

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

JÉSSICA ELY BONETTE ANDERSON

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DE CIMENTOS BIOCERÂMICOS BASEADO
EM DOIS MÉTODOS *IN VITRO***

Porto Alegre

2019

JÉSSICA ELY BONETTE ANDERSON

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DE CIMENTOS BIOCERÂMICOS BASEADO
EM DOIS MÉTODOS *IN VITRO***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Maria Poli
Kopper Móra

Porto Alegre

2019

JÉSSICA ELY BONETTE ANDERSON

**AVALIAÇÃO DA RADIOPACIDADE DE CIMENTOS BIOCERÂMICOS BASEADO
EM DOIS MÉTODOS *IN VITRO***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Patricia Maria Poli
Kopper Móra

Porto Alegre, 08 de julho de 2019

Prof. Dr. Regis Burmeister dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Tiago André Fontoura de Melo
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

A Deus, fonte da minha força, razão da minha existência.

Aos meus pais, Marília e Gelson, que sonharam junto comigo e em momentos de dificuldades foram meu porto seguro.

Ao meu esposo, Diego Anderson, que esteve comigo desde o cursinho pré-vestibular me dando o apoio e o amor que eu precisava nesta caminhada.

À minha irmã, Pâmela, a melhor amiga que eu poderia ter.

AGRADECIMENTOS

À professora Patrícia Kopper, pela oportunidade de aprendizado, pelos momentos de risadas que tivemos juntas e pelos puxões de orelha feitos com paciência e carinho.

À professora Vânia Fontanella, pela generosidade e atenção prestada.

Aos doutorandos, Felipe Matoso e Alexander Jardine, que me auxiliaram em todos os momentos da pesquisa.

À Dra. Débora Delai, que me impulsou a começar esta pesquisa.

Aos meus sogros, Maria Aparecida e César, que nesses anos de faculdade não mediram esforços para facilitar meu dia-a-dia e dedicaram a mim um tratamento de filha.

Às minhas sobrinhas, Ana Clara e Isabela, que são constantemente os motivos do meu sorriso.

Aos meus cunhados, Maycon e Lucca, que sempre estiveram na torcida e foram grandes amigos com os quais pude contar.

Às minhas colegas e grandes amigas, Carolina Bertuol e Ana Kirst, por compartilharem comigo a graduação.

À minha colega Emily Santos, por todas alegrias e angústias divididas durante o curso e pelas noites em claro que passamos estudando juntas.

Ao ATO 2019/01, que me acolheu como turma quando ingressei no terceiro semestre do turno diurno.

RESUMO

Objetivo: Avaliar e comparar a radiopacidade de três cimentos biocerâmicos empregando dois métodos in vitro. **Metodologia:** Doze amostras de cada material (NeoMTA Plus, Biodentine, MTA Angelus) foram preparadas para cada método. Para a avaliação no método de discos, os cimentos biocerâmicos foram preparados e inseridos em orifícios circulares em placas de acrílico. Após a presa, imagens radiográficas das amostras, juntamente com uma escala de alumínio, foram obtidas utilizando um sistema digital. Para a avaliação da radiopacidade dos materiais em um simulador de tecidos, tubos de polietileno foram preenchidos com os materiais. Após a presa dos materiais, os tubos foram inseridos no interior do canal radicular de um canino humano posicionado em um simulador de tecidos e radiografados com um sistema digital. As imagens foram analisadas utilizando o *software* Adobe Photoshop. As comparações da radiopacidade dos materiais, desses com a dentina e dos métodos de análise foram realizadas utilizando os testes one-way ANOVA e post-hoc de Tukey, teste-t pareado e teste-t não pareado, respectivamente. **Resultados:** Todos os cimentos biocerâmicos apresentaram maior radiopacidade quando utilizado o método do simulador de tecidos. Em ambos os métodos, NeoMTA Plus e MTA Angelus apresentaram radiopacidade superior ao do Biodentine ($P < .05$). O Biodentine no método de discos foi o único material que não apresentou diferença significativa comparado aos 3 mm de Al ($P \geq .05$). Todos os cimentos biocerâmicos testados apresentaram radiopacidade significativamente maior do que a da dentina. **Conclusão:** Apesar da menor radiopacidade do Biodentine, todos os materiais apresentaram resultados adequados, conforme a recomendação da ANSI/ADA. O método de simulador de tecidos apresenta ser uma alternativa metodológica para aproximar os estudos in vitro da realidade clínica.

Palavras-chave: Radiopacidade. Cimentos endodônticos. Radiologia.

ABSTRACT

Aim: To evaluate and compare the radiopacity of three bioceramic cements using two in vitro methods. **Methodology:** Twelve samples of each material (NeoMTA Plus, Biodentine, MTA Angelus) were prepared for each method. For the disc method evaluation, the bioceramic cements were prepared and inserted into circular holes of an acrylic plate. After setting, radiographic images of the samples, along with an aluminum scale, were obtained using a digital system. For the evaluation of the radiopacity of the materials in a tissue simulator, polyethylene tubes were filled with the materials. After material setting, the tubes were inserted into the root canal of a human canine positioned in the tissue simulator and radiographed with a digital system. The images were analyzed using Adobe Photoshop software. To compare the radiopacity among the cements, the data were statistically analyzed using ANOVA and Tukey's test. To compare methods, the data were evaluated by the Student's unpaired t-test. To compare the data obtained from dentin and aluminum stepwedge with the one from the cements in the second method images, the Student's paired t-test was used. The significance level was set at 5%. **Results:** All bioceramic cements presented higher radiopacity when using the tissue simulator method. In both methods, NeoMTA Plus and MTA Angelus presented higher radiopacity than Biodentine ($P < .05$). Biodentine in the disc method was the only material that presented no significant difference compared to 3 mm of Al ($P \geq .05$). All the bioceramic cements tested showed significantly higher radiopacity than dentin. **Conclusion:** Despite the lower radiopacity of Biodentine, all materials presented adequate results, as recommended by ANSI/ADA. The tissue simulator method presents a methodological alternative to approach the in vitro studies of clinical reality.

Keywords: Radiopacity. Endodontic cements. Radiology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 METODOLOGIA	12
3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	12
3.2 PREPARO DAS AMOSTRAS E DIVISÃO DOS GRUPOS.....	12
3.3 ANÁLISE DAS IMAGENS E DOS DADOS	13
4 RESULTADOS.....	15
5 DISCUSSÃO	16
6 CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS.....	19
ANEXO A – Parecer comissão de pesquisas e comitê de ética em pesquisas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.....	22
ANEXO B – Comissão de Pesquisa (COMPESQ) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul	23

1 INTRODUÇÃO

Os estudos a respeito das propriedades dos materiais dentários são frequentemente encontrados na literatura odontológica, na qual se insere a Endodontia. São bem conhecidas as propriedades ideais a serem cumpridas pelos materiais odontológicos nas diferentes situações clínicas. Contudo, elas tem sido objeto de novas pesquisas.

Dentre os materiais utilizados na Endodontia, os empregados no preenchimento do sistema de canais radiculares apresentam como requisitos: fácil introdução no canal radicular; preencher o canal tanto lateral como apicalmente; não apresentar contração; serem impermeáveis à umidade; bactericida ou pelo menos impróprios ao crescimento microbiano; não manchar a estrutura dentária; serem estéreis ou passíveis de serem esterilizados de modo fácil e rápido; não irritar o tecido periapical; serem de fácil remoção do canal radicular; e, por fim, serem radiopacos (GROSSMAN, 1958).

A radiopacidade é uma propriedade física imprescindível aos materiais dentários intra-orais (ELIASSON; HAASKEN, 1979). Nesse contexto, os materiais utilizados para o preenchimento do sistema de canais radiculares devem possuir radiopacidade suficiente para permitir a clara distinção entre os materiais e as estruturas anatômicas adjacentes (BEYER-OLSEN; ØRSTAVIK, 1981; KATZ *et al.*, 1990). Tal característica facilita a avaliação da qualidade do preenchimento radicular através de exame radiográfico (GOLDMAN *et al.*, 1989).

A guta-percha e os cimentos obturadores endodônticos – à base óxido de zinco e eugenol, hidróxido de cálcio ou resina epóxi, entre outros – são os materiais mais utilizados para o preenchimento dos canais radiculares. A finalidade da guta-percha e desses cimentos é preencher e selar hermeticamente o canal após adequada sanificação e modelagem, buscando eliminar os espaços vazios e realizar o selamento biológico. Em diversas outras situações clínicas, como na retrobturação do canal radicular, no selamento de perfurações e nos procedimentos de apicificação, por exemplo, é necessário o emprego de diferentes tipos de cimentos endodônticos. Esses cimentos são conhecidos como materiais reparadores radiculares. São os cimentos biocerâmicos, contendo, na maioria das vezes, silicato de cálcio. Diversos desses materiais vêm sendo introduzidos no mercado odontológico recentemente,

passando por constantes reformulações com o objetivo de melhorar suas propriedades e expandir suas indicações.

O mais conhecido e também precursor dos cimentos biocerâmicos é o “mineral trioxide aggregate” (MTA), desenvolvido em 1993, por Torabinejad e posteriormente comercializado pela Dentsply Tulsa Dental (ProRoot MTA, Dentsply Tulsa Dental, Johnson City, TN, EUA). Originalmente utilizado para selamento de perfurações e retrobturações (LEE *et al.*, 1993), o MTA acabou tendo suas indicações estendidas a partir do aprofundamento dos estudos a respeito de suas propriedades. No que se refere a capacidade de selamento, a literatura aponta bons resultados (GONDIM *et al.*, 2005). Além disso, o MTA possui ação antimicrobiana (TORABINEJAD *et al.*, 1995), biocompatibilidade (RIBEIRO *et al.*, 2005; YILDIRIM *et al.*, 2005) e induz a formação de tecido semelhante ao cimento quando colocado adjacente aos tecidos perirradiculares (TORABINEJAD *et al.*, 1995). Apesar de suas inúmeras vantagens, o ProRoot MTA possuía algumas desvantagens, como o potencial de manchamento dentário, a dificuldade de manipulação e inserção em cavidades e o longo tempo de presa (NAIK *et al.*, 2005).

O MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brasil) foi introduzido no mercado, em 2002, como uma alternativa ao ProRoot MTA. Apesar de ter uma composição semelhante ao ProRoot MTA, pela presença de silicato de cálcio, carbonato de cálcio e óxido de bismuto, o MTA Angelus apresenta maiores quantidades de silicato de cálcio e carbonato de cálcio. As modificações realizadas, contudo, foram o suficiente para diminuir o tempo de presa para 15 minutos através da redução da concentração do sulfato de cálcio, permitindo assim a realização do tratamento restaurador na mesma sessão clínica.

Por sua vez, o Biodentine (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, França) foi introduzido na Odontologia, em 2009, com a finalidade de “substituir a dentina” em situações clínicas de capeamentos pulpares, pulpotomias e restaurações coronárias de dentes posteriores (GOLDBERG *et al.*, 2009; KOUBI *et al.*, 2013). Esse cimento é composto basicamente por silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de cálcio, óxido de cálcio e óxido de zircônio, o qual atua como radiopacificador de modo semelhante ao óxido de bismuto do MTA. A parte líquida é composta por água, cloreto de cálcio e uma mistura de policarboxilato para acelerar o tempo de presa (Active Biosilicate Technology™ 2010).

O NeoMTA Plus (Avalon Biomed Inc, Bradenton, FL, EUA), seguindo em busca de melhorias, foi desenvolvido para ser utilizado em pulpotomias sem risco de pigmentação. Esse material, assim como os seus precursores, tem em sua composição o silicato de cálcio, dentre outros componentes. O agente radiopacificador, contudo, foi substituído pelo óxido de tântalo. Além de não pigmentar, a adição do óxido de tântalo proporcionou radiopacidade adequada e não exerceu qualquer efeito sobre as demais propriedades do material (CAMILLERI, 2015; JARDINE *et al.*, 2018; PINHEIRO *et al.*, 2018; QUINTANA *et al.*, 2018; TANOMARU-FILHO *et al.*, 2017; TOMÁS-CATALÁ *et al.*, 2018).

Os estudos encontrados na literatura atual apresentam, em sua maioria, metodologias que utilizam a escala de alumínio como parâmetro para avaliar a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos (DE ALMEIDA *et al.* 2011; BORGES *et al.*, 2011; CAMILLERI *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2014; DANESH *et al.*, 2006; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; TANALP *et al.*, 2013; TANOMARU-FILHO *et al.*, 2008; KAUP *et al.*, 2015). Tal metodologia está de acordo com as recomendações do Instituto Nacional Americano de Normas e a Associação Dental Americana (ANSI/ADA 2000) que, com base na Especificação número 57, estabelecem que os materiais obturadores devem ter radiopacidade superior a 3mm de alumínio. Entretanto, tal método de análise não consegue aproximar-se da realidade clínica, na qual ocorrem sobreposições de estruturas anatômicas que influenciam na radiopacidade dos materiais. Sendo assim, o emprego de um simulador de tecidos ósseo e dentário para avaliar a radiopacidade dos materiais de uso endodôntico é um importante diferencial (MALKA *et al.*, 2015).

Considerando as informações disponíveis na literatura, percebe-se que há dados a respeito da radiopacidade dos cimentos MTA Angelus e Biodentine, empregando o método tradicional recomendado pela ANSI/ADA. Contudo, poucas informações estão disponíveis sobre o NeoMTA Plus. Além disso, não foram encontrados estudos que avaliaram a radiopacidade de cimentos biocerâmicos utilizando o simulador de tecidos. Portanto, o presente estudo buscou reduzir essa lacuna do conhecimento ao avaliar e comparar a radiopacidade do NeoMTA Plus, do Biodentine e do MTA Angelus, empregando o método recomendado pela ANSI/ADA e um simulador de tecidos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar a radiopacidade de três cimentos biocerâmicos empregando dois métodos in vitro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Comparar a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos NeoMTA Plus, Biodentine e MTA Angelus em discos padronizados com a radiopacidade de 3 mm de alumínio;
- b) comparar a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos NeoMTA Plus, Biodentine e MTA Angelus no interior de um canal radicular de um dente canino em um simulador de tecidos com a radiopacidade da dentina e de 3 mm de alumínio;
- c) comparar os dois diferentes métodos empregados para avaliar radiopacidade dos cimentos biocerâmicos NeoMTA Plus, Biodentine e MTA Angelus.

3 METODOLOGIA

3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O cálculo amostral foi baseado em estudos prévios que utilizaram metodologias semelhantes (CAMILLERI *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2015; COSTA *et al.*, 2014; KAUP *et al.*, 2015; MALKA *et al.*, 2015; TANALP *et al.*, 2013). O nível de significância foi fixado em 5%, resultando em um valor de $n = 12$.

No presente estudo, foi utilizado um simulador de tecido ósseo maxilar, juntamente com um dente canino extraído. Tal simulador e dente são os mesmos que utilizados no estudo de Gegler e Fontanella (2008). Na época, o estudo fora aprovado pela Comissão de Pesquisa e pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ANEXO A).

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Pesquisa (COMPESQ) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ANEXO B).

3.2 PREPARO DAS AMOSTRAS E DIVISÃO DOS GRUPOS

3.2.1 Materiais em discos padronizados

Inicialmente, 36 orifícios circulares de 1,5 mm espessura e 4 mm de diâmetro foram confeccionados em três placas de acrílico ($n=12$). Cada placa recebeu um dos cimentos em estudo. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante: NeoMTA Plus (Avalon Biomed, Brandon, FL, EUA) e MTA Angelus (Angelus, Londrina, PR, Brasil) foram manipulados na proporção 1:1 e o Biodentine (Septodont, Saint-Maur-der-Fossés, França) teve o líquido adicionado à capsula contendo o pó e misturado pela agitação em um amalgamador. Os cimentos devidamente manipulados foram inseridos com auxílio de uma espátula nos orifícios e levados à estufa (BIOMATIC, Santo André, SP, Brasil), juntamente com um frasco contendo água, a 37°C por 7 dias, até a completa presa dos materiais.

As placas de acrílico contendo os cimentos foram posicionadas, juntamente com a escala de alumínio, utilizando um sensor digital (Fona CDR, Schick, Petržalka, Eslováquia) e expostas aos raios-X de acordo com os seguintes parâmetros: 70 kVp,

7 mA e tempo de exposição de 0.1 segundos. O cilindro do aparelho de raios-X (Timex 70C, Gnatus, Ribeirão Preto, Brasil) foi posicionado perpendicularmente ao sensor, obtendo-se uma distância foco-filme de 30 cm. As imagens foram geradas no software CDR Dicom software (Schick, Petržalka, Eslováquia) e exportados em modo JPG. Foram realizadas 5 radiografias de cada placa de acrílico, sendo que em cada uma das radiografias foram obtidas imagens de duas amostras.

3.2.2 Materiais em tubos de polietileno

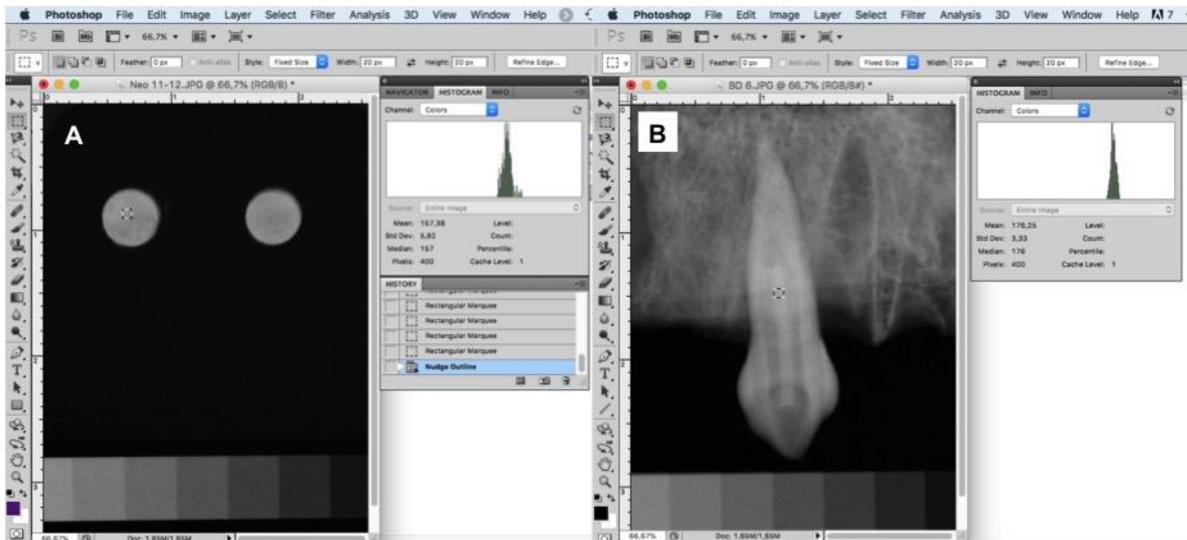
Os cimentos biocerâmicos foram preparados como descrito anteriormente e foram levados ao interior de tubos de polietileno (Abott Lab do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) com 10 mm de extensão e 1,5 mm de diâmetro com auxílio de um aplicador de MTA (Angelus, Londrina, PR, Brasil). A agulha da seringa foi posicionada em uma das extremidades do tubo e seu êmbolo, pressionado lentamente ao mesmo tempo em que a agulha era recuada em direção a outra extremidade. No momento em que a agulha saísse do tubo, a pressão exercida no embolo era interrompida. Doze amostras de cada material foram preparadas (n=12). Em seguida, os tubos contendo os cimentos foram levados à estufa nas mesmas condições descritas anteriormente.

Após o período de 7 dias, as amostras foram individualmente colocadas no interior do canal radicular do dente canino posicionado no interior do simulador de tecidos. Cada conjunto de tubo, canino e simulador foi colocado sobre a placa de fósforo (Dürr Dental), juntamente com a escala de alumínio, e radiografados conforme previamente descrito. Assim, foram obtidas 12 imagens de cada material, sendo uma de cada amostra.

3.3 ANÁLISE DAS IMAGENS E DOS DADOS

As imagens digitalizadas foram analisadas no programa Adobe Photoshop v. 10.0 (Adobe Systems, San Jose, CA, EUA). Para realizar as análises, em cada uma das imagens, sobre cada área de interesse (método de disco: disco de cimento e degrau de 3 mm de alumínio; método do simulador de tecidos: tubo com cimento, dentina, ambos na região com sobreposição óssea, e degrau de 3 mm de alumínio) um quadrado foi desenhado, com tamanho padrão de 400 pixels. A média e o desvio padrão dos valores da escala de cinza – 0 (preto) a 255 (branco) – das regiões

selecionadas foram medidos utilizando a ferramenta histograma (Figura 1) e registrados em um banco de dados.



Fonte: a autora.

Figura 1 – Imagem ilustrativa da avaliação da radiopacidade dos materiais no programa Adobe Photoshop v. 10.0. A) radiopacidade do NeoMTA em disco; B) radiopacidade do Biodentine no simulador de tecidos.

A radiopacidade dos diferentes materiais foi comparada utilizando análise de variância (one-way ANOVA), seguido pelo post-hoc de Tukey. Para comparar os dois métodos empregados, foi utilizado o teste-t não pareado. Já a comparação das radiopacidades dos cimentos biocerâmicos com a da dentina e com a de 3 mm de alumínio foi realizado com o teste-t pareado. A significância foi estabelecida em 5% e o *software* utilizado para a análise estatística será o SPSS versão 20.0.

4 RESULTADOS

Todos os cimentos biocerâmicos testados apresentaram uma maior radiopacidade quando utilizado o método do simulador de tecidos. Em ambos os métodos utilizados, NeoMTA Plus e MTA Angelus apresentaram os maiores valores de radiopacidade ($P \geq 0,05$), sendo superior ao do Biodentine ($P < 0,05$). Todos os materiais apresentaram radiopacidade significativamente maior que os 3 mm de alumínio independente do método de análise ($P < 0,05$), com exceção do Biodentine no método de discos ($P \geq 0,05$) (Tabela 1). Todos os cimentos biocerâmicos testados apresentaram radiopacidade significativamente maior do que a da dentina (Tabela 2).

Tabela 1 – Média (\pm desvio padrão) da radiopacidade (densidade dos pixels) dos cimentos biocerâmicos e dos 3 mm de alumínio (3 mm Al).

	<i>n</i>	<i>Método A</i>	<i>Al</i>	<i>Método B</i>	<i>Al</i>
Biodentine	12	120,6 \pm 3,9 ^{aA}	119,8 \pm 2,0	176,6 \pm 2,8 ^{aB*}	112,5 \pm 2,4
MTA Angelus	12	160,5 \pm 6,7 ^{bA*}	119,3 \pm 1,8	192,7 \pm 1,7 ^{bB*}	116,2 \pm 3,1
Neo MTA Plus	12	156,7 \pm 6,5 ^{bA*}	118,0 \pm 1,7	191,7 \pm 2,5 ^{bB*}	112,4 \pm 2,4

Diferentes letras minúsculas na mesma coluna indicam diferença significativa entre os cimentos biocerâmicos ($P < 0,05$).

Diferentes letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença significativa entre os métodos ($P < 0,05$).

(*) representam diferença significativa entre o cimento biocerâmico e 3 mm de alumínio ($P < 0,05$).

Tabela 2 – Média (\pm desvio padrão) da radiopacidade (densidade dos pixels) dos cimentos biocerâmicos e da dentina encontradas ao empregar o método com simulador de tecidos.

	<i>n</i>	<i>Método B</i>		<i>Dentina</i>	
		<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Mean</i>	<i>DP</i>
Biodentine	12	176,6 ^a	\pm 2,8	173,1 ^b	\pm 2,5
MTA Angelus	12	192,7 ^a	\pm 1,7	174,1 ^b	\pm 1,9
Neo MTA Plus	12	191,7 ^a	\pm 2,5	173,9 ^b	\pm 2,1

Diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

5 DISCUSSÃO

A radiopacidade de cimentos biocerâmicos é uma propriedade importante pois permite ao cirurgião dentista verificar a qualidade de todos os procedimentos, através de imagens radiográficas. Assim, a radiopacidade de novos cimentos deve ser investigada. Nesse estudo, a radiopacidade do NeoMTA Plus foi comparada a do MTA Angelus e do Biodentine. Além disso, a validação de métodos de avaliação da radiopacidade dos materiais que reproduzem a realidade clínica são fundamentais para que os resultados possam ser extrapolados para a clínica endodôntica. Dessa forma, o método padronizado pela ANSI/ADA foi comparado a um método envolvendo um simulador dos tecidos ósseo e dentinário.

Como esperado, todos os cimentos biocerâmicos apresentaram maior radiopacidade no método do simulador de tecidos do que no método dos discos. Assim, a radiopacidade do Biodentine, semelhante aos 3 mm de alumínio observada no método dos discos de cimento, passou a ser superior, quando realizado o teste no simulador de tecidos. Nesse método também foi avaliada a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos comparados à dentina, sendo possível confirmar as diferenças de radiopacidade entre ambos.

Um estudo anterior (MALKA *et al.*, 2015) foi o primeiro a utilizar o simulador para avaliar a radiopacidade de cimentos endodônticos obturadores, comparando com o método preconizado pela ANSI/ADA. Como na presente investigação, todos os cimentos avaliados apresentaram maior radiopacidade no simulador, sendo diferentes da radiopacidade do tecido dentinário.

Os demais estudos limitaram-se a avaliar a radiopacidade dos cimentos biocerâmicos de acordo com especificações padrão. Apenas um estudo prévio foi identificado a respeito da radiopacidade do NeoMTA Plus (SIBONI *et al.*, 2017), apresentando uma radiopacidade de 3.76 mm de alumínio para esse cimento biocerâmico. Portanto, está de acordo com os achados da presente investigação, pois também foi observada uma maior radiopacidade do NeoMTA Plus em comparação com os 3 mm de alumínio.

Os dados sobre a radiopacidade do Biodentine ainda são divergentes na literatura. Alguns estudos apresentaram valores maiores do que os 3 mm de alumínio (CAMILLERI *et al.*, 2013; ELSAKA *et al.*, 2019; FARRUGIA *et al.*, 2018; GRECH *et al.*, 2013), alguns mostram valores menores (KAUP *et al.*, 2015) e outros estudos, assim

como o nosso, mostram valores semelhantes (TANALP *et al.*, 2013). A presente investigação, ao utilizar o simulador e aproximar a análise *in vitro* da realidade clínica, demonstra que a sobreposição das estruturas anatômicas com o Biodentine aumenta o valor da radiopacidade e é significativamente maior do que a radiopacidade da dentina, sendo, assim, possível diferenciá-los com clareza. Talvez a variação dos achados em relação ao Biodentine possa estar relacionada a uma falta de padronização na fabricação do produto (KAUP *et al.*, 2015). Entretanto, o fato dele apresentar uma radiopacidade superior à dentina, possibilita sua utilização na clínica, mesmo mostrando valores de radiopacidade em torno do limite estabelecido pela ANSI/ADA.

A radiopacidade do MTA Angelus já foi abundantemente investigada (DE ALMEIDA *et al.*, 2011; CAMILLERI *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2014; TANALP *et al.*, 2013; TANOMARU-FILHO *et al.*, 2008). Com base nesta farta literatura, a opção foi utilizá-lo como um material de controle do estudo, comparando-o aos demais cimentos biocerâmicos. Os resultados desse estudo, portanto, confirmam os dados previamente relatados na literatura. Contudo, é apresentada aqui uma contribuição pelo fato de nunca antes ter sido utilizado o método de simulador de tecidos para avaliar a radiopacidade desse material. Assim como observado nos demais cimentos biocerâmicos, o MTA Angelus é facilmente distinguido das estruturas anatômicas adjacentes quando utilizado clinicamente e observado nas imagens radiográficas.

A ANSI/ADA recomenda uma radiopacidade mínima para os cimentos de uso endodôntico de pelo menos 3 mm de alumínio, sendo esse o parâmetro utilizado majoritariamente pelos estudos envolvendo radiopacidade (DE ALMEIDA *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2011; CAMILLERI *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2014; DANESH *et al.*, 2006; FIGUEIREDO *et al.*, 2008; KAUP *et al.*, 2015; TANALP *et al.*, 2013; TANOMARU-FILHO *et al.*, 2008). Contudo, os resultados demonstrados neste estudo sugerem que os cimentos de biocerâmicos, como o Biodentine, podem não precisar atingir essa radiopacidade mínima para que seja possível a diferenciação entre o material e as estruturas anatômicas. Fato relacionado com a sobreposição dos tecidos ósseo e dentário com o material, o que permite uma aproximação do método de simulador de tecidos com a realidade clínica.

6 CONCLUSÃO

Todos os materiais testados apresentaram radiopacidade igual ou superior aos 3 mm de alumínio, conforme recomendação da ANSI/ADA. O NeoMTA Plus demonstrou ser um cimento biocerâmico adequado para utilização no reparo dentinário considerando a sua radiopacidade e a clareza na sua diferenciação radiográfica das estruturas dentárias. O Biodentine, apesar da mais baixa radiopacidade comparada aos demais cimentos, também foi capaz de ser diferenciado da dentina. O MTA Angelus, por sua vez, confirmou ser um material com radiopacidade adequada para visualização radiográfica. Assim, o método de simulador de tecidos apresenta ser uma alternativa metodológica para aproximar os estudos in vitro da realidade clínica.

REFERÊNCIAS

- BEYER-OLSEN, E. M.; ØRSTAVIK, D. Radiopacity of root canal sealers. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 51, n. 3, p. 320-328, Mar. 1981.
- BORGES, A. H. *et al.* Radiopacity evaluation of Portland and MTA-based cements by digital radiographic system. **Journal Of Applied Oral Science**, v. 19, n. 3, p. 228-232, Jun. 2011.
- CAMILLERI, J. Staining Potential of Neo MTA Plus, MTA Plus, and Biodentine Used for Pulpotomy Procedures. **Journal Of Endodontics**, v. 41, n. 7, p. 1139-1145, Jul. 2015.
- CAMILLERI, J.; SORRENTINO, F.; DAMIDOT, D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. **Dental Materials**, v. 29, n. 5, p. 580-593, May 2013.
- CARVALHO E.M. *et al.* Effect of airborne-particle abrasion on dentin with experimental niobophosphate bioactive glass on the microtensile bond strength of resin cements. **J Prosthodont Res**, v. 59, n. 2, p. 129-135, Apr. 2015.
- COSTA, B. C. *et al.* Análise físico-química do MTA e do cimento Portland associado a quatro diferentes radiopacificadores. **Revista de Odontologia da Unesp**, v. 43, n. 4, p. 228-235, Ago. 2014.
- DANESH, G. *et al.* A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 3, p. 213-219, Mar. 2006.
- DE ALMEIDA, M. S. Radiopacidade de Novos Biomateriais Usados em Cirurgia Parendodôntica. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 11, n. 4, p. 465-469, Dez. 2011.
- ELÍASSON, S.T.; HAASKEN, B. Radiopacity of impression materials. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 47, n. 5, p. 485-491, May 1979.
- ELSAKA S.E. *et al.* Effect of titanium tetrafluoride addition on the physicochemical and antibacterial properties of biodentine as intraorifice barrier. **Dent Mater**, v. 35, n. 1, p. 185-193, Jan. 2019.
- FARRUGIA C. *et al.* The Relationship of Surface Characteristics and Antimicrobial Performance of Pulp Capping Materials. **J Endod**, v. 44, n. 7, p. 1115-1120, Jul. 2018.
- FIGUEIREDO J.A.P *et al.* Evaluation of radiopacity of Portland cement and MTA. **Robrac**, v. 17, n. 43, 2008.
- GEGLER, A.; FONTANELLA, V. In vitro evaluation of a method for obtaining periapical radiographs for diagnosis of external apical root resorption. **The European Journal Of Orthodontics**, v. 30, n. 3, p. 315-319, Jun. 2008.

GOLDBERG M. *et al.* Emerging trends in (bio) material research. In: Goldberg M, ed. **Biocompatibility or Citotoxic Effects of Dental Composites**, 1. ed. Oxford: Coxmoor, 2009. p. 181-203.

GOLDMAN, M.; SIMMONDS, S.; RUSH, R. The usefulness of dye-penetration studies reexamined. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology**, v. 67, n. 3, p. 327-332, Mar. 1989.

GONDIM, E.; KIM, S.; DE SOUZA-FILHO, F. J. An investigation of microleakage from root-end fillings in ultrasonic retrograde cavities with or without finishing: A quantitative analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, And Endodontology**, v. 99, n. 6, p. 755-760, Jun. 2005.

GRECH L.; MALLIA B.; CAMILLERI J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. **Dent Mater**, v. 29, n. 2, p. 20-28, Feb. 2013.

GROSSMAN, L. I. An improved root canal cement. **The Journal Of The American Dental Association**, v. 56, n. 3, p. 381-385, Mar. 1958.

JARDINE A. P. *et al.* Antimicrobial effect of bioceramic cements on multispecies microcosm biofilm: a confocal laser microscopy study. **Clin Oral Investig**, v. 23, n. 3, p. 1367-1372, Mar. 2019

KATZ, A. *et al.* Densitometric measurement of radiopacity of gutta-percha cones and root dentin. **Journal Of Endodontics**, v. 16, n. 5, p. 211-213, May 1990.

KAUP, M.; SCHÄFER, E.; DAMMASCHKE, T. An in vitro study of different material properties of Biodentine compared to ProRoot MTA. **Head & Face Medicine**, v. 11, n. 1, p. 11-16, May 2015.

KOUBI, G. *et al.* Clinical evaluation of the performance and safety of a new dentine substitute, Biodentine, in the restoration of posterior teeth - a prospective study. **Clinical Oral Investigations**, v. 17, n. 1, p. 243-249, Mar. 2013.

LEE, S. J.; MONSEF, M.; TORABINEJAD, M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. **Journal Of Endodontics**, v. 19, n. 11, p. 541-544, Nov. 1993.

MALKA, V.B. *et al.* A new in vitro method to evaluate radiopacity of endodontic sealers. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 44, n. 5, May 2015.

NAIK, S.; HEGDE, A.; Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: An in vivo study. **Journal Of Indian Society Of Pedodontics And Preventive Dentistry**, v. 23, n. 1, p.13-16, 2005.

PINHEIRO, L.S. *et al.* Cell viability and tissue reaction of neomta plus: an in vitro and in vivo study. **Journal Of Endodontics**, v. 44, n. 7, p. 1140-1145. Jul. 2018.

QUINTANA, R. M. *et al.* Bone tissue reaction, setting time, solubility, and pH of root repair materials. **Clinical Oral Investigations**, v. 23, n. 3, p. 1359-1366, Jul. 2018.

RIBEIRO, D. A. *et al.* In vitro biocompatibility tests of two commercial types of mineral trioxide aggregate. **Brazilian Oral Research**, v. 19, n. 3, p. 183-187, Sept. 2005.

SIBIONI F. *et al.* Properties of BioRoot RCS, a tricalcium silicate endodontic sealer modified with povidone and polycarboxylate. **Int Endod J.**, v. 50, supl. 2, p. e120-e136, Dec. 2017.

TANALP, J. *et al.* Comparison of the Radiopacities of Different Root-End Filling and Repair Materials. **The Scientific World Journal**, v. 2013, p.1-4, 2013.

TANOMARU-FILHO, M. *et al.* Biocompatibility and mineralized nodule formation of neo MTA plus and an experimental tricalcium silicate cement containing tantalum oxide. **Int Endod J.**, v. 50, supl. 2, p. e31-e39, 2017.

TANOMARU-FILHO, M. *et al.* Radiopacity evaluation of root-end filling materials by digitization of images. **Journal Of Applied Oral Science**, v. 16, n. 6, p. 376-379, Dec. 2008.

TOMÁS-CATALÁ C.J. *et al.* Biocompatibility of new pulp-capping materials NeoMTA plus, MTA repair HP, and biodentine on human dental pulp stem cells. **J Endod**, v. 44, n. 1, p. 126-132, Jan. 2018.

TORABINEJAD, M *et al.* Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling in dogs. **Journal Of Endodontics**, v. 21, n. 12, p. 603-608, Dec. 1995.

YILDIRIM, T. *et al.* Histologic study of furcation perforations treated with MTA or Super EBA in dogs' teeth. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, And Endodontology**, v. 100, n. 1, p. 120-124, Jul. 2005.

ANEXO A – PARECER COMISSÃO DE PESQUISAS E COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS DA FO-UFRGS PARA APROVAÇÃO DO SIMULADOR DE TECIDOS

ANEXO 1

Termo de aprovação pelo Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
COMISSÃO DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER

A Comissão de Pesquisas e o Comitê de Ética em Pesquisas, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, avaliou e aprovou seu Projeto de Pesquisa, em reunião nesta data.

Projeto: "AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE UMA METODOLOGIA PARA SUBTRAÇÃO DIGITAL NO DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA, EM DENTES SUBMETIDOS A MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA SIMULADA."

Autores: CD ADERSON GEGLER e Professora Dra. Vania Regina Camargo Fontanella

Relator: Prof. José Renato Prietsch

Parecer: Tendo em vista que as informações solicitadas foram atendidas, o Parecer é favorável ao presente projeto.

Porto Alegre, 23 de setembro de 2002.


Prof. Manoel Sant'Ana Filho
Coordenador da Comissão de Pesquisas


Marisa Maltz
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisas

ANEXO B – COMISSÃO DE PESQUISA (COMPESQ) DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL



Dados Gerais:

Projeto Nº:	32658	Título:	RADIOPACIDADE DE CIMENTOS COMPARAÇÃO ENTRE METODOS IN VITRO ENDODONTICOS:
Área de conhecimento:	Odontologia	Início:	10/03/2017 Previsão de conclusão: 10/09/2021
Situação:	Projeto em Andamento		
Origem:	Faculdade de Odontologia Programa de Pós-Graduação em Odontologia	Projeto da linha de pesquisa: BIOMATERIAIS E TÉCNICAS TERAPÊUTICAS EM ODONTOLOGIA	
Local de Realização:	não informado		
Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.			
Objetivo:	<p>os cimentos endodônticos, considerando cada método independentemente, os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) de uma via, seguido pelo teste de Tukey. Para comparar os métodos, os dados serão analisados pelo teste de Mann-Whitney U. Para comparar a radiopacidade da dentina com a dos cimentos no método (B) será utilizado o teste t de student. A significância será estabelecida em 5%.</p>		

Palavras Chave:

RADIOPACIDADE. CIMENTOS ENDODÔNTICOS. RADIOLOGIA.

Equipe UFRGS:

Nome: PATRICIA MARIA POLI KOPPER MORA
Coordenador - Início: 10/03/2017 Previsão de término: 10/09/2021
Nome: VANIA REGINA CAMARGO FONTANELLA
Pesquisador - Início: 10/03/2017 Previsão de término: 10/09/2021



Palavras Chave:

RADIOPACIDADE. CIMENTOS ENDODÔNTICOS. RADIOLOGIA.

Equipe UFRGS:

Nome: PATRICIA MARIA POLI KOPPER MORA
Coordenador - Início: 10/03/2017 Previsão de término: 10/09/2021
Nome: VANIA REGINA CAMARGO FONTANELLA
Pesquisador - Início: 10/03/2017 Previsão de término: 10/09/2021

Pessoas registradas mas não confirmadas como membros da equipe UFRGS:

Nome: Debora Delal Costa
Outra: Aluno de Doutorado - Início: 10/03/2017 Previsão de término: 10/09/2021
Participação aguardando confirmação do pesquisador

Avaliações:

Comissão de Pesquisa de Odontologia - Aprovado em 28/03/2017 [Clique aqui para visualizar o parecer](#)

Anexos:

Projeto Completo	Data de Envio: 13/03/2017
Documento de Aprovação	Data de Envio: 13/03/2017
Concordância de Instituição	Data de Envio: 20/03/2017