

**THALES BATISTA DE OLIVEIRA**

**Influência da agitação ultrassônica, na  
biocompatibilidade e biomineralização dos cimentos  
endodônticos MTA Fillapex e Sealapex**

**Araçatuba  
2022**

**THALES BATISTA DE OLIVEIRA**

**Influência da agitação ultrassônica na  
biocompatibilidade e biomineralização dos cimentos  
endodônticos MTA Fillapex e Sealapex**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Odontologia de  
Araçatuba da Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Eloi Dezan Junior

**Araçatuba  
2022**

Dedico esse trabalho a todos que fizeram minha jornada até aqui, Em especial aos meus pais por terem me proporcionado a oportunidade.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual Paulista por proporcionar uma graduação de qualidade, que refletirá na minha profissão.

Em especial aos meus pais, Valdelice e Mauro por terem me ajudado durante a graduação a conquistar esse sonho, sem vocês, nada seria possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eloi Dezan Junior que me proporcionou a oportunidade de realizar esse trabalho.

A Dr<sup>a</sup> Marina Tolomei Sandoval Cury por sempre estar disposta a me ajudar durante todo o processo de elaboração deste trabalho. Muito obrigado por transmitir seu conhecimento científico comigo durante esses anos. Agradeço imensamente a você.

A todos os funcionários da FOA que foram de extrema importância para o bom funcionamento das nossas aulas e clínicas.

A todos os meus amigos da graduação, Bruno Urzedo, Vitor Hugo, Flávia Liro, Gisele Fridirich, Lorena Pontes, Júlia Moro, Isabela Dornelas, Michael Junior, Luis Fernando, Todos são especiais e vou levar cada um de vocês no meu coração, Obrigado pela amizade linda que construímos durante esses 5 anos de graduação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (2020/09239-0), pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento deste trabalho.

*“Você nunca alcança o sucesso verdadeiro a menos que você goste do que está fazendo.”*

***Dale Carnegie***

OLIVEIRA, T. B. **Influência da agitação ultrassônica na biocompatibilidade e biomizeralização dos cimentos endodônticos MTA Fillapex e Sealapex.** 30 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2022.

## **RESUMO**

O objetivo do estudo foi analisar a influência da agitação ultrassônica, na biocompatibilidade e biomineralização dos cimentos MTA Fillapex e Sealapex. Para o teste *in vivo*, 40 ratos Wistar machos receberam implantes subcutâneo contendo os cimentos MTA Fillapex e Sealapex, com e sem agitação, e um tubo vazio para controle (n=8). Após os períodos de 7, 15, 30 e 60 dias, os animais foram eutanasiados e os tubos removidos com os tecidos circundantes. Após processamento histológico, os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e Dunn, com nível de significância de 5%. Nenhuma diferença na biocompatibilidade foi observada entre os cimentos e agitação ultrassônica ( $P > 0.05$ ). Ambos os cimentos apresentaram reação inflamatória moderada após 15 dias, reduzindo para leve a partir de 30 dias. Estruturas birrefringentes foram positivas para os grupos Sealapex a partir de 7 dias, e 15 dias para o MTA Fillapex.

**Palavras-chave:** Ultrassom. Biocompatibilidade. Inflamação. Biomineralização

OLIVEIRA, T. B. **Influência da agitação ultrassônica na biocompatibilidade e biomizeralização dos cimentos endodônticos MTA Fillapex e Sealapex.** 30 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2022.

### **ABSTRACT**

The purpose of this study is to compare the influence of ultrasonic agitation on biocompatibility and biomineralization of MTA Fillapex and Sealapex cements. For the in vivo biocompatibility test, 40 male Wistar rats will receive subcutaneous implants of 4 polyethylene tubes containing the MTA Fillapex and Sealapex cements with and without agitation, and 1 tube for the control group. After the days 7, 15, 30 and 60, the animals will be euthanized and the polyethylene tubes will be removed with the surrounding tissues. After histological processing, the inflammatory infiltrate and fibrous capsule thickness will be histologically evaluated. The mineralization will be analyzed under polarized light. The data will be analyzed by the Kruskal-Wallis and Dunn test, with a significance level of 5%.

**Keywords:** Ultrasound. Biocompatibility. Inflammation. Biomineralization.

## **LISTA DE FIGURAS**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1 – Corte da sonda uretral para confecção dos tubos              | 16 |
| FIGURA 2 – Esquema do tubo de polietileno para implante subcutâneo      | 16 |
| FIGURA 3 – Implantação dos tubos                                        | 17 |
| FIGURA 4 – Remoção dos tubos                                            | 18 |
| FIGURA 5 – Imagens representativas das reações do tecido subcutâneo     | 22 |
| FIGURA 6 – Biomineralização nos grupos experimentais sob luz polarizada | 23 |

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Quantidade de amostras em cada grupo categorizadas de acordo com o escore inflamatório, a média, espessura da cápsula fibrosa e presença de cristais birrefringentes sob a luz polarizada nos quatro períodos experimentais 24

## **LISTA DE SIGLAS**

|     |                                       |
|-----|---------------------------------------|
| FOA | Faculdade de odontologia de Araçatuba |
| HE  | Hematoxilina e eosina                 |
| MTA | Agregado de trióxido mineral          |

## SUMÁRIO

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO         | 12 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 3 RESULTADOS         | 20 |
| 4 DISCUSSÃO          | 25 |
| 5 CONCLUSÃO          | 27 |
| REFERÊNCIAS          | 28 |

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem a finalidade de possibilitar a permanência do elemento dentário sem vitalidade na cavidade bucal para que este exerça suas funções fisiológicas sem se tornar um agente propiciador de doenças aos tecidos perirradiculares.<sup>1,2</sup> Todas as fases do tratamento endodôntico são interdependentes, ou seja, falhar em alguma delas faz com que todo o tratamento seja comprometido.<sup>3</sup> O sucesso é obtido ao remover o máximo possível de restos pulpares e microrganismos do sistema de canais radiculares, evitando assim, a instalação de infecção.<sup>4</sup>

A obturação dos canais radiculares busca evitar o acesso de microrganismos que por ventura permaneceram no interior sistema de canais aos tecidos periapicais, bem como a penetração de exsudato para o interior do canal, por meio de uma vedação completa.<sup>5</sup> Para isso, o material obturador deve permanecer em contato com todas as paredes circundantes do canal, com ausência de gaps.<sup>6</sup>

Classificado como um material obturador plástico, os cimentos endodônticos preenchem os espaços vazios que o material sólido (guta-percha) não ocupou entre a obturação e as paredes dentinárias, uma vez que os cimentos são necessários para proporcionar aderência.<sup>7</sup> Um cimento endodôntico ideal deve apresentar baixa viscosidade, bom escoamento, biocompatibilidade, baixa solubilidade, pH alcalino, estabilidade dimensional, tempo de trabalho adequado, radiopacidade, atividade bacteriostática e não manchar as estruturas dentárias.<sup>8</sup>

A biocompatibilidade e a capacidade de biomineralização são as propriedades mais importantes que os cimentos endodônticos devem apresentar, uma vez que estarão em contato com os tecidos periapicais.<sup>9</sup> Uma forma de analisar a resposta biológica dos tecidos frente aos cimentos endodônticos é com a implantação desses materiais no subcutâneo de ratos, sendo considerado um procedimento padronizado para avaliar a resposta inflamatória através da coloração com Hematoxilina e Eosina (HE), dentro de períodos de tempo do padrão recomendado.<sup>10</sup> Além disso, um cimento obturador também pode induzir a formação de tecido mineralizado, sendo uma

barreira física que separa o interior do canal dos tecidos periapicais. Essa deposição de estruturas birrefringentes pode ser identificada por meio de luz polarizada.<sup>11</sup>

O agregado de trióxido mineral (MTA), um material hidráulico à base de silicato de cálcio derivado do cimento Portland,<sup>12</sup> foi inicialmente introduzido na endodontia para o selamento de perfurações radiculares patológicas ou iatrogênicas e retro-obturações, por suas propriedades físicas, químicas e biológicas favoráveis.<sup>13,14</sup> No entanto, o MTA não apresentava propriedades físicas compatíveis com o seu uso como cimento obturador. Com isso, uma nova formulação foi lançada no mercado, o MTA Fillapex (Angelus dental solutions, Londrina, PR, Brasil), um cimento obturador à base de silicato de cálcio desenvolvido para utilizar os bons recursos do MTA. Este cimento apresenta níveis relativamente altos de biocompatibilidade, atividade antimicrobiana e capacidade de vedação.<sup>15</sup>

O Sealapex (SybronEndo, Glendora, CA, EUA) foi desenvolvido em 1984, sendo um dos primeiros cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio, contido na matriz polimérica, a ser encontrado no mercado odontológico na formulação pasta/pasta. Segundo o fabricante seu tempo de presa varia entre 30 a 40 minutos, considerado um tempo prolongado, que faz este cimento apresentar alta solubilidade, levando a uma reação de endurecimento não homogênea.<sup>16</sup> Este cimento estimula a deposição de partículas calcificadas, formando uma barreira física na região apical após conclusão do tratamento endodôntico.<sup>17</sup>

Existem inúmeras técnicas para realização da obturação, porém uma maneira de melhorar o vedamento e a contenção dos microrganismos resistentes ao preparo biomecânico no sistema de canais radiculares é por meio da ativação ultrassônica do cimento.<sup>18-20</sup>

Na literatura há poucos estudos relacionando os cimentos obturadores inseridos nos canais radiculares com a agitação ultrassônica, com foco em favorecer a penetrabilidade do cimento, capacidade seladora e qualidade da obturação. Estudos mostram que a influência do ultrassom para inserção do cimento obturador em canais de raízes mesiais de molares inferiores favorece a homogeneidade do cimento obturador nas complexidades do canal.<sup>21</sup> Além disso, Hoen *et al.*<sup>22</sup> demonstrou que o uso do ultrassom proporciona um melhor preenchimento de áreas de istmos, canais

laterais e ramificações quando comparado com a inserção manual, sendo necessário para a inserção do cimento obturador em áreas de anatomia complexas.

Embora não haja uma vasta literatura científica avaliando as propriedades químicas dos cimentos quando agitados com ultrassom, Duarte et al.<sup>23</sup> em um estudo *in vitro*, analisou a influência da agitação ultrassônica nos níveis de pH, bem como a liberação de íons cálcio das pastas de hidróxido de cálcio. Foi possível observar que a ativação ultrassônica favoreceu um aumento dos níveis de pH e na liberação de cálcio no interior das raízes. Nos grupos experimentais em que a pasta de hidróxido de cálcio foi agitada com o ultrassom, o nível mais alto de pH ocorreu na superfície externa, possivelmente devido à agitação ultrassônica ter favorecido uma maior penetração das partículas de hidróxido de cálcio no interior dos túbulos dentinários, uma vez que a dentina possui capacidade tamponante.

Levando em consideração o uso do ultrassom na endodontia e a necessidade de novos trabalhos para avaliação do comportamento dos cimentos obturadores após agitação, o objetivo do trabalho foi analisar *in vivo* a influência da agitação ultrassônica dos cimentos MTA Fillapex e Sealapex, na biocompatibilidade e na biomineralização.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram analisados dois tipos diferentes de cimentos obturadores endodônticos. A composição de cada cimento, segundo o fabricante, encontra-se representada abaixo:

- MTA Fillapex (Angelus, Santa Izabel, Londrina, PR, Brasil)

Pasta Base: resina salicilato, resina natural, tungstato de cálcio, sílica nano particulada e pigmentos.

Pasta Catalisadora: resina diluente, agregado trióxido mineral, sílica nano particulada e pigmentos.

- Sealapex (SybronEndo, Glendora, CA, USA)

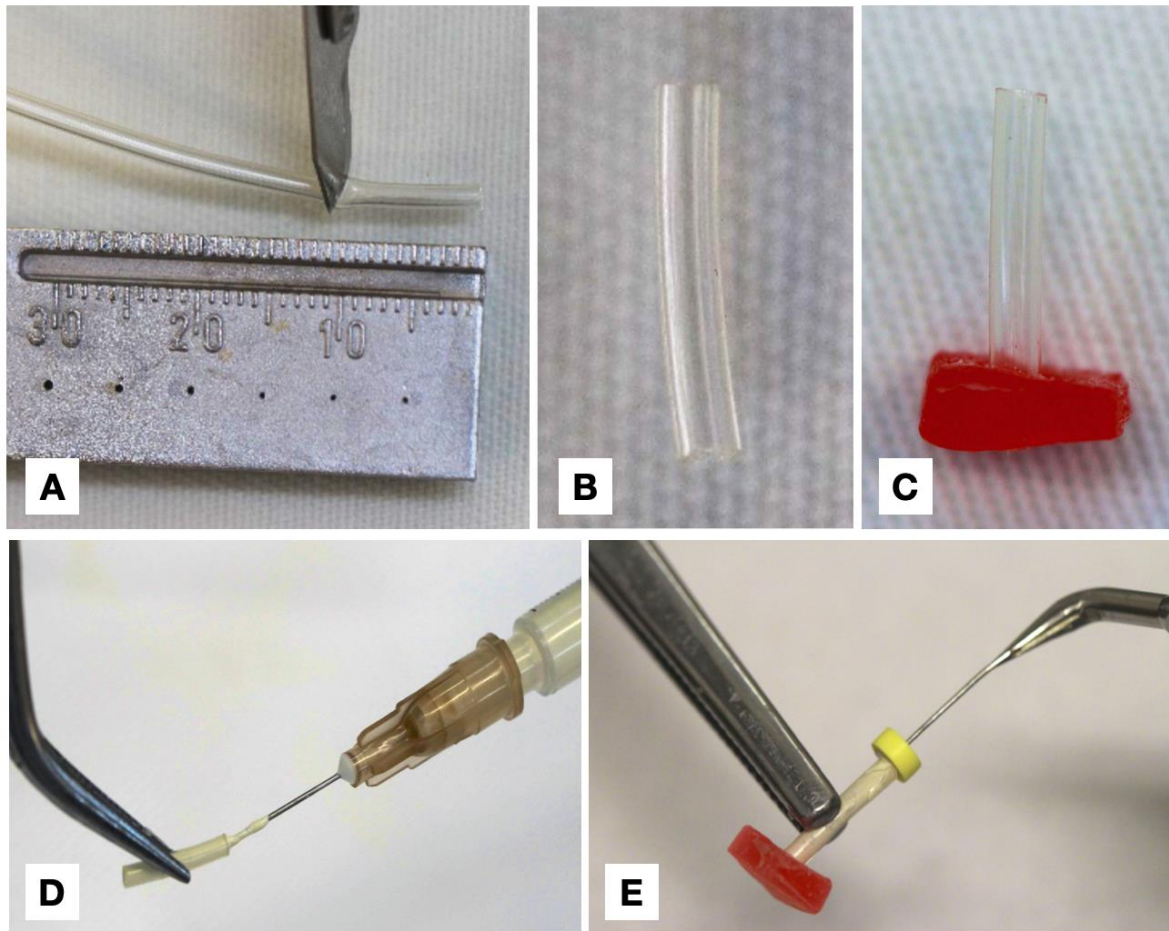
Pasta Base: óxido de cálcio, trióxido de bismuto, óxido de zinco, sílica submicrônica, estearato de zinco, dióxido de titânio e fosfato tricálcico.

Pasta Catalisadora: tolueno sulfonamida de etila, resina de poli (metileno salicilato de metila) e salicilato de isobutil.

- Biocompatibilidade e Biomineralização

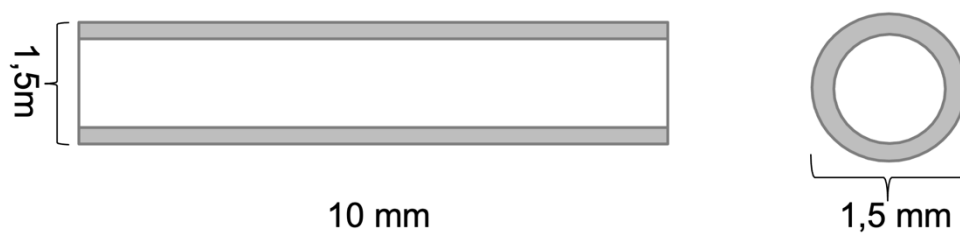
Quarenta ratos machos Wistar (*Rattus norvegicus*), com 4-6 meses de idade, pesando 250-280 g, foram utilizados no estudo. O tamanho da amostra para o experimento foi estabelecido de acordo com estudos prévios de Bueno et al., (2017). Os animais eram alojados em jaulas com temperatura controlada e era fornecido água e comida *ad libitum*. O cuidado animal foi realizado de acordo com o Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, UNESP. Foram preparados duzentos tubos de polietileno (Abbott Laboratories do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) de acordo com estudos anteriores de Cintra et al.<sup>24</sup> e Gomes-Filho et al.<sup>25</sup> Os tubos (total de 160) serão preenchidos com os cimentos testados referentes a cada grupo e 40 tubos permanecerão vazios para controle. A agitação dos cimentos foi realizada com Ultrassom Piezo elétrico Ultra Sonic (Gnatus, São Paulo, Brasil), operando no modo Endo, em alta potência, com inserto Irrisonic (Hèlse DentalTechnology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil) penetrando 7mm no interior dos tubos, durante 20 segundos.

**FIGURA 1 – Corte da sonda uretral para confecção dos tubos**



Fonte: Autor, 2022

**FIGURA 2 – Esquema do tubo de polietileno para implante subcutâneo**

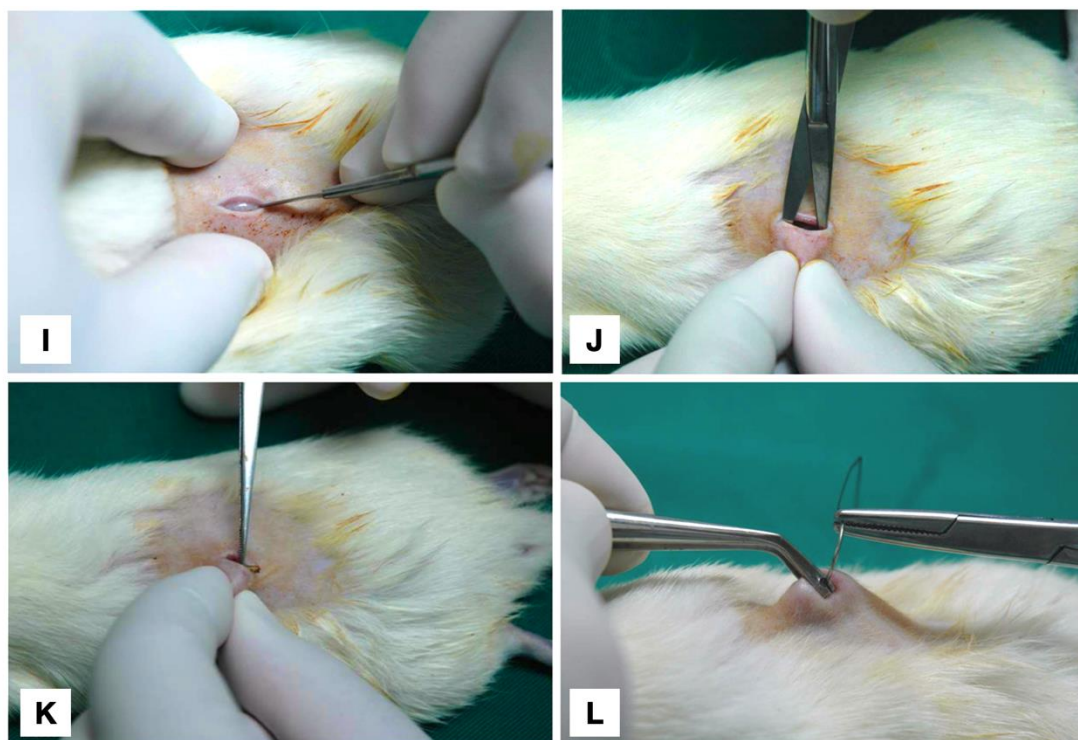


Fonte: Autor, 2022

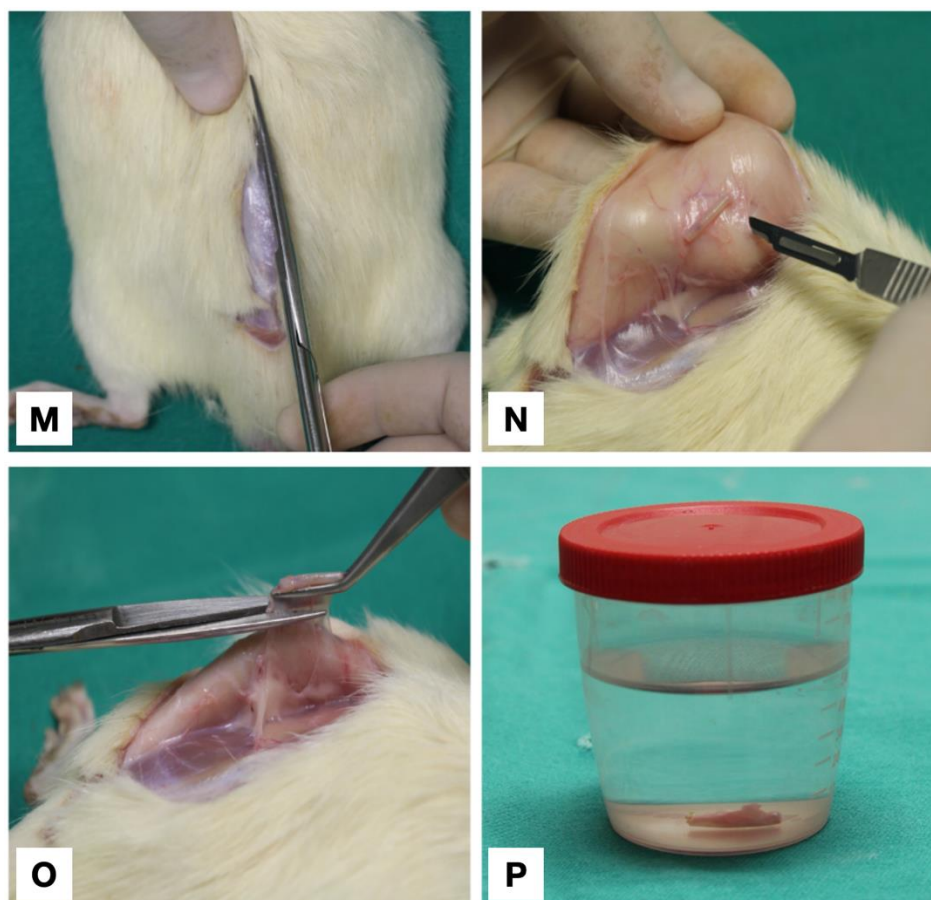
O procedimento cirúrgico foi realizado após estudos prévios de Bueno et al.<sup>26</sup> Os animais serão anestesiados com xilazina (10 mg/kg Rhobifarma Indústria

Farmacêutica Ltda, Hortolândia, Brasil) e quetamina (25 mg/kg União Química Farmacêutica Nacional S/A, São Paulo, Brasil), com injeção intramuscular. Tricotomia manual será realizada no dorso dos animais e anti-sepsia obtida com solução de iodo 5%, seguido de uma incisão de 2 cm com lâmina de bisturi 15C Bard-Parker (BD, Franklin Lakes, NJ) atingindo o tecido subcutâneo e será realizada a divulsão, com extensão de aproximadamente 3cm, em ambos os lados da incisão, com auxílio de uma tesoura de ponta romba, criando dois espaços em cada lado da incisão. Dois tubos de polietileno contendo cada cimento sem agitação ultrassônica, dois tubos com os cimentos após agitação ultrassônica e um tubo vazio, serão implantados em cada animal em direções opostas (cervical, superior direito, superior esquerdo, inferior direito e inferior esquerdo) e a pele foi suturada com fio de sutura de seda 4.0 (Johnson; Johnson Produtos Profissionais Ltda, São José dos Campos, Brasil).

**FIGURA 3 – Implantação dos tubos**



Fonte: Autor, 2022

**FIGURA 4 – Remoção dos tubos**

Fonte: Autor, 2022

Após 7, 15, 30 e 60 dias, os animais foram eutanasiados por overdose anestésica. Os tubos de polietileno, com o tecido circundante, foram removidos e fixados em solução de formalina a 10%, por 48 horas e lavados em água corrente por 12 horas. Os espécimes foram processados e incluídos em parafina e seccionados em série, em cortes de 5  $\mu\text{m}$  para coloração com hematoxilina-eosina, e cortes de 10  $\mu\text{m}$  para análise sob luz polarizada para observar a presença de estruturas birrefringentes. A análise histológica foi realizada por um único operador calibrado de forma cega sob microscopia de luz (400x, DM 4000 B, Leica, Wetzlar, Alemanha). As reações do tecido na extremidade aberta dos tubos foram classificadas em: 1, poucas células inflamatórias ou nenhuma reação; 2, menos de 25 células e reação leve; 3, entre 25 e 125 células inflamatórias e reação moderada; e 4, 125 ou mais células inflamatórias e reação severa. As cápsulas fibrosas foram consideradas finas quando  $< 150\mu\text{m}$  e espessas quando  $> 150\mu\text{m}$ . A calcificação foi registrada como presente

ou ausente em luz polarizada. Os dados obtidos serão analisados pelo teste de Kruskal-Wallis e Dunn, com nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS

#### Grupo Controle

Um infiltrado inflamatório crônico moderado (escore médio 3) foi observado nos dois primeiros períodos experimentais (tabela 1), nos dias 7 [fig. 5 (A, a, B, b)]. A reação inflamatória, com linfócitos e macrófagos estava presente, com cápsula fibrosa espessa (A) e fina (B). Após 30 e 60 dias [fig. 5 (C, c, D, d)], a cápsula fibrosa apresentou-se delgada, com poucas células inflamatórias. A presença de estruturas birrefringentes sob luz polarizada foi negativa em todos os períodos de tempo, conforme observado na tabela 1 e fig. 6 (A – D).

#### Grupo MTA Fillapex

Aos 7 dias, o infiltrado inflamatório apresentou-se severo (escore médio 4), sendo considerado moderado a partir de 15 dias (escore médio 3) e reduzido a uma inflamação leve de 30 a 60 dias, conforme observado na Fig. 5 (E, e– H, h) e Tabela 1. A cápsula fibrosa próxima à abertura do tubo era espessa em 7 e 15 dias [Fig. 5 (E, e, F, f)] e tornou-se fina após 30 dias e continuou até o final dos períodos experimentais [Fig. 5 (G, g, H, h)]. Granulações birrefringentes para luz polarizada foram observadas perto da abertura do tubo nos períodos de 15 e 60 dias [Fig. 6 (F, H) e Tabela 1].

#### Grupo MTA Fillapex ultrassom

Nos períodos de 7 e 15 dias, um infiltrado moderado de células inflamatórias (escore médio 3), compreendendo linfócitos e macrófagos, estava presente na cápsula fibrosa espessa [fig. 5 (I, i); Tabela 1]. Após 30 e 60 dias, a intensidade da inflamação foi reduzida e a cápsula fibrosa tornou-se fina [Fig. 5 (I, i – L, l)]. A presença de granulações birrefringentes sob luz polarizada foi observada a partir de 15 dias [(Fig. 6 (I – L) e Tabela 1].

#### Grupo Sealapex

Assim como o cimento MTA Fillapex, o sealapex apresentou aos 7 dias, infiltrado inflamatório severo (escore médio 4). A partir de 15 dias, tornou-se moderado e leve a partir de 30 dias. A cápsula fibrosa tornou-se fina a partir de 30 dias [Fig. 5 (M, m –

P, p) e Tabela 1]. A presença de biomineralização foi observada em todos os períodos experimentais, exceto aos 15 dias [Fig. 6 (M - P) e Tabela 1].

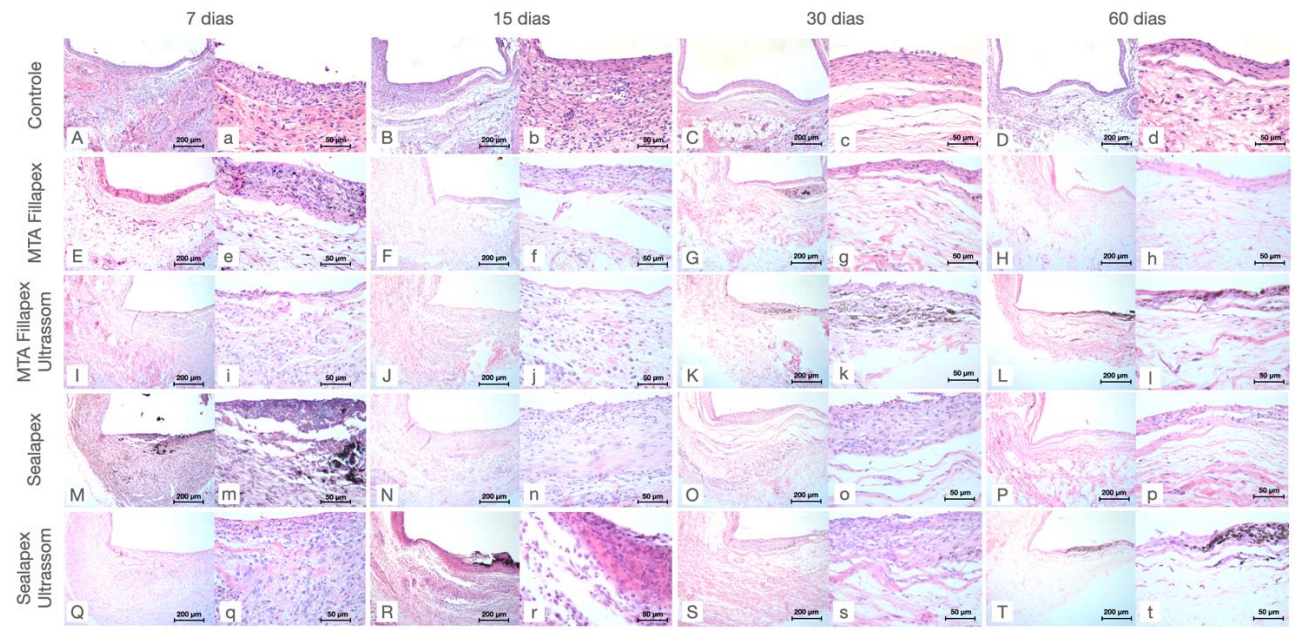
### Grupo Sealapex ultrassom

O infiltrado inflamatório foi severo aos 7 dias, tornando-se moderado a partir de 15 dias e leve em 30 dias. Semelhante ao grupo controle, a cápsula fibrosa mostrou-se fina a partir de 15 dias [Fig. 5 (Q, q – T, t) e Tabela 1]. A capacidade de biomineralização foi observada em todos os períodos de experimentais, em que foi observada a presença de estruturas birrefringentes à luz polarizada [Fig. 6 (Q - T) e Tabela 1].

### Comparação entre grupos

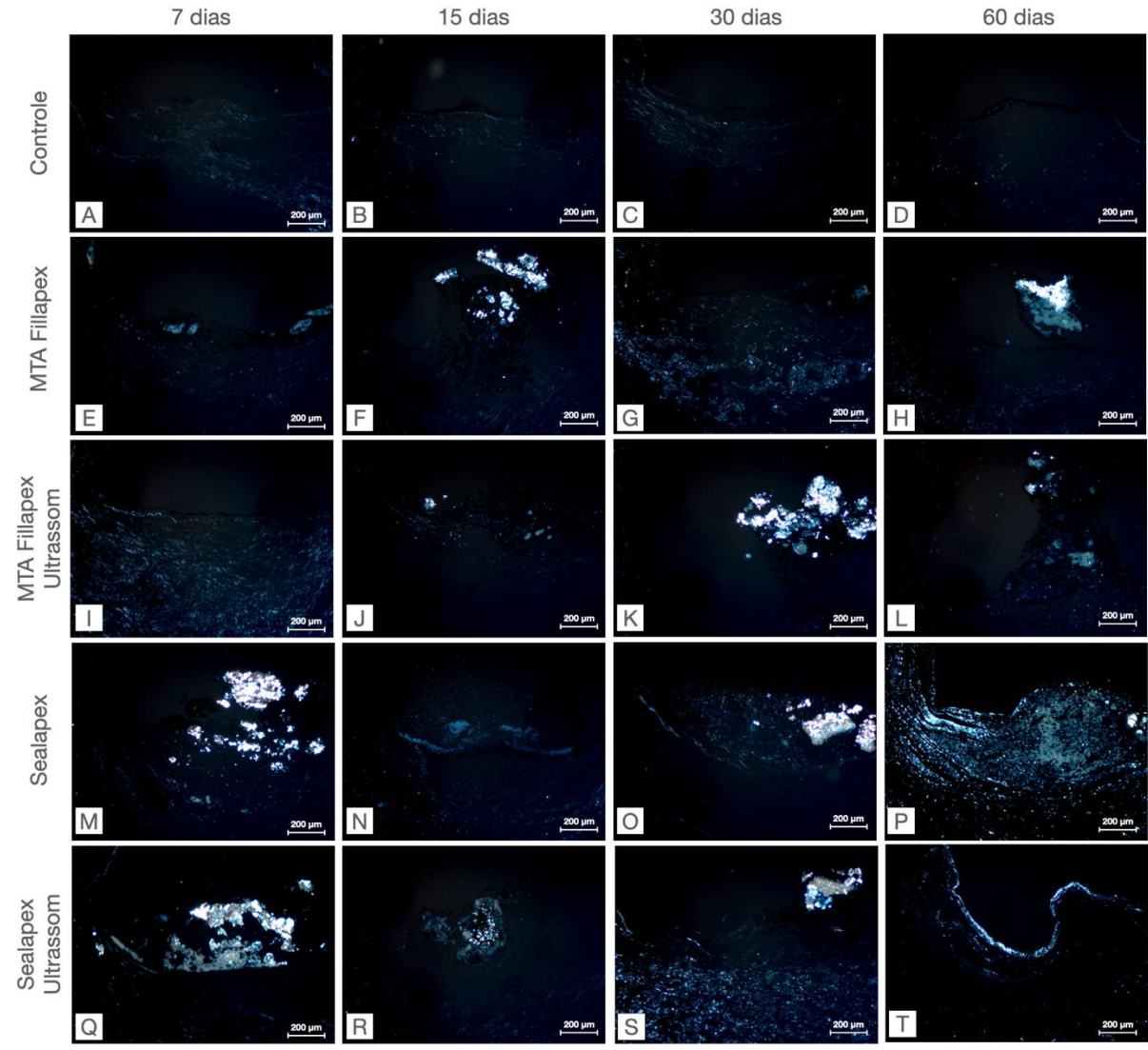
Os dados foram comparados para cada período de tempo (Tabela 1). Não houve diferença estatística entre os cimentos analisados, com realização ou não da ativação ultrassônica, e o grupo controle ( $P > 0,05$ ). O escore médio do infiltrado inflamatório em 7 e 15 dias variou de moderado a severo, reduzindo para leve a partir de 30 dias. O grupo controle e o cimento Sealapex com agitação ultrassônica foram os únicos grupos que a cápsula fibrosa se mostrou fina a partir de 15 dias [Fig. 5 (A, a – T, t) e Tabela 1]. Em relação à biomineralização, com exceção do grupo controle, todos os cimentos induziram a formação de estruturas birrefringentes à luz polarizada [Fig. 6 (A – T) e Tabela 1].

**FIGURA 5 – Imagens representativas das reações do tecido subcutâneo**



Fonte: Autor, 2022

**FIGURA 6 – Biomineralização nos grupos experimentais sob luz polarizada**



Fonte: Autor, 2022

**TABELA 1 - Quantidade de amostras em cada grupo categorizadas de acordo com o escore inflamatório, a média, espessura da cápsula fibrosa e presença de cristais birrefringentes sob a luz polarizada nos quatro períodos experimentais**

|                        | Escore |   |   |   | Média | Cápsula fibrosa | Luz polarizada |
|------------------------|--------|---|---|---|-------|-----------------|----------------|
| Grupos                 | 1      | 2 | 3 | 4 |       |                 |                |
| 7 dias                 |        |   |   |   |       |                 |                |
| Controle               | 0      | 2 | 4 | 2 | 3     | Espessa         | 0 de 8         |
| MTA Fillapex           | 0      | 0 | 4 | 4 | 3     | Espessa         | 0 de 8         |
| MTA Fillapex ultrassom | 0      | 1 | 4 | 3 | 3     | Espessa         | 0 de 8         |
| Sealapex               | 0      | 1 | 2 | 5 | 4     | Espessa         | 4 de 8         |
| Sealapex ultrassom     | 0      | 2 | 2 | 4 | 4     | Espessa         | 1 de 8         |
| 15 dias                |        |   |   |   |       |                 |                |
| Controle               | 1      | 1 | 6 | 0 | 3     | Fina            | 0 de 8         |
| MTA Fillapex           | 0      | 0 | 6 | 2 | 3     | Espessa         | 2 de 8         |
| MTA Fillapex ultrassom | 0      | 1 | 5 | 2 | 3     | Espessa         | 1 de 8         |
| Sealapex               | 1      | 3 | 4 | 0 | 3     | Espessa         | 0 de 8         |
| Sealapex ultrassom     | 0      | 1 | 6 | 1 | 3     | Fina            | 2 de 8         |
| 30 dias                |        |   |   |   |       |                 |                |
| Controle               | 1      | 4 | 3 | 0 | 2     | Fina            | 0 de 8         |
| MTA Fillapex           | 0      | 5 | 3 | 0 | 2     | Fina            | 0 de 8         |
| MTA Fillapex ultrassom | 1      | 2 | 5 | 0 | 3     | Fina            | 1 de 8         |
| Sealapex               | 2      | 4 | 2 | 0 | 2     | Fina            | 2 de 8         |
| Sealapex ultrassom     | 1      | 2 | 4 | 1 | 3     | Fina            | 3 de 8         |
| 60 dias                |        |   |   |   |       |                 |                |
| Controle               | 4      | 3 | 1 | 0 | 1     | Fina            | 0 de 8         |
| MTA Fillapex           | 4      | 3 | 1 | 0 | 1     | Fina            | 4 de 8         |
| MTA Fillapex ultrassom | 4      | 3 | 1 | 0 | 1     | Fina            | 1 de 8         |
| Sealapex               | 5      | 2 | 1 | 0 | 1     | Fina            | 7 de 8         |
| Sealapex ultrassom     | 2      | 4 | 2 | 0 | 2     | Fina            | 7 de 8         |

Fonte: Autor, 2022

## 4 DISCUSSÃO

O modelo de rato para implantação subcutânea no estudo *in vivo* é amplamente utilizado como um dos testes de pesquisa pré-clínica de biocompatibilidade e biomineralização, frente a novos protocolos e novos materiais.

Os insertos ultrassônicos podem ser utilizados em vários momentos durante o tratamento endodôntico, promovendo uma maior agitação das substâncias e pastas utilizadas no interior dos canais radiculares, que possibilita a penetração em áreas de complexidade anatômica e nos túbulos dentinários, resultando em maior capacidade de alcance dos cimentos endodônticos.<sup>27</sup>

O cimento Sealapex contém hidróxido de cálcio em uma matriz polimérica, sendo considerado biocompatível. No entanto, devido a seu tempo de presa prolongado, apresenta alta solubilidade, levando a uma reação de presa não homogênea, tornando a matriz frágil. Marín-Bauza et al.<sup>28</sup> em um estudo das propriedades físicas de diferentes cimentos, observou que o Sealapex não endureceu após 168 horas, confirmando o tempo estendido de presa. Já em outro estudo, Hoshino et al.<sup>29</sup> observou que o tempo de endurecimento inicial do Sealapex só ocorreu após 19 horas, e a presa final ocorreu após 21 horas, confirmando que o tempo de presa prolongado leva a um aumento na solubilidade do cimento. O atraso no tempo de presa do Sealapex foi associado ao óxido de cálcio presente em sua composição; o óxido de cálcio em contato com a água dá origem ao hidróxido de cálcio, que atrasa o processo de presa do cimento e pode explicar a alcalinização do pH deste cimento. Esse achado ilustra a necessidade dos cimentos à base de hidróxido de cálcio serem minimamente solúveis, o que explica a ausência de mineralização observada neste estudo.

O cimento MTA Fillapex contém MTA em sua composição, exibindo excelente biocompatibilidade, bioatividade, osteocondutividade, e tornando o pH alcalino. Vitti et al.<sup>30</sup> avaliou o tempo de presa do MTA Fillapex, mostrando tempos de presa inicial e final de 2,27 e 4,55 horas, respectivamente. Quando suas pastas base e catalizadora são manipuladas, promovem duas reações químicas responsáveis pela presa do material: a hidratação progressiva dos íons ortossilicato e a reação entre o MTA e a resina salicilada. O MTA reage com salicilato, criando um polímero iônico. Quando partículas de silicato de cálcio do MTA reagem com a água, forma-se um gel de hidrato

de silicato de cálcio amorfo nano poroso nas partículas de cimento. O gel polimeriza e endurece, formando uma rede sólida. Esse tempo de presa pode estar relacionado com as proporções pasta base/catalizadora, porque a alteração da proporção leva a tempo de trabalho e de presa mais longos.<sup>31</sup>

A reação dos íons cálcio do  $\text{Ca(OH)}_2$  e a dissociação iônica do dióxido de carbono dos tecidos resulta na formação de cristais de calcita que são birrefringentes à luz polarizada, e induzem a formação de calcificações. Além disso, o cálcio se liga ao gás carbônico, formando carbonato de cálcio, que é utilizado pelas bactérias para a respiração anaeróbia,<sup>32</sup> enquanto o alto pH proporcionado pela hidroxila favorece o processo de restauração do tecido e as propriedades antimicrobianas.<sup>33</sup> Os cimentos endodônticos contendo óxido de cálcio têm sido sugeridos como materiais obturadores devido à sua capacidade de se dissociarem em íons cálcio e hidroxila, resultando em um pH mais elevado que favorece o reparo e induz a formação de tecido mineralizado.<sup>34</sup>

Ambos os cimentos não apresentaram alteração na biocompatibilidade quando agitados, mostrando excelentes propriedades biológicas, com redução do infiltrado inflamatório para moderado em 15 dias e leve a partir de 30 dias. Granulação birrefringentes estavam presentes a partir de 7 dias para o Sealapex e 15 dias para o MTA fillapex, nos grupos com e sem agitação ultrassônica. Aos 15 dias, para o cimento Sealapex, houve ausência de cristais birrefringentes à luz polarizada, estando provavelmente relacionado a uma redução na liberação de cálcio.

## **5 CONCLUSÃO**

A agitação ultrassônica não interferiu nas propriedades biológicas dos cimentos testados, mantendo a biocompatibilidade e indução de mineralização.

## REFERÊNCIAS

1. GROSSMAN, L. I. Our changing concept regarding pulpless teeth. **The Journal of the American Dental Association and The Dental Cosmos**, v. 24, n. 12, p. 1928-1934, 1937.
2. HARGREAVES, K. M.; DIOGENES, A.; TEIXEIRA, F. B. Treatment options: biological basis of regenerative endodontic procedures. **Pediatric Dentistry**, v. 35, n. 2, pág. 129-140, 2013.
3. SIQUEIRA JR, J. F. *et al.* Princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa viva. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 68, n. 2, p. 161, 2012.
4. LEONARDO, R. T.; LEONARDO, M. R.. Aspectos atuais do tratamento da infecção endodôntica. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 66, n. 3, p. 174-181, 2012.
5. HOLLAND, R. *et al.* Apical seal of root canals with gutta-percha points with calcium hydroxide. **Brazilian Dental Journal**, v. 15, n. 1, p. 26-29, 2004
6. SEGURA-EGEA, J. J. *et al.* Periapical status and quality of root fillings and coronal restorations in an adult Spanish population. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 8, p. 525-530, 2004.
7. DEUS, G. A. *et al.* Analysis of the film thickness of a root canal sealer following three obturation techniques. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 119-125, 2003.
8. BRANSTETTER, J. V. F. J.; VON FRAUNHOFER, J. A. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. **Journal of Endodontics**, v. 8, n. 7, p. 312-316, 1982.
9. CINTRA, L. T. A. *et al.* Evaluation of subcutaneous and alveolar implantation surgical sites in the study of the biological properties of root-end filling endodontic materials. **Journal of Applied Oral Science**, v. 18, n. 1, p. 75-82, 2010.
10. BUENO, C. R. E. *et al.* Mixing failures of endodontic sealers: an in vivo biocompatibility study. **Brazilian Dental Science**, v. 20, n. 4, p. 85-92, 2017.

11. GOMES-FILHO, J. E. *et al.* Reaction of rat connective tissue to a new calcium hydroxide-based sealer. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 106, n. 2, p. e71-e76, 2008.
12. HINATA, G. *et al.* Bioactivity and biomineralization ability of calcium silicate-based pulp-capping materials after subcutaneous implantation. **International Endodontics Journal**, v. 50, p. 40–45, 2017
13. GOMES-FILHO, J. E. *et al.* A mineral trioxide aggregate sealer stimulated mineralization. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 2, p. 256- 260, 2009.
14. BOGEN, G.; KUTTLER, S. Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 777-790, 2009.
15. TORABINEJAD, M.; PARIROKH, M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review—part II: leakage and biocompatibility investigations. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 2, p. 190-202, 2010.
16. BORGES, R.P. *et al.* Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 5, p. 419–428, 2012.
17. BALLULLAYA, S. V. *et al.* Stereomicroscopic dye leakage measurement of six different root canal sealers. **Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR**, v. 11, n. 6, p. ZC65, 2017.
18. GUIMARÃES, B. M. *et al.* Influence of ultrasonic activation of 4 root canal sealers on the filling quality. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 7, p. 964-968, 2014.
19. DE BEM, I. A. *et al.* Effect of ultrasonic activation of endodontic sealers on intratubular penetration and bond strength to root dentin. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 9, p. 1302-1308, 2020.
20. PRASAD, P. K. *et al.* Influence of ultrasonics on the penetration depth of AH plus, acroseal, and EndoREZ root canal sealers: an in vitro study. **Journal of Conservative Dentistry: JCD**, v. 21, n. 2, p. 221-225, 2018.
21. WEST, L. A.; LABOUNTY, G. L.; KELLER, D. L. Obturation quality utilizing ultrasonic cleaning and sealer placement followed by lateral condensation with gutta-percha. **Journal of Endodontics**, v. 15, n. 11, p. 507-511, 1989.

22. HOEN, M. M.; LABOUNTY, G. L.; KELLER, D. L. Ultrasonic endodontic sealer placement. **Journal of Endodontics**, v. 14, n. 4, p. 169-174, 1988.
23. DUARTE, M. A. H. *et al.* Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 6, p. 834-837, 2012.
24. CINTRA, L. T. A. *et al.* Cytotoxicity, biocompatibility, and biomineralization of the new high-plasticity MTA material. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 5, p. 774-778, 2017.
25. GOMES FILHO, J. E. *et al.* Influence of diabetes mellitus on tissue response to MTA and its ability to stimulate mineralization. **Dental Traumatology**, v. 31, n. 1, p. 67-72, 2015.
26. BUENO, C. R. E. *et al.* Biocompatibility and biomineralization assessment of mineral trioxide aggregate flow. **Clinical Oral Investigations**, v. 23, n. 1, p. 169-177, 2019.
27. WISEMAN, A. *et al.* Efficacy of sonic and ultrasonic activation for removal of calcium hydroxide from mesial canals of mandibular molars: a microtomographic study. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 2, p. 235-238, 2011.
28. MARÍN-BAUZA, G. A. *et al.* Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. **Journal of Applied Oral Science**, v. 20, n. 4, p. 455-461, 2012.
29. HOSHINO, R. A. *et al.* Physical properties, antimicrobial activity and in vivo tissue response to apexit Plus us. **Materiais**, v. 13, n. 5, p. 1171, 2020.
30. VITTI, R. P. *et al.* Propriedades físicas do cimento MTA Fillapex. **Revista de endodontia** , v. 39, n. 7, pág. 915-918, 2013.
31. GOMES FILHO, J. E. *et al.* Rat tissue reaction to MTA FILLAPEX®. **Dental Traumatology**, v. 28, n. 6, p. 452-456, 2012.
32. HOLLAND, R. *et al.* Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. **Journal of Endodontics** , v. 28, n. 3, p. 173-176, 2002.
33. DESAI, S.; CHANDLER, N. Calcium hydroxide-based root canal sealers: a review.

**Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 475-480, 2009.

- 34 DUARTE, M. A. H. *et al.* pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v. 95, n. 3, p. 345-347, 2003.