

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

Caio Peron Ferreira

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS MTA ANGELUS® BRANCO,
MTA REPAIR HP, BIODENTINE® E BIO C REPAIR POR MEIO DE RADIOGRAFIA
DIGITAL**

Juiz de Fora

2023

Caio Peron Ferreira

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS MTA ANGELUS® BRANCO,
MTA REPAIR HP, BIODENTINE® E BIO C REPAIR POR MEIO DE RADIOGRAFIA
DIGITAL**

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Anamaria Pessôa Pereira Leite

Coorientadora: Profa. Dra. Karina Lopes Devito

Juiz de Fora



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia


CAIO PERON FERREIRA

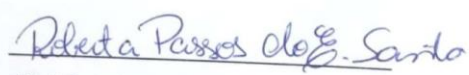
**Avaliação da radiopacidade dos cimentos MTA Angelus branco, MTA HP
Repair, Biodentine e Bio -C Repair por meio de radiografia digital.**

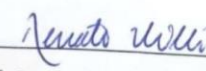
Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de
Cirurgião-Dentista.

Aprovado em 14 de março de 2023.

BANCA EXAMINADORA


Profª. Drª. Anamaria Pessoa Pereira Leite
(orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora


Profª. Drª. Roberta Passos do Espírito Santo
Universidade Federal de Juiz de Fora


Prof. Dr. Prof. Dr. Renato Cilli
Universidade Federal de Juiz de Fora

Digitalizado com CamScanner

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

Ferreira, Caio Peron.

Avaliação da radiopacidade dos cimentos MTA Angelus Branco, MTA Repair HP, Biodentine e Bio-C por meio de radiografia digital. / Caio Peron Ferreira. -- 2023.

27 f.

Orientadora: Anamaria Pessôa Pereira Leite

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2023.

1. Introdução. 2. Proposição. 3. Artigo Científico. 4. Considerações Finais. 5. Referências. I. Leite, Anamaria Pessôa Pereira, orient. II. Título.

CAIO PERON FERREIRA

AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS MTA ANGELUS® BRANCO, MTA REPAIR HP, BIODENTINE® E BIO C REPAIR POR MEIO DE RADIOGRAFIA DIGITAL

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Aprovada em (dia) de março de 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Anamaria Pessôa Pereira Leite - Orientadora
Doutora do Departamento de Clínica Odontológica - UFJF

Profa. Roberta Passos do Espírito Santo
Doutora do Departamento de Clínica Odontológica - UFJF

Prof. Renato Cilli
Doutor do Departamento de Odontologia Restauradora – UFJF

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado, dado sabedoria e força para vencer esse desafio. Agradeço ao meu pai, Mário Ferreira Junior, e à minha mãe, Alexandra Cristina Peron, por todo esforço e sacrifício para proporcionarem a mim sempre o melhor, com todo apoio do mundo. Sem dúvidas essa é uma vitória de vocês. Aos meus irmãos, Leandro, Artur e Miguel pela parceria e amizade. Aos meus avós por construírem essa família linda com muito amor e dedicação.

Agradeço aos meus tios e tias pelo incentivo, em especial à minha tia Taciane Peron pela inspiração no mundo acadêmico e na área da saúde, sempre me apoiando e auxiliando. Agradeço à minha namorada Nycole Bottaro por todo apoio e companhia nesses últimos anos de faculdade.

Aos meus professores, especialmente à Anamaria Pereira Pessoa Leite, agradeço os ensinamentos e oportunidades durante a graduação. Agradeço aos meus amigos de faculdade, em especial aos que foram minha dupla, Arthur Mendes Lima, Luiz Paulo Furtado e Haylla de Faria pelo companheirismo, paciência e dedicação diária no atendimento dos pacientes e agradeço aos amigos que sempre me auxiliaram de alguma forma em todos esses anos, em especial à Fernanda Leal pela parceria no desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos amigos de Juiz de Fora, obrigado por tudo que vivemos nesses anos, levarei vocês no meu coração. Aos amigos de Ubá, obrigado pela parceria e companhia desde sempre. A todos que de alguma forma me apoiaram nessa caminhada, espero que se sintam abraçados por esse agradecimento, assim me senti acolhido por vocês durante todos esses anos!

“Nós somos o que fazemos repetidamente. A excelência, então, não é um ato, mas um hábito.”

(Aristóteles)

FERREIRA, C. P. **AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DOS CIMENTOS MTA ANGELUS® BRANCO, MTA REPAIR HP, BIODENTINE® E BIO C REPAIR POR MEIO DE RADIOGRAFIA DIGITAL.** Juiz de Fora (MG), 2023. 27f. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

A radiopacidade satisfatória de um cimento endodôntico é uma propriedade importante que já foi observada nos cimentos derivados do CP, MTA Branco e MTA Repair HP. Porém a endodontia está em constante evolução e novos cimentos são desenvolvidos visando substituir o MTA, com propriedades semelhantes, mas com uma radiopacidade menor. Através da radiografia digital, o objetivo deste estudo foi analisar a radiopacidade dos cimentos endodônticos MTA Branco, MTA Repair HP, Biodentine e BioCRepair, comparando-os com as estruturas dentárias. Para tanto, foram usadas matrizes de elastômero, com 2mm de altura e com abertura central de 4mm de diâmetro para confeccionar cinco corpos de prova de cada material a ser estudado. Um dente molar inferior humano hígido foi utilizado a fim de comparar a radiopacidade dos materiais com esmalte e dentina. As radiografias foram realizadas utilizando o aparelho de raios X periapical Dabi Atlante (Brasil), com tempo de exposição constante e a distância foco-filme fixada em 40 cm, proporcionando uma incidência perpendicular. Em cada estrutura avaliada foi determinada uma região de interesse e os valores de média, desvio-padrão, mínimo e máximo. As densidades ópticas dos cimentos testados, esmalte, dentina e degraus da escala de densidade foram apresentadas utilizando-se médias, desvios-padrões e medianas. Para avaliar a normalidade dos valores de radiopacidade foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação entre as radiopacidades dos três cimentos testados foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e post-hoc de Dunn. Foi utilizado o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versão 21.0, Chicago, EUA), com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). O presente estudo indicou o BIO-C e o MTA B com valores de radiopacidade maiores quando comparados com, MTA HP e Biodentine,

sendo que o primeiro apresentou valores de radiopacidade semelhantes e satisfatórios, enquanto o Biodentine não atingiu valores considerados suficientes para radiopacidade em radiografia digital. Conclui-se que o Bio-C é um possível substituto do MTA, sendo necessário novos estudos sobre suas propriedades físico-químicas.

Palavras-chave: Bio-CRepair, Biodentine, cimentos biocerâmicos, radiopacidade

FERREIRA, C. P. **RADIOPACITY AVALIATION OF WHITE MTAANGELUS® BRANCO, MTA REPAIR HP, BIODENTINE®AND BIO C REPAIR CEMENTS BY MEANSOF DIGITAL RADIOGRAPHY.** Juiz de Fora (MG), 2023. 27f. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABSTRACT

The satisfactory radiopacity of an endodontic sealer is an important property that has already been observed in cements derived from CP, White MTA and MTA Repair. However, endodontics is constantly evolving, and new cements are being developed to replace MTA, with similar properties, but with low radiopacity. Through digital radiography, the objective of this study was to analyze the radiopacity of the endodontic sealers MTA Branco, MTA Repair HP, Biodentine and Bio C Repair, comparing them with the dental structures. For the evaluation of the radiopacity of the cements MTA ANGELUS® White, MTA REPAIR HP, Biodentine and Bio C Repair, last omers matrices, 2 mm high and with a central opening of 4 mm in diameter, were used to make five specimens of each material to be studied. A sound human lower molar tooth was used in order to compare the radiopacity of the materials with enamel and dentin. The radiographs were taken using the periapical X-ray apparatus Dabi Atlante (Brazil), with constant exposure time and the focus-film distance set at 40 cm, providing a perpendicular incidence. In each evaluated structure, an ROI and mean, standard deviation, minimum and maximum values were determined. The optical densities of the tested cements, enamel, dentin and steps of the density scale were presented using means, standard deviations and medians. To assess the normality of radiopacity values, the Shapiro-Wilk test was applied. To compare the radiopacities of the three cements tested, the Kruskal-Wallis test and Dunn's post-hoc test were used. The SPSS program (Statistical Package for the Social Sciences, version 21.0, Chicago, USA) was used, with a significance level of 5% ($p \leq 0.05$). The present study indicated BIO-C and MTA B with high radiopacity values when compared to MTA HP and Biodentine, with the former presenting similar and satisfactory radiopacity values, while Biodentine did not reach

values considered sufficient for radiopacity in radiographs digital. It is concluded that Bio-Cis a possible substitute for MTA, requiring further studies on its physico-chemical properties.

Keywords: Bio-C, Biodentine, bioceramic cements, radiopacity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– MTA ANGELUS® Branco.....	17
Figura 2	– MTA REPAIR HP.....	17
Figura 3	– Biodentine.....	17
Figura 4	– Bio CRepair.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Dados descritivos referentes às radiopacidades dos materiais testados.....	20
Tabela 2	– Comparação da radiopacidade dos cimentos testados.....	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al- Alumínio
ANSI- American National Standards Institute
ADA- American Dental Association
BD- Biodentine
BIO C- Bio-Crepair
cm- centímetros
CP- Cimento Portland
DICOM- Digital Imaging and Communications in Medicine
EUA- Estados Unidos da América
ISO- International Organization for Standardization
kVp- quilovoltagem
mA- miliampère
mB- megabyte
mm- Milímetros
µm- Micrómetro
GB- gigabyte
HD- hard disk
MTA- Agregado Trióxido Mineral
MTA B- MTA branco
MTA HP- MTA Repair High Plasticity
RAM- Random Access Memory
ROI- Region of Interest/ Região de interesse
ZrO₂- Óxido de zinco

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
<	Menor
≤	Menor ou igual
=	Igual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 PROPOSIÇÃO.....	16
3 METODOLOGIA.....	17
4 RESULTADOS.....	20
5 DISCUSSÃO.....	21
6 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O Cimento de Portland (CP), é um material conhecido na construção civil, um pó fino com propriedades aglutinantes, que sob a ação da água, endurece e adquire elevada resistência mecânica e, não se decompõe caso seja submetido à ação da água novamente (MEHTA; MONTEIRO, 1994; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2002).

Em 1993, o Agregado Trióxido Mineral (MTA), foi introduzido na endodontia como um cimento endodôntico bioativo fundamentado no cimento de Portland e foi preconizado por Mohamed Torabinejad. O produto foi aprovado para uso em 1998, pela *Food and Drug Administration* (FDA) e em 1999 começou a ser comercializado pela *Dentsply* com o nome de ProRoot® (MTA PR) (Dentsply Tulsa Dental, Oklahoma- USA). O pó do material em questão, consiste em partículas finas hidrofílicas que solidificam na presença de água acrescida de óxido de bismuto como agente radiopacificante (ABUSREWIL; MCLEAN; SCOTT, 2018).

Os cimentos à base de MTA são indicados como material retrobturador e selador de perfurações comunicantes, capeamento pulpar direto, apicificação, defeitos de reabsorção - como tampão apical e em cirurgias parendodônticas. Isso se deve a propriedades como biocompatibilidade, insolubilidade em fluidos teciduais, estabilidade dimensional, ausência de potencial cariogênico, selamento das vias de comunicação entre o sistema de canais radiculares e seus tecidos adjacentes e atoxicidade (PARIROCKH; TORABINEJAD, 2010a; HONDA, 2016)

Entretanto, seu longo tempo de presa, manuseio difícil e potencial de descoloração do dente e da gengiva marginal são desvantagens apresentadas pelos primeiros produtos do tipo MTA, apesar das propriedades favoráveis que suportam seu uso clínico (ALZRAIKAT et al., 2016; KAUR et al., 2017).

No Brasil, cimentos a base de MTA foram introduzidos no mercado pela empresa Ângelus Indústria de Produtos Odontológicas S.A. Em sua primeira versão, o MTA cinza (MTA-C) foi relacionado a altos índices de descoloração dental atribuídas à alta concentração de ferro em sua composição; visando mitigar tal entrave, foi proposta a versão MTA branco (MTA-B) que apresentava além da redução do teor de ferro, uma redução do tempo de presa para 15 minutos (FELMAN; PARASHOS, 2013; SARZEDA et al., 2019). Entretanto, diversos estudos mostraram que a descoloração provocada pelo material estava relacionada ao seu

radiopacificador. Por esse motivo, em 2016 a empresa brasileira lançou uma nova versão o MTA Repair HP (MTA HP) (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S.A., Londrina, Paraná, Brasil), buscando melhorar suas características físico-químicas sem prejudicar, sobretudo, suas propriedades biológicas (SILVA, et al. 2016; CINTRA et al., 2017; GALARÇA et al., 2018; TOMÁS-CATALÁ et al., 2018; SARZEDA et al., 2019). A principal melhoria foi a troca do agente radiopacificador do óxido de bismuto (Bi_2O_3) para tungstato de cálcio (CaWO_4) visto que o primeiro era o principal responsável pela descoloração do dente. Outra melhora foi o plastificante orgânico adicionado ao líquido reagente, possibilitando um menor tempo de presa, alta plasticidade, melhor consistência e conseqüentemente manipulação e inserção mais fáceis (GUIMARÃES et al., 2018; SARZEDA et al., 2019).

Na tentativa de aprimorar as propriedades físico-químicas dos cimentos a base de MTA, foram desenvolvidos cimentos cuja formulação contém silicato tricálcico. Uma dessas formulações é o Biodentine® (BD) (Septodont; Saint-Maur-des-Fossés, França) material inicialmente desenvolvido para uso como substituto bioativo da dentina, mas que por apresentar propriedades similares aos cimentos a base de MTA ampliou-se sua indicação não somente para restaurações coronárias e radiculares, mas também para capeamento pulpar, pulpotomia, reparo radicular e retroobturação. O pó BD contém 80% de silicato tricálcico, 15% de carbonato de cálcio e 5% de óxido de zircônio (ZrO_2), que é utilizado como agente radiopacificador. O líquido de mistura é composto por água, cloreto de cálcio e um polímero hidrossolúvel. Estudos têm mostrado que este cimento tem melhores condições de manuseio e menor tempo de presa em relação aos cimentos a base de MTA (MALKONDU; KAZANDAĞ e KAZAZOĞLU, 2014; ALVARADO; MARTINEZ; LOZANO, 2016; JITARU, 2016; MANDEEP et al., 2017).

Apesar do BD apresentar biocompatibilidade, bioatividade e capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, pesquisadores que o utilizaram como material retroobturador relataram como sua principal limitação clínica a baixa radiopacidade, o que dificulta a avaliação radiográfica durante o tratamento e preservação (OCHOA; TANOMARU-FILHO, 2019).

Em oposição às características deletérias do BD, foi proposto em 2019 o Bio-CRepair (Angelus, Londrina, PR, Brasil), um novo cimento hidráulico à base de silicato que se apresenta em formato “pronto para uso”. A composição do material

inclui silicato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silício e um agente dispersante, sendo o óxido de zircônio usado como radiopacificador. Dentre os benefícios do novo material destacam-se: excelente consistência, fácil aplicação e ausência de descoloração coronária (BENETTI et al., 2019; LÓPEZ-GARCÍA et al., 2019; GHILOTTI et al., 2020).

Entretanto, ainda que os cimentos a base de MTA e derivados apresentem diversas propriedades favoráveis ao uso endodôntico, faz-se necessário destacar e discutir a respeito a importância da radiopacidade nestes cimentos; propriedade determinante para a evolução desta classe de materiais. Esta característica é fundamental para o sucesso de um tratamento endodôntico, pois permite a visualização destes materiais durante seu uso e no acompanhamento dos casos realizados. Cimentos com pouca radiopacidade dificultam a visualização de extravasamentos e do sucesso do selamento radicular, além de impossibilitar a avaliação da correta obturação do sistema de canais radiculares, seja em forma de “plugs” apicais ou nas áreas as quais não podem ser preenchidas por guta-percha. (OLIVEIRA, 2022)

Entretanto, não basta que haja radiopacidade nestes materiais, é necessário que a radiopacidade apresente um limiar que permita a distinção entre material empregado e estruturas anatômicas vizinhas. Por esse motivo, há a padronização dos parâmetros de radiopacidade dos materiais endodônticos. Dentre os órgãos que regulam tal padronização está a *International Organization for Standardization* (ISO), cuja regulamentação número 6876/2001 determina exigência mínima de radiopacidade equivalente à proporcionada por 3mm de alumínio (Al), sendo o Al material parâmetro para controle de tal avaliação pois sua radiopacidade em 1 mm de espessura equivale à radiopacidade apresentada pela dentina (ROSA et al., 2011; CAMILLERI et al., 2013; KAUP et al., 2015; WANG et al., 2015).

Desta forma, os padrões internacionais exigem radiopacidade mínima equivalente a 3 mm de espessura de Al para aprovação de materiais endodônticos (ROSA et al., 2011; CAMILLERI et al., 2013; KAUP et al., 2015; WANG et al., 2015). Por esse motivo, se torna de suma importância a promoção de estudos que busquem avaliar a radiopacidade de novos materiais endodônticos. Dessa forma, o presente estudo se propõe analisar e comparar a radiopacidade do MTA Angelus Branco, MTA Repair HP, Biodentine e Bio-CRepair com estruturas dentais de acordo com os parâmetros estabelecidos pela ISO 6876/2001.

2 PROPOSIÇÃO

Com a introdução de novas técnicas e tecnologias no campo da endodontia e o surgimento de novos materiais, o conhecimento sobre esses produtos torna-se essencial. Sabendo a importância da radiopacidade no sucesso de um tratamento endodôntico, este estudo tem como objetivo analisar e comparar a radiopacidade do MTA Angelus Branco, MTA Repair HP, Biodentine e Bio-CRepair com estruturas dentais.

3 METODOLOGIA

Para a avaliação da radiopacidade dos cimentos MTA ANGELUS® Branco (Figura 1), MTA REPAIR HP (Figura 2) (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil), Biodentine (Septodont Saint-Maur-des-Fossés, França) (Figura 3) e Bio CRepair (Figura 4) (Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil) foram usadas matrizes de elastômero, com 2mm de altura e com abertura central de 4mm de diâmetro para confeccionar cinco corpos de prova de cada material a ser estudado.

Figura 1, 2, 3, 4: Cimentos avaliados no estudo MTA ANGELUS® Branco, MTA REPAIR HP, Biodentine e Bio CRepair, respectivamente.



A manipulação dos materiais foi de acordo com as instruções do fabricante e todos os produtos estavam dentro do período de validade. Utilizou-se uma espátula número 24 (Duflex, Brasil) para inserir um incremento único do material manipulado nas matrizes. Foi colocada sobre a matriz uma lâmina de vidro de 0,5 cm de espessura, visando garantir uma espessura adequada e lisura dos corpos de prova foi feita uma leve pressão digital exercida sobre a placa. Um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão) foi utilizado para aferir as amostras finais, garantindo uma espessura de 2 mm.

Um dente molar inferior humano hígido foi utilizado a fim de comparar a radiopacidade dos materiais com esmalte e dentina. O elemento foi cedido pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da UFJF (ANEXO C) e foi utilizada uma cortadora de precisão Isomet® 1000 (Buehler, Lake Bluff, EUA) dotada de um disco de corte, para seccionar o dente, obtendo-se uma fatia única no sentido mesiodistal, da dentina e esmalte coronários e da dentina radicular, com a espessura de 2 mm aferida com auxílio de um paquímetro digital.

As radiografias foram realizadas utilizando o aparelho de raios X periapical Dabi Atlante (Brasil), operando a 7 mA, 70kVp e filtração total equivalente a 2,5 mm de alumínio. O tempo de exposição foi mantido constante em todas as exposições e foi previamente determinado em estudos pilotos. Um dispositivo padronizador foi utilizado para fixar a distância foco-filme em 40 cm, proporcionando uma incidência perpendicular do feixe de radiação ao plano do sensor e dos objetos a serem radiografados.

O sistema de radiografia digital direta (Kavo / Brasil), foi utilizado para aquisição das imagens radiográficas. Foram colocados sobre o sensor: o corte do molar, um corpo de prova de cada material estudado e uma escala de densidade de alumínio com espessura variando de 2 a 16 mm, com incrementos de 2 mm. Três imagens de cada conjunto foram obtidas.

O sensor do sistema digital estava diretamente ligado a um computador com processador *Pentium*, 64MB de RAM, 2GB de HD, com placa de vídeo de 2MB e monitor *Sony Multiscan*, permitindo que, após a tomada radiográfica, a imagem aparecesse imediatamente no monitor do computador. As imagens digitais foram arquivadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*).

O software *Image J* (U.S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, EUA) foi utilizado para avaliar as imagens periapicais quanto as densidades, através da ferramenta histograma. Todas as mensurações dessa etapa foram realizadas por apenas um examinador, devidamente calibrado. O brilho e/ou contraste das imagens não sofreram nenhuma alteração. Em cada estrutura avaliada (esmalte, dentina, MTA B, MTA HP, BD e BioC) foi determinada uma ROI (*Region of Interest* / Região de Interesse) correspondente a um quadrado de 1,0 x 1,0 mm, e os valores de média, desvio-padrão, mínimo e máximo para cada ROI foram coletados e digitados em planilha do programa Excel® (Microsoft Office, EUA). As densidades ópticas dos cimentos testados, esmalte, dentina e degraus da

escala de densidade foram apresentadas utilizando-se médias, desvios-padrões e medianas. Para avaliar a normalidade dos valores de radiopacidade foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação entre as radiopacidades dos três cimentos testados foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e *post-hoc* de Dunn. Foi utilizado o programa SPSS (StatisticalPackage for the Social Sciences, versão 21.0, Chicago, EUA), com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os dados descritivos referentes às radiopacidades dos materiais testados.

Tabela 1. Dados descritivos referentes às radiopacidades dos materiais testados

Materiais	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão
BIO C	5	144,05	146,16	145,11	145,12	1,04
MTA REPAIR	5	141,11	144,11	142,89	146,16	1,35
DENTINE	5	128,36	129,73	128,97	128,90	0,61
MTA BRANCO	5	162,78	165,59	164,21	164,22	1,57

N: número da amostra

O teste de Shapiro-Wilk indicou que os dados não apresentaram distribuição normal ($p < 0,05$). O teste de Kruskal-Wallis indicou que havia diferença significativa entre a radiopacidade dos cimentos testados ($p = 0,0032$). O cimento MTA Branco apresentou valor de radiopacidade estatisticamente superior ao MTA Repair HP ($p < 0,05$).

Vale destacar que os três cimentos possuem radiopacidade superior à do esmalte e dentina (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação da radiopacidade dos cimentos testados

Material	Média	(Desvio-padrão)	Mediana
BIO C	145,11	(1,04)	145,12 ab
MTA REPAIR	142,89	(1,35)	146,16 ab
BIODENTINE	128,97	(0,61)	128,9 a
MTA BRANCO	164,21	(1,57)	164,22 b
ESMALTE	102,71	(4,07)	102,70
DENTINA	74,74	(3,50)	74,82

* Medianas seguidas por letras distintas indicam diferença estatisticamente significativa entre os materiais testados (Teste de Kruskal-Wallis).

5 DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliada a radiopacidade do BIO-C Repair, que têm o óxido de zircônio como agente radiopacificador. Para isso foram comparadas as radiopacidades dos cimentos MTA B, que tem óxido de bismuto como agente radiopacificador e MTA Repair HP que possui como radiopacificador o tungstato de cálcio e o Biodentine que também utiliza o óxido de zircônio.

A área da Endodontia vive em constante evolução devido à introdução de novas tecnologias e avanços nas composições dos materiais endodônticos, os quais beneficiaram o exercício da Odontologia nos dias atuais. Dentre estes novos materiais apresentados, os biocerâmicos são classificados como materiais inorgânicos, não metálicos, os quais são fruto do aquecimento em alta temperatura de minerais brutos. Apresentam como características a bioatividade, a biocompatibilidade, atividade antifúngica e antibacteriana. São utilizados na Odontologia e na Medicina pela capacidade de reabsorver e incentivar a regeneração de tecidos naturais, podendo ser usado como tecidos humanos. Na Odontologia, os biocerâmicos são utilizados devido à sua similaridade com a hidroxiapatita biológica, apresentando capacidade osteoindutora, ótima vedação formando uma ligação com o tecido dentário e boas propriedades mecânicas. As suas principais limitações são o longo tempo de presa, difícil manuseio e baixa radiopacidade, sendo necessária a adição de um radiopacificador (PRATI, 2015; ALVARADO; MARTINEZ; LOZANO, 2016; RAGHAVENDRA, 2017; DUARTE, 2018).

O MTA (Agredado Trióxido Mineral) foi o primeiro biocerâmico utilizado com sucesso na Endodontia. O mesmo foi idealizado, no início dos anos 90, pelo professor Torabinejad (Universidade de Loma Linda – Califórnia/ EUA) e tem sua formulação baseada no cimento Portland. O MTA um cimento hidráulico, composto por silicato de cálcio contendo o óxido de bismuto como radiopacificador. O MTA nacional comercializado no Brasil nas formas cinza (2002) e branco (2004) foi desenvolvido pela empresa Angelus Indústria de Produtos Odontológicos (JITARU, 2016; SARZEDA, 2019). Inicialmente, o MTA foi idealizado para ser utilizado em obturações apicais e no selamento de perfurações comunicantes. Posteriormente, devido às suas características diferenciadas, foi indicado para ser empregado em pulpotomias, capeamento pulpar e formação de barreira apical durante os processos

de apicigênese e apicificação (RAGHAVENDRA, 2017; TANG, 2019). A primeira formulação do MTA foi a de cor cinza, o que era desfavorável, limitando seu uso em dentes anteriores devido a descoloração pelos íons ferro. Apesar do MTA branco ter sido desenvolvido com o objetivo de eliminar a descoloração dentária, a presença do óxido de bismuto em sua composição, manteve este efeito deletério uma vez que foi comprovado por estudos que após oxidação e mudança de coloração do cimento, o escurecimento coronário do elemento dentário é ocasionado (DUARTE 2018). Além da descoloração potencial do dente, outras limitações do MTA B foram observadas, tais como a difícil manipulação, o alto custo, a baixa solubilidade e a baixa resistência à compressão (PARIROKH; TORABINEJAD 2010; ALVARADO; MARTINEZ; LOZANO, 2016; RAGHAVENDRA, 2017; TANG, 2019).

Novos produtos e alternativas foram desenvolvidos atualmente, visando melhorar as características clínicas e físico-químicas dos cimentos endodônticos. Uma das alternativas foi a adição de óxido de zinco ao MTA na proporção de 5%, impedindo a mudança de cor pelo óxido de bismuto. Outra solução proposta foi a substituição do agente radiopacificador óxido de bismuto pelo tungstato de cálcio ou pelo óxido de zircônio, substâncias que não provocam descoloração coronária, como já ocorre com os novos cimentos de silicato de cálcio, tais como o MTA Repair HP, o Biodentine e o Bio-CRepair (DUARTE, 2018; SARZEDA, 2019).

Em 2016, a empresa nacional Angelus iniciou a comercialização do seu novo cimento de silicato de cálcio, o MTA Repair HP. De acordo com o fabricante, o produto manteve as propriedades biológicas e as indicações do MTA B, porém apresentou melhorias nas propriedades físico-químicas e de manuseio (SILVA, et al. 2016; CINTRA et al., 2017; GALARÇA et al., 2018; TOMÁS-CATALÁ et al., 2018; SARZEDA et al., 2019). Um polímero plastificante foi adicionado ao MTA Repair HP, buscando facilitar sua manipulação e melhorar a consistência arenosa observada no MTA B, além de ser responsável por reduzir o tempo de presa do material.

A radiopacidade apresentada pelo MTA Repair HP foi semelhante a MTA B, atendendo os requisitos necessários e tornando o tungstato de cálcio um radiopacificador substituto para óxido de bismuto, segundo Ferri (2018), Galarça et al. (2018) e Queiroz et al. (2021). O presente estudo verificou que não houve diferença estatisticamente significativa entre o MTA B e o MTA Repair HP (Tabela 2), estando de acordo com Ferri (2018), Galarça et al. (2018) e Queiroz et al. (2021).

O Biodentine é um cimento a base de silicato tricálcio (Ca_3SiO_5), carbonato de cálcio, óxido de zircônio e cloreto de cálcio, lançado em 2009 no mercado francês com o intuito de ser um substituto bioativo da dentina. A comercialização do referido material no Brasil apenas aconteceu em 2016, após a sua aprovação na ANVISA para uso em humanos. A sua formulação é considerada biocompatível por não conter monômeros e sim minerais de alta pureza. Apresenta baixo risco de descoloração dentinária, melhores qualidades físicas, mecânicas e de manuseio quando comparados ao MTA e ótimo selamento devido a sua semelhança com a dentina saudável (RAGHAVENDRA, 2017). De acordo com o fabricante pode ser utilizado em capeamento de polpa vital, reabsorções, especificação e obturação retrógrada. O radiopacificador utilizado no Biodentine é o óxido de zircônio, material bioinerte e biocompatível que não causa descoloração. Mesmo não havendo um consenso na literatura, a grande limitação do Biodentine é a sua baixa radiopacidade, dificultando a avaliação radiográfica no tratamento e no acompanhamento do caso realizado. O Biodentine segundo Ochoa et al 2019, apresenta radiopacidade não satisfatória, inferior a 3 mm de Al, isso se explica pela baixa porcentagem do agente radiopacificador na fórmula do cimento. No presente estudo (Tabela 2), a radiopacidade do Biodentine apresentou-se estatisticamente diferente da apresentada pelo MTA B, dentina e esmalte, porém não diferiu dos resultados apresentados pelo MTA REPAIR HP e Bio-CRepair. Estudos demonstraram que a adição dos radiopacificadores ZrO_2 ou CaWO_4 , fez com que o Biodentine apresentasse radiopacidade satisfatória sem alterar suas propriedades físico-químicas, permitindo sua melhor detecção radiográfica (MALKONDU; KAZANDAĞ; KAZAZOĞLU, 2014; ALVARADO; MARTINEZ; LOZANO, 2016; JITARU, 2016; MANDEEP et al., 2017; OCHOA; TANOMARU-FILHO, 2019).

O Bio-CRepair é um novo cimento hidráulico à base de silicato tricálcio, comercializado pela empresa nacional (Angelus, Londrina, Brasil) a partir de 2019, cuja apresentação ocorre em forma de “*putty*” em uma seringa rosqueável, ou seja, “pronto para uso”. Esta característica representa um grande avanço para a Endodontia, uma vez que elimina a dificuldade de manipulação e proporção dos constituintes do biocerâmico, facilitando a sua inserção e diminuindo o tempo gasto pelo operador (TOUBES et al, 2021). A micronização das partículas ($<2 \mu\text{m}$) do BIO-C favorece a penetração nos túbulos dentinários e na liberação mais rápida de íons, tornando o produto mais reativo.

Entretanto, alguns autores (BILVINAITE et al. 2022) têm levantado a hipótese de que a alta radiopacidade deste material pode mascarar deficiências no selamento da área tratada.

Em sua composição estão presentes o Silicato Tricálcico, o Silicato Dicálcico, o Aluminato Tricálcico, o Óxido de Cálcio, o Óxido de Silício, o Polietilenoglicol, o Óxido de Ferro e como agente radiopacificador, o Óxido de zircônio. Este agente radiopacificador é muito utilizado na Odontologia devido à sua ausência de toxicidade aos tecidos circundantes e por não provocar manchamento coronário, além de ser comprovado por estudos seu efeito antimicrobiano, indução de proliferação celular e aumento de resistência à compressão (TOMÁS-CATALÁ et al., 2018; TANOMARU-FILHO et al., 2020; GHILOTTI et al., 2020; MORAIS et al., 2021). O Bio-CRepair é um novo biocerâmico capaz de ser uma alternativa terapêutica eficaz para o MTA B, mantendo as propriedades físico-químicas desejáveis e facilitando o emprego do produto na área afetada. (TANOMARU-FILHO, 2020; GHILOTTI, 2020; MORAIS, 2021).

A radiopacidade é uma importante propriedade de um material de reparo, possibilitando a visualização da qualidade do selamento / preenchimento da área tratada e o discernimento dos tecidos dentários na radiografia. Contudo essa propriedade não deve ser elevada, e sim ótima, uma vez que o objetivo da mesma é favorecer a visualização da qualidade do preenchimento e a diferenciação do material das estruturas dentárias. Os resultados do presente estudo (Tabela 2) demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o Bio – C Repair, o MTA REPAIR HP, o MTA Branco e o Biodentine. Contudo, esta diferença foi ressaltada entre o MTA Branco e o Biodentine. Cabe ainda salientar que todos os materiais testados se diferiram dos resultados apresentados pelo esmalte e pela dentina.

Entretanto, apesar de haver parâmetros mínimos de radiopacidade para materiais de uso endodôntico ditados por órgãos reguladores como a *International Organization for Standardization* (ISO) e *American National Standards Institute* em associação com a *American Dental Association* (ANSI/ADA), os protocolos de verificação e padrões mínimos exigidos para radiopacidade destes materiais são pautados unicamente em radiografias convencionais, os mesmos órgãos não apresentam os parâmetros que deveriam ser observados sob radiografias digitais

(EMADI et al. 2014). Assim sendo, novos estudos que investiguem a relação de radiopacidade entre materiais endodônticos e estruturas anatômicas por meio de radiografias digitais são necessários.

Por fim, uma vez que o Bio-CRepair foi apresentado comercialmente no fim de 2019 e que foi decretado o estado de pandemia da COVID-19 em março de 2020, tal material teve o seu processo de investigação impossibilitado devido à suspensão das atividades acadêmicas nas Universidades e nos Centro de Pesquisa, fazem-se necessários mais estudos a fim de investigar as propriedades inerentes ao mesmo a fim de garantir a sua aplicação clínica segura pautada em achados científicos relevantes.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos e da literatura consultada pode-se concluir que:

- 1) Os resultados do presente estudo demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre o Bio – C Repair, o MTA REPAIR HP, o MTA Branco e o Biodentine. Contudo, esta diferença foi ressaltada entre o MTA Branco e o Biodentine. Cabe ainda salientar que todos os materiais testados se diferiram dos resultados apresentados pelo esmalte e pela dentina.
- 2) Apesar dos valores de radiopacidade condizente com o informado pelo fabricante, o Bio-CRepair ainda necessita de estudos com intuito de avaliar melhor suas propriedades físico-químicas.

REFERÊNCIAS

- ABUSREWIL, S. M.; MCLEAN, W.; SCOTT, J. A. The use of Bioceramics as root-end filling materials in periradicular surgery: a literature review. **The Saudi Dental Journal**, v. 30, n. 4, p. 273-282, out. 2018.
- ALVES SILVA, E. C., et al. Biocompatibility and bioactive potential of new calcium silicate-based endodontic sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. **J Endod.**, Baltimore, v. 48, n. 10, p. 1470-1477, 2020.
- Angelus Indústria de Produtos Odontológicos S/A. Produtos Angelus- Linha MTA: MTA REPAIR HP, MTA Angelus®, MTA-Fillapex e Aplicador de MTA. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento Portland. 7ª ed. São Paulo, 2002. 28p.
- BENETTI, F. et al. Cytotoxicity, biocompatibility and biomineralization of a new ready-for-use bioceramic repair material. **Braz. dent. j.**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 4, p. 325-332, 2019.
- BILVINAITE G, Drukteinis S, Brukiene V, Rajasekharan S. Immediate and Long-Term Radiopacity and Surface Morphology of Hydraulic Calcium Silicate-Based Materials. *Materials (Basel)*. v.15, n.19, 2022.
- BIZELLI, V. F. et al. MTA e Cimento Portland: materiais diferentes? 2013, **Anais**. [S.l.]: Faculdade de Odontologia de Bauru - USP, 2013. Acesso em: 04 mar. 2023.
- CAMILLERI, J. et al. The constitution of Mineral Trioxide Aggregate. **Dent Mater.**, Washington, v. 21, n. 4, p. 297-303, 2005
- CAMILLERI, J; SORRENTINO, F; DAMIDOT, D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. **Dent. mater**, Washington, v. 29, n. 5, p. 580-593, 2013.
- CUTAJAR, A.; MALLIA, B.; ABELA, S.; CAMILLERI, J. Replacement of radiopacifier in mineral trioxide aggregate; characterization and determination of physical properties. **Dental Materials**, v. 27, n. 9, p. 879-891, set. 2011.
- FELMAN, D.; PARASHOS, P. Coronal tooth discoloration and white mineral trioxide aggregate. **J Endod.**, Baltimore, v. 39, p. 484-7, 2013
- FERREIRA, C. M. A. et al. Physicochemical, cytotoxicity and in vivo biocompatibility of a high-plasticity calcium-silicate based material. **Sci. rep. (Nat. Publ. Group)**, v. 9, n.1, p. 1-11, 2019.
- FERRI, L. J. M. Avaliação de radiopacidade do MTA Repair HP, do Biodentine do MTA Angelus. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

FRANÇA, G. M. et al. Uso dos biocerâmicos na endodontia: revisão de literatura. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v. 17, n. 2, p. 45-55, 31 ago. 2019.

GHILOTTI, J. et al. Comparative Surface Morphology, Chemical Composition, and Cytocompatibility of Bio-CRepair, Biodentine, and ProRoot MTA on hDPCs. **Materials**, v. 13, n. 9, p. 1-13, 2020.

GUIMARÃES, B. M. et al. Physicochemical Properties of calcium silicate-based formulations MTA Repair HP and MTA Vitalcem. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v. 26, p. 1-8, Sept. 2018.

HONDA, R. O uso do MTA em perfurações dentárias: revisão de literatura. 2016. 42f. Monografia (Especialização em Endodontia)- Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2016

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6876: Dentistry- Root canal sealing materials. 2012(E). Disponível em: <https://www.sis.se/produkter/halso-och-sjukvard/tandvard/tandvardsmaterial/iso68762012/>. Acesso em 04 mar. 2023.

JITARU, S. et al. The use of bioceramics in endodontics-literature review. **Clujul Med**, v. 89, n. 4, p. 470-473, Jan. 2016.

KAUR, M. et al. MTA versus Biodentine: review of literature with a comparative analysis. **J Clin Diagn Res**, v. 11, n. 8, p. ZG01-ZG05, Aug. 2017.

LIMA, N. F. F. et al. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia – UPF**, v. 22, n. 2, p. 248-254, 19 dez. 2017.

MARCIANO, M. A. et al. Assessment of color stability of white mineral trioxide aggregate angelus and bismuth oxide in contact with tooth structure. **J endod**, Baltimore, v. 40, n. 8, p. 1235-1240, Mar. 2014.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. Editora Pini, São Paulo, 1994.

MORAIS, C. A. H. et al. Efeito do contato com sangue e soro fisiológico na alteração de volume e solubilidade de MTA HP Repair®, Bio-CRepair®, MTA Flow® e Bio-CRepair+®. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 15, p. 1-11, nov. 2021.

MOTA, C. C. B. O. et al. Propriedades e aspectos biológicos do agregado trióxido mineral: revisão de literatura. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araraquara, v. 39, n. 1, p. 49-54, 2010.

OCHOA-RODRÍGUEZ, V.M. et al. Addition of zirconium oxide to biodentine increases radiopacity and does not alter its physicochemical and biological Properties. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v.29, p.1-10, Oct., 2018.

OLIVEIRA, A. C. S. et al. Avaliação da radiopacidade de cimentos endodônticos utilizando sensor radiográfico digital. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. 1-7, nov., 2022.

PARIROKH, M.; TORABINEJAD, M.; DUMMER, P. M. H. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part i. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 51, n. 2, p. 177-205, Set., 2017.

PARIROKH, M. TORABINEJAD, M. Mineral Trioxide Aggregate: a comprehensive literature review- Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. **J Endod.**, Baltimore, v. 36, n. 1, p. 16-27, 2010.

PARIROKH, M. TORABINEJAD, M. Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review- Part III: clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. **J Endod.**, Baltimore, v. 36, n.3, p. 400-13, 2010.

PRATI, C; GANDOLFI, M. G. Calcium silicate bioactive cements: biological perspectives and clinical applications. **Dent. mater**, Washington, v. 31, n. 4, p. 351-370, Abr., 2015.

RAGHAVENDRA, S. S. et al. Bioceramics in endodontics – a review. **Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry**, v. 51, n. 3, p. S128-S137, Out., 2017.

SALZEDAS, L. M. P.; LOUZADA, M. J. Q.; OLIVEIRA FILHO, A. B. Radiopacity of restorative materials using digital images. **J Appl Oral Sci.**, Bauru, v. 14, n. 2, p.147-152, 2006.

SARZEDA, G. D. R. et al. Análise da composição química dos cimentos MTA Angelus® branco, cinza e HP Repair® através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada a espectrômetro de energia dispersiva (EDS). **Rev. odontol. UNESP**, Araraquara

TORABINEJAD, M.; WATSON, T. F.; FORD T. R. P. Sealing ability of a Mineral Trioxide Aggregate when used as a root end filling material. **J endod.**, Baltimore, v. 19, n. 12, p.591-595, 1993.

Toubes KS, Tonelli SQ, Girelli CFM, Azevedo CGS, Thompson ACT, Nunes E, Silveira FF. Bio-CRepair - A New Bioceramic Material for Root Perforation Management: Two Case Reports. **Braz Dent J**. v.32, n.1, p.104-110, 2021.

VIDAL, K. et al. Apical closure in apexification: a review and case report of apexification treatment of an immature permanent tooth with Biodentine. **J endod**, Baltimore, v. 42, n. 5, p. 730-734, 2016.

SARZEDA, G. D. R., BAHIA, M. S., DORIGUETTO, P. V. T., DEVITO, K. L., & LEITE, A. P. P.. (2019). Análise da composição química dos cimentos MTA Angelus® branco, cinza e HP Repair® através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplada a Espectrômetro de Energia Dispersiva (EDS). **Revista De Odontologia Da UNESP**, n. e20190093, v. 48, 2019.