

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPÍ
CURSO BACHARELADO EM ODONTOLOGIA

AMANDA CARVALHO GRANGEIRO

THIAGO LISBOA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE EM CIMENTOS BIOCERÂMICOS
SELADORES**

TERESINA-PI

2022

AMANDA CARVALHO GRANGEIRO

THIAGO LISBOA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE EM CIMENTOS BIOCERÂMICOS
SELADORES**

Trabalho de conclusão de curso –
TCC, apresentado ao Centro
Universitário Uninovafapi, como
requisito para obtenção de título de
bacharelado em Odontologia

Orientador: Prof. MSc. Lucas
Fernandes Falcão

TERSINA-PI

2022

AMANDA CARVALHO GRANGEIRO

THIAGO LISBOA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS

SELADORES

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Banca Examinadora do Centro Universitário UNINOVAFAPI como requisito para a obtenção do título de Bacharelado em Odontologia.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Pof. MSc. Lucas Fernandes Falcão

Centro Universitário UNINOVAFAPI

(Presidente da Banca)

Prof. Dr. Carlos Alberto Monteiro Falcão

Centro Universitário UNINOVAFAPI

(1º Examinador)

Profª. Dra. Maria Ângela Arêa Leão Ferraz

Centro Universitário UNINOVAFAPI

(2ª Examinadora)

TERESINA-PI

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

G756a Grangeiro, Amanda Carvalho.

Avaliação da radiopacidade em cimentos biocerâmicos seladores. Amanda Carvalho Grangeiro; Thiago Lisboa da Silva – Teresina: Uninovafapi / Afya, 2022.

Monografia (Graduação em Odontologia) – Centro Universitário UNINOVAFAPI, Teresina, 2022.

50. p.; il. 23cm.

Orientador (a): Prof. Me. Lucas Fernandes Falcão. Centro Universitário UNINOVAFAPI, 2022.

1. Radiopacidade. 2. Cimentos biocerâmicos. 3. Endodontia. I. Título. II. Falcão, Lucas Fernandes.

CDD 617.6

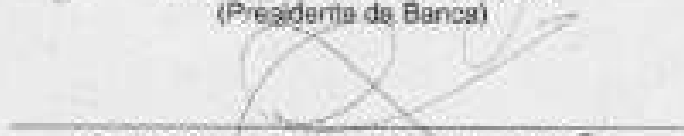
Catálogo na publicação
Antonio Luis Fonseca Silva – CRB/1035
Francisco Renato Sampaio da Silva – CRB/1028

Aos 08 dias do mês de novembro de 2022 ocorreu a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE EM CIMENTOS BIOCERÂMICOS SELADORES" dos discentes **AMANDA CARVALHO GRANJEIRO** e **THIAGO LISBOA DA SILVA**. O trabalho foi orientado pelo (a) Prof. **LUCAS FERNANDES FALCÃO** e a banca examinadora foi composta por Prof. **CARLOS ALBERTO MONTEIRO FALCÃO** e Prof. **MARIA ÂNGELA AREA LEÃO FERRAZ**.

Após a apresentação oral e leitura do trabalho escrito, a banca emitiu o seguinte parecer:

☒	APROVADO
☐	APROVADO MEDIANTE CORREÇÕES
☐	REPROVADO


LUCAS FERNANDES FALCÃO
(Presidente da Banca)


CARLOS ALBERTO MONTEIRO FALCÃO
(Componente da Banca)


MARIA ÂNGELA AREA LEÃO FERRAZ
(Componente da Banca)


AMANDA CARVALHO GRANJEIRO
(Discente)


THIAGO LISBOA DA SILVA
(Discente)

DEDICATÓRIA

Dedico essa conquista ao meu amado pai (*in memoriam*), que acompanhou todo o meu trajeto mesmo de forma espiritual. Às minhas queridas mãe (*in memoriam*) e vó Jesus (*in memoriam*), que acompanharam todo início da minha trajetória acadêmica e vibravam muito a cada novo passo que eu alcançava, mas os planos de Deus foram diferentes dos nossos. Ao meu amado noivo, Dannyel Albuquerque, por todo incentivo diário, por muitas vezes acreditar mais em mim que eu mesma, por levantar minha cabeça e segurar as minhas mãos todas as vezes em que quis fraquejar e jogar tudo para o alto, sem você ao meu lado nada disso estaria sendo possível. Aos meus familiares, avós, tios, primos, que foram meus primeiros pacientes na faculdade, acreditaram no meu potencial e me incentivavam a tornar uma pessoa melhor a cada dia, meu muito obrigada!

Amanda Carvalho Grangeiro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao professor Lucas Falcão, pelo conhecimento compartilhado, paciência e carinho e pelas valiosas e incontáveis horas dedicadas ao projeto, sempre com uma presença cheia de otimismo.

Thiago Lisboa da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente à Deus pelo dom da vida e por ter nos sustentado até aqui.

Às nossas famílias, por terem sido instrumentos de base e não terem medido esforços para a construção do nosso futuro.

Ao nosso orientador Prof. MSc. Lucas Fernandes Falcão, que em todo esse tempo sempre se mostrou disponível e acessível, sem a sua condução, nada disso seria possível.

Aos nossos professores, por serem as referências profissionais em que buscamos nos espelhar. Em especial aos professores Carlos Alberto Monteiro Falcão e Maria Ângela Arêa Leão Ferraz, por contribuírem positivamente com nosso trabalho.

À todos os funcionários de nossa Instituição de Ensino que se fizeram presente direta ou indiretamente durante nossa caminhada. Em especial ao Wendell Magalhães, técnico de radiologia da Clínica Odontológica do Uninovafapi, por disponibilizar do seu tempo e ajudar na construção do nosso trabalho.

À todos os amigos de graduação e de vida, por partilharem momentos inesquecíveis durante esses 05 anos de formação acadêmica.

NOSSO MUITO OBRIGADO!

Amanda Carvalho Grangeiro

Thiago da Silva Lisboa

RESUMO

A endodontia é a especialidade responsável pela prevenção, tratamento das doenças da polpa dentária e suas possíveis repercussões nos tecidos periapicais. O sucesso do tratamento endodôntico depende muito da escolha do material obturador, que deve possuir propriedades físico-químicas desejáveis. O objetivo desse trabalho foi avaliar a radiopacidade de 03 tipos de cimentos endodônticos biocerâmicos: Sealer Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex, comparados com a Especificação n. 57 da ANSI/ADA e ISO, por tomada radiográfica através do aparelho de Raios X intraoral, de 70 kVp e 7 mA, e com ajuda do sistema digital Scan Exam KaVo™. As imagens radiografadas foram digitalizadas pelo software CliniView 11.9 KaVoKerr™ (PaloDExGroup Ou – EUA), em seguida, foram selecionadas áreas compactas para obtenção da densidade, permitindo a comparação com a radiopacidade das espessuras do penetrômetro de alumínio, determinando o valor da densidade óptica de cada amostra. Os cimentos obturadores testados apresentaram radiopacidade superior a 3 mmAl, conforme especificação n. 57 da ANSI/ADA e ISO 6876/2001. Houve diferença estatística entre Sealer Plus BC que apresentou maior radiopacidade entre os materiais testados e o MTA Fillapex com menor radiopacidade.

Palavras-chave: Radiopacidade, Cimentos Biocerâmicos, Endodontia.

ABSTRACT

Endodontics is the specialty responsible for the prevention, treatment of dental pulp diseases and their possible repercussions on periapic tissues. The success of endodontic treatment depends greatly on the choice of the obturator material, which should have desirable physical-chemical properties. The objective of this work was to evaluate the radiopacity of 03 types of bioceramic endodontic cements: Sealer Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex, compared with ANSI/ADA Specification 57 e ISO, by radiographic measurement through the intraoral X-ray apparatus, of 70 kVp and 7 mA, and with the help of the Digital Scan Exam KaVo™ system. The x-images were digitized by the Software CliniView 11.9 KaVoKerr™ (PaloDEx Group Or - USA), then compact areas were selected to obtain the densidaity, allowing comparison with the radiopacity of the thicknesses of the aluminum penetrometer, determining the optical density value of each sample. The shuttercements tested presented radiopacity greater than 3 mmAl, according to specification no. 57 of ANSI/ADA and ISO 6876/2001. There was a statistical difference between Sealer Plus BC, which presented higher radiopacity between the tested materials and the MTA Fillapex with lower radiopacity.

Keywords: Radiopacity, Endodontics, bioceramic sealers.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADA	American Dental Association
ANSI	American National Standards Institute
ISO	International Organization for Standardization
DRM	Densidade Radiográfica do Material
MTA	Mineral Trioxide Aggregate
BC	BIO-C Sealer

LISTAS DE SÍMBOLOS

mm	Milímetro
n°/n.	Número
pH	Potencial Hidrogeniônico
Ca ⁺	Cálcio Iônico
™	Trade Mark / Marca Comercial
kVp	Tensão de pico
mA	Miliamperagem
cm	Centímetro
mm Al	Milímetro de Alumínio
p<	Probabilidade menor que

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.	14
2.2 Objetivos Específicos.	14
3. JUSTIFICATIVA	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1 Métodos de avaliação da radiopacidade.....	16
4.2 Cimentos endodônticos biocerâmicos.	18
4.2.1 Sealer Plus BC.....	18
4.2.2 BIO-C Sealer	19
4.2.3 MTA Fillapex	19
5. MATERIAIS E MÉTODOS	21
6. RESULTADOS.....	23
7. DISCUSSÃO	24
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A endodontia é a especialidade responsável pela prevenção, tratamento das doenças da polpa dentária e suas possíveis repercussões nos tecidos periapicais. Em casos de anormalidade do órgão pulpar, o tratamento é removê-lo, quando este se encontra infectado e/ou inflamado, substituindo-o por material obturador (ESTRELA 2004; ESTRELA1999).

Segundo Candeiro (2012), o sucesso do tratamento endodôntico transita pela escolha dos materiais obturadores, que devem possuir boas propriedades químicas, físicas e biológicas. Do ponto de vista clínico-radiográfico a avaliação da obturação depende da imagem radiográfica obtida durante e após a conclusão do tratamento endodôntico, o que torna a radiopacidade uma característica física imprescindível para um material obturador, pois este permite avaliar o preenchimento dos canais radiculares.

Para Sousa Filho, et. al. (2018), obturar o sistema de canais radiculares significa preenchê-lo com um material que se ligue permanentemente, da forma mais hermética possível, não interferindo e, de preferência, estimulando o processo de reparo apical e periapical. Nesse contexto, os biocerâmicos têm se mostrado um material promissor, demonstrando algumas vantagens: aumentam a força requerida para a fratura da raiz; apresentam boa adesão às paredes dentinárias; não apresentam toxicidade; são biocompatíveis e de fácil inserção. As propriedades físico-químicas de adesão, radiopacidade, escoamento, atividade antibacteriana, fácil aplicação e menor tempo de presa, demonstraram-se favoráveis para um material de obturação radicular baseado nos biocerâmicos (FRANÇA et al., 2019).

Nessa perspectiva, surgiram materiais como o novo selante à base de silicato de cálcio Sealer Plus BC (MK Life, Rio Grande do Sul, Brasil) desenvolvido e introduzido no mercado. Suas propriedades físico-químicas, como tempo de endurecimento, pH, liberação de cálcio, fluxo e radiopacidade seguem os padrões requeridos, porém quanto a este apresenta valores mínimos solubilidade os valores mínimos exigidos pela ISO 6876: 2012 (MENDES et al., 2018).

O MTA Fillapex (Angelus-Londrina-Paraná, Brasil) é um outro cimento endodôntico biocerâmico composto de duas pastas. Tem em sua composição o MTA,

resina salicilato, resina natural, resina siluente, tungstato de cálcio e sílica nanoparticulada, entretanto, alguns estudos achados na literatura endodôntica apontam o potencial citotóxico do MTA Fillapex (MARINS et al., 2017).

Foi lançado no mercado Nacional o cimento biocerâmico Bio C Sealer (Angelus-Londrina-Paraná, Brasil), que é um cimento obturador e tem em sua composição Silicatos de Cálcio (Angelus, 2018).

Em 1984, foi estabelecida a norma ISO 6876 que especificou métodos e requisitos para ensaios com materiais endodônticos de preenchimento dos canais radiculares, sendo revisada em 2001, determinado que os cimentos endodônticos devem ter radiopacidade superior a 3.0 mm na escala de alumínio. Segundo a ANSI/ADA especificação nº 57, os cimentos endodônticos devem possuir radiopacidade cerca de 2.00 mm de alumínio acima da radiopacidade de dentina e tecido ósseo.

Considera-se relevante portanto, avaliar a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos que se encontram atualmente no mercado nacional, e observar se a radiopacidade dos mesmos estão em acordo com as normas ANSI/ADA e ISO.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a radiopacidade dos cimentos endodônticos biocerâmicos: Sealer Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex.

2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a radiopacidade dos cimentos estudados;
- Observar se a radiopacidade dos cimentos está de acordo com a especificação nº 57 Ansi/ADA e ISO.

3. JUSTIFICATIVA

Os materiais odontológicos vivem em constante evolução, e atualmente, o mercado conta com os cimentos endodônticos biocerâmicos, que foram introduzidos na endodontia como material de obturação do canal radicular e função de selamento dos condutos e reparação do periápice. Portanto, esse estudo sobreveio, a fim de analisar a propriedade físico-químicas dos cimentos seladores biocerâmicos (Seales Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex) e comparar se seus níveis de radiopacidade estão de acordo com a especificação nº 57 Ansi/ADA e ISO, para que resultados clínicos satisfatórios sejam alcançados.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE

Falcão, et al. (2013), avaliaram a radiopacidade do cimento experimental MBP, comparando-o aos cimentos endodônticos Epiphany, Kerr Pulp Canal Sealer e Sealapex, seguindo as recomendações da norma 57 da ANSI/ADA. Durante as provas, foram confeccionados 05 corpos de prova para cada cimento testado a partir de modelos em PVC com 10 milímetros de diâmetro interno e 2 milímetros de altura, no qual foram radiografados com tempo de exposição de 0,6 segundo sobre uma película radiográfica oclusal em conjunto com penetrômetro de alumínio, à distância de 40 cm. As películas foram processadas automaticamente, escaneadas e as imagens capturadas pelo programa do aparelho de Imagem Digital “Digora” e a radiopacidade determinada em densidade radiográfica. Os materiais testados apresentaram radiopacidade superior a 03 mm de Alumínio, atendendo o recomendado pela norma 57 ANSI/ADA. O Cimento MBP, em fase de teste, apresentou-se com radiopacidade inferior aos demais cimentos ($p < 0,05$).

Sousa Filho, et al. (2018), confeccionaram corpos de prova, que continham: 1) AH Plus; 2) MTA Fillapex; 3) Guta-percha; 4) AH Plus + 10% MTA; 5) AH Plus + 20% de MTA; 6) AH Plus + 30% de MTA; 7) AH Plus + 10% de Portland; 8) AH Plus + 20% de Portland; 9) AH Plus + 30% de Portland. Sendo esses dispostos sobre uma placa óptica e radiografados junto com o penetrômetro de alumínio, conforme norma 57 ANSI/ADA. Após a sensibilização, as placas ópticas foram escaneadas, e a radiopacidade determinada em densidade radiográfica e milímetros de alumínio. As análises foram feitas com auxílio do sistema Digora, e os dados avaliados e comparados quanto à radiopacidade, por meio do teste Mann-Whitney. Diante dos resultados, a adição do MTA ao AH Plus na proporção de 20% e de cimento de Portland nas proporções de 20 e 30% reduziu a radiopacidade do AH Plus.

Mendes, et al. (2018), avaliaram as propriedades físico-químicas de um cimento à base de silicato de cálcio (Sealer Plus BC; MK Life, Porto Alegre, Brasil) comparando-o com o cimento de resina epóxi (AH Plus; Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Alemanha). A análise do tempo de presa inicial e final, foram comparados com base na ISO 6876/2012 e ASTM C266/03. As amostras foram medidas quanto ao pH e liberação de íons cálcio com pHmetro e espectrofotômetro colorimétrico,

respectivamente. Anéis de 10 mm de diâmetro com 1mm de espessura foram preparados para análise de radiopacidade (ISSO 6876/2012 e ADA 57). Os dados foram apreciados por análise de variância, testes T de Student e Tukey ($p < 0,05$). A liberação de íons cálcio e os valores de pH foram consideravelmente maiores para o Sealer Plus BC se comparado ao AH Plus ($p < 0,05$). Menor tempo de presa, fluxo e radiopacidade foram observados para o cimento biocerâmico do que para o AH Plus ($p < 0,05$). Sealer Plus BC apresentou maior solubilidade em relação ao AH Plus ($p < 0,05$). Sealer Plus BC apresentou propriedades físico-químicas como tempo de presa, pH, liberação de cálcio, fluxo e radiopacidade seguindo as normas exigidas, porém solubilidade superior aos valores mínimos exigidos pela ISO 6876/2012.

Ferraz, et al. (2019), com auxílio do sistema e escaner Digora Optime, analisaram as diferenças de níveis de radiopacidade dos cimentos obturadores AH Plus e Sealer Plus tendo como base a metodologia adotada pela norma 57 ANSI/ADA. As imagens obtidas foram analisadas pelo software ImageJ (NIH), onde foram medida a densidade radiográfica de cada cimento da placa de acrílico, assim como de cada degrau da escada de alumínio, onde foi fornecido um valor numérico para cada leitura. Diante do ensaio, os materiais testados mostraram uma radiopacidade de 10,01 mm Al (AH Plus) e 3,06 mm Al (Sealer Plus), baseado na norma da 57 ANSI/ADA.

Lima, et al. (2019), testou a radiopacidade do cimento MTA HP e comparou-o com os cimentos MTA branco e cinza, utilizando como base norma 57 ANSI/ADA. Foram utilizados placas ópticas e os corpos de prova dos cimentos testados radiografados em conjunto com o penetrômetro de alumínio. As imagens obtidas foram escaneadas e a radiopacidade determinada em densidade radiográfica e milímetros de alumínio. O cimento MTA HP apresentou radiopacidade equivalente a 4 milímetros de alumínio, e os cimentos MTA branco e cinza apresentaram uma radiopacidade correspondente a 6 milímetros de Alumínio. O que resultou no cimento MTA HP mostrar radiopacidade menor que os cimentos MTA branco e cinza, sendo que todos os cimentos presentes na análise apresentaram radiopacidade superior ao recomendado pela Resolução 6876 da ANSI/ADA.

Tanomaru-Filho; et. al. (2019), utilizaram 04 tipos de cimentos (Sealer Plus, MTA Fillapex, Sealapex, AH Plus) para realizar o estudo de propriedades físico-químicas além do potencial bioativo. O tempo de presa, fluxo e radiopacidade foram avaliados com base na norma ISO 6876. O fluxo também foi avaliado em área (mm^2).

A solubilidade e alteração volumétrica dos cimentos foram avaliadas após 7 e 30 dias de imersão em água destilada. A solubilidade foi avaliada pela diferença de massa dos materiais antes e depois da imersão. A alteração volumétrica foi avaliada por meio de microtomografia computadorizada (micro-CT). O potencial bioativo foi observado por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) após imersão em PBS. Os dados foram comparados pelos testes ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). Sealer Plus apresentou o menor tempo de presa (196 min.) e o Sealapex o maior (912 min.) ($p<0,05$). O AH Plus apresentou a maior radiopacidade (9,5 mm Al) e o MTA Fillapex a menor (2,7 mm Al) ($p<0,05$). O MTA Fillapex foi o único cimento que apresentou potencial bioativo.

Ferreira, et. al. (2021), avaliou e comparou as propriedades biológicas e físico-químicas in vivo e in vitro do silicato de cálcio selantes à base: Sealer Plus BC, MTA Fillapex; e selantes à base de resina: AH Plus, Sealer Plus. Radiopacidade, espessura do filme, fluxo, configuração tempo, pH e análise de elementos foram investigados. Sealer Plus BC obteve melhores resultados. As propriedades dos selantes estavam de acordo com a ISO 6876/2012 e ASTM C266-08. Os materiais testados apresentaram propriedades físico-químicas em conformidade com os padrões, exceto para o tempo de configuração do MTA Fillapex.

4.2 CIMENTOS ENDODÔNTICOS BIOCERÂMICOS

Os cimentos endodônticos precisam apresentar biocompatibilidade, estabilidade dimensional, radiopacidade, fluxo e baixa solubilidade. Diante disso, diversificam-se conforme sua composição e com a quantidade dos componentes. Logo, o mercado apresenta uma grande variedade de marcas. Os cimentos estudados foram: Sealer Plus BC, Bio-C Sealer, MTA Fillapex.

4.2.1 SEALER PLUS BC

O Sealer Plus BC (MK Life, Rio Grande do Sul, Brasil), um cimento desenvolvido e introduzido no mercado Nacional em meados de 2016. Sendo um biocerâmico insolúvel, radiopaco, alcalina, libera íons de cálcio (Ca^{+}) e não contém alumínio sendo composto de dissilicato de cálcio, trissilicato de cálcio nano particulado e óxido de zircônia. Devido à presença do silicato de cálcio, requer a

umidade dos túbulos dentinários para o processo de presa (MENDES, et al., 2018), e expansão higroscópica quando toma presa (expande 0,2%), vedando totalmente do canal (MK LIFE, 2019). De acordo com o fabricante, o Sealer Plus BC é uma mistura pronta, em pasta para ser injetada, e foi desenvolvida para aplicações de preenchimentos e selagem permanente do canal radicular de dentes tratados. É um material bioativo, bactericida (Ph 12), pronto para uso, adesão química à estrutura (MK LIFE, 2019).

4.2.2 BIO-C SEALER

O BIO-C Sealer é um cimento obturador endodôntico biocerâmico composto por Silicatos de Cálcio. Têm como benefícios indução de regeneração tecidual, ação bactericida e inibição da infiltração bacteriana. Sua apresentação já vem pronta para uso, facilitando a aplicação no conduto. Oferece vedamento físico proporcionado pela expansão do cimento, além de promover uma vedação biológica que se dá pela formação de uma camada intermediária de mineralização. O tempo de presa dependerá da presença de umidade no local que for aplicado na estrutura dental. O produto apresenta radiopacidade, tendo como radiopacificador o Óxido de Zircônio (não promove manchamento dentário). É um material que apresenta solubilidade, proporcionando assim, um selamento adequado do material obturador às paredes do canal. Em contato com a umidade e os fluidos teciduais libera íons ativos que interage com a matriz orgânica e inorgânica da dentina, promovendo uma zona de infiltração mineral, que gera um perfeito vedamento biológico minimizando as possibilidades de uma possível infiltração bacteriana, que desencadearia o insucesso do tratamento endodôntico (ANGELUS, 2018).

4.2.3 MTA FILLAPEX

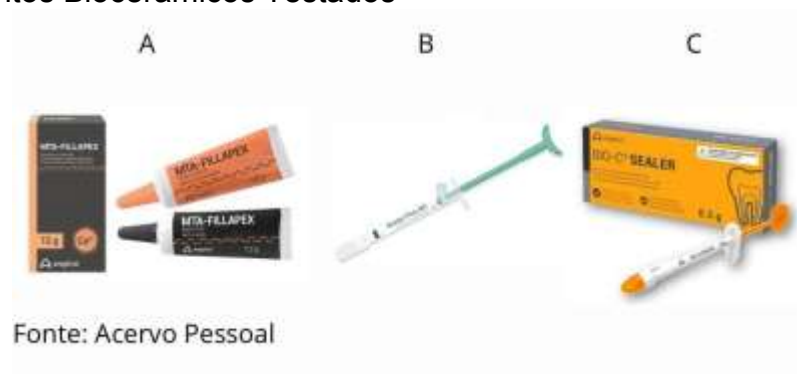
O MTA Fillapex, é um cimento endodôntico biocerâmico indicado para obturação de canais radiculares na dentição permanente. À base de MTA (mineral trióxido agregado), desenvolvido pela Angelus (Londrina/Paraná/Brasil) e lançado comercialmente em 2010. Esse material apresenta características de biocompatibilidade (rápida recuperação dos tecidos sem causar reações inflamatórias), alta radiopacidade (excelente visualização radiográfica), ótimo escoamento (possibilita obturação de canais acessórios), expansão de presa

(vedamento do conduto), liberação de íons de Cálcio (rápida recuperação óssea e formação de cimento), sistema pasta – pasta (fácil manipulação), ótimo tempo de presa, radiopacificador (tungstato de cálcio), base resinosa (fácil remoção com solventes de guta-percha). Esse material pode ser utilizado tanto em técnicas obturadoras sem cones de guta-percha quanto com a utilização dos cones (ANGELUS, 2018).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais testados foram proporcionados de acordo com os fabricantes e, depois de manipulados, incluiu-se em placas de acrílico com 6 mm de diâmetro interno e 2 mm de altura, sobre uma placa de vidro lisa. No qual foram usados MTA Fillapex (Imagem 1-A), Sealer Plus BC (Imagem 1-B), BIO-C Sealer (Imagem 1-C). Após a colocação do material, outra placa de vidro foi utilizada para comprimir o material e uniformizar a espessura do corpo de prova, os quais foram conferidos através de paquímetro universal digital, de modelo (MTX – 316119, São Paulo).

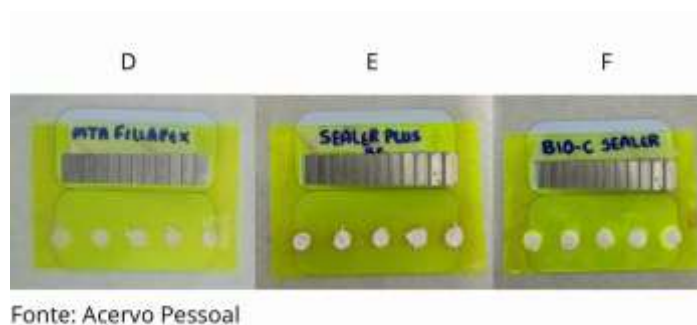
Imagem 1: Cimentos Biocerâmicos Testados



Legenda: Imagem A (cimento MTA Fillapex); Imagem B (cimento Sealer Plus BC); Imagem C (cimento BIO-C Sealer).

Foram feitos a confecção de 05 corpos de prova (imagem 2) para cada cimento testado, onde ficaram dispostos sobre placas de fósforo radiográfico oclusal tamanho 4C (KavoKerr), em conjunto com penetrômetro de alumínio (Imagens 2-D; 2-E; 2-F). Radiografados utilizando aparelho de Raios X intraoralodontológico FOCUS™, marca KaVoKerr™, de 70 kVp e 7 mA. (Joinville – SC) com tempo de exposição de 0,2 segundo à distância foco-filme de 40 cm, conforme especificação nº 57 ANSI/ADA.

Imagem 2: Corpos de Prova



Legenda: Imagem D (corpo de prova cimento MTA Fillapex); Imagem E (corpo de prova cimento Sealer Plus BC); Imagem F (corpo de prova cimento BIO-C Sealer)

Depois de sensibilizadas, as placas de fósforo radiográfico oclusal tamanho 4C (KaVoKerr™) foram processadas utilizando digitalizadora Scan eXam KaVoKerr™ (PaloDEx Group Oy – EUA). As imagens radiográficas digitalizadas com o software CliniView 11.9 KaVoKerr™ (PaloDEx Group Oy – EUA).

Após serem digitalizadas, as imagens (Imagens 7, 8 e 9) importadas para o software ClearCanvas DICOM Viewer (Windows versão 13.2, Symaptive Medical Inc) foram selecionadas áreas compactas dos modelos, obtendo a densidade dos diferentes materiais, o que permitiu a comparação com a radiopacidade de diferentes espessuras do penetrômetro de alumínio para determinar o valor da densidade óptica de cada amostra.

Imagem 3: Imagens radiográficas dos cimentos endodônticos Sealer Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex.



Legenda: Imagem G (radiografia da amostra do cimento endodôntico Sealer Plus BC); Imagem H (radiografia da amostra do cimento endodôntico BIO-C Sealer); Imagem I (radiografia da amostra de cimento endodôntico MTA Fillapex).

Aplicou-se a seguinte equação para converter os valores de densidade em milímetros de alumínio (mmAl). (DUARTE et al., 2009; FALCAO et al., 2011):

$$\frac{A \cdot 2}{B} + \text{mmAl}$$

Sendo que:

A = DRM – mmAl imediatamente abaixo da DRM

B = mmAl acima do DRM – mmAl abaixo do DRM

DRM = Densidade Radiográfica do Material

mmAl = imediato abaixo do DRM

2 = 2mm de incremento entre um passo de alumínio e outro

Foi realizado uma avaliação e comparação dos valores obtidos para cada material quanto à densidade radiográfica e em milímetro de alumínio. Resultados foram catalogados e importados para o Programa Microsoft Office Excel 2016 e submetido à análise de variância estatística na qual aplicou-se o teste não paramétrico Tukey (p)=<0,0024.

6. RESULTADOS

A tabela 1 abaixo apresenta a comparação entre os valores de radiopacidade dos cimentos endodônticos analisados.

TABELA 1. COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIO, DESVIO PADRÃO, MÁXIMO E MINIMO DE RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS ENDODONTICOS ANALISADOS. UNINOVAFAPÍ. Teresina- PI. 2022

MATERIAIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	DENSIDADE MINIMA	DENSIDADE MAXIMA
BIO-C SEALER	3524,78	448,68 ^a	2759,40	3919,30
MTA FILLAPEX	2878,98	265,26 ^b	2847,90	3166,00
SEALER PLUS BC	3803,10	182,20 ^a	3656,30	4000,10

Médias seguidas por letras sobrescritas distintas indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$)

Fonte: Autor

Os dados da radiopacidade dos cimentos foram inicialmente submetidos ao teste ANOVA dois fatores de medidas repetidas, seguindo pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

O Bio-C Sealer apresentou os maiores valores de densidade radiográfica assemelhando-se ao Sealer plus BC. Já o MTA FILLAPEX apresentou os menores valores e estatisticamente significantes quando comparado com os outros materiais analisados. ($p < 0,05$)

TABELA 2. COMPARAÇÃO DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES EM mm de Al. UNINOVAFAPÍ, Teresina - PI (2022).

MATERIAL	mmAl
BIO-C SEALER	6,29
MTA FILLAPEX	3,11
SEALER PLUS BC	9,15

Fonte: Autores

Todos os cimentos obturadores testados apresentaram radiopacidade superior a 3 mmAl, de acordo com as especificações Nº57 da ANSI/ADA e ISO 6876/2001. (Tabela 2).

7. DISCUSSÃO

A análise das propriedades físicas dos materiais endodônticos, em especial os cimentos, são importantes para analisar o comportamento destes, diante do processo de selamento na obturação dos canais radiculares.

A radiopacidade é uma das principais propriedades dos cimentos obturadores e exerce uma importante função, sendo através dela que se torna possível a realização de análise da eficácia e qualidade do selamento do canal radicular através de exames radiográficos, onde conseguimos avaliar o limite apical da obturação e o controle da terapia endodôntica (MENDES et al., 2018).

Para a análise comparativa do teste de radiopacidade empregou-se a Especificação n.º 57 da ANSI/ADA e norma 6876/2012 ISO, para materiais de obturação endodôntica (1993, revisada de 1983), conforme ANSI/ADA a referência concreta para padronização dos testes de avaliação física é de 2 mmAl. Essa metodologia, foi também utilizada por (Falcão (2011), Sousa Filho (2018), Ferraz (2019), Ferreira (2021)).

Conforme a ISO 6876/2012, a radiopacidade é averiguada através da medida da densidade radiográfica óptica em paridade com a mesma espessura de alumínio (Al), onde um milímetro de dentina possui radiopacidade igual a um milímetro de alumínio, diante disso, o ideal de radiopacidade do cimento é de no mínimo 3 milímetros de alumínio para cimentos endodônticos (TANOMARU-FILHO et al., 2013; PULLAGE et al., 2016; ANSI/ADA 2000).

O cimento biocerâmico MTA Fillapex apresentou o menor valor de radiopacidade 3,11 mmAl e estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Outros autores obtiveram resultados semelhantes no qual o MTA Fillapex apresentou os menores valores de radiopacidade (TANOMARU-FILHO et al., 2019).

Candeiro (2012), em seu estudo com o MTA Fillapex, observou que o cimento apresentou valores abaixo de 3 mmAl, ficando aquém dos padrões estabelecidos pela ANSI/ADA. Na análise de Sousa Filho (2018), o MTA Fillapex também apresentou radiopacidade inferior aos dos outros cimentos (AH Plus acrescido de MTA e Portland). Entretanto, na pesquisa de Veiga et al. (2017), o MTA Fillapex apresentou radiopacidade de maior valor quando comparado ao cimento Sealapex.

O Sealer Plus BC com 9,15 mmAl; e o BIO-C Sealer 6,29 apresentaram os maiores valores de radiopacidade nessa metodologia. Outros autores obtiveram valores semelhantes (MENDES et al., 2018).

A diferença na radiopacidade dos materiais obturadores pode estar relacionado a presença de agentes radiopacificadores presentes em cada material. Um fator importante é a quantidade da massa presente em cada agente radiopacificador, o que pode refletir na qualidade dessa radiopacidade (DUARTE et al., 2009).

Os resultados do presente estudo mostram que todos os espécimes apresentaram uma alta média de radiopacidade corroborando com a norma N° 57 da ADA. Esta característica, os tornaram capazes de satisfazer as necessidades clínicas para a visualização da massa obturadora no interior do canal.

A hipótese nula foi rejeitada pois houve diferença estatística significativa entre os materiais testados.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da metodologia utilizada no presente estudo concluiu-se que o Bio-C Sealer e Sealer Plus BC apresentaram desempenho equivalente quanto a radiopacidade e ambos foram melhores que o MTA Filapex.

Todos os cimentos biocerâmicos avaliados apresentaram radiopacidade em conformidade com a norma N° 57 da ADA (acima de 3,00 mmAl). Esta característica, os tornam capazes de satisfazer as necessidades clínicas para a visualização da massa obturadora no interior do canal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Dental Association (ADA). **Specification n. 57 for Endodontic filling materials. ANSI/ADA.** Specification n. 57. Endodontic Sealing Material. Chicago. USA. 2000. ANSI/ADA. Specification n. 57. Endodontic Sealing Material. Chicago. USA. 2000.

ANGELUS. **Perfil Técnico Científico – BIO-C Sealer: Cimento obturador biocerâmico pronto para uso.** Disponível em:
<http://www.angelus.ind.br/emkt/arquivos/perfil-tecnico-bio-c-sealer.pdf>

ANGELUS. **Perfil Técnico Científico – MTA Fillapex.** Disponível em:
<https://www.endovita.com.br/wp-content/uploads/2015/08/cimento-mta-fillapex-angelus-bula.pdf>

CANDEIRO, G.T.; CORREIA, F.C.; DUARTE, M.A.; RIBEIRO-SIQUEIRA, D.C.; GAVINI, G. **Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer.** Journal Endodontic, v. 38, n.6, p.842-845, Jun. 2012
 ESTRELA, C. *Ciência Endodôntica/ Carlos Estrela.* São Paulo; Artes Médicas Editora, 2004.

CARVALHO Filho IB, PONTUAL MLA, Khoury HJ, PONTUAL AA, Devito KL, SILVEIRA MMF. **A Radiopacidade de Cimentos Endodônticos variando-se tempo de exposição e filmes.** Revista Brasileira de Ciências da Saúde. 2009; 25(3):15-22. Disponível em:
www.periodicos.ufpb.br/index.php/rbcs/article/download/4557/4455

DUARTE, M. A. H. et al. **Radiopacity of Portland Cement Associated With Different Radiopacifying Agents.** J Endod, v. 35, n. 5, p. 737-40, may. 2009.

ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A. **Endodontia: Princípios Biológicos e Mecânicos.** São Paulo; Artes Médicas Editora, 1999.

ESTRELA, C. **Ciência Endodôntica/ Carlos Estrela.** São Paulo; Artes Médicas Editora, 2004.

FALCÃO, C. A. M., **Avaliação da biocompatibilidade dos cimentos Epiphany, Pulp Canal Sealer EWT, Sealapex e MBP. Estudo em Subcutâneo de Ratos.** [TESE]. Campinas. Centro de Pós Graduação São Leopoldo Mandic, 2011.

FALCÃO, C. A. M. et al. **Avaliação da radiopacidade de cimentos endodônticos através da digitalização de imagens**. R. Interd.v.6, n. 3, p. 10-14, jul.ago.set. 2013.

FERRAZ, M. A. A. L.; FARIAS, G. B.; OLIVEIRA, A. R. S.; FEITOSA, G. T.; FREITAS, S. A. P.; FALCÃO, C. A. M.; **Radiopacidade dos cimentos endodônticos avaliados pelo sistema de radiografia digital**. Revista Focus – Oral Research. Vol. 2, Issue Number 1, April 2019.

FERREIRA, G. C.; *et al.* **Evaluation of the biological and physicochemical properties of calcium silicate-based and epoxy resin-based root canal sealer**. J Biomed Mater Res. 2021; 1-10.

FRANÇA, G. M.; PINHEIRO, J. C.; MORAIS, E. F.; LEITE, R. B.; BARBOZA, C. A. G.; BUENO, C. S. P. **USO DOS BIOCERÂMICOS NA ENDODONTIA: REVISAO DE LITERATURA**. Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança. V. 17 – n. 2, ago/2019. ISSN ELETRÔNICO 2317 – 7160. Disponível em: DOI: <https://10.17695/revnevol17n2p45-55>

LIMA, J. C. S.; SOUSA, F. J.; FONTENELE, M. K. V.; FALCÃO, C. A. M; PINTO, A. S. B.; **AVALIAÇÃO DA RADIOACIDADE DO MTA HP EM COMPARAÇÃO COM O MTA BRANCO E MTA CINZA**. Revista Interd. v.12, n. 3, p. 54-59, jul. ago.set. 2019

MARINS, F. C. et al. **Avaliação da citotoxicidade de dois cimentos à base de MTA: um estudo in vitro**. Revistas, v. 74, n. 1, p. 27, 2017.

MENDES, A. T. et al. **Evaluation of physicochemical properties of new calcium silicate-Based sealer**. Brazilian Dental Journal, v. 29, n. 6, p. 536–540, 2018.

MK LIFE. **Medical and Dental Products Brasil**. Porto Alegre (RS). Disponível em: <https://www.mklife.com.br/cimento-endodontico/sealer-plus-bc/sealer-plus-bc-cimento-bioceramico-2gr.html>

Prüllage R.K.; Urban K.; Schäfer E.; Dammaschke T. **Material Properties of a Tricalcium Silicate- containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer**. J Endod. 2016; 42:1784-8.

SOUSA, JL, Moreira KMS, Amaral GCLS, Fortunato CFP, Dias IVA, Falcão CAM. **Radiopacity of AH Plus endodontic sealer plus MTA and Portland cement**.

Dental Press Endod. 2018, May-Aug; 8(2):18-21. Disponível em: DOI:
<https://doi.org/10.14436/2358-2545.8.2.018-021.oar>

Tanomaru-Filho M.; da Silva G.F.; Duarte M.A.; Gonçalves M.; Tanomaru J.M.
Radiopacity evaluation of root-end filling materials by digitalization of images.
J Appl Oral sci. 2008.

Tanomaru-Filho M.; *et al.* **Physicochemical Properties and Bioactive Potential of a New Epoxy Resin-based Root Canal Sealer.** Brazilian Dental Journal (2019) 30(6): 563-568. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.159/0103-6440201802861>

VEIGA, W. K. A. A. et al. **Análise comparativa da radiopacidade de três cimentos endodônticos por meio de radiografia digital.** Rev Odontol Bras Central. V. 26. N.79. p. 37-4. 2017

ARTIGO PARA SUBMISSÃO
AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE EM CIMENTOS BIOCERÂMICOS SELADORES

EVALUATION OF RADIOPACITY IN SEALING BIOCERAMIC CEMENT

RESUMO

O sucesso do tratamento endodôntico depende muito da escolha do material obturador, este deve possuir propriedades físico-químicas desejáveis, dentre elas, a radiopacidade, para distinção das estruturas anatômicas adjacentes e, assim, certificar que todo o canal radicular esteja sendo preenchido. O objetivo deste trabalho é avaliar a radiopacidade de três cimentos endodônticos biocerâmicos: Sealer Plus BC, BIO-C Sealer e MTA Fillapex, comparados com a Especificação n. 57, da ANSI/ADA e ISO 6876/2012, por tomada radiográfica através do aparelho de Raio X intraoral, de 70 kVp e de 7 mA, e com ajuda do sistema digital Scan Exam KaVo™. As imagens radiografadas foram digitalizadas pelo software CliniView 11.9 KaVoKerr™ (PaloDEx Group Ou – EUA), em seguida, as áreas compactas foram selecionadas, a fim da obtenção da densidade, permitindo a comparação com a radiopacidade das espessuras do penetrômetro de alumínio, determinando, para tanto, o valor da densidade óptica de cada amostra. Os cimentos seladores testados apresentaram radiopacidade superior a 3 mmAl, conforme especificação n. 57 da ANSI/ADA e da ISO 6876/2012. Houve diferença estatística entre Sealer Plus BC, que apresentou maior radiopacidade entre os materiais testados e o MTA Fillapex, com menor radiopacidade. Esses resultados tornam os cimentos avaliados capazes de atender a necessidades clínicas, possibilitando a visibilidade do preenchimento do sistema de canais radiculares.

Descritores: Endodontia; Análise físico-químicas; Obturação do canal radicular; Radiografia digital.

ABSTRACT

The success of endodontic treatment depends a lot on the choice of filling material, which must have desirable physicochemical properties, including radiopacity, to distinguish adjacent anatomical structures and ensure that the entire root canal is being filled. The objective of this work was to evaluate the radiopacity of 03 (three) types of bioceramic endodontic cements: Sealer Plus BC, BIO-C Sealer, MTA Fillapex, compared with Specification n. 57 of ANSI/ADA and ISO 6876/2012, by radiographic taking through the intraoral X-ray device, of 70 kVp and 7 mA, and with the help of the Scan Exam KaVo™ digital system. The radiographed images were digitized by the CliniView 11.9 KaVoKerr™ software (PaloDEx Group Ou – USA), then compact areas were selected to obtain the density, allowing the comparison with the radiopacity of the aluminum penetrometer thicknesses, determining the optical density value. of each sample. The sealing cements tested showed radiopacity greater than 3 mmAl, according to specification n. 57 of ANSI/ADA and ISO 6876/2012. There was a statistical difference between Sealer Plus BC, which showed higher radiopacity among the materials tested, and MTA Fillapex with lower radiopacity. These results make the evaluated cements capable of meeting the clinical needs, allowing the visibility of the filling of the root canal system.

Descriptors: Endodontics, Physicochemical analysis, Root canal obturation, Radiographic Image Enhancement.

INTRODUÇÃO

O sucesso do tratamento endodôntico transita pela escolha dos materiais obturadores, que devem possuir boas propriedades químicas, físicas e biológicas¹. Obturar o sistema de canais radiculares significa preenchê-lo com um material que sele permanentemente, da forma mais hermética possível, não interferindo e, de preferência, estimulando o processo de reparo apical e periapical². Sendo assim, a obturação é usualmente realizada com o cone de gutta-percha, no canal principal, assim como o cimento endodôntico, que têm função de preencher os espaços entre gutta-percha e dentina e também as irregularidades, os túbulos dentinários e as ramificações dos canais secundários³.

Sob esse viés, um selamento tridimensional é feito, a partir do uso de um material obturador, logo, tem como finalidade o preenchimento total do sistema de canais radiculares, evitando a proliferação de microrganismos responsáveis pelo aparecimento ou preservação de lesões periapicais⁴. Nesse sentido, há várias opções de cimentos endodônticos: de ionômero de vidro, à base de resina-epóxica, hidróxido de cálcio, à base de óxido de zinco e eugenol, e os cimentos biocerâmicos⁵. Em 1981, foram elencadas propriedades ideais para um cimento endodôntico que, até hoje, são utilizadas - a radiopacidade está entre elas - permitindo que seja possível a verificação do preenchimento do canal e o acompanhamento do caso⁶.

Outrossim, os cimentos à base de silicato de cálcio, conhecidos como biocerâmicos, têm se destacado por suas propriedades de biocompatibilidade e de bioatividade^{7,8}. O Sealer Plus BC (MK Life, Rio Grande do Sul, Brasil) é um cimento à base de silicato de cálcio; uma mistura pronta, em pasta; suas propriedades físico-químicas, como tempo de endurecimento, pH, liberação de cálcio, fluxo e radiopacidade, seguem os padrões requeridos⁹. O MTA Fillapex (Angelus-Londrina-Paraná, Brasil) é um outro cimento biocerâmico, composto de duas pastas. O referido material tem, em sua composição, o MTA, a resina de silicato, a resina natural, a resina siluente, o tungstato de cálcio e a sílica nanoparticulada, entretanto, estudos apontam o potencial citotóxico, devido à presença de elementos tóxicos em sua composição¹⁰. Bio C Sealer (Angelus-Londrina-Paraná, Brasil), um cimento obturador, que tem em sua composição silicato de cálcio¹¹.

Para a avaliação dessas propriedades e com o objetivo de possibilitar uma padronização de resultados, em 1984, foi estabelecida a norma ISO 6876, que especificou métodos e requisitos para ensaios com materiais endodônticos de preenchimento de canais radiculares, sendo revisada em 2012;¹². Em 2000, a American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA) formulou o título de especificação 57, que consiste em normas e testes específicos para avaliação das propriedades físico-químicas

dos materiais obturadores¹³. O estudo da radiopacidade, propriedade física dos cimentos endodônticos, origina resultados que respaldam a prática clínica, proporcionando, dessarte, parâmetros de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos¹⁴.

O objetivo deste estudo é analisar a propriedade física, a radiopacidade dos cimentos endodônticos: BIO-C Sealer, Sealer Plus BC, MTA Fillapex, de acordo com a especificação número 57, da National Standards Institute/American Dental Association, e, pela norma 6876, da International Organization for Standardization.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais testados foram proporcionados de acordo com os fabricantes e, depois de manipulados, foram incluídos em placas de acrílico, com 6 mm de diâmetro interno e 2 mm de altura, sobre uma placa de vidro lisa. Foram utilizados os cimentos MTA Fillapex (Angelus – Londrina – Paraná, Brasil), Sealer Plus BC (MK Life, Rio Grande do Sul, Brasil), BIO-C Seale (Angelus – Londrina – Paraná, Brasil) – Figura 1 – apêndice A. Após a inserção do material, outra placa de vidro foi utilizada para comprimir o material e, para tanto, uniformizar a espessura do corpo de prova, os quais foram conferidos através de paquímetro universal digital, de modelo (MTX-316119, São Paulo).

Ademais, foram feitas as confecções de 05 (cinco) corpos de prova (figura 2 – apêndice B), para cada cimento testado, nos quais ficaram dispostos sobre placas de fósforo radiográfico oclusal, tamanho 4C (KavoKerr), em conjunto com penetrômetro de alumínio. Radiografados utilizando aparelho de Raios X intraoral odontológico FOCUS™, marca KaVoKerr™, de 70 kVp e 7 mA. (Joinville – SC), com tempo de exposição de 0,2 segundo à distância foco-filme, de 40 cm, conforme especificação nº 57 ANSI/ADA e ISO 6876.

Neste contexto, depois de sensibilizadas, as placas de fósforo radiográfico oclusal tamanho 4C (KaVoKerr™) foram processadas utilizando digitalizadora Scan eXam KaVoKerr™ (PaloDEx Group Oy – EUA). As imagens radiográficas digitalizadas com o software CliniView 11.9 KaVoKerr™ (PaloDEx Group Oy – EUA).

Após serem digitalizadas, as imagens (figura 3 – apêndice C) importadas para o software ClearCanvas DICOM Viewer (Windows versão 13.2, Symaptive Medical Inc) foram selecionadas para áreas compactas dos modelos, obtendo a densidade dos diferentes materiais, o que permitiu a comparação com a radiopacidade de diferentes espessuras do penetrômetro de alumínio, com o intuito de determinar o valor da densidade óptica de cada amostra.

Outrossim, aplicou-se a seguinte equação para converter os valores de densidade em milímetros de alumínio (mmAl).^{15,16}:

$$\frac{A \cdot 2}{B} + \text{mmAl}$$

Sendo que:

A = DRM – mmAl imediatamente abaixo da DRM

B = mmAl acima do DRM – mmAl abaixo do DRM

DRM = Densidade Radiográfica do Material

mmAl = imediato abaixo do DRM

2 = 2mm de incremento entre um passo de alumínio e outro

Para tanto, foi realizada uma avaliação e uma comparação dos valores obtidos para cada material quanto à densidade radiográfica e em milímetro de alumínio. Logo, os resultados foram catalogados e importados para o Programa Microsoft Office Excel 2016 e submetidos à análise de variância estatística, na qual aplicou-se o teste não paramétrico Tukey ($p = < 0,0024$)

RESULTADOS

Os resultados foram obtidos a partir da comparação entre os valores de radiopacidade dos cimentos endodônticos analisados, conforme Tabela 1 – apêndice D.

Sob essa baila, os dados da radiopacidade dos cimentos foram inicialmente submetidos ao teste ANOVA, dois fatores de medidas repetidas, seguindo pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Logo, o Bio-C Sealer apresentou os maiores valores de densidade radiográfica, assemelhando-se ao Sealer plus BC. Já o MTA FILAPEX, apresentou os menores valores, do ponto de vista estatístico, quando comparado com os outros materiais analisados ($p < 0,05$), conforme a Tabela 2 – apêndice E.

Todos os cimentos obturadores testados apresentaram radiopacidade superior a 3 mmAl, de acordo com as especificações N°57 da ANSI/ADA e ISO 6876/2001.

DISCUSSÃO

A análise das propriedades físicas dos materiais endodônticos, em especial os cimentos, são importantes para analisar o comportamento destes, diante do processo de selamento, na obturação dos canais radiculares.

Neste sentido, a radiopacidade é uma das principais propriedades dos cimentos obturadores e exerce uma importante função, haja vista que, por meio dela há a viabilidade da realização de análise da eficácia, bem como a qualidade do selamento do canal radicular através de exames radiográficos, cuja avaliação do limite apical é possível, assim como da obturação e o controle da terapia endodôntica⁹.

Para a análise comparativa do teste de radiopacidade, empregou-se a Especificação n.º 57 da ANSI/ADA e norma 6876/2012 ISO, para materiais de obturação endodôntica; conforme ANSI/ADA, a referência concreta para padronização dos testes de avaliação física é de 2 mmAl. Essa metodologia foi utilizada, também, por outros pesquisadores^{2,16,17,18}.

Conforme a ISO 6876/2012, a radiopacidade é averiguada através da medida da densidade radiográfica óptica, em paridade com a mesma espessura de alumínio (Al), no qual um milímetro de dentina possui radiopacidade igual a um milímetro de alumínio, diante disso, o ideal de radiopacidade do cimento é de, no mínimo, três milímetros de alumínio, para cimentos endodônticos^{19,20,13}.

Neste contexto, o cimento biocerâmico MTA Fillapex apresentou o menor valor de radiopacidade 3,11 mmAl e estatisticamente significativo ($p < 0,05$). Outros autores obtiveram resultados semelhantes, no qual o MTA Filapex apresentou os menores valores de radiopacidade¹⁹. Logo, esse cimento possui o Tungstato de Cálcio (CaWO_4), como agente radiopacificador, e o silicato de tricálcio (TSC) em sua composição, este último, quando associado ao radiopacificador CaWO_4 , apresenta radiopacidade elevada²¹.

Assim sendo, O Sealer Plus BC - com 9,15 mmAl - e o BIO-C Sealer 6,29 apresentaram os maiores valores de radiopacidade nesta metodologia, tendo em vista que ambos possuem óxido de zircônia (ZrO_2) como agente radiopacificador. Outros autores obtiveram valores semelhantes⁹.

Neste contexto, a diferença na radiopacidade dos materiais obturadores pode estar relacionada à presença de diferentes agentes radiopacificadores de cada material. Então, um fator importante é a quantidade da massa presente em cada agente radiopacificador, o que pode refletir na qualidade dessa radiopacidade¹⁵. A interação química também pode influenciar na radiopacidade de cada material²². Já os cimentos Sealer Plus BC e BIO-C Sealer apresentam o mesmo radiopacificador, óxido de zircônia (ZrO_2). Não obstante, apesar de não ter diferença estatística significantes entre os dois cimentos, o BIO-C Sealer foi o que apresentou menor valor de radiopacidade, logo, essa diferença pode ser associada a

proporções diferentes das amostras e também à interação química entre os componentes.

Quando comparado a estudos anteriores de avaliação da radiopacidade dos mesmos cimentos, observa-se uma variação de resultados. Isso pode ser explicado pelos diferentes métodos empregados, no que diz respeito ao tempo de exposição, à potência do aparelho, à distância entre aparelho radiográfico e material, à técnica para captar a imagem, à escala de alumínio utilizada e à forma de processamento²³.

CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa, os cimentos seladores biocerâmicos avaliados: BIO-C Sealer, Sealer Plus BC e MTA Fillapex, apresentaram valores de densidade radiográfica desejáveis, em conformidade com a especificação nº 57 ANSI/ADA e ISSO 6876/2012, que determinam o valor da radiopacidade equivalente e não menos que 3mmAl. Haja vista que o Sealer Plus BC foi o cimento que apresentou maior valor de densidade radiográfica, seguido pelo BIO-C Sealer; o MTA Fillapex, quando comparado aos outros dois cimentos testados, obteve menor valor.

Diante disso, esses resultados tornam os três cimentos biocerâmicos capazes de atender a necessidades clínicas, possibilitando, assim, a avaliação do preenchimento do sistema de canais radiculares, pois estes atendem aos padrões de normatização estabelecidos pela ANSI/ADA e ISO.

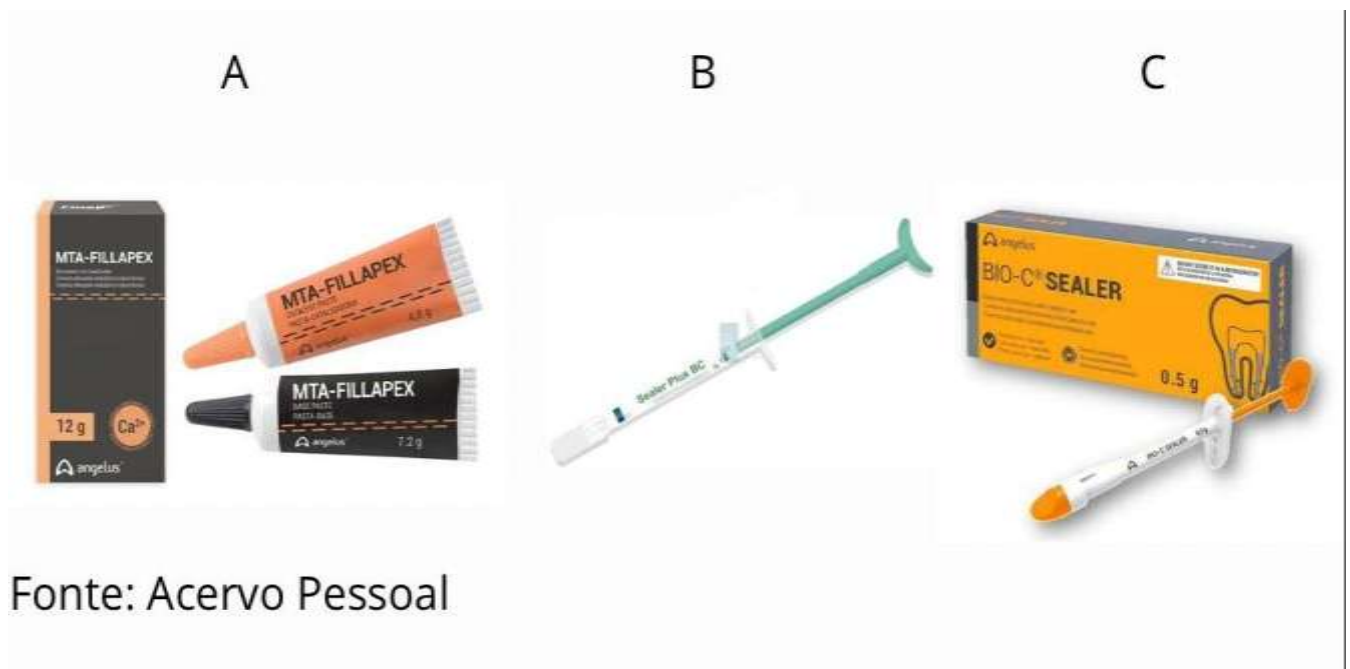
REFERÊNCIAS

1. Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions and flow of a bioceramic root canal sealer. *International Endodontic Journal* 2012; 38(6): 842-45.
2. Sousa JL, Moreira KMS, Amaral GCLS, Fortunato CFP, Dias IVA, Falcão CAM. Radiopacity of AH Plus endodontic sealer plus MTA and Portland cement. *Dental Press Endod.* 2018, May-Aug; 8(2):18-21. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.8.2.018-021.oar>
3. Bogen G, Kim JS, Bakland LK. Direct pulp capping with Mineral Trioxide Aggregate. An observational study. *J Am Dent Assoc* 2008;139:305-315. (05/2008 - Present)
4. Silva RV, Silveira FF, Horta MCR, Duarte MAH, Cavenago BC, Moraes IG, et al. Filling effectiveness and dentinal penetration of endodontic sealers: a stereo and confocal laser scanning microscopy study. *Braz Dent J.* 2015;26(5):541-6.
5. Savannah G. Bioceramic technology–The game changer in endodontics. *Endodontic Practice*, p. 13, 2009.
6. Vivian RR et al. Evaluation of the radiopacity of some commercial and experimental root-end filling materials. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, v. 108, n. 6, p. e35–e38, 2009.
7. Sarkar NK et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of endodontics*, v. 31, n. 2, p. 97–100, 2005.
8. Bryan TE et al. In vitro osteogenic potential of an experimental calcium silicate–based root canal sealer. *Journal of Endodontics*, v. 36, n. 7, p. 1163–1169, 2010.
9. Mendes AT et al. Evaluation of physicochemical properties of new calciumsilicate-Based sealer. *Brazilian Dental Journal*, v. 29, n. 6, p. 536–540, 2018.
10. Martins FC et al. Avaliação da citotoxicidade de dois cimentos à base de MTA: um estudo in vitro. *Revistas*, v. 74, n. 1, p. 27, 2017.
11. Angelus. **Perfil Técnico Científico – BIO-C Sealer: Cimento obturador biocerâmico pronto para uso**. Disponível em: <http://www.angelus.ind.br/emkt/arquivos/perfil-tecnico-bio-c-sealer.pdf>
12. Organização Internacional de Normalização. Norma Internacional ISO 6876:2012: Materiais de vedação de canais radiculares dentários. Genebra: Organização Internacional de Normalização; 2012.
13. American Dental Association (ADA). Specification n. 57 for Endodontic filling materials. ANSI/ADA. Specification n. 57. Endodontic Sealing Material. Chicago.

- USA. 2000. ANSI/ADA. Specification n. 57. Endodontic Sealing Material. Chicago. USA. 2000.
14. Marín BGA, Silva SYTC, Cunha SA, Rached FJAJ, Bonetti IF, Sousa MDN, et al .Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. J Appl Oral Sci. 2012;20(4):455-61.
 15. Duarte MAH. et al. Radiopacity of Portland Cement Associated With Different Radiopacifying Agents. J Endod, v. 35, n. 5, p. 737-40, may. 2009.
 16. Falcão CAM. et al. Avaliação da biocompatibilidade dos cimentos Epiphany, Pulp Canal Sealer EWT, Sealapex e MBP. Estudo em Subcutâneo de Ratos. [TESE]. Campinas. Centro de Pós Graduação São Leopoldo Mandic, 2011.
 17. Ferraz MAAL, Farias GB, Oliveira ARS, Feitosa GT, Freitas SAP, FALCÃO CAM. Radiopacidade dos cimentos endodônticos avaliados pelo sistema de radiografia digital. Revista Focus–Oral Research. Vol.2, Issue Number 1, April 2019.
 18. Ferreira GC, et al. Evaluation of the biological and physicochemical properties of calcium silicate-based and epoxy resin-based root canal sealer. J Biomed Mater Res. 2021; 1-10.
 19. Tanomaru MF; da Silva GF; Duarte MA; Gonçalves M; Tanomaru JM. Radiopacity evaluation of root-end filling materials by digitalization of images. J Appl Oral sci. 2008.
 20. Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate- containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. J Endod. 2016; 42:1784-8.
 21. Costa BC; Análise de cimentos à base de silicato de cálcio associado a diferentes radiopacificadores. 2016 Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista – UNESP
 22. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felipe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM. Influência do cloreto de cálcio no tempo de pega, solubilidade, desintegração e pH do agregado trióxido mineral e do cimento Portland branco com radiopacificador. J Fim de 2009;35:550-554.
 23. Silva EJNLD, Santos CC, Zaia AA. Long-term cytotoxic effects of contemporary root canal sealers. J Appl Oral Sci. 2013;21(1):43-7.

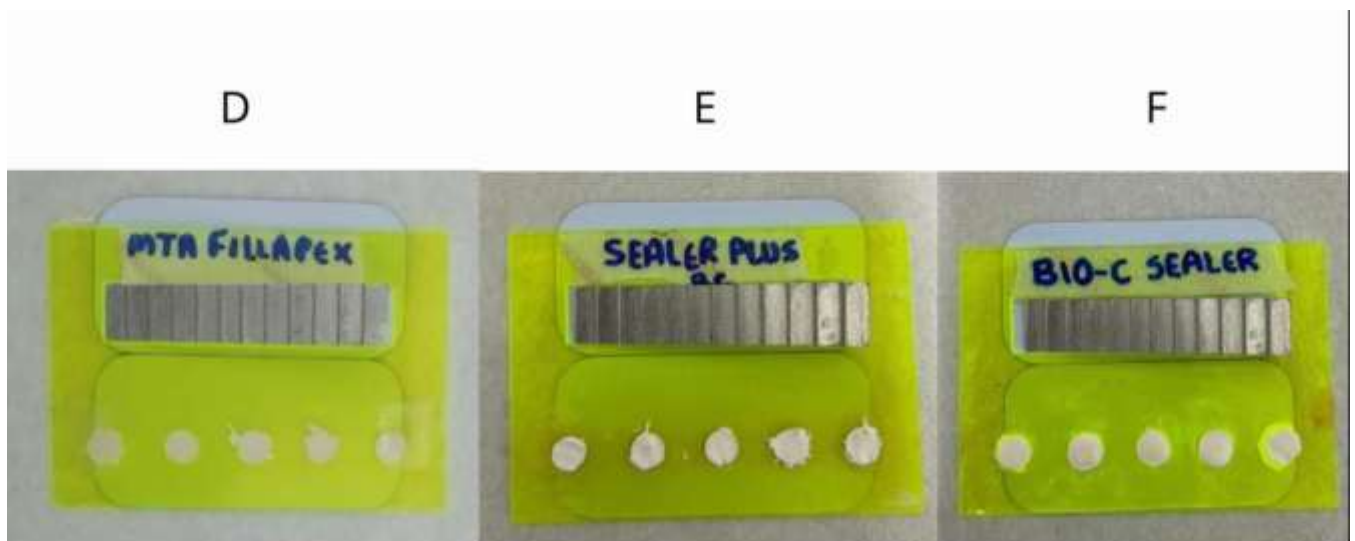
APÊNDICES

APÊNDICE A – Cimentos Biocerâmicos utilizados nos testes de radiopacidade. Na imagem A (cimento MTA Fillapex, desenvolvido pela marca Angelus); imagem B (cimento Sealer Plus BC, desenvolvido pela empresa MK Life); Imagem C (cimento BIO-C Sealer, desenvolvido pela empresa Angelus).



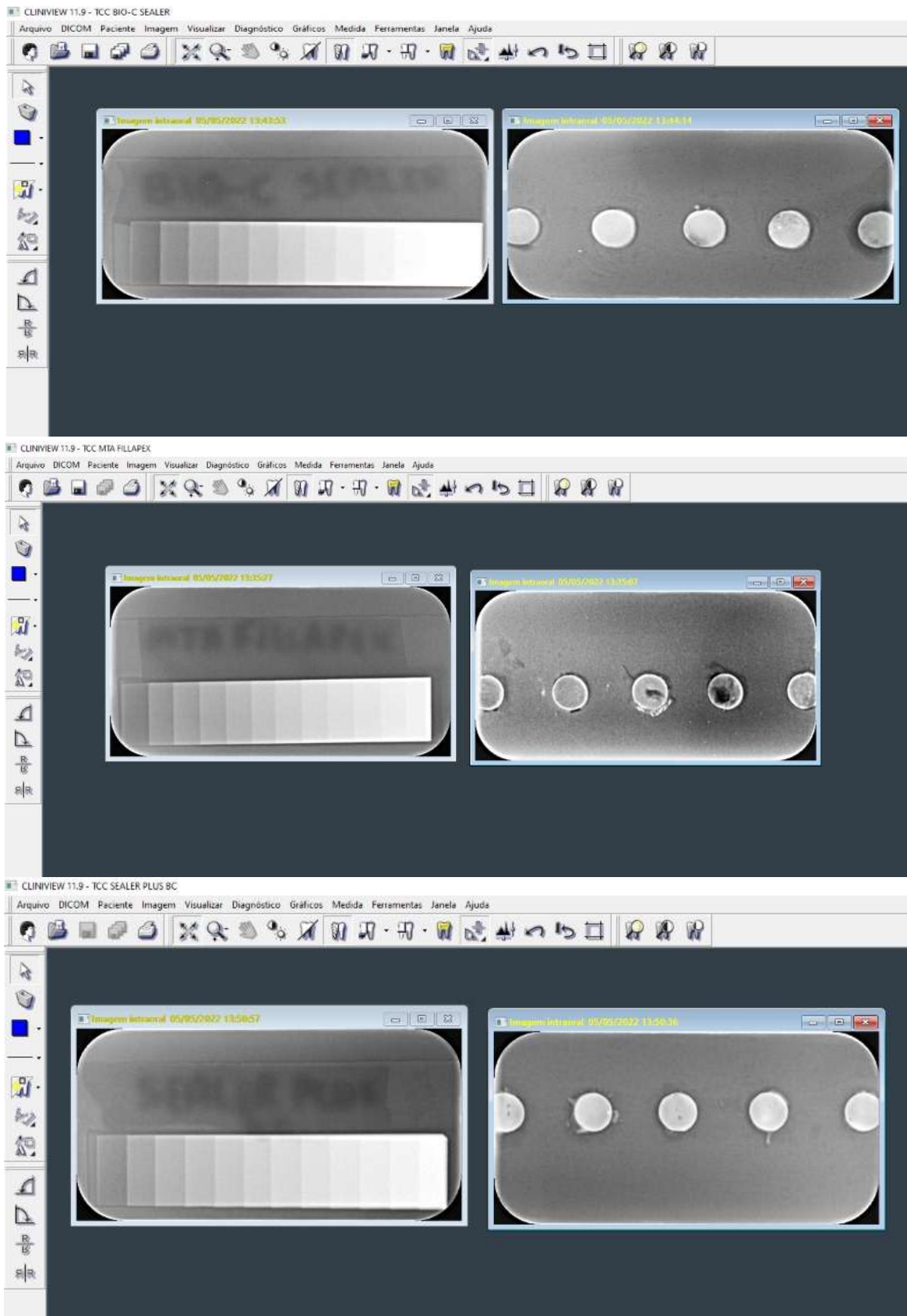
Fonte: Acervo Pessoal

APÊNDICE B – Placa de acrílico contendo cinco corpos de prova para cada cimento testados, penetrômetro de alumínio e placa de fósforo radiográfica oclusal.



Fonte: Acervo Pessoal

APÊNDICE C – Imagens radiográficas dos cimentos biocerâmicos: BIO-C Sealer, MTA Fillapex e Sealer Plus BC.



Fonte: Acervo Pessoal

APÊNDICE D – COMPARAÇÃO ENTRE VALORES MÉDIOS, DESVIO PADRÃO, MÁXIMO E MÍNIMO DE RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS ENDODÔNTICOS ANALISADOS. UNINOVAFAPÍ. Teresina – PI, 2022.

TABELA 1. COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIO, DESVIO PADRÃO, MÁXIMO E MINIMO DE RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS ENDODONTICOS ANALISADOS. UNINOVAFAPÍ. Teresina- PI. 2022

MATERIAIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	DENSIDADE MINIMA	DENSIDADE MAXIMA
BIO-C SEALER	3524,78	448,68 ^a	2759,40	3919,30
MTA FILLAPEX	2878,98	265,26 ^b	2847,90	3166,00
SEALER PLUS BC	3803,10	182,20 ^a	3656,30	4000,10

Médias seguidas por letras sobrescritas distintas indicam diferenças estatísticas ($p < 0,05$)

Fonte: Autor

APÊNDICE E – COMPARAÇÃO DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES EM mm de Al. UNINOVAFAPÍ, Teresina – PI, 2022

TABELA 2. COMPARAÇÃO DOS CIMENTOS BIOCERÂMICOS OBTURADORES EM mm de Al. UNINOVAFAPÍ, Teresina - PI (2022).

MATERIAL	mmAl
BIO-C SEALER	6,29
MTA FILLAPEX	3,11
SEALER PLUS BC	9,15

Fonte: Autores

ANEXOS

Fullscience / Normas de publicação
NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS – FULL DENTISTRY IN SCIENCE

A Revista Full Dentistry in Science tem como missão a divulgação dos avanços científicos e tecnológicos conquistados pela comunidade odontológica, respeitando os indicadores de qualidade. Tem como objetivo principal publicar pesquisas, casos clínicos, revisões sistemáticas, apresentação de novas técnicas, comunicações breves e atualidades. Não são aceitos artigos de assuntos regionais e nem revisões de literatura.

Normas Gerais:

Os trabalhos enviados para publicação devem ser inéditos, não sendo permitida a sua submissão simultânea em outro periódico, seja esse de âmbito nacional ou internacional. A Revista Full Dentistry in Science reserva todo o direito autoral dos trabalhos publicados, inclusive tradução, permitindo, entretanto, a sua posterior reprodução como transcrição com devida citação de fonte.

Os conceitos afirmados nos trabalhos publicados são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo obrigatoriamente a opinião do Editor-Chefe ou Corpo Editorial.

A Editora Plena não garante ou endossa qualquer produto ou serviço anunciado nesta publicação ou alegação feita por seus respectivos fabricantes. Cada leitor deve determinar se deve agir conforme as informações contidas nesta publicação. A Revista Full Dentistry in Science ou as empresas patrocinadoras não serão responsáveis por qualquer dano advindo da publicação de informações errôneas.

O autor principal receberá um fascículo do número no qual seu trabalho for publicado. Exemplares adicionais, se solicitados, serão fornecidos, sendo os custos repassados de acordo com valores vigentes.

ORIENTAÇÕES PARA SUBMISSÃO DE MANUSCRITOS:

A Revista Full Dentistry in Science utiliza o Sistema de Gestão de Publicação (SGP), um sistema on-line de submissão e avaliação de trabalhos.

- Para enviar artigos, acesse o site: www.editoraplena.com.br;
- Selecione a Revista Full Dentistry in Science, em seguida clique em “submissão online”.

- Para submissão de artigos é necessário ter os dados de todos os autores (máximo de seis por artigo), tais como: Nome completo, e-mail, titulação (máximo de duas por autor) e telefone para contato. Sem estes dados a submissão será bloqueada.

Seu artigo deverá conter os seguintes tópicos:

1. Página de título

- Deve conter título em português e inglês, resumo, abstract, descritores e descriptors.

2. Resumo/Abstract

- Os resumos estruturados, em português e inglês, devem ter, no máximo, 250 palavras em cada versão;
- Devem conter a proposição do estudo, método(s) utilizado(s), os resultados primários e breve relato do que os autores concluíram dos resultados, além das implicações clínicas;
- Devem ser acompanhados de 3 a 5 descritores, também em português e em inglês, os quais devem ser adequados conforme o MeSH/DeCS.

3. Texto

- O texto deve ser organizado nas seguintes seções: Introdução, Material e Métodos (exceto para artigos de relato de caso), Resultados (exceto para artigos de relato de caso), Relato de caso (exceto para pesquisas e revisões sistemáticas), Discussão, Conclusões, Referências e Legendas das figuras;
- O texto deve ter no máximo de 5.000 palavras, incluindo legendas das figuras, resumo, abstract e referências;
- O envio das figuras deve ser feito em arquivos separados (ver tópico 4);
- Também inserir as legendas das figuras no corpo do texto para orientar a montagem final do artigo.

4. Figuras

- As imagens digitais devem ser no formato JPEG ou TIFF, com pelo menos 7 cm de largura e 300 dpis de resolução. Imagens de baixa qualidade, que não atendam as recomendações solicitadas, podem determinar a recusa do artigo;
- As imagens devem ser enviadas em arquivos independentes, conforme sequência do sistema;
- Todas as figuras devem ser citadas no texto;
- Número máximo de 45 imagens por artigo;
- As figuras devem ser nomeadas (Figura 1, Figura 2, etc.) de acordo com a sequência apresentada no texto;
- Todas as imagens deverão ser inéditas. Caso já tenham sido publicadas em outros trabalhos, se faz necessária a autorização/liberação da Editora em questão.
- No caso de imagens que mostrem o rosto do paciente, é obrigatório o envio da autorização de uso de imagem assinada pelo mesmo.

5. Tabelas/Traçados e Gráficos

- As tabelas devem ser autoexplicativas e devem complementar e não duplicar o texto;
- Devem ser numeradas com algarismos arábicos, na ordem em que são mencionadas no texto;
- Cada tabela deve receber um título breve que expresse o seu conteúdo;
- Se uma tabela tiver sido publicada anteriormente, inclua uma nota de rodapé dando o crédito à fonte original;
- Envie as tabelas como arquivo de texto e não como elemento gráfico (imagem não editável);
- Os traçados devem ser feitos digitalmente;
- Os gráficos devem ser enviados em formato de imagem e em alta resolução.

6. Comitês de Ética

- O artigo deve, se aplicável, fazer referência ao parecer do Comitê de Ética.
- A Revista Full Dentistry in Science apoia as políticas para registro de ensaios clínicos da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE), reconhecendo a importância dessas iniciativas para o registro e divulgação internacional sobre estudos clínicos com acesso aberto. Sendo assim, somente serão aceitos para publicação os artigos de pesquisas clínicas que tenham recebido um número de identificação, o ISRCTN, em um dos registros de ensaios clínicos, validados pelos critérios estabelecidos pela OMS e pelo ICMJE. A OMS define Ensaio Clínico como “qualquer estudo de pesquisa que prospectivamente designa participantes humanos ou grupos de humanos para uma ou mais intervenções relacionadas à saúde para avaliar os efeitos e os resultados de saúde. Intervenções incluem, mas não se restringem, a drogas, células e outros produtos biológicos, procedimentos cirúrgicos, procedimentos radiológicos, dispositivos, tratamentos comportamentais, mudanças no processo de cuidado, cuidado preventivo etc.”

Para realizar o registro do Ensaio Clínico acesse um dos endereços abaixo:

Registro no Clinicaltrials.gov

URL: <http://prsinfo.clinicaltrials.gov/>

Registro no International Standard Randomized Controlled Trial Number (ISRCTN)

URL: <http://www.controlled-trials.com>

Outras questões serão resolvidas pelo Editor-Chefe e Conselho Editorial.

7. Citação de autores

A citação dos autores será da seguinte forma:

7.1. Alfanumérica:

- Um autor: Silva²³ (2010)
- Dois autores: Silva;Carvalho²⁵ (2010)
- Três autores ou mais: Silva et al.²⁸ (2010)

7.2. Exemplos de citação:

1. – Quando o autor for citado no contexto:

Exemplo: “Nóbrega⁸ (1990) afirmou que geralmente o odontopediatra é o primeiro a observar a falta de espaço na dentição mista e tem livre atuação nos casos de Classe I de Angle com discrepância negativa acentuada”

2. – Quando não citado o nome do autor usar somente a numeração sobrescrita:

Exemplo: “Neste sentido, para alcançar o movimento dentário desejado na fase de retração, é importante que os dispositivos ortodônticos empregados apresentem relação carga/deflexão baixa, relação momento/força alta e constante e ainda possuam razoável amplitude de ativação¹”

8. Referências

- Todos os artigos citados no texto devem constar nas referências bibliográficas;
- Todas as referências bibliográficas devem constar citadas no texto;
- As referências devem ser identificadas no texto em números sobrescritos e numeradas conforme as referências bibliográficas ao fim do artigo, que deverão ser organizadas em ordem alfabética;
- As abreviações dos títulos dos periódicos devem ser normalizadas de acordo com as publicações “Index Medicus” e “Index to Dental Literature”.
- A exatidão das referências é de responsabilidade dos autores. As mesmas devem conter todos os dados necessários à sua identificação;
- As referências devem ser apresentadas no final do texto obedecendo às Normas Vancouver
(http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html);
- Não deve ser ultrapassado o limite de 35 referências.

Utilize os exemplos a seguir:

Artigos com até seis autores

Simplicio AHM, Bezerra GL, Moura LFAD, Lima MDM, Moura MS, Pharoahi M. Avaliação sobre o conhecimento de ética e legislação aplicado na clínica ortodôntica. Revista Orthod. Sci. Pract. 2013; 6 (22):164-169

Artigos com mais de seis autores

Parkin DM, Clayton D, Black, RJ, Masuyer E, Friedl HP, Ivanov E, et al. Childhood –

leukaemia in Europe after Chernobyl: 5 years follow-up. Br J Cancer. 1996;73:1006-1012.

Capítulo de Livro

Verbeeck RMH. Minerals in human enamel and dentin. In: Driessens FCM, Wolters JHM, editors. Tooth development and caries. Boca Raton: CRC Press; 1986. p. 95-152.

Dissertação, tese e trabalho de conclusão de curso

ARAGÃO, HDN, Solubilidade dos Ionômeros de Vidro Vidrion. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo. Bauru, SP; 1995 70p.

Formato eletrônico

Camargo ES, Oliveira KCS, Ribeiro JS, Knop LAH. Resistência adesiva após colagem e recolagem de bráquetes: um estudo in vitro. In: XVI Seminário de iniciação científica e X mostra de pesquisa; 2008 nov. 11-12; Curitiba, Paraná: PUCPR; 2008. em: <http://www2.pucpr.br/reol/index.php/PIBIC2008?dd1=2306&dd99=view>

9. Provas digitais

– A prova digital será enviada ao autor correspondente do artigo por e-mail em formato PDF para aprovação final;

– O autor analisará todo o conteúdo, tais como: texto, tabelas, figuras e legendas, dispondo de um prazo de até 72 horas para a devolução do material devidamente corrigido, se necessário.

– Se não houver retorno da prova em 72 horas, o Editor-Chefe considerará a presente versão como a final.

– A inclusão de novos autores não é permitida nessa fase do processo de publicação.