frequência entre 25.000 a 30.000 Hz, por 30 segundos. Os canais radiculares foram secos e preenchidos com EDTA a 17% (pH 7,2) (Biodinâmica, Ibiporã, PR, Brasil) e foi utilizada a ponta ultrassônica anteriormente descrita, utilizando os mesmos padrões (30 segundos). Depois, os canais foram secos e preenchidos com a mesma solução de hipoclorito de sódio e utilizou-se a ponta ultrassônica novamente (PRADA et al., 2019). A seguir, os canais foram novamente irrigados com 3 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% e secados com cones de papel absorventes compatíveis com o último instrumento utilizado – *Wave One® Gold Primary* (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). Cada instrumento foi utilizado em no máximo três dentes para evitar fraturas

indesejadas durante o processo de preparo. Esta instrumentação se deu até a lima *Wave One Gold Primary* por causa do viés que poderia haver na técnica de obturação do Cone Único, pois a *Primary* é #25.07 e a *Medium* é #35.06, podendo haver então uma instrumentação maior, principalmente no terço cervical, não preenchida pelo único cone da técnica, dependendo do tamanho das raízes dos dentes analisados. Assim, optou-se por instrumentar somente até a lima *Primary*

Após esta etapa, os espécimes foram então distribuídos aleatoriamente entre os grupos de estudo (Tabela 1) para depois seguirem para a etapa de obturação, sendo 20 dentes para cada grupo, combinando dois tipos diferentes de cimentos endodônticos (AH Plus® - Dentsply/Sirona, Nova Iorque, EUA; e BioRoot RCS® - Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França) e três técnicas obturadoras diferentes (técnicas da Condensação Lateral da guta percha, híbrida de Tagger e do Cone Único).

Tabela 1 - Divisão dos grupos experimentais

| GRUPOS | CIMENTO ENDODÔNTICO | TÉCNICA DE OBTURAÇÃO |
|-----------|---------------------|----------------------------|
| G1 (n=20) | AH Plus® | Condensação Lateral (CL) |
| G2 (n=20) | AH Plus® | Híbrida de Tagger (Tagger) |
| G3 (n=20) | AH Plus® | Cone Único |
| G4 (n=20) | Bio Root RCS® | Condensação Lateral (CL) |
| G5 (n=20) | Bio Root RCS® | Híbrida de Tagger (Tagger) |
| G6 (n=20) | Bio Root RCS® | Cone Único |

AH Plus® (Dentsply/Sirona, Nova Iorque, EUA) / Bio Root RCS® (Septodont, Saint-Maur-des-Fosses, França)

Para a técnica de obturação por condensação lateral, o cimento endodôntico previamente manipulado em placa de vidro conforme instruções dos fabricantes foi inserido no canal com o cone principal ISO nº 25 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e os cones acessórios R7 (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) foram inseridos no canal radicular com o auxílio de espaçadores digitais B (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). A quantidade de cones acessórios foi estabelecida até que o último cone acessório não penetrasse mais que 5 mm de profundidade em cada canal.

Para a técnica híbrida de Tagger, cone principal e 2 a 4 cones acessórios foram inseridos no interior do canal radicular com o cimento endodôntico previamente manipulado em placa de vidro conforme instruções do fabricante, com o auxílio de espaçadores digitais B (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). Na sequência foi utilizado o compactador de McSpadden #35 de 25mm (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça) e calibração com o cursor a 3 mm aquém do comprimento de trabalho da obturação, montado em contra-ângulo e micromotor (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Tanto para a técnica de condensação lateral quanto para a híbrida de Tagger, foi realizada como passo final da obturação a condensação vertical com instrumentos de Paiva aquecidos nº 1 (Golgran, São Caetano do Sul, SP, Brasil).

A técnica de cone único consistiu na utilização de um cone de guta-percha Primary do sistema Wave One® Gold (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Suíça). Este cone foi selecionado de forma a corresponder à lima final utilizada, para que assim ele estivesse justo ao canal, principalmente na zona do terço apical. Em seguida o cone foi colocado no canal juntamente com o cimento, preenchendo assim todo o espaço do canal e cortado.

Em seguida, os excessos de material obturador remanescentes na câmara coronária foram removidos através de fricção com bolinhas de algodão esterilizadas embebidas em solução de álcool 70% (Fitopharma, Goiânia, GO, Brasil). Todos os espécimes foram armazenados a temperatura de 37°C e 100% de umidade relativa do ar por 14 dias para o completo tempo de presa dos cimentos utilizados.

Foram selecionados para a análise apenas os canais mesiais de molares inferiores, uma vez que esta é a região com maior prevalência de istmos (VILLAS-

BOAS et al., 2011; HARRIS et al., 2013; ESTRELA et al., 2015).

3.4.6 Aquisições das Imagens de TCFC após a obturação

As aquisições das imagens tomográficas foram realizadas nos mesmos parâmetros que as descritas anteriormente.

O arquivo DICOM foi processado por meio do *software* e-Vol DX, conforme descrito.

Primeiramente, a imagem de cada amostra foi isolada das demais dentro da aquisição, com o auxílio da ferramenta *croop* (corte), para depois ser inclinada nos planos de orientação anatômicos (axial, coronal e sagital) de forma que a superfície cortada (onde está localizado o istmo) ficasse paralela ao solo. Quando necessário, as imagens em TCFC foram orientadas para a correção do erro de *Parallax* (Figura 2A-B).

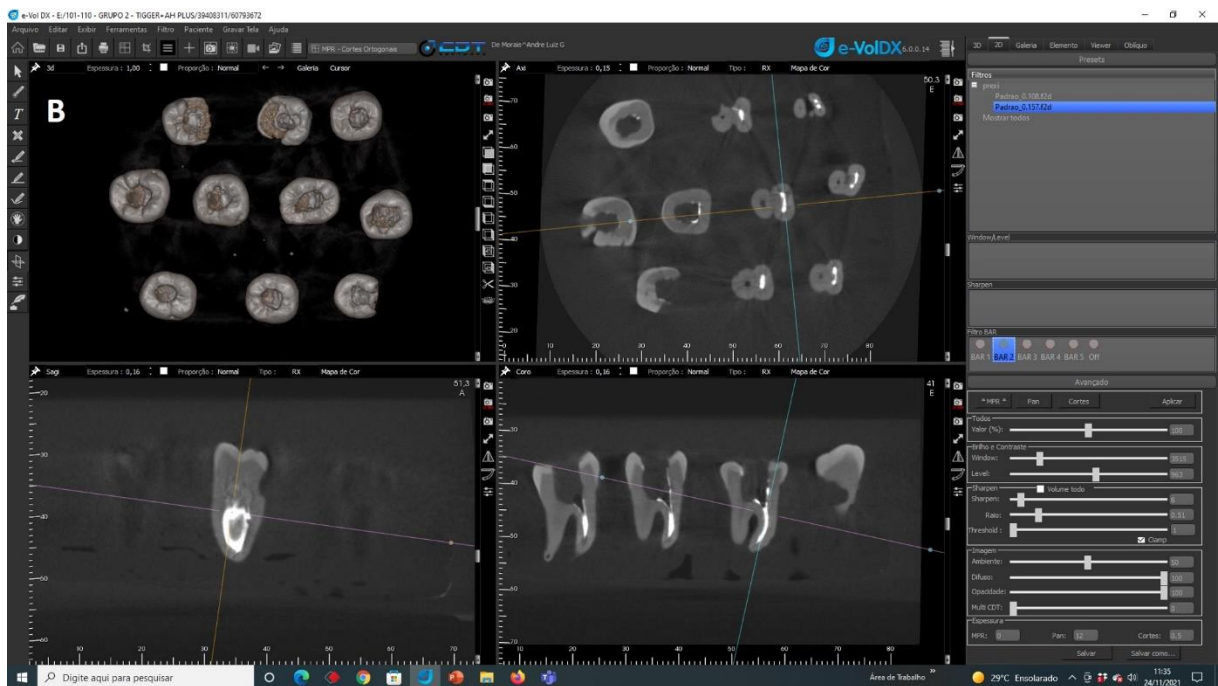
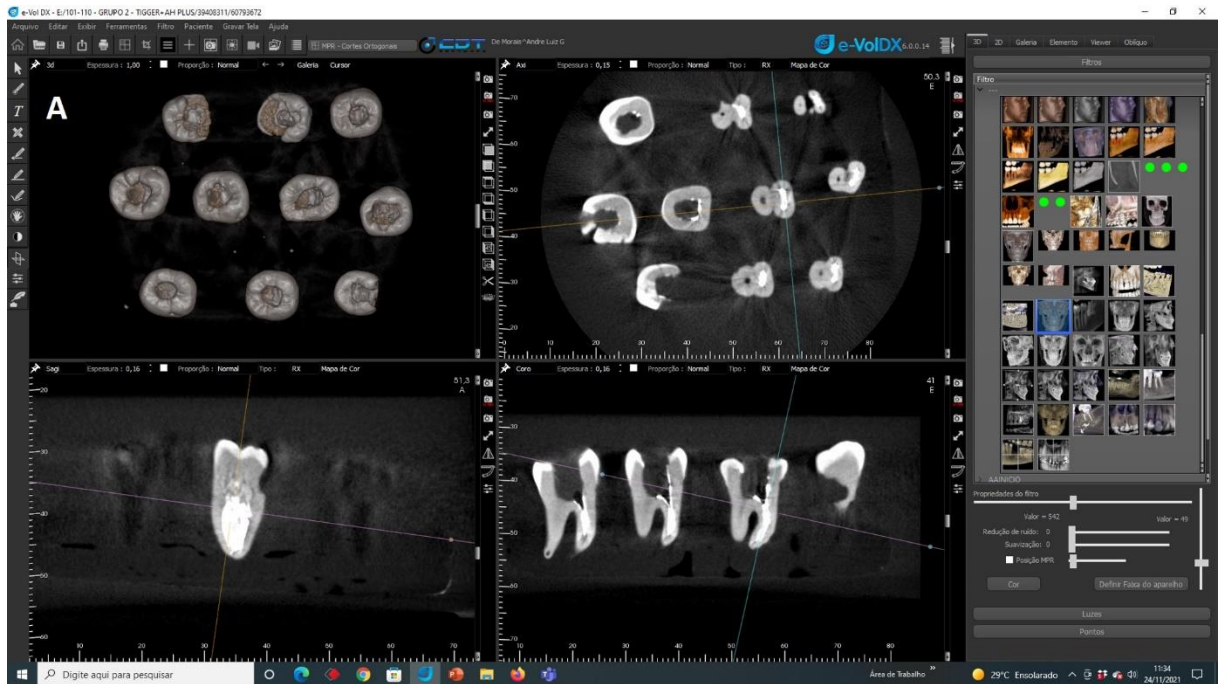


Figura 2 – Ajuste de *Parallax* para melhor interpretação das imagens sem (A) e com (B) filtro BAR 2 (*Blooming Artefact Reduction*) (Fonte: autor)

3.4.7 Identificação do selamento dos istmos em imagens de TCFC

As imagens originais DICOM provenientes do tomógrafo PreXion foram exportadas com resolução, profundidade de bits e orientação originais e posteriormente importados para o software e-Vol DX.

O plano axial foi escolhido como a referência para a tabulação dos dados. Por se tratar de navegação dinâmica (movimentando o cursor) nos terços radiculares de dentes com diferentes comprimentos de canal, cada canal teve seu comprimento calculado por meio de ferramenta de mensuração linear do e-Vol DX. Foram considerados para mensuração o ponto que vai da embocadura do canal até o vértice apical. Esta medida, por sua vez, foi dividida em 3 partes iguais caracterizando os terços cervical, médio e apical, respectivamente. O processo de navegação ocorria movimentando-se o cursor do mouse de cervical para apical, em cada terço radicular entre os seus pontos limítrofes, isto é, se um canal, por exemplo, tivesse 15 mm de comprimento linear, cada terço teria 5 mm, sendo suas posições limítrofes: cervical- 0,0 a 5,0mm; médio- 5,1 a 10,0 mm e apical- 10,1 a 15,0mm.

A análise das imagens foi realizada por dois examinadores endodontistas com mais de 10 anos de experiência os quais foram previamente calibrados utilizando 20% da amostra. Nas avaliações com o filtro de redução do contraste do branco (*Blooming Artifact Reduction - BAR*), os examinadores utilizaram o filtro *BAR 2* como forma de padronização e controle das análises das imagens das amostras (Figuras 4, 5 e 6).

A identificação do selamento foi feita através de escores nos terços dos dentes, sendo divididos em:

| ESCORES / LEGENDA | |
|-------------------|---|
| 0 | AUSÊNCIA DE ISTMO NO TERÇO ANALISADO |
| 1 | PRESENÇA DE ISTMO E AUSÊNCIA DE SELAMENTO |
| 2 | PRESENÇA DE ISTMO E SELAMENTO PARCIAL |
| 3 | PRESENÇA DE ISTMO E SELAMENTO TOTAL |

A Figura 3 apresenta o fluxograma das etapas do estudo.

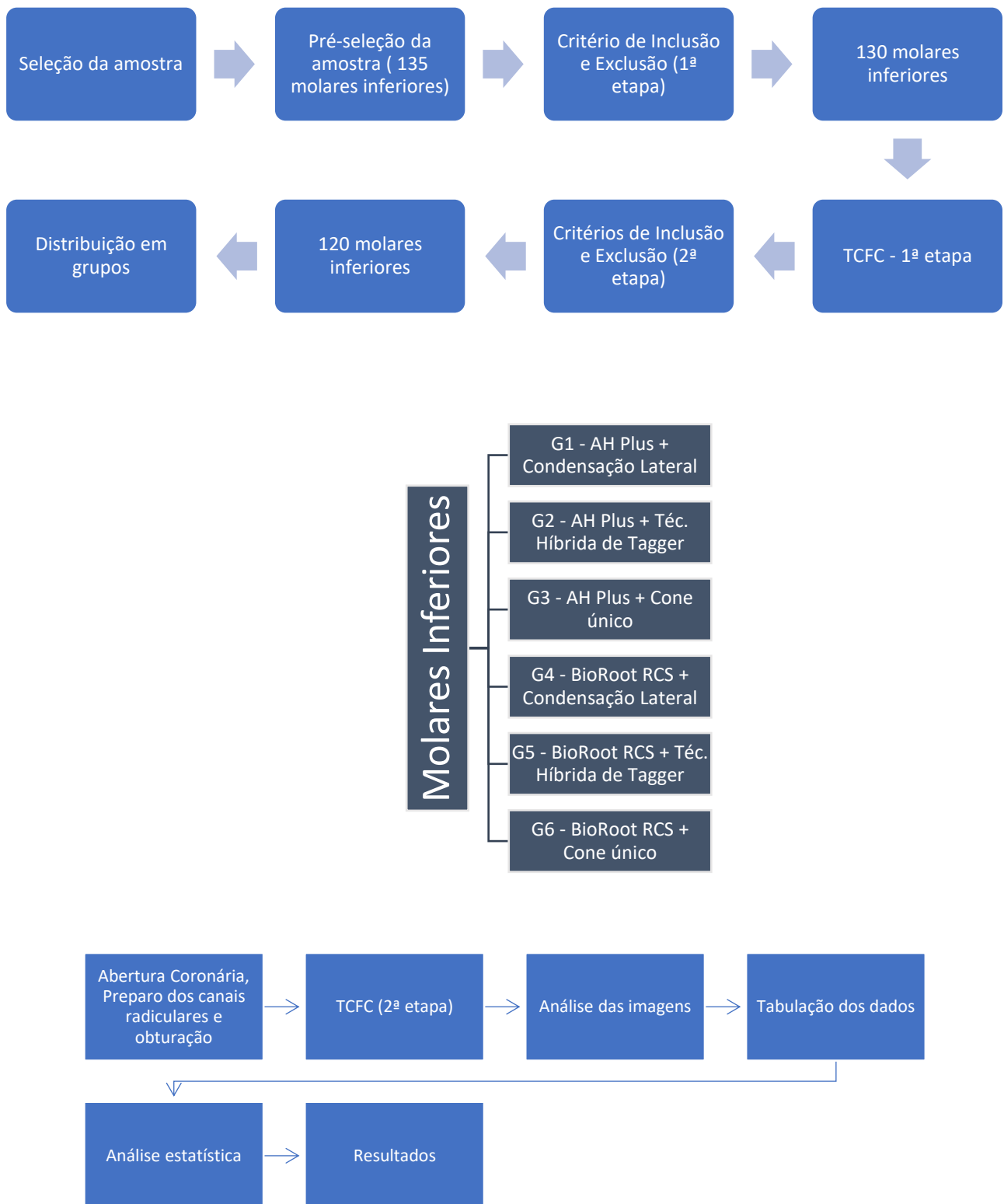


Figura 3. Fluxograma das etapas do estudo.

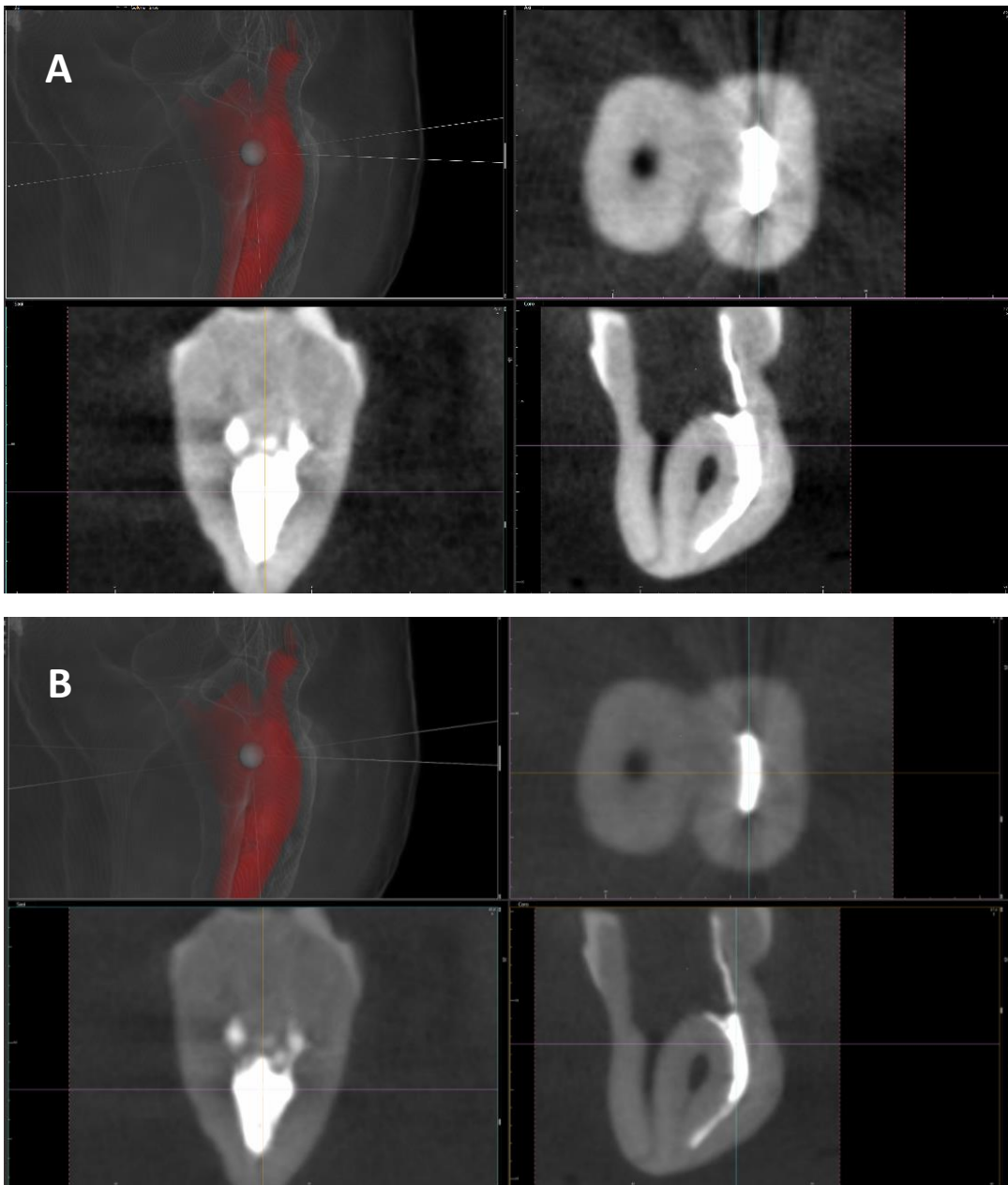


Figura 4 – Imagens sem (A) e com (B) filtro BAR 2 (*Blooming Artefact Reduction*) (Fonte: autor)

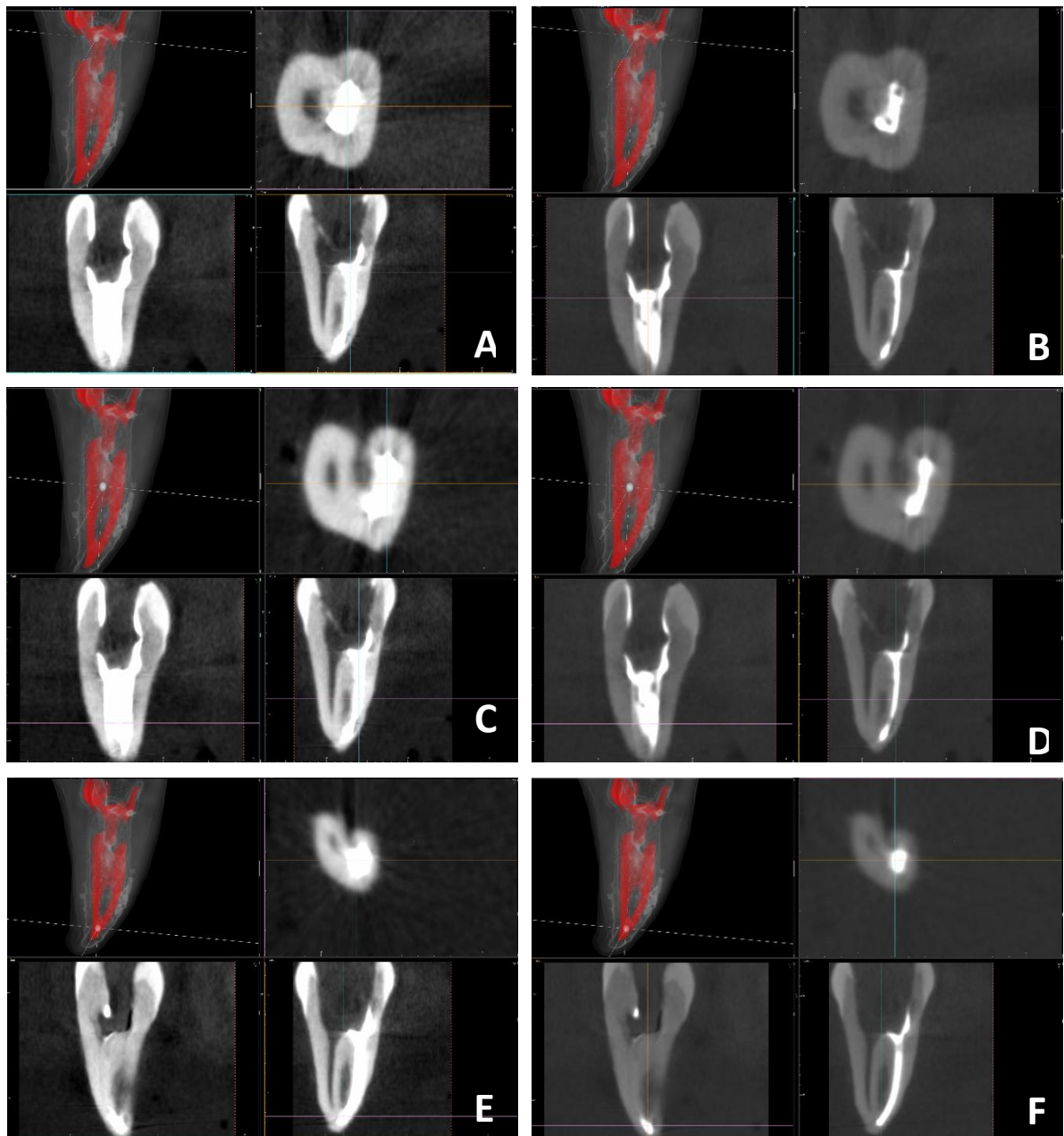


Figura 5 – Imagens do mesmo dente e seus terços: (A) e (B) - terço cervical, sem e com filtro BAR 2 (*Blooming Artefact Reduction*), respectivamente; (C) e (D) - terço médio, sem e com filtro BAR 2, respectivamente; (E) e (F) - terço apical, sem e com filtro BAR 2, respectivamente. (Fonte: autor)

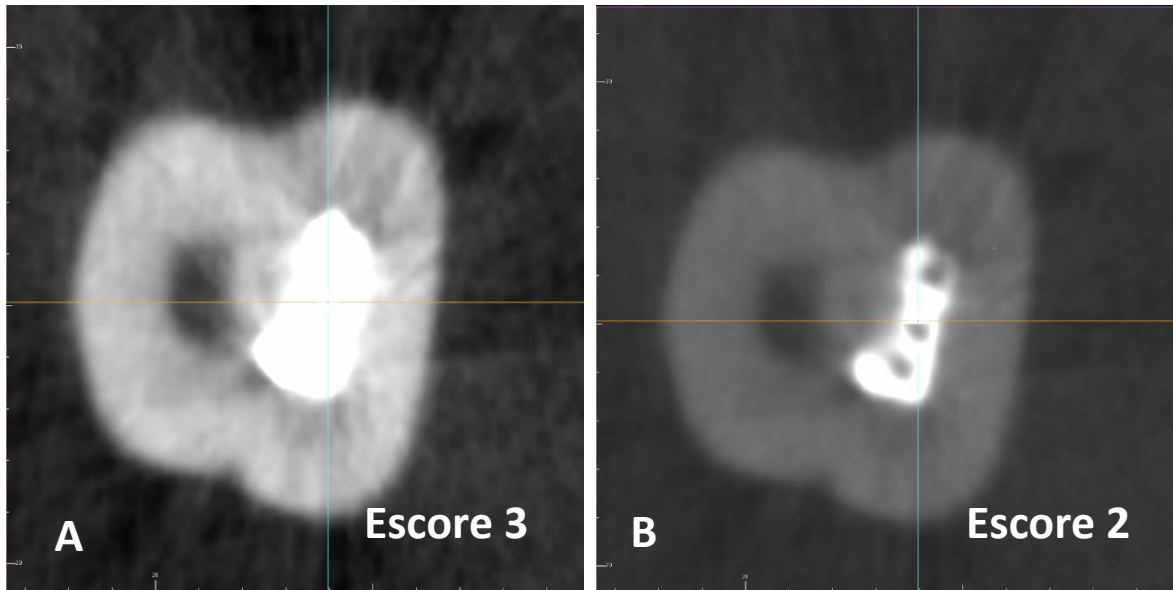


Figura 6 – Imagens do mesmo dente, no mesmo corte (terço cervical) mostrando as classificações com escores diferentes, sem (A) e com (B) filtro BAR 2 (*Blooming Artefact Reduction*) (Fonte: autor)

3.4.8 Análise Estatística

A análise dos dados foi feita com o pacote estatístico SPSS versão 20.0 e com a planilha eletrônica Microsoft Excel 2010.

Foram digitados os dados no programa Excel e posteriormente exportados para o programa SPSS v. 20.0 para análise estatística. Foram utilizados testes não-paramétricos para análise e realizada a descrição pela mediana, mínimo e máximo (com descrição não-paramétrica pois os escores são qualitativos). Para comparar os escores entre os cimentos foi utilizado o teste de *Mann Whitney* e entre as técnicas de obturação e grupos o teste de *Kruskal-Wallis* seguido de testes *post hoc* de *Dunn-Bonferroni*. Para comparar escores obtidos com e sem filtro BAR foi utilizado o teste de *Wilcoxon*. Foi considerado um nível de significância de 5% para as comparações estabelecidas. A concordância intra e inter-examinadores foi analisada usando a estatística *Kappa*.

4 RESULTADOS

Durante a fase de preparo dos canais radiculares, foram registradas 4 intercorrências (3 fraturas de instrumentos e 1 fratura radicular). Estes espécimes foram então descartados da amostra e substituídos por outros que apresentassem os pré-requisitos contidos nos tópicos 3.4.3 e 3.4.4.

Para a concordância intra e inter-examinadores foram obtidos valores de Kappa de 0,83 ($p<0,001$) e de 0,81 ($p<0,001$), respectivamente. Os resultados das comparações entre os cimentos endodônticos, as técnicas obturadoras, as combinações de cimentos e técnicas e as avaliações realizadas com e sem o uso do filtro de redução de contraste do branco (*Blooming Artifact Reduction – BAR*) estão demonstrados nas Tabelas de 2 a 5.

4.1 Comparação entre os cimentos endodônticos

Na Tabela 2 são apresentados os escores de selamento de istmos radiculares de molares inferiores entre os diferentes cimentos endodônticos. Houve diferença significativa de selamento dos istmos de molares inferiores usando os cimentos endodônticos AH Plus e Bio Root RCS no terço apical com BAR ($p=0,016$), sendo que os escores foram maiores para o AH Plus (Figura 7). Nos terços cervical e médio, com e sem BAR não houve diferenças significativas.

Tabela 2 Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos radiculares de molares inferiores usando diferentes cimentos endodônticos.

| Terço | AH Plus n=60 | Bio Root RCS n=60 | <i>p</i> |
|-----------------|-----------------|----------------------|--------------|
| Cervical | | | |
| Sem BAR | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 0,050 |
| Com BAR | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 0,097 |
| Médio | | | |
| Sem BAR | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 0,495 |
| Com BAR | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 0,899 |
| Apical | | | |
| Sem BAR | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 0,215 |
| Com BAR | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 0,016 |

Escores com valor 0 não foram considerados. Dados apresentados pela mediana (mínimo-máximo).
Dados comparados pelo teste de Mann Whitney. BAR: *Blooming Artifact Reduction*.

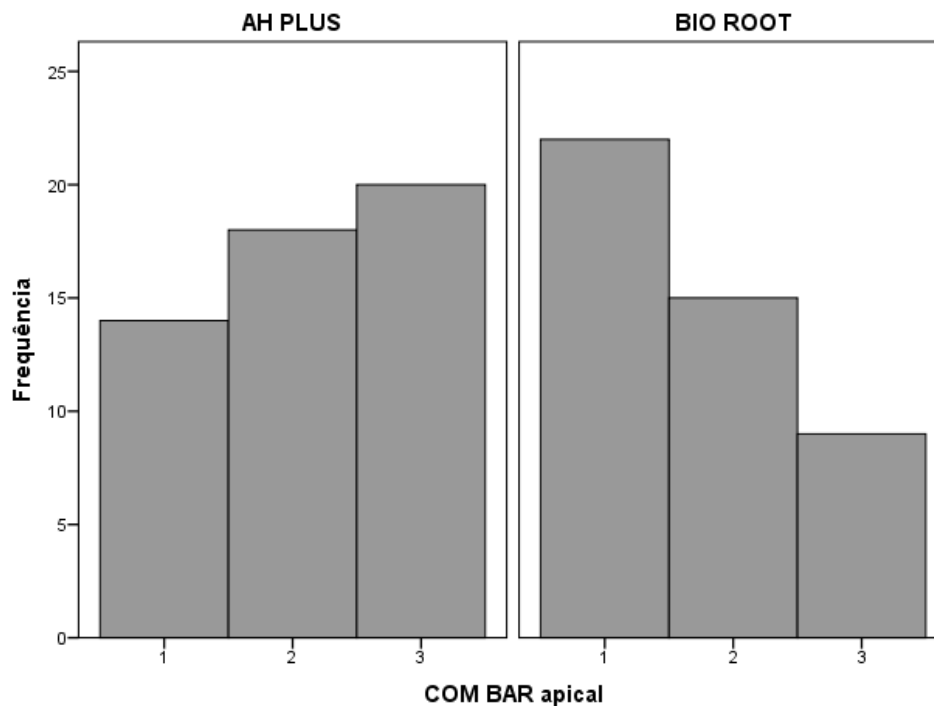


Figura 7 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes cimentos endodônticos

4.2 Comparação entre as técnicas obturadoras

Houve diferenças significativas no selamento dos istmos de molares inferiores usando as diferentes técnicas obturadoras nos terços médio e apical, com e sem BAR. Para o terço médio sem BAR, a diferença foi entre as técnicas do cone único e híbrida Tagger ($p=0,011$) assim como para o terço apical sem BAR ($p<0,001$). Para o terço médio com BAR a diferença foi entre a técnica do cone único e as técnicas da condensação lateral (CL) ($p=0,043$) e Tagger ($p=0,009$). Para o terço apical com BAR a diferença foi entre a técnica híbrida de Tagger e as técnicas do cone único ($p<0,001$) e CL ($p=0,041$). Na Tabela 3 e Figuras 8 a 11 são apresentados estes resultados.

Tabela 3 Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos radiculares de molares inferiores usando diferentes técnicas obturadoras.

| Terço | CL n=40 | Cone único n=40 | Híbrida de Tagger n=40 | p |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------------|------------------|
| Cervical | | | | |
| Sem BAR | 3 (2-3) | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 0,271 |
| Com BAR | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 0,170 |
| Médio | | | | |
| Sem BAR | 3 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^a | 3 (1-3) ^b | 0,010 |
| Com BAR | 2 (1-3) ^a | 2 (1-3) ^b | 2 (1-3) ^a | 0,006 |
| Apical | | | | |
| Sem BAR | 3 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^a | 3 (1-3) ^b | <0,001 |
| Com BAR | 2 (1-3) ^a | 1 (1-3) ^a | 3 (1-3) ^b | <0,001 |

Escores com valor 0 não foram considerados. Dados apresentados pela mediana (mínimo-máximo). Dados comparados pelo teste de Kruskal Wallis. Letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significativas. BAR: *Blooming Artifact Reduction* / CL: Condensação Lateral

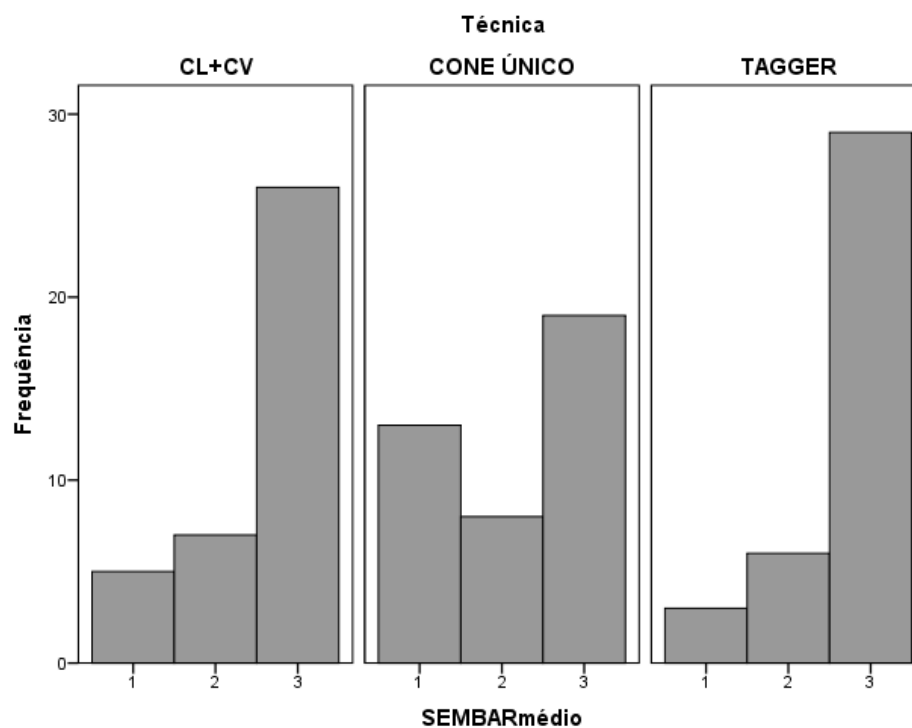


Figura 8 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras

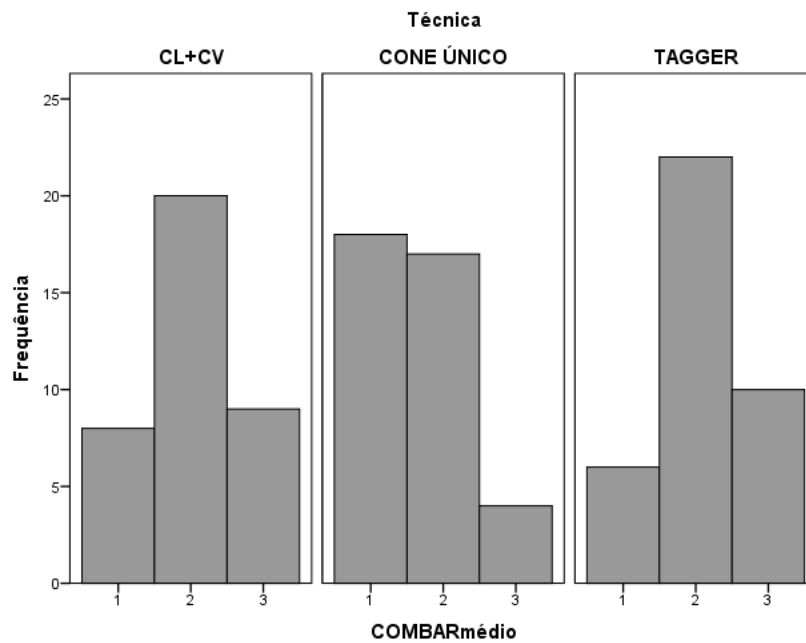


Figura 9 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras

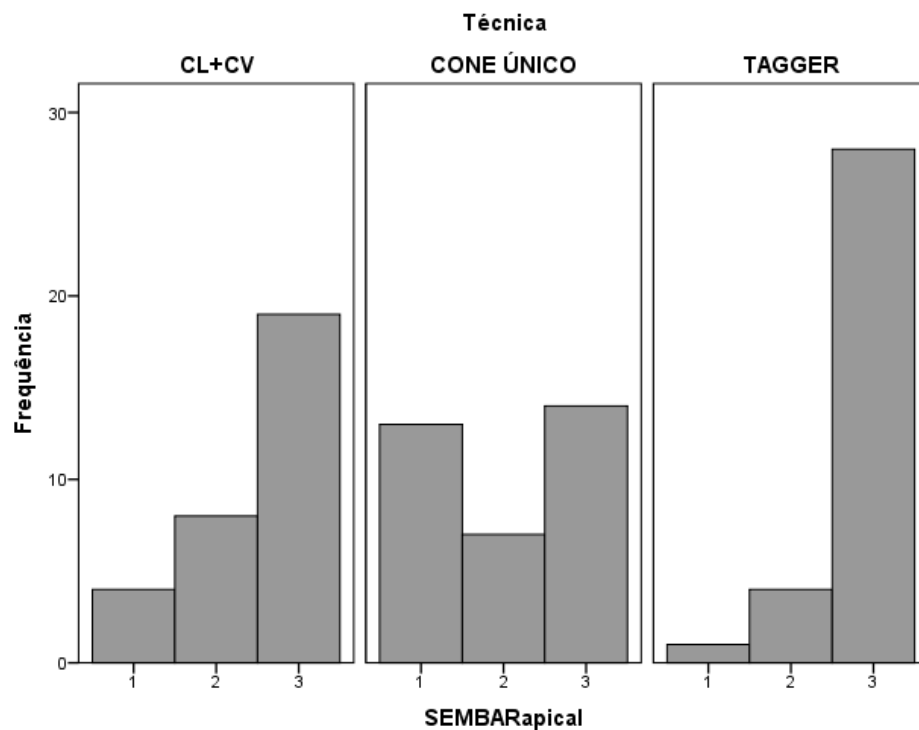


Figura 10 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras

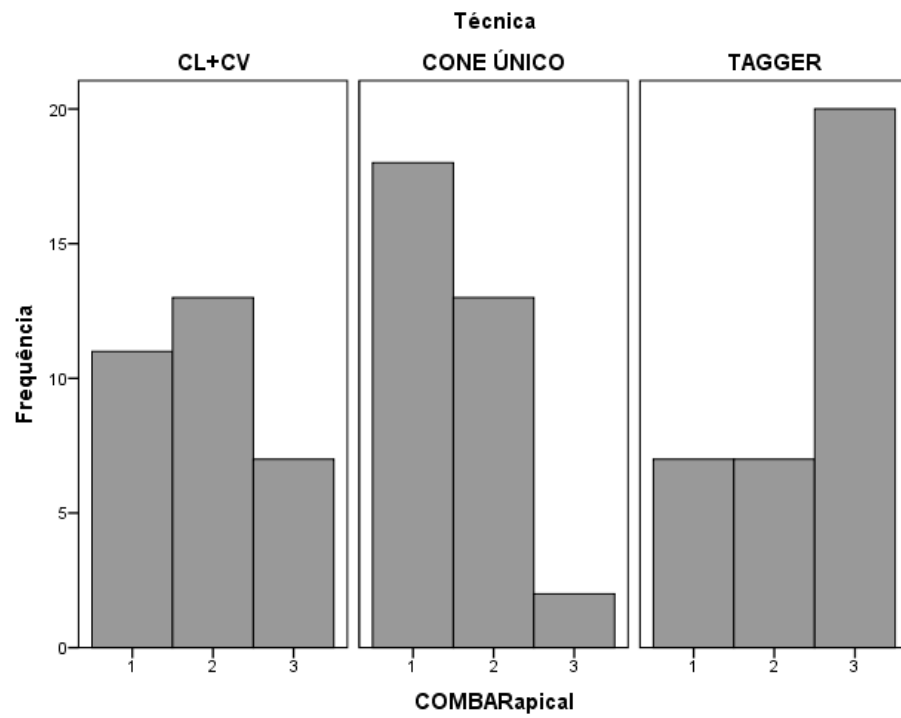


Figura 11 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras

4.3 Comparação entre as combinações de cimentos endodônticos e técnicas obturadoras

Quando comparados os escores de selamento de istmos radiculares de molares inferiores usando diferentes técnicas obturadoras e tipos de cimento houve diferenças significativas. Houve diferenças entre o Grupo 2 – AH Plus + Híbrida de Tagger – e o Grupo 3 – AH Plus + Cone Único – ($p=0,015$) e Grupo 2 e Grupo 6 – Bio Root RCS + Cone único – ($p=0,024$) no terço apical sem BAR.

Todas as medidas realizadas com BAR apresentaram diferenças significativas. No terço cervical a diferença esteve localizada entre os Grupos 2 – AH Plus + Híbrida de Tagger – e 6 – Bio Root RCS+ Cone Único – ($p=0,023$). No terço médio, apesar do teste de comparação dos grupos apontar diferença significativa ($p=0,027$) ela se perde ao ajustar para comparações múltiplas, sendo a diferença mais próxima da significância escolhida a da comparação entre os grupos 2 – AH Plus + Híbrida de Tagger – e 6 – Bio Root RCS+ Cone Único – ($p=0,072$). Quando comparamos os grupos no terço apical, o grupo 6 – Bio Root RCS + Cone Único – teve valores mais baixos no escore de selamento de istmos radiculares de molares inferiores do que os grupos 1 - AH Plus + CL – ($p=0,046$), 2 – AH Plus + Híbrida de Tagger – ($p=0,002$) e 5 – Bio Root RCS + Híbrida de Tagger – ($p=0,011$). Também o grupo 4 – Bio Root RCS + CL – teve valores mais baixos que o grupo 2 – AH Plus + Híbrida de Tagger – ($p=0,023$). Na Tabela 4 e Figuras 12 a 15 são apresentados estes resultados.

Tabela 4 Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos.

| | CL+CV AH PLUS n=20 | Tagger AH PLUS n=20 | Cone Único AH PLUS n=20 | CL+CV BIO ROOT n=20 | Tagger BIO ROOT n=20 | Cone Único BIO ROOT n=20 | p |
|-----------------|---------------------------------------|--|--|--|---|---|------------------|
| Sem BAR | | | | | | | |
| Cervical | 3 (2-3) | 3 (2-3) | 3 (1-3) | 3 (2-3) | 3 (1-3) | 2 (1-3) | 0,269 |
| Médio | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 2,5 (1-3) | 3 (1-3) | 3 (1-3) | 2 (1-3) | 0,053 |
| Apical | 3 (1-3) ^{a,b} | 3 (2-3) ^a | 2 (1-3) ^b | 2,5 (1-3) ^{a,b} | 3 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^b | 0,003 |
| Com BAR | | | | | | | |
| Cervical | 2 (1-3) ^{a,b} | 3 (2-3) ^a | 2 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^{a,b} | 2 (1-3) ^b | 0,048 |
| Médio | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 2 (1-3) | 0,027 |
| Apical | 2 (1-3) ^{a,d} | 3 (1-3) ^a | 2 (1-3) ^{a,b,c} | 1 (1-3) ^{c,d} | 3 (1-3) ^a | 1 (1-2) ^b | <0,001 |

Escores com valor 0 não foram considerados. Dados apresentados pela mediana (mínimo-máximo). Dados comparados pelo teste de Kruskal Wallis. Letras sobrescritas diferentes representam diferenças estatisticamente significativas. BAR: *Blooming Artifact Reduction*.

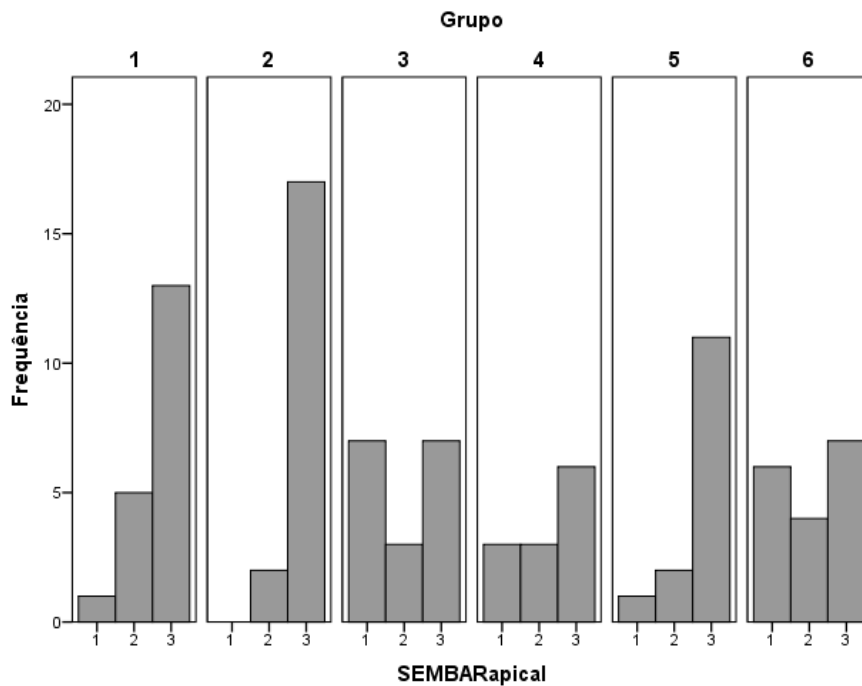


Figura 12 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, sem BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos

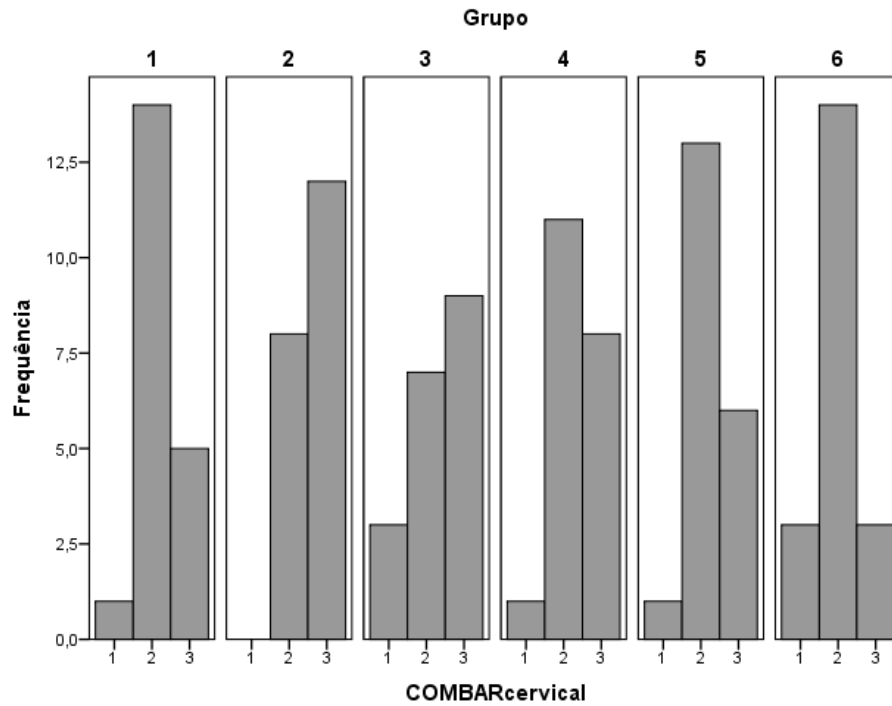


Figura 13 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço cervical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos

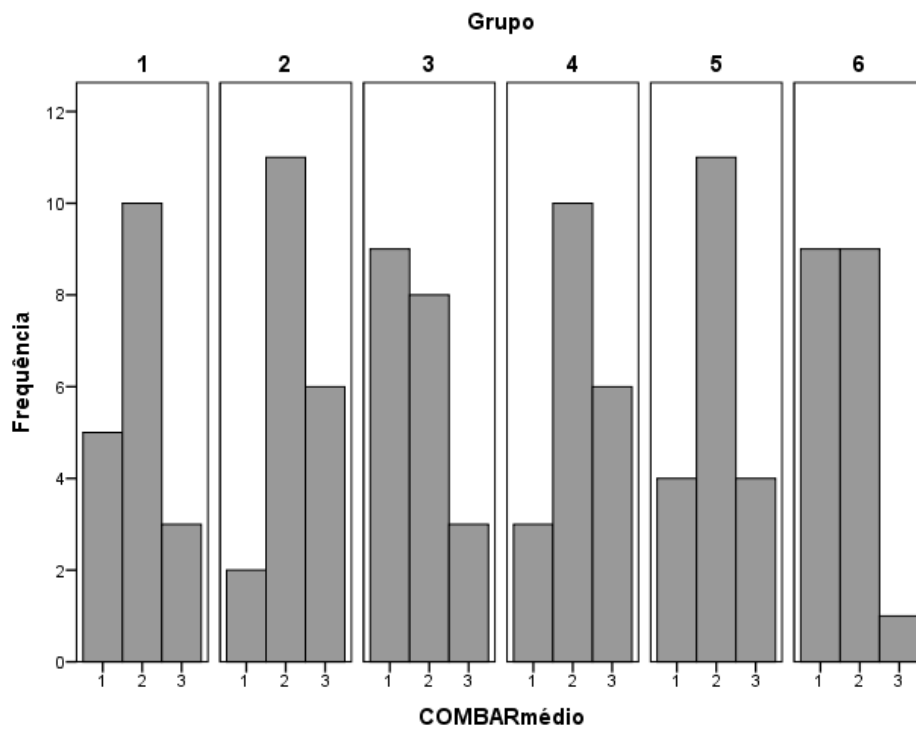


Figura 14 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço médio, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos

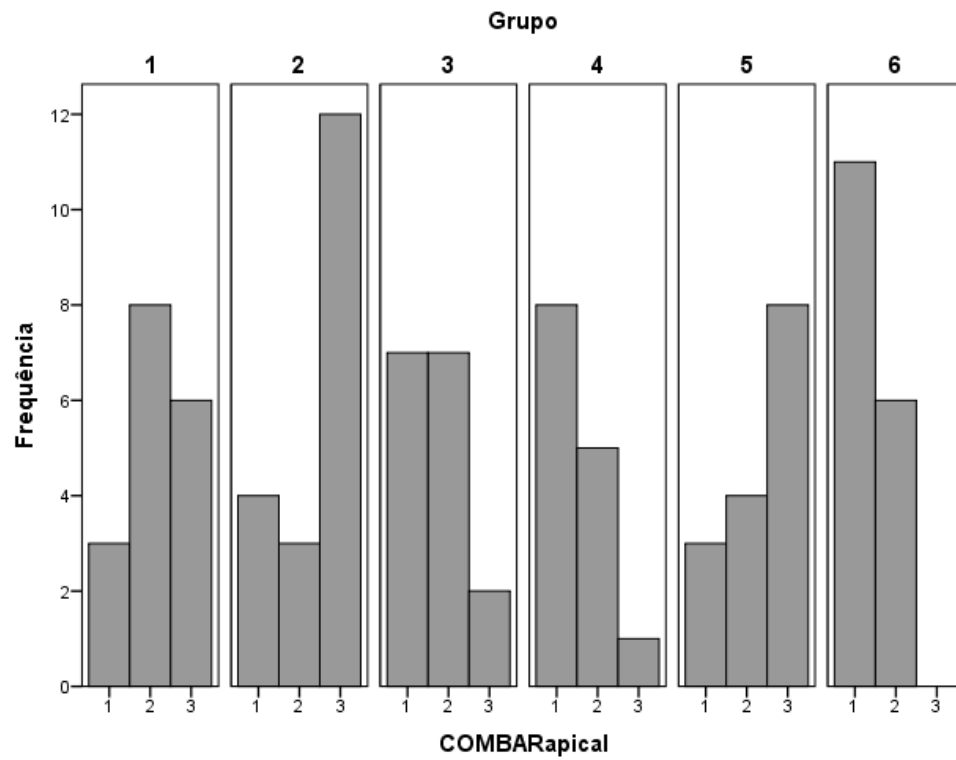


Figura 15 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com BAR no terço apical, usando diferentes técnicas obturadoras e cimentos endodônticos

4.4 Comparação entre avaliações realizadas com e sem o filtro de redução de contraste do branco (*Blooming Artifact Reduction – BAR*)

Quando comparados os escores de selamento dos istmos radiculares de molares inferiores com e sem uso do filtro BAR do *software* e-Vol DX houve diferenças significativas, com valores maiores do escore sem o uso da ferramenta, nos terços cervical ($p<0,001$), médio ($p<0,001$) e apical ($p<0,001$). Estes resultados são apresentados na Tabela 5 e Figuras 16 a 18.

Tabela 5 Tabela comparativa dos escores de selamento de istmos molares inferiores com e sem uso da ferramenta BAR do e-Vol DX.

| Terço | Sem BAR n=120 | Com BAR n=120 | p |
|----------|------------------|------------------|--------|
| Cervical | 3 (2-3) | 2 (2-3) | <0,001 |
| Médio | 3 (2-3) | 2 (1-2) | <0,001 |
| Apical | 3 (2-3) | 2 (1-3) | <0,001 |

Escores com valor 0 não foram considerados. Dados apresentados pela mediana (mínimo-máximo). Dados comparados pelo teste de Wilcoxon. BAR: *Blooming Artifact Reduction*.

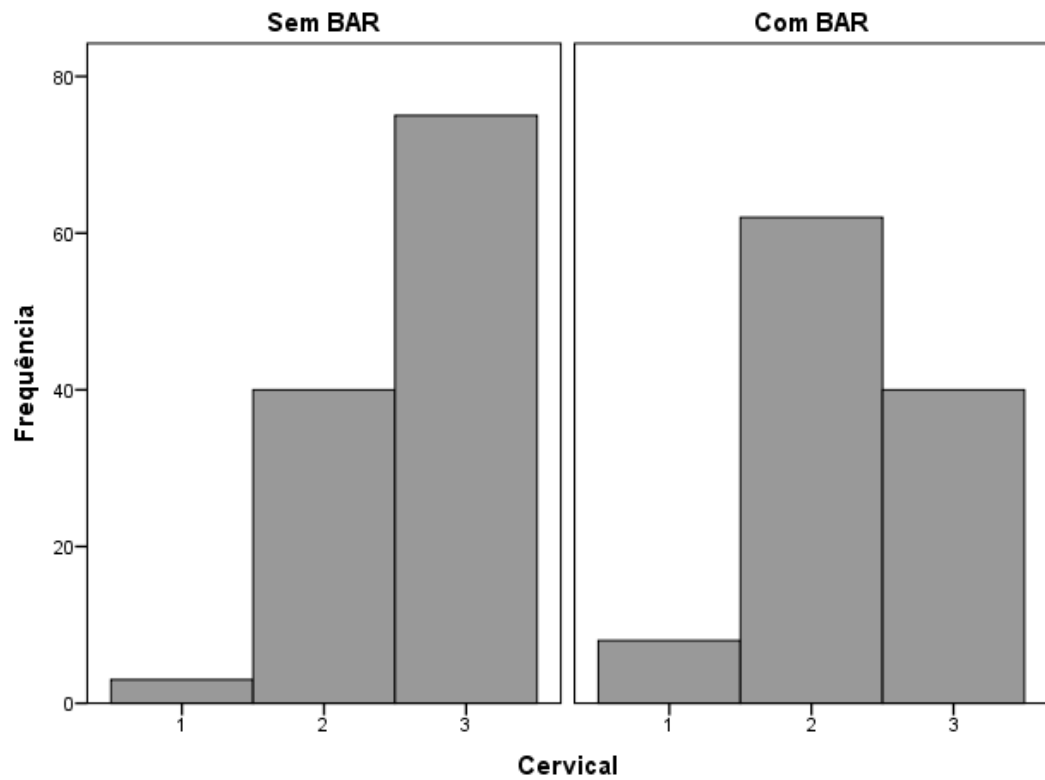


Figura 16 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço cervical

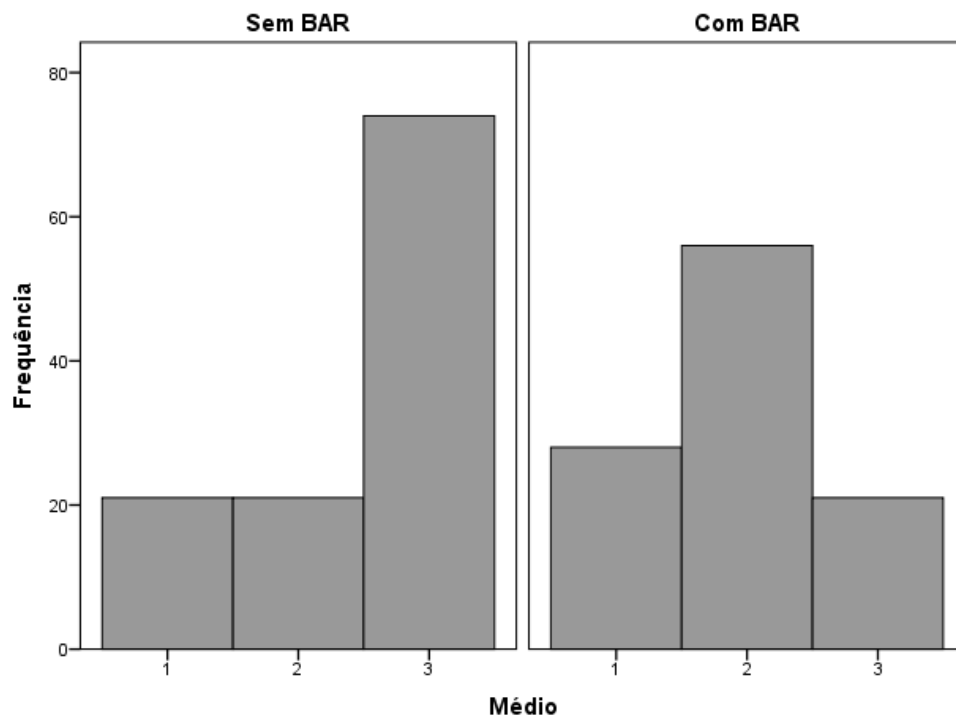


Figura 17 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço médio

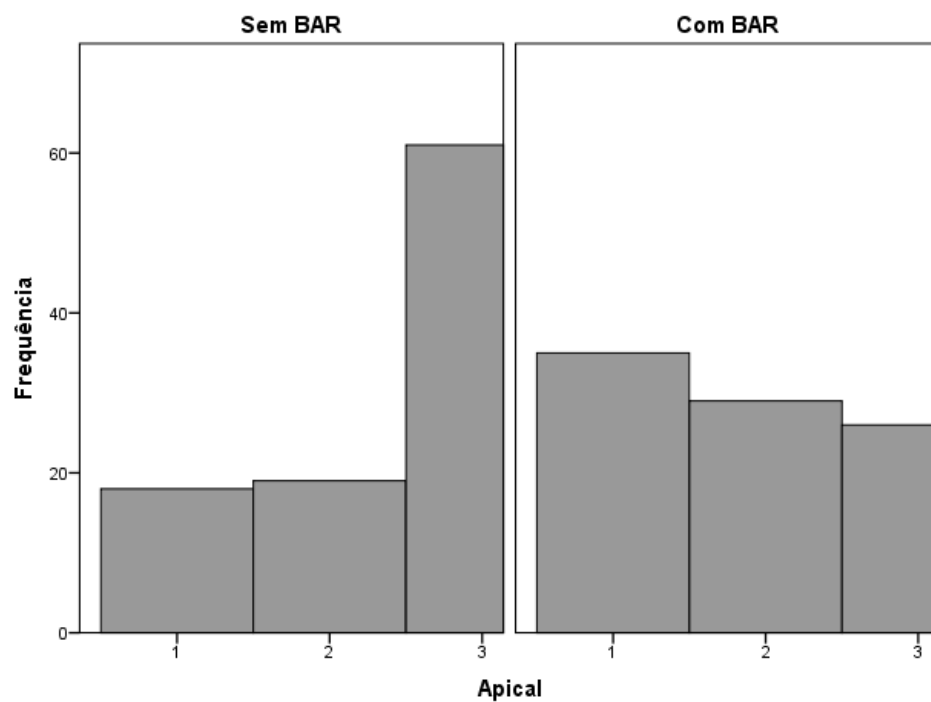


Figura 18 - Histograma comparativo dos escores de selamento de istmos molares inferiores, com e sem o uso da ferramenta BAR no terço apical

5 DISCUSSÃO

O cimento AH Plus® apresentou o melhor potencial de selamento de istmo radicular, com diferença significativa quando comparado ao Bio Root RCS® (Tabela 2). Este resultado está de acordo com achados prévios. Komabayashi et al. (2020) a partir de uma revisão da literatura reportaram que o cimento AH Plus® apresenta a melhor capacidade de selamento quando comparado a cimentos endodônticos contendo silicato tricálcico, cimento a base de silicone e outros cimentos a base de resina epóxica. Khalil et al. (2016) demonstraram que o AH Plus® atende às normas ISO para escoamento. O cimento Bio-Root RCS® e o Bio MM® exibiram um escoamento menor do que o especificado para cimentos endodônticos na ISO 6876, de 2012. Todos os cimentos testados apresentaram radiopacidade adequada, sendo que o AH Plus® apresentou-se mais radiopaco. Ballullaya et al. (2017) relataram que, em testes por meio de estereoscopia com infiltração de corante, o cimento EndoSequence BC Sealer® apresentou menor infiltração do que os cimentos AH Plus®, Resilon/Epiphany® e à base de óxido de zinco e eugenol.

A técnica híbrida de Tagger de modo geral mostrou melhores resultados para o selamento dos istmos radiculares, com diferença significativa quando comparada com a técnica de condensação lateral da guta-percha e a técnica do cone único (Tabela 3). Estes resultados encontram-se de acordo com estudos prévios baseados em diferentes metodologias (FRACASSI et al., 2012; MARCIANO et al., 2010). A Técnica Híbrida de Tagger promoveu melhor selamento dos espaços vazios dos istmos radiculares tanto analisando o uso do filtro de redução do contraste do branco (*Blooming Artefact Reduction - BAR*) quanto sem o seu uso. Fracassi et al. (2012) avaliaram a capacidade de selamento de três técnicas obturadoras (condensação lateral, híbrida de Tagger e sistema Thermafill) empregando a radiografia digital. A técnica híbrida de Tagger proporcionou melhor homogeneidade da radiopacidade da obturação e melhor selamento apical em comparação com a técnica de condensação lateral. Marciano et al. (2010) analisaram diferentes técnicas obturadoras por meio da análise em estereomicroscópio. As técnicas MicroSeal e híbrida de Tagger mostraram uma área preenchida com guta-percha maior do que as técnicas da condensação lateral e GuttaFlow nos níveis dos terços apical e médio.

No presente estudo, a combinação da técnica híbrida de Tagger com o cimento AH Plus® apresentou os maiores escores de selamento quando comparados com as outras combinações estudadas (Tabela 4). Carneiro et al. (2012), analisaram a resistência de união de diferentes cimentos e técnicas de obturação. A técnica da condensação lateral foi associada a maiores resistências de união dos materiais à dentina intrarradicular do que a técnica híbrida de Tagger. As maiores forças de *push-out* foram obtidas quando os canais foram preenchidos com a técnica da condensação lateral associada ao cimento AH Plus®. Nhata et al. (2014) avaliaram por meio de microtomografia computadorizada a força de união de diferentes cimentos e técnicas de obturação. A técnica da condensação lateral da guta-percha e híbrida de Tagger foram associadas a maiores resistências de união à dentina intrarradicular quando comparada à técnica de onda contínua de condensação. No entanto, a condensação lateral foi associada a mais espaços vazios do que as outras técnicas.

O sucesso do tratamento endodôntico relaciona-se com o diagnóstico, planejamento de estratégias operatórias e as tomadas de decisões terapêuticas assertivas frente às alterações pulpare e periapicais (ESTRELA et al., 2014). Dentre os desafios a serem vencidos, o controle microbiano e o selamento da complexa anatomia radicular interna têm impacto no êxito terapêutico. Estudos demonstraram que istmos radiculares muitas vezes inacessíveis durante o preparo dos canais radiculares favorecem a persistência da contaminação microbiana induzindo ao fracasso do tratamento endodôntico (SUNDQVIST et al., 1998; NAIR et al., 2005; ESTRELA et al., 2015).

Erros de procedimentos operatórios durante o preparo dos canais radiculares, incluindo a formação de degraus, perfurações radiculares, transportes de forame, perda do comprimento de trabalho, canal radicular perdido, sobre-instrumentação, sobre-irrigação e fratura de instrumentos podem ocorrer devido à falta de atenção do profissional e constituir fatores de risco responsáveis pelo fracasso do tratamento endodôntico. As estratégias e procedimentos terapêuticos sanificadores devem ser bem conduzidos evitando qualquer tipo de fator de risco ao fracasso operatório. A eliminação de espaços vazios dentro da cavidade pulpar constitui o objetivo da obturação do canal radicular (ESTRELA et al., 2017).

A metodologia do presente estudo envolveu novas ferramentas de análise usando exames por imagens tomográficas e um sofisticado software de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) com possibilidade de emprego em estudos clínicos (BUENO et al., 2018).

A seleção das amostras recaiu em molares inferiores devido à elevada frequência de istmos radiculares. Estrela et al. (2015) avaliaram a frequência de istmos radiculares em imagens de TCFC. Os primeiros molares inferiores apresentaram a maior frequência de istmos radiculares (87,9%), e estes istmos foram distribuídos do terço cervical ao apical. A TCFC é recomendada para a avaliação de sistemas de canais radiculares anatomicamente complexos e complicações do tratamento nos casos em que a radiografia convencional não é suficiente (ESTRELA et al., 2015).

A elevada densidade dos materiais obturadores de canais radiculares produzem artefatos de contraste de branco em imagens de TCFC. Estes artefatos são responsáveis por sérias implicações clínicas e podem levar a falsas interpretações e erros de diagnóstico (SCHULZE et al., 2011; DECURCIO et al., 2012; NEVES et al., 2014; CODARI et al., 2017). Os artefatos constituem qualquer discrepância sistemática entre os valores da escala de cinza da imagem reconstruída e os coeficientes de atenuação reais do objeto original (BARRETT & KEAT, 2004). O acúmulo de tons de branco tem impacto substancial na análise da imagem (BUENO et al., 2018). As medidas de obturação do canal radicular dos espécimes radiculares originais e das imagens TCFC são discrepantes, e as dimensões de obturação do canal radicular são maiores nas imagens TCFC do que no espécime radicular original, especialmente quando um cimento estava presente. Os materiais obturadores do canal radicular produzem graus distintos de artefatos de imagem de acordo com a densidade do material (DECURCIO et al., 2012).

No presente estudo, um novo *software* de tomografia computadorizada de feixe cônico (e-Vol DX) foi aplicado na avaliação da capacidade de selamento de istmos radiculares usando diferentes cimentos e técnicas de obturação para preenchimento radicular (BUENO et al., 2018).

A identificação de espaços vazios na massa obturadora dos canais radiculares é de extremo valor na prática clínica, independente do cimento ou técnica de preenchimento (MARCIANO et al., 2011; HUYBRECHTS et al., 2009). Na presença

de um tratamento endodôntico malsucedido é necessário avaliar cuidadosamente a qualidade de obturação do canal radicular para o planejamento de retratamento com investigação das causas responsáveis pelas falhas no selamento, com o intuito de evitar erros de procedimentos operatórios (RODRIGUES et al., 2020; ESTRELA et al., 2014; 2017).

A identificação da presença de istmos radiculares prévia ao tratamento endodôntico e frente às falhas na obturação torna-se essencial, considerando a importância deste fator de risco anatômico (ESTRELA et al., 2015). Neste contexto, os recursos contemporâneos de exames por imagens usando TCFC e um novo *software* capaz de remover artefatos metálicos tem sido de extrema importância e aplicabilidade clínica (BUENO et al., 2018; 2020, 2021; ESTRELA et al., 2018; 2020)

A distorção volumétrica ou artefato de explosão do branco (*blooming artifact*) representa uma superestimação do volume do material obturador. A sensibilidade muito baixa e a especificidade muito alta das imagens de TCFC para essa tarefa diagnóstica podem ser explicadas pela predominância destes artefatos. Valores mais altos de especificidade indicam capacidade de identificar corretamente áreas completamente preenchidas. No entanto, esses valores mais baixos de sensibilidade indicam que os vazios geralmente não são facilmente identificados (BUENO et al., 2020; RABELO et al., 2021; RODRIGUES et al., 2020). O aumento da distorção volumétrica do material obturador ao comparar TCFC com microtomografia (micro-CT) também foi relatado na literatura (CELIK TEN et al., 2019). Rodrigues et al. (2020) observaram em micro-CT que a área do istmo apresentou mais vazios, devido à dificuldade de preenchimento dessa área estreita. Estes aspectos também foram verificados em estudos prévios (MARCIANO et al., 2011; ENDAL et al., 2011).

Diferentes fabricantes desenvolveram diversos aparelhos de TCFC, cada um acompanhado de seu *software* específico. A necessidade de imagens de alta qualidade, visualização de estruturas anatômicas complexas, identificação precisa de lesões ocultas (possivelmente não detectadas) e redução de artefatos levaram a CDT Software (Bauru, SP, Brasil) a desenvolver o *software* e-Vol DX. Um recurso específico deste *software* de TCFC é a capacidade de importar, trabalhar com arquivos DICOM e padronizar ajustes de imagem para analisar volumes de TCFC de diferentes fontes. O desenvolvimento do *software* e-Vol DX foi uma resposta à

necessidade não atendida de um software que preservasse toda a faixa dinâmica dos arquivos DICOM, pois analisa arquivos DICOM de diferentes tomógrafos e produz imagens com contraste normal. Os filtros desenvolvidos para reduzir artefatos apresentam capacidade de mostrar os tons de cinza que melhor caracterizam a estrutura real do objeto na imagem. Os princípios de formação de imagens de TCFC para aplicações endodônticas têm merecido atenção especial, pois os artefatos podem surgir de materiais de alta densidade (como obturações de canais radiculares, pinos intrarradiculares) e afetar a qualidade da imagem e a identificação precisa das estruturas a serem analisadas (BUENO et al., 2018).

No presente estudo, o filtro de redução do contraste do branco (*Blooming Artifact Reduction* – BAR) foi utilizado com o software e-Vol DX de TCFC para avaliar o selamento dos istmos radiculares. O maior aumento volumétrico do branco nas imagens de TCFC podem promover equívocos de interpretações e ocultar ou camuflar espaços vazios de istmos radiculares. Este fato ficou evidente no presente estudo. Na análise do selamento dos istmos radiculares dos molares inferiores podem-se verificar diferenças significativas entre o uso ou não do filtro BAR. O uso mostrou maior evidência de espaços de istmos radiculares não preenchidos quando comparados com as imagens com a expansão do branco (na ausência do filtro) em todos os terços dos canais radiculares (Tabela 5). A técnica que promoveu melhor selamento de istmo radicular foi a híbrida de Tagger, mesmo aplicando o filtro BAR (Tabela 3)

Estrela et al. (2020) avaliaram as dimensões de pinos intrarradiculares usando um novo software de TCFC. O potencial de redução do artefato de expansão do branco usando o software e-Vol DX foi demonstrado experimentalmente. Dentes humanos unirradiculares foram preparados e tiveram pinos intracanaís cimentados. Foram distribuídos em três grupos: pinos de fibra de vidro pré-fabricados anatomicamente personalizados, pinos de liga de baixa fusão e pinos de liga de ouro. Os corpos de prova foram seccionados axialmente a 9 mm do ápice radicular e foram feitas marcações nas superfícies radiculares (eixos X, Y e Z). As dimensões dos pinos originais (grupo controle) foram medidas por meio de um micrômetro digital. As varreduras de TCFC dos dentes foram obtidas usando um scanner PreXion 3D Elite®. Os pinos foram medidos em varreduras de TCFC usando arquivos DICOM e o software e-Vol DX. O filtro *Blooming Artefact Reduction* (BAR) do software e-Vol DX

de TCFC foi desenvolvido para analisar pinos intracanaís. As medidas dos pinos intracanaís anatômicos pré-fabricados de liga de baixa fusão e liga de ouro obtidos com o *software* e-Vol DX de TCFC e um micrômetro não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$). O uso do filtro BAR do *software* e-Vol DX de TCFC não induziu diferenças dimensionais nas imagens de TCFC de pinos intracanaís quando comparados com medidas feitas com micrômetro nos pinos originaís. O uso do filtro BAR eliminou artefatos de expansão do branco. Rabelo et al. (2021) avaliaram a eficácia de diferentes softwares de TCFC na redução de artefatos de expansão do branco ao examinar dentes com pinos intracanaís: pinos de liga de baixa fusão e pinos de liga de ouro. As varreduras de TCFC foram obtidas usando dois scanners, PreXion 3D Elite® e Carestream 9000C 3D®. Primeiramente, os pinos foram medidos usando um micrômetro digital (referência padrão, controle). Os diâmetros dos pinos foram determinados usando a ferramenta BAR do *software* e-Vol DX de TCFC e do *software* PreXion3D Image Analysis System. Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os diâmetros dos pinos intracanaís nas tomografias quando o e-Vol DX foi usado, ou quando esses resultados foram comparados com os obtidos com o micrômetro. Houve diferenças significativas nos diâmetros dos pinos determinados pelo PreXion3D Image Analysis System quando comparados com o e-Vol DX e os valores do micrômetro ($p < 0,05$). O uso do filtro BAR do e-Vol DX eliminou os artefatos de expansão do branco. Não houve alterações dimensionais nas imagens de TCFC dos pinos intracanaís de baixa fusão e liga de ouro usando o filtro BAR do e-Vol DX.

O impacto clínico do uso deste *software* pode minimizar erros decorrentes de artefatos e abre novas possibilidades para as aplicações clínicas. O e-Vol DX é um *software* para pós-processamento de imagens. Quando as imagens originaís (adquiridas inicialmente) não apresentarem qualidade, o *software* não terá sucesso na atenuação do artefato (BUENO et al., 2019; ESTRELA et al., 2020). Uma variedade de diferentes filtros e ferramentas têm sido desenvolvidos para o *software* e-Vol DX de TCFC. Diferentes situações endodônticas clínicas podem usufruir do filtro de redução do contraste do branco (BAR), tornando a imagem tomográfica mais próxima do real, como pôde ser visto no presente estudo, em que o uso da deste filtro do e-Vol DX apresentou diferenças significativas quando comparados com os escores de selamento dos istmos de molares inferiores sem o uso desta ferramenta (Tabela 5).

Este fato pode ser explicado tendo em vista que o filtro BAR diminui os artefatos das imagens e permite visualizar a imagem de maneira mais verossímil, sem a presença da expansão do branco.

As características de sucesso do tratamento (ausência de dor, regressão de periodontite apical, espaço do canal radicular e coronário completamente obturado, e dente em função) devem ser avaliadas ao longo do tempo. Nos casos de dúvida, entre sucesso ou fracasso, a correta localização ou detecção da periodontite apical pode ser feita por TCFC. A possibilidade de navegar pela imagem da TCFC pode caracterizar a realidade de uma estrutura multidimensional, auxiliando com informação precisa sobre a presença, ausência ou regressão da periodontite apical. A vida útil do dente tratado endodonticamente implica no entendimento de resultados biológicos e mecânicos como um evento multifatorial ao longo da vida do indivíduo (ESTRELA et al., 2014).

O selamento do sistema de canais radiculares constitui um fator de excelência no êxito do tratamento endodôntico, uma vez que atua na tentativa de eliminação de espaços vazios que podem hospedar micro-organismos. Por conseguinte, a identificação deste detalhe anatômico bem como a capacidade de materiais e técnicas para um completo preenchimento constituem fatores que podem sinalizar uma etapa de previsibilidade ao sucesso terapêutico. Agregado a este benefício, modernos recursos nos exames por imagens podem trazer informações valiosas quanto à capacidade de identificar espaços vazios bem como o total preenchimento. Novos estudos devem analisar outras variáveis e fatores que possam produzir alterações, para que este *software* possa ser explorado de forma mais abrangente.

6 CONCLUSÕES

Frente à metodologia em apreço, pode-se concluir que:

1. O cimento endodôntico AH Plus apresentou maiores escores de selamento que o BioRoot RCS, tendo melhor capacidade de selamento de istmos radiculares de molares inferiores;
2. A técnica híbrida de Tagger apresentou melhores resultados (escores de selamento maiores) que as técnicas da condensação lateral da guta-percha e do cone único;
3. A combinação do cimento endodôntico AH Plus e a Técnica Híbrida de Tagger apresentou maiores escores de selamento que as demais combinações de cimentos endodônticos e técnicas de obturação;
4. O uso do filtro de redução do contraste do branco (*Blooming Artifact Reduction – BAR*) do *software* e-Vol DX nas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) mostrou mais espaços vazios na massa obturadora devido à redução da expansão do branco, tornando a imagem tomográfica mais fidedigna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAI Y.; TAMMISALO E.; IWAI K.; HASHIMOTO K.; SHINODA K. Development of a compact computed tomography apparatus for dental use. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 28, p. 245-248, 1999.

ARCHER R.; READER A.; NIST R.; BECH M.; MEYERS W. J. An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars. **J Endod**, v. 18, n. 11, p. 549-552, 1992. DOI 10.1016/S0099-2399(06)81212-4.

BALLULLAYA S. V.; VINAY V.; THUMU J.; DEVALLA S.; BOLLU I. P.; BALLA S. Stereomicroscopic dye leakage measurement of six different root canal sealers. **J Clin Diagn Res**, v. 11, p. ZC65-ZC68, 2017.

BANTLE M. L. D.; ROSAS C. A. P.; LIMOEIRO A. G. S.; PELEGRINE R. A.; FONTANA C. E.; FERREIRA E. H. R. G.; CASELLI R. Z. F.; BUENO C. E. S.; BALDI J. V. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in endodontic treatment. **RSD**, v. 10, n. 14, p. e106101421879, 2021.

BARRETT, J. F.; KEAT, N. Artifacts in CT: recognition and avoidance. **Radiographics**, v. 24, n. 6, p. 1679-1691, 2004.

BRITO-JÚNIOR M.; SANTOS L. A. N.; FARIA-E-SILVA A. L.; PEREIRA R. D.; SOUSA-NETO M. D. Ex vivo evaluation of artifacts mimicking fracture lines on cone-beam computed tomography produced by different root canal sealers. **Int Endod J**, v. 47, p. 26–31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/iej.12121>.

BUENO M. R.; ESTRELA C.; FIGUEIREDO J. A. P.; AZEVEDO B. C. Map-reading strategy to diagnose root perforations near metallic intracanal posts by using cone beam computed tomography. **J Endod**, v. 37, p. 85-90, 2011.

BUENO M. R.; ESTRELA C.; AZEVEDO B. C.; DIOGENES A. Development of a new cone-beam computed tomography software for endodontic diagnosis. **Braz Dent J**, v. 29, p. 517-529, 2018.

BUENO M. R.; ESTRELA C. R. A.; GRANJEIRO J. M.; SOUSA-NETO M. D.; ESTRELA C. Method to determine the root canal anatomic dimension by using a new cone-beam computed tomography software. **Braz Dent J**, v. 30, n. 1, p. 3–11, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902462>.

BUENO M. R.; ESTRELA C.; AZEVEDO B.C.; JUNQUEIRA J. L. C. Root canal shape of human permanente teeth determined by new cone-beam computed tomography software. **J Endod**, v. 46, n. 11, p. 1662-1674, 2020. DOI 10.1016/j.joen.2020.05.014.

BUENO M.R.; ESTRELA C.; GRANJEIRO J. M.; ESTRELA M. R. A.; AZEVEDO B. C.; DIOGENES A. Cone-beam computed tomography cinematic rendering: clinical, teaching and research applications. **Braz Oral Res**, v. 35, n. e024, 2021. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2021.vol35.0024.

CARNEIRO S. M. B. S.; SOUSA-NETO M. D.; RACHED-JÚNIOR F. A.; MIRANDA C. E. S.; SILVA S. R. C.; SILVA-SOUSA Y. T. C. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **Int Endod J**, v. 45, n. 9, p. 821–828, 2012. DOI 10.1111/j.1365-2591.2012.02039.x.

CARON G.; NHAM K.; BRONNEC F.; MACHTOU P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. **J Endod**, v. 36, p. 1361–1366, 2010.

CASTRO R. F.; MELO J. D. S. S.; DIAS L. C. L.; SILVA E. J. N. L.; BRANDÃO J. M. D. S. Evaluation of the efficacy of filling material removal and re-filling after different retreatment procedures. **Braz Oral Res**, v. 32, p. e94, 2018. DOI 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0094.

CELIK TEN B.; JACOBS R.; VASCONCELOS K. F.; HUANG Y.; NICOLIELO L. F. P.; ORHAN K. Assessment of volumetric distortion artifact in filled root canals using different cone-beam computed tomographic devices. **J Endod**, v. 43, p. 1517–1521, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.035> 21.

CELIK TEN B.; JACOBS R.; VASCONCELOS K. F.; HUANG Y.; SHAHEEN E.; NICOLIELO L. F. P.; ORHAN K. Comparative evaluation of cone beam CT and micro-CT on blooming artifacts in human teeth filled with bioceramic sealers. **Clin Oral Investig**, v. 23, p. 3267–3273, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2748-8>.

CODARI M.; VASCONCELOS K. F.; NICOLIELO L. F. P.; HAITER NETO F.; JACOBS R. Quantitative evaluation of metal artifacts using different CBCT devices, high-density materials and field of views. **Clin Oral Implants Res**, v. 28, p. 1509–1514, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/clr.13019>.

DE GREGORIO C.; ESTEVEZ R.; CISNEROS R.; PARANJPE A.; COHENCA N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. **J Endod**, v. 36, p. 1216–1221, 2010.

DECURCIO D. A.; BUENO M. R.; ALENCAR A. H. G.; PORTO O. C. L.; AZEVEDO B. C.; ESTRELA C. Effect of root canal filling materials on dimensions of cone-beam computed tomography images. **J Appl Oral Sci**, v. 20, p. 260–267, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-77572012000200023>.

DONNERMEYER D.; DORNSEIFER P.; SCHÄFER E.; DAMMASCHKE T. The push-out bond strength of calcium silicate-based endodontic sealers. **Head Face Med**, v. 14, n. 1, p. 13, 2018. DOI 10.1186/s13005-018-0170-8.

DUQUE J. A.; DUARTE M. A.; CANALI L. C.; ZANCAN R. F.; VIVAN R. R.; BERNARDES R. A.; BRAMANTE C. M. Comparative effectiveness of new mechanical

irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. **J Endod**, v. 43, n. 2, p. 326-331, 2017. DOI 10.1016/j.joen.2016.10.009.

ENDAL U.; SHEN Y.; KNUT A.; GAO Y.; HAAPASALO M. A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. **J Endod**, v. 37, p. 223–227, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.10.012>.

ESTRELA C.; BUENO M. R.; LELES C. R.; AZEVEDO B., AZEVEDO J. R.; Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. **J Endod**, v. 34, p. 273-279, 2008.

ESTRELA C.; BUENO M. R.; ALENCAR A. H.; MATTAR R.; VALADARES NETO J.; AZEVEDO B. C.; ESTRELA C. R. A. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. **J Endod**, v. 35, p. 1491–1497, 2009. DOI 10.1016/j.joen.2009.08.009.

ESTRELA C.; BUENO M. R.; SOUSA-NETO M. D.; PÉCORA J. D. Method for determination of root curvature radius using cone beam computed tomography images. **Braz Dent J**, v. 19, n. 2, p. 114-118, 2008. DOI 10.1590/s0103-64402008000200005.

ESTRELA C.; COSTA M. V. C.; BUENO M. R.; RABELO L. E. G.; DECURCIO D. A.; SILVA J. A.; ESTRELA C. R. A. Potential of a new cone-beam CT software for blooming artifact reduction. **Braz Dent J**, v. 31, n. 6, p. 582–588, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202005899>.

ESTRELA C.; COUTO G. S.; BUENO M. R.; BUENO K. G.; ESTRELA L. R.; PORTO O. C. L.; DIOGENES A. Apical foramen position in relation to proximal root surfaces of human permanent teeth determined by using a new cone-beam computed tomographic software. **J Endod**, v. 44, n. 11, p. 1741-1748, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.07.028>.

ESTRELA C.; HOLLAND R.; ESTRELA C. R.; ALENCAR A. H.; SOUSA-NETO M. D.; PÉCORA J. D. Characterization of successful root canal treatment. **Braz Dent J**, v. 25, n. 1, p. 3-11, 2014. DOI 10.1590/0103-6440201302356.

ESTRELA C.; PÉCORA J. D.; ESTRELA C. R. A.; GUEDES O. A.; SILVA B. S. F.; SOARES C. J.; SOUSA-NETO M. D. Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal treatment. **Braz Dent J**, v. 28, n. 2, p. 179-190, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201702451>.

ESTRELA C.; RABELO L. E. G.; SOUZA J. B.; ALENCAR A. H. G.; ESTRELA C. R. A.; SOUSA-NETO M. D.; PÉCORA J. D. Frequency of root canal isthmi in human permanent teeth determined by cone-beam computed tomography. **J Endod**, v. 41, n. 9, p. 1535-1539, 2015. DOI 10.1016/j.joen.2015.05.016.

FRACASSI L. D.; FERRAZ E. G.; ALBERGARIA S. J.; VEECK E. B.; DA COSTA N. P.; SARMENTO V. A. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. **Clin Oral Invest**, v. 17, n. 1, p. 97–103, 2012. DOI 10.1007/s00784-012-0675-7.

GERGI R.; SABBAGH C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. **Int Endod J**, v. 40, n. 7, p. 532-537, 2007. DOI 10.1111/j.1365-2591.2007.01254.x.

GOODMAN A.; READER A.; BECK M.; MELFI R.; MEYERS W. An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. **J Endod**, v. 11, p. 249-256, 1985.

GUERREIRO-TANOMARU J. M.; CHAVEZ-ANDRADE G.M.; DE FARIA-JUNIOR N. B.; WATANABE E.; TANOMARU-FILHO M. Effect of passive ultrasonic irrigation on *Enterococcus faecalis* from root canals: an ex vivo study. **Braz Dent J**, v. 26, p. 342–346, 2015. DOI 10.1590/0103-6440201300022

HAIDET J.; READER A.; BECK M.; MEYERS W. An in vivo comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. **J Endod**, v. 15, p. 195-199, 1989.

HARRIS S. P.; BOWLES W. R.; FOK A.; MCCLANAHAN S. B.; An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. **J Endod**, v. 39, p. 1374–1378, 2013.

HSU Y.; KIM S. The resected root surface: the issue of canal isthmuses. **Dent Clin North Am**, v. 41, p. 529–540, 1997.

HUYBRECHTS B.; BUD M.; BERGMANS L.; LAMBRECHTS P.; JACOBS R. Void detection in root fillings using intraoral analogue, intraoral digital and cone beam CT images. **Int Endod J**, v. 42, p. 675–85, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01566.x>.

IIKUBO M.; NISHIOKA T.; OKURA S.; KOBAYASHI K.; SANO T.; KATSUMATA A.; ARIJI E.; KOJIMA I.; SAKAMOTO M.; SASANO T. Influence of voxel size and scan field of view on fracture-like artifacts from gutta-percha obturated endodontically treated teeth on cone-beam computed tomography images. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 122, p. 631–637, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2016.07.014>.

JAIN H.; BALLAL N. V. Comparison between the use of thermoplasticized gutta-percha and a polydimethyl siloxane-based material in filling internal resorptive cavities using spiral computed tomography. **Microsc Res Tech**, v. 82, p. 149-152, 2019.

JENSEN A. S.; WALKER T. L.; HUTTER J. W.; NOCOLL B. K. Comparison of cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic after hand instrumentation in molar root canals. **J Endod**, v. 25, p. 735-738, 1999.

JORGENSEN B.; WILLIAMSON A.; CHU R.; QIAN F. 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, 2017. DOI 10.1016/j.joen.2017.01.018.

KHALIL I.; NAAMAN A.; CAMILLERI J. Properties of tricalcium silicate sealers. **J Endod**, v. 42, n. 10, p. 1529-1535, 2016. DOI 10.1016/j.joen.2016.06.002.

KATSUMATA A.; HIRUKAWA A.; NOUJEIM M.; OKUMURA S.; NAITOH M.; FUJISHITA M.; ARIJI E.; LANGLAIS R. P. Image artifact in dental cone-beam CT. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 101, p. 652-657, 2006. DOI 10.1016/j.tripleo.2005.07.027.

KLYN S. L.; KIRKPATRICK T. C.; RUTLEDGE R. E. In vitro comparisons of debris removal of the EndoActivator™ System, the F File™, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. **J Endod**, v. 8, n. 36, p. 1367-1371, 2010.

KOMABAYASHI T.; COLMENAR D.; CVACH N.; BHAT A.; PRIMUS C.; IMAI Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. **Dent Mater J**, v. 39, n. 5, p. 703-720, 2020. DOI 10.4012/dmj.2019-288.

MANOCCI F.; PERU M.; SHERRIFF M.; COOK R.; PITT FORD T. R. The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic. **Int Endod J**, v. 38, p. 558-563, 2005.

MARCIANO M. A.; ORDINOLA-ZAPATA R.; CUNHA T. V. R. N.; DUARTE M. A. H.; CAVENAGO B. C.; GARCIA R. B.; BRAMANTE C. M.; BERNARDINELI N.; MORAES I. G. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. **Int Endod J**, v. 44, p. 321–329, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.365-2591.2010.01832.x>.

MARCIANO M. A.; BRAMANTE C. M.; DUARTE M. A. H.; DELGADO R. J. R.; ORDINOLA-ZAPATA R.; GARCIA R. B. Evaluation of single root canals filled using the lateral compaction, tagger's hybrid, microseal and guttaflow techniques. **Braz Dental J**, v. 21, n. 5, p. 411–415, 2010. DOI 10.1590/s0103-64402010000500006.

METZLER R. S.; MONTGOMERY S. Effectiveness of ultrasonics and calcium hydroxide for the debridement of human mandibular molars. **J Endod**, v. 15, p. 373-378, 1989.

NAIR P. N.; HENRY S.; CANO V.; VERA J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit”

endodontic treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 99, n. 2, p. 231-252, 2005. DOI 10.1016/j.tripleo.2004.10.005.

NEVES F. S.; FREITAS D. Q.; CAMPOS P. S. F.; EKESTUBBE A.; LOFTHAG-HANSEN S. Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. **J Endod**, v. 40, p. 1530–1536, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.06.012>.

NHATA J.; MACHADO R.; VANSAN L. P.; BATISTA A.; SIDNEY G. B.; ROSA T. P.; SILVA E. J. N. L. Micro-computed tomography and bond strength analysis of different root canal filling techniques. **Indian J Dent Res**, v. 25, n. 6, p. 698-701, 2014. DOI 10.4103/0970-9290.152164.

NOUJEIM M.; PRIHODA T. J.; LANGLAIS R.; NUMMIKOSKI P. Evaluation of high-resolution cone beam computed tomography in the detection of simulated interradicular bone lesions. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 38, p.156-162, 2009.

ÖZYÜREK T.; DEMIRYÜREK E. Ö. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. **J Endod**, v. 42, n 4, p. 646-649, 2016. DOI 10.1016/j.joen.2016.01.007.

PAQUÉ F.; LAIB A.; GAUTSCHI H.; ZEHNDER M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high- resolution computed tomography scans. **J Endod**, v. 35, p. 1044–1047, 2009. DOI 10.1016/j.joen.2009.04.026.

PASSALIDOU S.; CALBERSON F.; DE BRUYNE M.; DE MOOR R.; MEIRE M. A. Debris Removal from the Mesial Root Canal System of Mandibular Molars with Laser-activated Irrigation. **J Endod**, v. 44, n. 11, p. 1697-1701, 2018.

PETERS O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **J Endod**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004. DOI 10.1097/01.don.0000129039.59003.9d.

PETERS O. A.; PAQUE F. Current developments in rotary root canal instrument technology and clinical use: a review. **Quintessence Int**, v. 41, n. 6, p. 479-488, 2010. DOI 10.1097/01.don.0000129039.59003.9d.

PRADA I.; MICÓ-MUÑOZ P.; GINER-LLUESMA T.; MICÓ-MARTÍNEZ P.; COLLADO-CASTELLANO N.; MANZANO-SAIZ A. Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 24, n. 3, p. e364-e372, 2019. DOI 10.4317/medoral.22907.

PRADA I.; MICÓ-MUÑOZ P.; GINER-LLUESMA T.; MICÓ-MARTÍNEZ P.; MUWAQUET-RODRÍGUEZ S.; ALBERO-MONTEAGUDO A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A

literature review. **J Clin Exp Dent**, v. 11, n. 2, p. e185-e193, 2019. DOI 10.4317/jced.55560.

QU W.; BAI W.; LIANG Y. H.; GAO X. J. Influence of warm vertical compaction technique on physical properties of root canal sealers. **J Endod**, v. 42, p. 1829-1833, 2016.

RABELO L. E. G.; BUENO M. R.; COSTA M. V. C.; MUSIS C. R.; ESTRELA C. R. A.; GUEDES A. O.; GAVINI G.; ESTRELA C. Blooming artifact reduction using different cone-beam computed tomography software to analyze endodontically treated teeth with intracanal posts. **Comput Biol Med** v. 136, p. 104679, 2021. DOI 10.1016/j.combiomed.2021.104679.

RODRIGUES C. T.; JACOBS R.; VASCONCELOS K. F.; LAMBRECHTS P.; RUBIRA-BULLEN I. R. F.; GAËTA-ARAUJO H.; OLIVEIRA-SANTOS C.; DUARTE M. A. H. Influence of CBCT-based volumetric distortion and beam hardening artefacts on the assessment of root canal filling quality in isthmus-containing molars. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 49, p. 20200503, 2020.

ROSSI-FEDELE G.; AHMED H. M. Assessment of root canal filling removal effectiveness using micro-computed tomography: a systematic review. **J Endod**, v. 43, n. 4, p. 520-526, 2017. DOI 10.1016/j.joen.2016.12.008.

ROSSETTO D. B.; FERNANDES S. L.; CAVENAGO B. C.; DUARTE M. A.; ORDINOLA-ZAPATA R.; DE ANDRADE F. B. Influence of the method in root canal filling using active lateral compaction techniques. **Braz Dent J**, v. 25, p. 295-301, 2014.

SAHAR-HELFT S.; SARP A. S.; STABHOLTZ A.; GUTKIN V.; REDENSKI I.; STEINBERG D. Comparison of positive-pressure, passive ultrasonic, and laser-activated irrigations on smear-layer removal from the root canal surface. **Photomed Laser Surg**, v. 33, p. 129–35, 2015.

SCHULZE R.; HEIL U.; GROSS D.; BRUELLMANN D. D.; DRANISCHNIKOW E.; SCHWANECKE U.; SCHOEMER E. Artefacts in CBCT: a review. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 40, p. 265–273, 2011. DOI 10.1259/dmfr/3064203917.

SILVA E. J. N. L.; CANABARRO A.; ANDRADE M. R. T. C.; CAVALCANTE D. M.; VON STETTEN O.; FIDALGO T. K. D. S.; DE-DEUS G. Dislodgment resistance of bioceramic and epoxy sealers: a systematic review and meta-analysis. **J Evid Based Dent Pract**, v. 19, n. 3, p. 221-235, 2019. DOI 10.1016/j.jebdp.2019.04.004.

SILVA J. A.; ALENCAR A. H. G.; ROCHA S. S.; LOPES L. G.; ESTRELA C. Three-dimensional image contribution for evaluation of operative procedural error in endodontic therapy and dental implants. **Braz Dent J**, v. 23, n. 2, p. 127-134, 2012. DOI 10.1590/s0103-64402012000200007.

SIQUEIRA J. Aetiology of root canal treatment failure: why well- treated teeth can fail. **Int Endod J**, v. 34, p. 1-10, 2001.

SIQUEIRA JUNIOR J. F.; FAVIERI A.; GAHYVA S. M.; MORAES S. R.; LIMA K. C.; LOPES H. P. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. **J Endod**, v. 26, p. 274-277, 2000.

SUNDQVIST G.; FIGDOR D.; PERSSON S.; SJÖGREN U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 85, n 1, p. 86-93, 1998. DOI 10.1016/s1079-2104(98)90404-8.

TANOMARU-FILHO M.; TORRES F. F. E.; BOSSO-MARTELO R.; CHAVEZ-ANDRADE G. M.; BONETTI-FILHO I.; GUERREIRO-TANOMARU J. M. A novel model for evaluating the flow of endodontic materials using micro-computed tomography. **J Endod**, v. 43, p. 796-800, 2017.

THOMAS A. R.; VELMURUGAN N.; SMITA S.; JOTHILATHA S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. **J Endod**, v. 40, p. 1676–1680, 2014. DOI 10.1016/j.joen.2014.05.014.

VAN DER SLUIS L. W.; VOGELS M. P.; VERHAAGEN B.; MACEDO R.; WESSELINK P. R. Study on the influence of refreshment activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultra- sonic activation of the irrigant. **J Endod**, v. 36, p. 737–740, 2010. DOI 10.1016/j.joen.2009.12.004.

VASCONCELOS K. F.; NICOLIELO L. F. P.; NASCIMENTO M. C.; HAITER-NETO F.; BÓSCOLO F. N.; VAN DESSEL J.; EZELDEEN M.; LAMBRICHTS I.; JACOBS R. Artifact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. **Int Endod J**, v. 48, p. 994–1000, 2015. DOI <https://doi.org/10.1111/iej.12395>.

VERSIANI M. A.; DE-DEUS G.; VERA J.; SOUZA E.; STEIER L.; PÉCORA J. D.; SOUSA-NETO M. D. 3D mapping of the irrigated areas of the root canal space using micro-computed tomography. **Clin Oral Investig** v. 19, p. 859–866, 2015.

VILLAS-BÔAS M. H.; BERNARDINELI N.; CAVENAGO B. C.; MARCIANO M.; DEL CARPIO-PEROCHENA A.; MORAES I. G.; DUARTE M. A. H.; BRAMANTE C. M.; ORDINOLA-ZAPATA R. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. **J Endod**, v. 37, p. 1682–1686, 2011.

ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SELAMENTO DE ISTMOS COM DIFERENTES TIPOS DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS E TÉCNICAS OBTURADORAS USANDO UM NOVO SOFTWARE DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E MICROSCOPIA

Pesquisador: Carlos Estrela

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 46452621.2.0000.5083

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.735.061

Apresentação do Projeto:

Cento e vinte dentes molares humanos inferiores, extraídos por problemas periodontais serão distribuídos em seis grupos de dois cimentos endodônticos e três técnicas de obturação diferentes, com a mesma técnica de limpeza de istmos utilizada.

FATORES ESTUDADOS: Qualidade de selamento de istmos com os diferentes tipos de cimentos endodônticos e técnicas de obturação utilizados por meio de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico/ software e-Vol DX e microscopia óptica (MO).

O estudo será realizado utilizando avaliação em imagens de TCFC usando o software e-Vol DX e MO após obturação dos canais radiculares definidos os mesmos pontos. A TCFC realizada antes do preparo dos canais radiculares tem tão somente o objetivo de selecionar os casos elegíveis para o estudo.

Hipótese:

O nível de limpeza/desobturação será influenciado pelo tipo de protocolo e pelo tempo de Hipótese nula: O nível de selamento dos istmos não será influenciado pelo tipo de cimento endodôntico e pela técnica obturadora. Hipótese alternativa: Acredita-se que istmos de molares serão mais difíceis de serem selados com cimentos biocerâmicos quando comparados com cimentos não-biocerâmicos, que a técnica de obturação de termoplastificação selará melhor os istmos e que a avaliação da qualidade de obturação do exame de TCFC por meio do software Evol-

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - Agência UFG de Inovação, Alameda Flamboyant, Qd. K, Edifício K2
Bairro: Campus Samambaia, UFG **CEP:** 74.690-970
UF: GO **Município:** GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 **E-mail:** cep.prpi@ufg.br

ANEXO B**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Antes de decidir, pedimos que leia atentamente este documento que se chama Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Caso você tenha alguma dúvida ou curiosidade, por favor, faça quantas perguntas desejar. Caso queira entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (CEP-UFG) o telefone é (62) 3521 – 1215. O CEP-UFG é uma instância independente de caráter consultivo, educativo e deliberativo, no âmbito de suas atribuições, criado para proteger o bem estar dos/das participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, visando contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos vigentes.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O projeto intitulado “Avaliação da qualidade de selamento de istmos com diferentes tipos de cimentos endodônticos e técnicas obturadoras usando um novo software de tomografia computadorizada e microscopia óptica” tem como pesquisador responsável o professor Doutor Carlos Estrela e pesquisadores participantes André Luiz Gomide de Moraes, Régis Augusto Aleixo Alves e Orlando Aguirre Guedes. O telefone disponível para contato, inclusive ligações a cobrar é (62) 98555-1350.

O objetivo desta pesquisa é avaliar a capacidade de limpar e preencher uma parte específica do dente chamada de istmo com diferentes técnicas e materiais, usando um programa de computador que avalia exames de tomografia computadorizada e por meio de microscópio. Para isto, precisamos de dentes extraídos por razões justificáveis para serem utilizados no estudo.

O(s) seu(s) dente(s) foi(ram) indicado(s) à extração pois não apresenta(m) condições adequadas para reabilitá-lo(s). Caso você aceite participar, ele(s) será(ão) doado(s) à pesquisa de forma a contribuir com a ciência. Seu(s) dente(s) será(ão) guardado(s) no Laboratório de Ciência Endodôntica da Faculdade do Odontologia da Universidade Federal de Goiás.

O prazo máximo de armazenamento deste(s) dente(s) será de 10 anos. Caso você não queira mais participar da pesquisa, pode retirar o consentimento de guarda e utilização do material biológico, a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos.

Você poderá desistir de participar deste estudo em qualquer fase da pesquisa sem prejuízo ao seu cuidado odontológico. No decorrer da pesquisa e na publicação dos resultados sua identidade será mantida em sigilo absoluto através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo. Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade Federal de Goiás - UFG, podendo ser publicados posteriormente.

Os riscos são próprios do tratamento odontológico referente à extração (dor e inchaço). Entretanto, para diminuir estes riscos, você receberá os cuidados pré e pós-operatórios normais indicados para cirurgias e terá completa assistência por parte dos pesquisadores envolvidos. Não haverá benefício direto em sua participação. De forma indireta, você estará ajudando a melhorar a qualidade de vida das pessoas por meio do tratamento de canal. Sua participação consistirá na doação do seu(s) dente(s), após a extração. Você não terá nenhum custo com sua participação. Em caso de danos advindos da pesquisa, você terá direito a pleitear indenização.

Eu, _____
autorizo a coleta e a utilização do(s) dente(s) _____
extraídos por indicação terapêutica, conforme consta no prontuário clínico, para a pesquisa intitulada "Avaliação da qualidade de selamento de istmos com diferentes tipos de cimentos endodônticos e técnicas obturadoras usando um novo software de tomografia computadorizada e microscopia óptica"

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada e concordo em doar meu(s) dente(s), conforme os dados acima.

Goiânia, ____ de _____ de _____.

Assinatura do doador

Assinatura do Pesquisador Responsável

1ª Testemunha*

2ª Testemunha*

*apenas para situações de participantes da pesquisa não alfabetizados