

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**LAÍS DA SILVEIRA TERRA SANTOS**

**RESPOSTA PULPAR APÓS USO DE MATERIAIS CAPEADORES EM  
PULPOTOMIAS: ANÁLISES HISTOLÓGICAS**

**Alfenas/MG  
2016**

**LAÍS DA SILVEIRA TERRA SANTOS**

**RESPOSTA PULPAR APÓS USO DE MATERIAIS CAPEADORES EM  
PULPOTOMIAS: ANÁLISES HISTOLÓGICAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas pela Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL/MG. Área de concentração: Odontologia.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Beatriz da Silveira Moretti.

**Alfenas/MG  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Santos, Laís da Silveira Terra.

Resposta pulpar após uso de materiais capeadores em  
pulpotomias: análises histológicas. / Laís da Silveira Terra Santos.  
-- Alfenas/MG, 2016.

59 f.

Orientadora: Ana Beatriz da Silveira Moretti.  
Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) -  
Universidade Federal de Alfenas, 2016.  
Bibliografia.

1. Pulpotomia. 2. Capeamento da Polpa Dentária. 3. Pulpite.  
I. Moretti, Ana Beatriz da Silveira. II. Título.

CDD-617.6



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG  
Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas  
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 - Alfenas/MG . CEP 37130-000



LAÍS DA SILVEIRA TERRA SANTOS

**“Resposta pulpar após uso de materiais capeadores em pulpotomias:  
Análises Histológicas”**

A Banca Examinadora, abaixo assinada, aprova a  
Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para a obtenção do título de Mestre em  
Ciências Odontológicas pela Universidade  
Federal de Alfenas. Área de concentração:  
Odontologia.

Aprovado em: 23/09/2016

Profa. Dra. Ana Beatriz da Silveira Moretti  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas  
UNIFAL-MG

Assinatura: *ABSMoretti*

Profa. Dra. Danielly Cunha Araújo Ferreira  
Instituição: Universidade Federal de Uberlândia  
UFU

Assinatura: *Danielly Cunha Araújo Ferreira*

Prof. Dr. Edmêr Silvestre Pereira Júnior  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas  
UNIFAL-MG

Assinatura: *Edmêr Silvestre Pereira Júnior*



Dedico este trabalho aos meus pais, Gutemberg e Marluce, que me deram a vida, amor, suporte e os maiores ensinamentos que eu poderia receber na vida. As suas pegadas são o guia por onde me oriento no meu caminho. Vocês são minha maior inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, **Gutemberg e Marluce**, pelo incentivo a sempre buscar mais conhecimento, pela dedicação investida a mim durante toda minha vida, pelo exemplo pessoal e profissional que sempre me deram, pelo amor incondicional, pela ajuda em todas as etapas e por tudo que representam para mim. Espero um dia ser uma fração do que vocês são e dar muito orgulho para vocês. Eu amo muito vocês!

Ao meu irmão, **Guilherme**, meu primeiro, maior e melhor amigo, sempre pronto pra me ajudar quando fosse necessário. Eu te amo, 'doidinho'!

Agradeço a minha avó, **Vera**, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando incondicionalmente em tudo, me mantendo em suas orações, me mimando. Obrigada, vovó, por todo carinho. Amo muito a senhora!

A toda minha família, **tias, tios**, agradeço por serem o meu alicerce, pelos valores que sempre me passaram e por me amarem como se eu fosse seus filhos. **Primos**, meus outros irmãos, maiores companheiros da vida, com quem sei que posso contar pra qualquer coisa. Amo demais todos vocês!

À **Suelen** agradeço todo carinho, dedicação, incentivo, companheirismo, paciência e ajuda. Sem você nada disso teria acontecido. Muito obrigada por fazer parte da minha vida!

Aos amigos, especialmente minhas '**Dras. Lindas**', que me incentivaram a fazer o mestrado, estavam ao meu lado em todos os momentos e foram minha válvula de escape dos assuntos do mestrado. Vocês são essenciais no meu dia a dia!

Agradeço à minha orientadora, **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Beatriz da Silveira Moretti**, por ser mais do que uma orientadora, ser principalmente uma amiga, que desde a graduação sempre esteve lá para me ajudar sempre. Com você sei que posso contar sempre, seja para uma conversa sobre assuntos banais ou para tirar minhas dúvidas. Você é uma das pessoas em que me espelho para tornar a professora que pretendo ser. Muito obrigada por tudo que você fez e faz por mim e pelas inúmeras lições.

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vivien Thiemy Sakai** obrigada pelos ensinamentos, pela confiança, pela convivência. Você é uma das pessoa mais brilhantes que conheço e espero um dia passar adiante tudo que pude aprender com você.

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Danielly Cunha Araújo Ferreira**, obrigada pelo convívio, que apesar de breve foi extremamente prazeroso. E também por todas as sugestões e ajuda durante a minha etapa de qualificação. Você faz muita falta em Alfenas!

Ao **Prof. Dr. Edmêr Silvestre Pereira Júnior** pela convivência diária, por sua disponibilidade em ajudar nas clínicas em que estávamos juntos e pela contribuição à minha qualificação.

A todos os **mestres** do Programa de Pós-Graduação pelos valiosos ensinamentos na minha formação. Cada um de vocês foi de suma importância nesta jornada!

Aos colegas de mestrado **Bianca, Da-Ré, Geovane, Lysandro, Ribamar e Thatiana** obrigada por estarem junto comigo nessa etapa da minha vida. Vocês a tornaram muito mais divertida e leve.

À **Nayara** e à **Marina**, por me ensinarem os procedimentos com tanta paciência e carinho e por estarem sempre disponíveis para ajudar em qualquer situação. Vocês foram fundamentais neste trabalho. Tenho certeza do futuro brilhante que lhes espera!

Ao **Leopoldo**, pela ajuda no trabalho, por ser quem mais me cobrava sobre o andamento do trabalho e principalmente pela amizade.

À **Ana Paula**, que mesmo antes de entrar no Mestrado já estava ao meu lado ajudando na pesquisa, na orientação aos alunos de graduação e também como amiga nas conversas diárias.

À **Cíntia**, por me ajudar na fotografia das lâminas.

Ao Laboratório de Patologia da Unifal-MG, em especial a **Maria Ângela** e ao mestrando **Matheus**, que não negaram esforços em me ajudar quando eu precisei.

Ao **Francisco** pela ajuda nas lâminas ainda que com um prazo tão curto!

Às minhas queridas **Funcionárias da Clínica de Odontopediatria da Unifal-MG, Luzia, Mônica, Paloma, Patrícia e Sônia**, pelo carinho que sempre tiveram comigo, pela convivência e pelas conversas sempre tão prazerosas. Muito obrigada, meninas! Vou morrer de saudades de vocês!

À **Fabiana** por sempre estar disponível quando eu precisava de auxílio nos problemas e assuntos burocráticos do mestrado.

Aos **pacientes** da Clínica de Odontopediatria, que me auxiliaram a crescer como profissional e pessoa.

À **equipe do biotério** da UNIFAL-MG, agradeço o cuidado com os animais que fizeram parte deste trabalho e principalmente o carinho e paciência que sempre tiveram comigo, tornando os dias de trabalho mais prazerosos com as conversas que tínhamos.

Quem me conhece sabe a dificuldade que foi para mim, ideologicamente, realizar esta pesquisa em animais, por isso também quero agradecer aos **ratos** que fizeram parte desta pesquisa. Serei eternamente grata.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Alfenas, representada pelo diretor **Prof. Dr. Edmêr Silvestre Pereira Júnior**, por me acolher também no Mestrado. Tenho muito orgulho de ter esta faculdade na minha vida em tantos aspectos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da UNIFAL-MG, representada pela coordenadora **Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vivien Thiemy Sakai**, pela possibilidade de crescimento profissional.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** (CAPES) pelo apoio financeiro concedido durante o mestrado.

Aos **membros da banca examinadora** pelo aceite do convite para correção, sugestões e críticas que irão acrescentar muito na qualidade deste trabalho.

E a todos que não foram aqui citados, mas que fizeram parte de diferentes maneiras em vários momentos desta trajetória, deixo aqui o meu reconhecimento e o meu muito obrigada a cada um de vocês!

*“Se fui capaz de ver mais longe é porque me apoiei em ombros de gigantes.”*  
(ISAAC NEWTON)

## RESUMO

Este trabalho de pesquisa teve por objetivo avaliar histologicamente a resposta inflamatória da polpa dos primeiros molares inferiores de ratos Wistar após a realização de pulpotomia utilizando Agregado Trióxido Mineral (MTA) branco e Sulfato Férrico (SF) à 15,5% como materiais capeadores, nos períodos de 15 e 30 dias. Dezesesseis ratos Wistar foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais (MTA e SF) e divididos novamente em dois subgrupos de acordo com o tempo experimental (15 e 30 dias). Após a eutanásia dos animais, os dentes foram removidos em bloco com osso circundante, preparados e corados com Hematoxilina e Eosina (HE) para a análise histológica. Apenas um dente do grupo SF 15 dias apresentou lesão periapical, todos os outros dentes mantiveram vitalidade com algum grau de inflamação no remanescente pulpar. O infiltrado inflamatório foi maior no período de 15 dias, havendo uma regressão no período de 30 dias em ambos os materiais testados e as características de normalidade histológica do remanescente pulpar dos dentes tratados com MTA foram superiores às dos dentes tratados com SF, que mostraram uma substituição de parte do tecido pulpar por coágulo e com remanescentes de tecido necrótico. Entretanto, nenhuma diferença estatisticamente foi encontrada entre os grupos.

Palavras-chave: Pulpotomia. Capeamento da Polpa Dentária. Pulpite.

## **ABSTRACT**

This research aimed to evaluate histologically the inflammatory response at 15 and 30 days of Wistar rats mandibular first molars pulp after pulpotomy using white Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and 15,5% Ferric Sulphate (FS) as capping materials. Sixteen male Wistar rats were randomly divided into two experimental groups (MTA and FS) and then divided into two subgroups according to the experimental period (15 and 30 days). After the euthanasia of the animals, the teeth were extracted in block with surrounding bone, prepared and stained with Hematoxylin and Eosin (HE) for histological analysis. Only one tooth of the SF 15 days group showed apical periodontitis, all other teeth kept their vitality with some degree of inflammation in the remaining pulp. The inflammatory infiltrates was higher in the 15 days period, there was a regression in the 30 days period at both tested materials and the histological normality of the remaining pulp were better on the teeth treated with MTA than on those treated with FS, wich showed a replacement of part of the pulp tissue for blood clot and remaining of necrotic tissue. However, no statistically difference was found between the groups.

Keywords: Pulpotomy. Dental Pulp Capping. Pulpitis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contenção do animal .....	27
Figura 2 - Abertura Coronária .....	28
Figura 3 - Exposição pulpar e pulpotomia .....	28
Figura 4 - Pulpotomia com MTA branco .....	29
Figura 5 - Pulpotomia com sulfato férrico 15,5% .....	30
Figura 6 - Lesão periapical após 15 dias da pulpotomia realizada com SF .....	32
Figura 7 - Aspecto microscópico após 15 dias da pulpotomia com MTA .....	33
Figura 8 - Aspecto microscópico após 30 dias da pulpotomia com MTA.....	33
Figura 9 - Aspecto microscópico após 15 dias da pulpotomia com SF .....	34
Figura 10 - Aspecto microscópico após 30 dias da pulpotomia com SF .....	34
Figura 11 - Representação gráfica das funções de regressão linear .....	35



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Porcentagem de inflamação pulpar de acordo com os escores propostos em cada material testado no decorrer dos períodos experimentais ..... 34
- Tabela 2 - Resultado do teste Kruskal-Wallis para a inflamação pulpar nos tempos de 15 e 30 dias ..... 35
- Tabela 3 - Frequências de observações de respostas teciduais para MTA e SF nos tempos experimentais de 15 e 30 dias ..... 35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AAPD** - American Academy of Pediatric Dentistry
- CEM** - Mistura Enriquecida com Cálcio
- CIV** - Cimento de Ionômero de Vidro
- EDTA** - Ácido Etileno Diamino-Tetracético
- FC** - Formocresol
- HC** - Hidróxido de Cálcio
- HE** - Hematoxilina e Eosina
- IARC** - International Agency for Research on Cancer
- IRM** - Intermediate Restorative Material
- MTA** - Agregado Trióxido Mineral
- SF** - Sulfato Férrico
- ZOE** - Óxido de Zinco e Eugenol

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Polpa dentária e inflamação pulpar</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Pulpotomia de dentes decíduos e materiais capeadores</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Comitê de Ética</b>	<b>26</b>
<b>4.2</b>	<b>Modelo Experimental</b>	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Procedimento Operatório</b>	<b>26</b>
<b>4.4</b>	<b>Eutanásia</b>	<b>30</b>
<b>4.5</b>	<b>Preparo dos Dentes Extraídos para Análise Histológica</b>	<b>30</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise Histológica do Complexo Dentino-pulpar</b>	<b>31</b>
<b>4.7</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>46</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO A</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Polpa dentária é a estrutura interna do dente, formada por tecido conjuntivo frouxo ricamente vascularizado e innervado. Em resposta a alguns estímulos e a lesões locais, ela é capaz da auto-cura. Para que haja a reparação do tecido danificado, é necessário que o local injuriado forneça suporte à migração, proliferação e diferenciação de células indiferenciadas (ALBUQUERQUE; GOMINHO; SANTOS, 2006; NAKASHIMA; AKAMINE, 2005; ZHANG et al., 2007).

Essas células precisam ter a capacidade de diferenciação em odontoblastos para que haja a formação de uma barreira dentinária (BJØRDAL; MJÖR, 2001). Para isto, a migração de células progenitoras ao local da injúria para diferenciação em células semelhantes a odontoblastos será um evento importante de recrutamento celular durante a reparação, quando há o comprometimento da vitalidade dos odontoblastos primários (SLOAN; SMITH, 2007).

A pulpotomia é o procedimento indicado quando a remoção da cárie dentária resulta em exposição pulpar em dentes com polpa normal ou pulpíte reversível, ou em dentes que tiveram exposição pulpar após traumatismo (American Association of Pediatric Dentistry [AAPD], 2015-2016). Entretanto, a pulpotomia em dentes decíduos ainda é alvo de muita controvérsia e discussão, visto que os agentes de capeamento pulpar disponíveis não preenchem todos os requisitos de um material ideal para procedimentos conservadores da vitalidade pulpar (AAPD, 2015-2016; CASTRO, 2005; EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; FERNANDES et al., 2015; FUKS, 2008; MORETTI et al., 2008; OLIVEIRA, 2013; SAKAI et al., 2009).

Idealmente, o material capeador deve ser biologicamente compatível com o complexo dentino-pulpar; estimular a recuperação das funções biológicas da polpa; possuir propriedades bacteriostáticas e bactericidas; vedar as margens cavitárias; ser adesivo às estruturas dentárias; apresentar boa resistência mecânica para suportar a mastigação; ser bom isolante térmico e elétrico e ser insolúvel no meio bucal. Porém, os inúmeros materiais disponíveis no mercado e utilizados em pulpotomias de dentes decíduos não preenchem todos esses requisitos, o que gera dúvidas quanto à escolha do agente capeador ideal (ASGARY; SHIRVANI; FAZLYAB, 2014; FUKS, 2002; FUKS; PAPAGIANNOULIS, 2006; NIRANJANI et al., 2015; PEREIRA et

al., 2004; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008; SRINIVASAN; PATCHETT; WATERHOUSE, 2006).

Agentes como o hidróxido de cálcio (HC) (MORETTI et al., 2008; ODABAS et al., 2011; TRAIRATVORAKUL; KOOTHIRATRAKARN, 2012; WATERHOUSE et al., 2000), sulfato férrico (SF) (DEERY, 2005; ERDEM et al., 2011; FUKS et al., 1997; IBRICEVIC; AL-JAME, 2003; MARKOVIC; ZIVOJINOVIC; VUCETIC, 2005; ODABAS et al., 2012; PAPAGIANNOULIS, 2002; PENG et al., 2007; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008), agregado trióxido mineral (MTA) (AEINEHCHI et al., 2007; AGAMY et al., 2004; EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; MORETTI et al., 2008; PARANJPE et al., 2011; SAKAI et al., 2009), cimento Portland (CONTI et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013; SAKAI et al., 2009), hipoclorito de sódio (FARSI et al., 2015; FERNÁNDEZ et al., 2012; VOSTATEK et al., 2011) e mais recentemente o glutaraldeído (HAVALÉ et al., 2013; WEGLARZ; OLCZAK-KOWALCZYK, 2015), têm sido bastante investigados e testados com o intuito de encontrar um material que apresente sucesso clínico e radiográfico igual ou superior ao formocresol (FC), mas que apresente também sucesso histológico e potencial biológico que favoreça o restabelecimento da saúde da polpa.

O FC, em sua fórmula diluída a 1:5, foi considerado o medicamento de escolha para a realização de pulpotomias de dentes decíduos durante muito tempo (AGAMY et al., 2004; FUKS, 2002; FUKS, 2008; HOLAN; FUKS; KELTZ, 2002; HUTH et al., 2012). Apesar de inúmeros estudos demonstrem os excelentes índices de sucesso clínico e radiográfico das pulpotomias com este material (DEAN et al., 2002; FUKS, 2002; MORETTI et al., 2008; STRANGE et al., 2001; WATERHOUSE et al., 2000), o FC provoca alterações pulpares irreversíveis e alterações inflamatórias nos tecidos periapicais, podendo inclusive afetar folículos dentários (CASTRO, 2005; FUKS et al., 1997; WATERHOUSE et al., 2000; ZARZAR et al., 2003). Também, ficou comprovado seu potencial carcinogênico e mutagênico (AL-HAJ ALI; AL-JUNDI; DITTO, 2015; FUKS, 2008; IARC, 2004; NIRANJANI et al., 2015; PENG et al., 2007; SAMIEI et al., 2015; SRINIVASAN; PATCHETT; WALKER et al., 2013; WATERHOUSE, 2006; ZARZAR et al., 2003), o que evidencia a necessidade da busca por materiais mais compatíveis com a saúde do indivíduo.

Em muitos países, o SF tem substituído o FC como agente capeador de escolha em pulpotomias de baixo custo, uma vez que tem demonstrado sucesso clínico e

radiográfico semelhante ao do FC (DEERY, 2005; IBRICEVIC; AL-JAME, 2003; MARKOVIC; ZIVOJINOVIC; VUCETIC, 2005; PAPAGIANNOULIS, 2002). A ação do SF se dá a partir do contato com o sangue, no qual há a formação de um complexo proteico de íons férrico, cuja membrana veda mecanicamente os vasos cortados produzindo hemostasia. Esse complexo proteico evita formação de coágulo sanguíneo, já que os tampões obstruem os orifícios capilares, minimizando a possibilidade de inflamação local e reabsorção interna (LEMON; STEELE; JEANSONNE, 1993; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008).

O MTA é capaz de manter a vitalidade pulpar e promover o reparo quando em contato com a polpa dental ou com os tecidos perirradiculares (FUNTEAS; WALLACE; FOCHTMAN, 2003). Acredita-se que o MTA consiga induzir a formação de barreira de tecido mineralizado em consequência da sua biocompatibilidade e excelente capacidade de selamento (CAICEDO et al., 2006; CHACKO; KURIKOSE, 2006; DOMINGUEZ, 2003; KARABUCAK et al., 2005; MORETTI et al., 2008; TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999). Além da formação de ponte de dentina, o MTA também tem efeito nos canais radiculares, onde ocorre uma deposição ativa de tecido mineralizado em um fenômeno conhecido como estenose radicular, que ocasiona em um estreitamento ou completa obliteração do canal radicular (EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; HOLAN; EIDELMAN; FUKS, 2005; MAROTO et al., 2005; MENEZES et al., 2004; MORETTI et al., 2008; SALAKO et al., 2003). As maiores desvantagens notadas na utilização deste material como agente capeador são seu elevado custo, o que dificulta sua utilização principalmente em serviços públicos de promoção de saúde (AL-HAJ ALI; AL-JUNDI; DITTO, 2015; WALKER et al., 2013) e a descoloração dentária após o uso deste material (MATOS, 2014).

Para se evitar a perda precoce de dentes decíduos por alterações nos tecidos pulpares, é de fundamental importância que se restabeleça a saúde do remanescente pulpar com ajuda de agentes capeadores durante a pulpotomia. Acredita-se que falhas em pulpotomias com a utilização de determinados materiais podem estar associadas a reações inflamatórias agudas subclínicas.

Embora apresentem bons resultados clínicos e radiográficos, ainda não existem resultados absolutos sobre a condição histológica do tecido pulpar após a realização de pulpotomia com alguns agentes capeadores. Desta forma, mais estudos

são necessários para que se chegue a um agente capeador que possa ser considerado o material de eleição para pulpotomias de dentes decíduos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A realização de pulpotomias com agentes capeadores que favoreçam o restabelecimento da saúde pulpar é de fundamental importância para evitar a perda prematura de dentes decíduos com alterações do tecido pulpare coronários decorrentes de cárie dentária ou traumatismo, evitando assim uma série de inconvenientes como a perda de espaço, colapso da oclusão, falta de guia de erupção para os dentes permanentes, além de comprometimento funcional e estético. Por isso, é necessário que se entendam conceitos relacionados a esse procedimento.

### 2.1 Polpa dentária e inflamação pulpar

A polpa dentária é um tecido conjuntivo frouxo, de origem mesenquimal constituída de células, substância fundamental, fibras, vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos. Por ocupar uma posição central no dente, é praticamente toda envolvida pela dentina. Em sua região periférica, se localizam os odontoblastos, seguidos de uma zona basal (acelular) e da zona rica em células. O centro da polpa é composto por vasos sanguíneos, fibras nervosas e células distribuídas na matriz extracelular. Os principais fatores que podem induzir a inflamação pulpar são os seguintes: o ingresso de micro-organismos através da cárie dentária via túbulos dentinários; irritação química e/ou colagem de substâncias para adesão de materiais dentários; irritação mecânica durante o preparo em procedimentos restauradores; trauma de oclusão ou movimentação ortodôntica dos dentes. Tais fatores podem desencadear as cascatas inflamatórias, o que por vezes, pode progredir para dor e reabsorção radicular através de inflamação neurogênica e remodelação do tecido duro (AUGSBURGUER; PETERS, 1981; HANNAS et al., 2007; PARK et al. 2015).

O processo inflamatório tem por objetivo livrar o organismo da causa e das consequências da lesão celular. Essa resposta envolve mediadores químicos, células imunológicas e inflamatórias como neutrófilos, macrófagos, linfócitos, basófilos, eosinófilos, mastócitos e plasmócitos e ocorre em tecidos conjuntivos vascularizados (COTRAN; KUMAR; COLLINS, 2000).

A polpa, em situações de normalidade, tem alta capacidade de defesa e reparo frente a uma agressão. Este mecanismo de defesa pulpar pode ser evidenciado de três formas, que podem ocorrer em conjunto ou de forma isolada: formação de



esclerose dentinária; formação de dentina reparadora na superfície interna da câmara pulpar e indução do processo inflamatório, podendo este último, induzir reparo ou necrose pulpar (TZIAFAS; SMITH; LESOT, 2000).

O processo de cicatrização da polpa dentária tem por objetivo formar uma barreira de tecido mineralizado pela indução da diferenciação celular, da produção de dentina e da mineralização, ocasionando a formação de uma ponte dentinária, que irá proteger a polpa subjacente de infiltração bacteriana e outras agressões do meio (FERRACANE; COOPER; SMITH, 2010).

A polpa dentária tem uma resposta defensiva envolvendo células imunológicas. Dessa forma, a presença de determinados tipos celulares tem um papel importante para que o processo inflamatório pulpar exerça sua função sem lesar irreversivelmente o tecido (IZUMI et al., 1995).

O equilíbrio entre mediadores pró e anti-inflamatórios é o que representa a reação inflamatória (COOPER et al., 2010). A inflamação pulpar também é caracterizada por mudança no fluxo sanguíneo, na função das células imunocompetentes e na atividade neuronal. Mediadores como histamina, prostaglandinas e neuropeptídeos estão envolvidos em um ou mais desses processos (OLGART; EDWAL; GRAZELIUS, 1991; STERIN-BORDA et al., 2007).

O entendimento sobre os mecanismos moleculares das cascatas inflamatórias, os efeitos imunomoduladores de substâncias agressoras, as técnicas utilizadas para estudar a inflamação e o reparo da polpa dentária, e uma compreensão do processo inflamatório são extremamente importantes no campo de endodontia (PARK et al., 2015) e são essenciais para o desenvolvimento de novos biomateriais (ZANINI et al., 2012).

## **2.2 Pulpotomia de dentes decíduos e materiais capeadores**

A cárie é a doença dentária mais comum em crianças e tem sido a principal ameaça para a integridade da dentição decídua. A extração dos dentes cariados antes da época indicada pode resultar em inúmeras complicações para a criança, como dificuldade na mastigação e fala, perda da oclusão normal, espaço inadequado nos arcos, deficiência no crescimento facial e instalação de hábitos deletérios (CAICEDO et al., 2006; FUKS, 2008; GODHI; SOOD; SHARMA, 2011). Por conse-

guinte, uma das principais metas na Odontopediatria é a restauração e manutenção dos dentes decíduos. Eles devem ser restaurados de tal modo que estejam em um estado de funcionalidade até sua esfoliação natural. Dependendo da extensão da inflamação e envolvimento da polpa causados pela cárie, vários tipos de terapias pulpares podem ser indicados, como capeamento pulpar, pulpotomia ou pulpectomia (GOYAL et al., 2016).

O principal conceito de endodontia pediátrica moderna é o de manter a polpa dos dentes decíduos vital até sua reabsorção fisiológica normal ao invés de apenas manter os dentes nos arcos (FRENKEL; KAUFMAN; ASHKENAZI, 2012; IBRICEVIC; AL-JAME, 2003). Segundo as diretrizes da Academia Americana de Odontopediatria (AAPD) (2015-2016), a pulpotomia é o procedimento indicado em dentes com polpa normal ou com pulpite reversível que tiveram exposição pulpar após traumatismo ou durante o processo de remoção da cárie. Esta é uma terapia conservadora realizada para remover os tecidos inflamados da polpa coronária seguido de um tratamento que mantenha o tecido pulpar nos canais radiculares vital (GOYAL et al., 2016).

O material ideal para o capeamento da polpa radicular deve ter propriedades bactericidas e bacteriostáticas, ser inofensivo às células e estruturas circundantes, estimular a recuperação das funções biológicas, promover a cicatrização do tecido pulpar, não interferir com os processos fisiológicos de reabsorção radicular, ter boa resistência mecânica para suportar as forças decorrentes da mastigação, ser bom isolante térmico e elétrico, não ser solúvel no meio bucal e não ser tóxico ao tecido do remanescente pulpar (BJØRNDAL; MJÖR, 2001; FUKS, 2002; FUKS; PAPAGI-ANNOULIS, 2006; ; MALEKAFZALI; SHEKARCHI; ASGARY, 2011; NOSRAT; PEIMANI; ASGARY, 2013; PARIROKH; TORABINEJAD, 2010; SHAYEGAN; PETEIN; ABBEELE, 2008; SRINIVASAN; PATCHETT; WATERHOUSE, 2006). Entretanto, como nenhum dos agentes capeadores existentes preenche todos os requisitos, ainda há incerteza sobre qual material usar.

O Formocresol (FC) foi introduzido pela primeira vez por Sweet em 1932 e, desde então, tem sido um medicamento popular em pulpotomias, principalmente devido à sua facilidade de uso e sucesso clínico e baixo custo. No entanto, preocupações sobre a segurança do FC têm sido levantadas devido a relatos de toxicidade, potencial carcinogênico, alterações radiográficas negativas em dentes tratados e

efeitos negativos sobre o esmalte do dente permanente. Em junho de 2004, a Agência Internacional de Investigação de Câncer (IARC) classificou o formaldeído como carcinogênico em humanos, fazendo com que fosse necessária a procura de alternativas para FC (LI. et al., 2016).

Waterhouse (2008), apoia a necessidade de afastamento de preparações que contenham formaldeído no atendimento odontológico pediátrico, afirmando que tal medida deve ser tomada devido à possível toxicidade do formaldeído e para refletir uma abordagem mais biológica para terapia pulpar na dentição decídua. Entretanto, inúmeros cursos de Odontopediatria ainda tem o FC como agente capeador de escolhas para pulpotomias (WALKER et al., 2013).

O uso de sulfato férrico (SF) foi recomendado como uma alternativa para procedimentos de pulpotomia de dentes decíduos em substituição ao FC em pulpotomias de baixo custo, quando o Agregado Trióxido Mineral (MTA) não possa ser usado (FUKS, 2002; LIN et al., 2014).

O SF é um produto químico não-aldeído utilizado inicialmente como agente hemostático e que mostrou resultados promissores como um material capeador para pulpotomias de dentes decíduos (FEI; UDIN; JOHNSON, 1991; GOYAL et al., 2016; HAVALÉ et al., 2013; LEMON; STEELE; JEANSONNE, 1993; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008). Quando utilizado por 15 segundos durante este procedimento, o SF tem o mesmo efeito do FC, mas com menores taxas de toxicidade (AL-HAJ ALI, 2015).

A pulpotomia com o SF foi inicialmente introduzida para preservar a polpa, pois em contato com o sangue, os íons férricos formam um complexo proteico cuja membrana veda mecanicamente os vasos sanguíneos cortados, proporcionando hemostasia. Esse mecanismo de controle da hemorragia pode minimizar as possibilidades de inflamação e reabsorção interna. Acredita-se que isto pode estar associado à formação do coágulo fisiológico (FEI; UDIN; JOHNSON, 1991; GOYAL et al., 2016; HAVALÉ et al., 2013; KUHNEN, 2015; LEMON; STEELE; JEANSONNE, 1993; SMITH; SEALE; NUNN, 2000; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008).

Em uma revisão sistemática da literatura, as taxas de sucesso clínico encontradas em tratamentos com o SF variaram de 78% a 100% e a de sucesso radiográfico de 42% a 97% (PENG et al., 2007). Entretanto, poucos estudos são realizados para se ter um parâmetro de sucesso histológico (CLEATON-JONES et al., 2002).

Cleaton-Jones et al. (2002) relatam que apesar do sucesso clínico e radiográfico da pulpotomia realizada com SF e FC, em 100% das amostras foram encontradas porções de tecidos necróticos nas paredes dos canais ou no ápice dos dentes tratados. Com isso, eles concluíram que a pulpotomia em um dente decíduo pode ser clinicamente bem sucedida mesmo na presença de reações histológicas adversas.

Salako et al. (2003) compararam quatro materiais (Bioglass, MTA, FC e SF) utilizados como agentes capeadores em pulpotomia em molares de ratos. No trabalho, 20 animais foram distribuídos para cada material e esses grupos foram então subdivididos quanto ao tempo experimental de 2 e 4 semanas. O Bioglass apresentou alterações inflamatórias no período de 2 semanas e polpa histologicamente normal com vasodilatação na 4ª semana. As amostras de MTA demonstraram sinais de formação de barreira dentinária às 2 e 4 semanas, entretanto, uma amostra do subgrupo de 2 semanas apresentou células de inflamação aguda ao redor do material. No caso do FC, as amostras revelaram áreas necróticas próximas às áreas da pulpotomia seguida de infiltrado inflamatório no período de 2 semanas. Às 4 semanas, as amostras apresentavam áreas atróficas seguidas de zonas de formação de tecido fibrótico. Enquanto que as amostras do SF apresentaram destruição pulpar, infiltrado inflamatório agudo e calcificação de áreas da polpa radicular.

Al-Haj Ali, Al-Jundi e Ditto (2015) avaliaram, *in vitro*, a toxicidade do FC, SF e MTA em cultura de fibroblastos de ligamento periodontal humano. As células do ligamento periodontal foram submetidas a diferentes concentrações dos materiais por 24, 48 e 72 horas. A maior toxicidade foi encontrada no FC, seguida do SF. Apenas o MTA apresentou viabilidade celular próxima ao controle negativo. Apesar do MTA ter sido melhor que os outros materiais, os autores consideraram o SF uma melhor alternativa para substituir o FC em pulpotomias de dentes decíduos, devido ao alto custo do MTA.

Samiei et al. (2015) utilizaram a linhagem TA100 de *Salmonella typhimurium* para avaliar a mutagenicidade de diferentes concentrações de materiais de pulpotomia (FC, SF e cimento CEM), na presença e ausência de sistemas enzimáticos encontrados na fração S9 de fígado de rato. Os resultados mostraram que o SF foi mutagênico nas concentrações preparadas de 1/100 e 1/1000, na ausência da fração S9. Já o FC mostrou forte toxicidade em relação à linhagem TA100 de *S. typhimu-*

*rium* até a diluição de 1000 vezes da solução original, particularmente na presença da fração S9. Enquanto que o cimento CEM não apresentou potencial mutagênico.

As diretrizes da AAPD (2015-2016) indicam o uso do FC, do SF, de bisturi elétrico e do MTA como agentes capeadores para pulpotomias em dentes decíduos, pois são materiais que apresentam elevadas taxas de sucesso clínico a longo prazo. Dentre estes materiais, o que apresenta as taxas mais elevadas tanto em sucesso clínico como radiográfico e histológico é o MTA.

O MTA é um material desenvolvido por Torabinejad em 1995 que o sugeriu para retro-obturação endodôntica. Ele é composto por silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_4$ ), óxido de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ), carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ) e aluminato de cálcio ( $\text{CaAl}_2\text{O}_4$ ). Quando misturado com água, forma cristais de óxido de cálcio em uma estrutura amorfa que consiste de 33% de cálcio, 49% de fosfato, 2% de carbono, 3% de cloreto e 6% de sílica (TORABINEJAD et al., 1995). Ele é um material biocompatível, tem alta capacidade de vedação e de formação de ponte dentinária e pode regenerar cemento e ligamento periodontal. Ele também tem a capacidade de estimular a liberação de citocina a partir de células ósseas, por isso, tem a capacidade de promover ativamente a formação de tecido duro (CHACKO; KURIKOSE, 2006; GOYAL et al., 2016; MORETTI et al., 2008; PARK et al., 2007; SAKAI et al., 2009; TZIAFAS et al., 2002).

O MTA apresenta um pH extremamente alcalino com valor de 12,5. O tempo de presa do material é cerca de 4 horas após exposição à umidade e a sua resistência à compressão atinge 70 Mpa depois de vários dias. Esta resistência é semelhante a do IRM e sua capacidade de vedação se mostrou superior à de uma liga metálica ou de ZOE. (TORABINEJAD et al., 1995; TORABINEJAD; CHIVIAN, 1999).

Durante e após sua aplicação, o MTA libera íons de cálcio. Estes íons de cálcio reagem com o fósforo produzindo cristais de hidroxiapatita na superfície do MTA e na interface MTA-dentina. Esta atividade é considerada como sendo a responsável pela biocompatibilidade, atividade dentinogênica e habilidade de vedação deste material (ASGARY et al., 2009; GOYAL et al., 2016; NOSRAT; PEIMANI; ASGARY, 2013; SARKAR et al., 2005).

Em molares decíduos pulpotomizados tratados com o MTA, as taxas de sucesso relatadas foram acima de 94% em 12-74 meses de acompanhamento (AGAMY et al., 2004; FARSI et al., 2015; FRENKEL; KAUFMAN; ASHKENAZI, 2012;

HOLAN; EIDELMAN; FUKS, 2005; MORETTI et al., 2008; SAKAI et al., 2009; STRINGHINI JUNIOR; VITCEL; OLIVEIRA, 2015).

O MTA é o padrão ouro como material capeador para pulpotomias (PARK et al., 2007; SHAYEGAN; PETEIN; ABBEELE, 2008) pois suas principais vantagens incluem suas propriedades antimicrobianas, biocompatibilidade com o tecido pulpar, manutenção da integridade com baixa reação inflamatória e indução de células pulpares para segregar citocinas, o que acelera a formação de barreira de tecido duro (EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; FRENKEL; KAUFMAN; ASHKENAZI, 2012; GOYAL et al., 2016; KOH et al., 1997; NEAMATOLLAHI; TAJIK, 2006; NOSRAT; PEIMANI; ASGARY, 2013; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008; TZIAFAS et al., 2002).

As desvantagens encontradas neste material são a descoloração dos dentes tratados com o mesmo (MATOS, 2014), maior dificuldade de operação (LI et al., 2016) e seu elevado custo, o que limita sua utilização principalmente em serviços públicos de promoção de saúde em países em desenvolvimento (AL-HAJ ALI; AL-JUNDI; DITTO, 2015; WALKER et al., 2013), tornando necessária a busca por materiais mais acessíveis.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a reação inflamatória, através de análise histológica, em molares de ratos após pulpotomia com MTA branco e Sulfato Férrico à 15,5%, nos períodos de 15 e 30 dias pós-operatórios.

## 4 METODOLOGIA

A pesquisa foi delineada para a utilização de 32 dentes, divididos em grupos de acordo com o material a ser utilizado e o tempo de acompanhamento.

### 4.1 Comitê de Ética

O projeto desta pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética envolvendo Pesquisa em animais da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG, e aprovado sob o protocolo 660/2015 (ANEXO A).

### 4.2 Modelo Experimental

Foram utilizados 16 ratos (*Rattus norvegicus albinus*, Wistar), machos, com peso entre 250 e 300 gramas, obtidos do Biotério da Universidade Federal de Alfenas, UNIFAL-MG. Os animais foram mantidos em gaiolas identificadas e em ambiente com temperatura entre 22 e 24° C, ciclo de luz controlada (12 horas claro e 12 horas escuro) e consumo de ração sólida e água *ad libitum* durante todo o período experimental. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, de acordo com os materiais a serem testados. Cada grupo, por sua vez, foi dividido em 2 subgrupos, de acordo com o tempo experimental de 15 e 30 dias pós-pulpotomia. Foram utilizados 2 dentes de cada animal (primeiros molares inferiores direito e esquerdo) totalizando 32 dentes, assim distribuídos:

**Grupo I** (n = 8 ratos/16 dentes) - pulpotomia com cimento MTA branco Angelus®

IA (n = 4 ratos/8 dentes) - tempo experimental 15 dias

IB (n = 4 ratos/8 dentes) - tempo experimental 30 dias

**Grupo II** (n = 8 ratos/16 dentes) - pulpotomia com Sulfato Férrico a 15,5%

IIA (n = 4 ratos/8 dentes) - tempo experimental 15 dias

IIB (n = 4 ratos/8 dentes) - tempo experimental 30 dias

### 4.3 Procedimento Operatório



Os animais foram anestesiados por injeção intramuscular de cloridrato de xilazina 2% (Xilazin – Syntec do Brasil Ltda, SANTANA de PARNAÍBA, SP, Brasil) na concentração de 6mg/kg e cloridrato de quetamina 10% (Syntec do Brasil Ltda, SANTANA de PARNAÍBA, SP, Brasil) na concentração de 70mg/kg e contidos em uma mesa operatória que permitia a manutenção da boca aberta e sua imobilização após a anestesia (Figura 1).



Figura 1 – Contenção do animal

Fonte: Arquivos deste grupo de Pesquisa (Autoria de Cunha e Junqueira)

Foi realizada a assepsia da cavidade oral por embrocção com penso de algodão umedecido em digluconato de clorexidina 0,12% (Periogard/Colgate Palmolive Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil).

O preparo cavitário foi realizado com broca esférica diamantada nº 1011 (FG KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda., Barueri, SP, Brasil) em alta rotação. A abertura foi iniciada por uma cavidade no centro da face oclusal, removendo a ponte de esmalte central, em uma profundidade do tamanho da parte ativa da broca (Figura 2), sob irrigação/aspiração com soro fisiológico para remoção das raspas de dentina. A exposição pulpar, ampliação e regularização da cavidade foi feita utilizando-se uma broca de aço esférica nº1 (Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil). O tecido pulpar coronário exposto foi amputado até o nível da entrada dos canais radiculares com o auxílio de uma cureta nº 5 (SS White, Objetos Dentári-

os Ltda., Juiz de Fora, MG, Brasil) (Figura 3). O excesso de soro fisiológico foi removido com auxílio de aplicadores descartáveis do tipo Microbrush (KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda., Barueri, SP, Brasil) estéreis.



Figura 2 – Abertura Coronária

A) Aspecto inicial do primeiro molar inferior

B) Abertura coronária em alta rotação com a broca diamantada 1011.

Fonte: Arquivos deste grupo de Pesquisa (Autoria de Cunha e Junqueira)

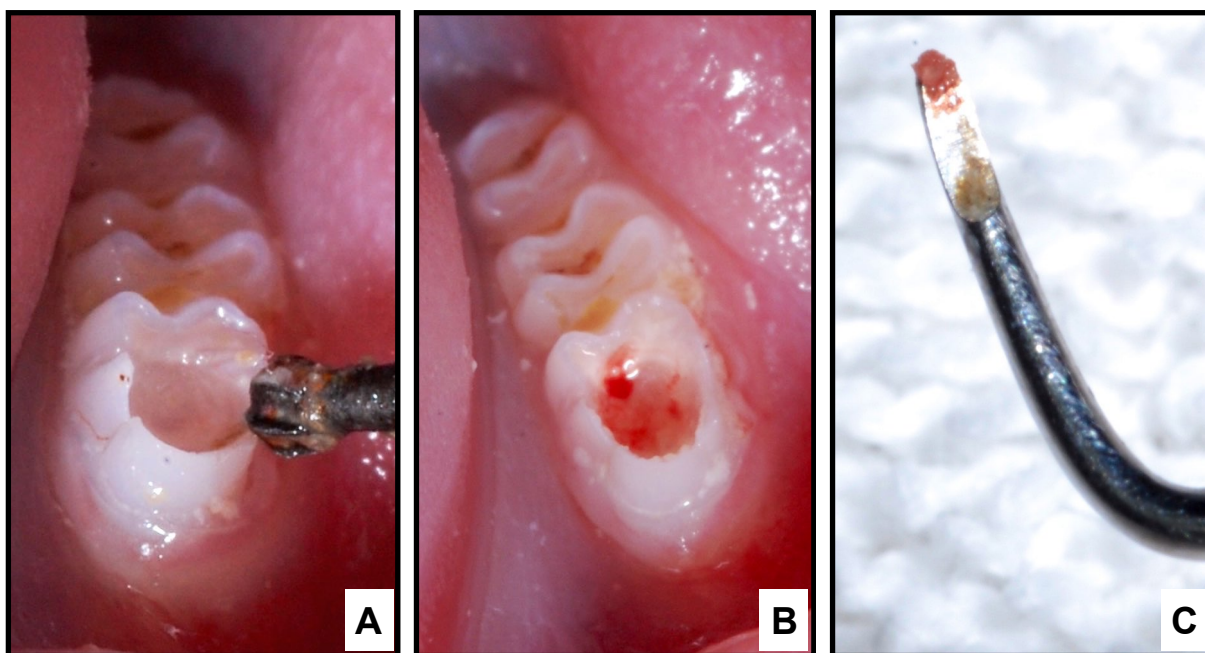


Figura 3 – Exposição pulpar e pulpotomia

A) Exposição pulpar, ampliação e a regularização da cavidade utilizando-se uma broca de aço esférica n°1

B) Exposição pulpar após o uso de broca de aço em baixa rotação

C) Tecido pulpar coronário amputado com o auxílio de uma cureta nº 5

Fonte: Arquivos deste grupo de Pesquisa (Autoria de Cunha e Junqueira)

Para o grupo do MTA branco (MTA White, Angelus, Londrina, PR, Brasil), o material foi misturado de acordo com as recomendações do fabricante, obtendo-se uma mistura lisa que foi aplicada no remanescente pulpar após o controle da hemorragia. A cavidade foi então selada com cimento de ionômero de vidro (CIV) convencional (Vidrion R – SSWhite Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (Figura 4).

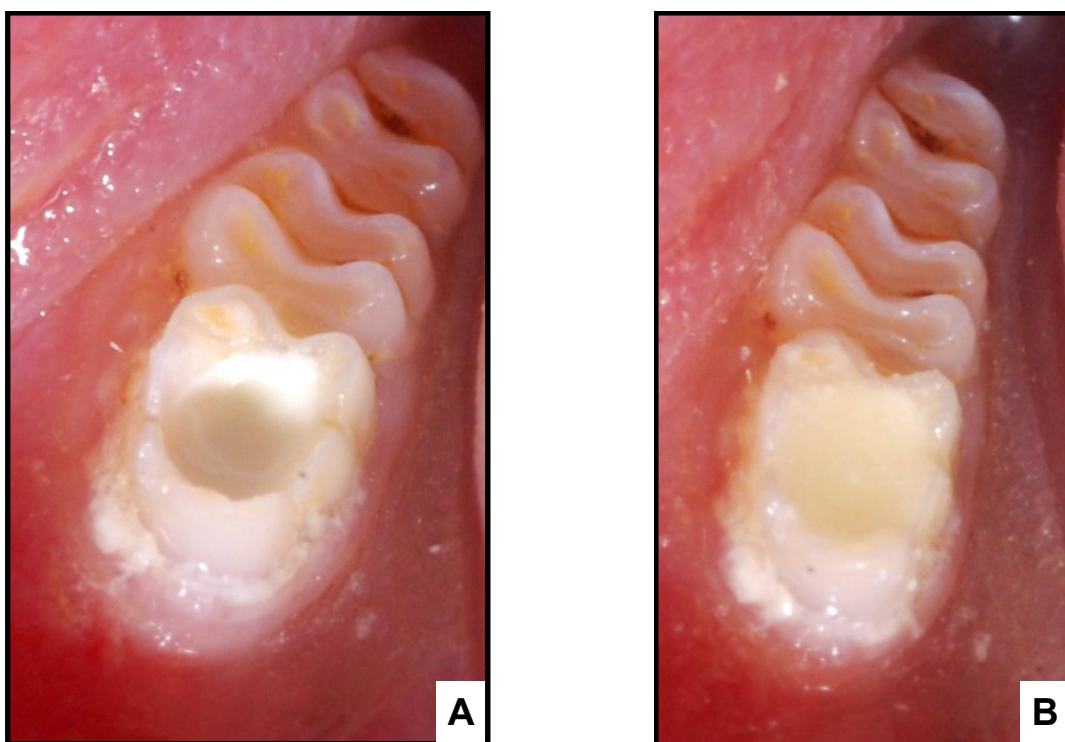


Figura 4 – Pulpotomia com MTA branco

A) Capeamento com MTA branco

B) Restauração com CIV

Fonte: Arquivos deste grupo de Pesquisa (Autoria de Cunha e Junqueira)

Para o grupo Sulfato Férrico à 15,5 % (Astringedent – Ultradent Products Inc, South Jordan, USA), utilizou-se um aplicador descartável Microbrush (KG Sorensen Indústria e Comércio Ltda., Barueri, SP, Brasil) estéril levemente umedecido com o material, que foi depositado na câmara pulpar na entrada dos condutos radiculares e mantido por 15 segundos. Decorrido o tempo determinado, o aplicador Microbrush foi removido e, na ausência de sinal de sangramento, uma base de óxido de zinco e eugenol (ZOE) (Presa Lenta - Biodinâmica Quím. E Farm. Ltda, Ibiporã, PR, Brasil),



foi acomodada na câmara pulpar. A cavidade foi, então, selada com CIV convencional (Vidrion R – SSWhite Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) (Figura 5).

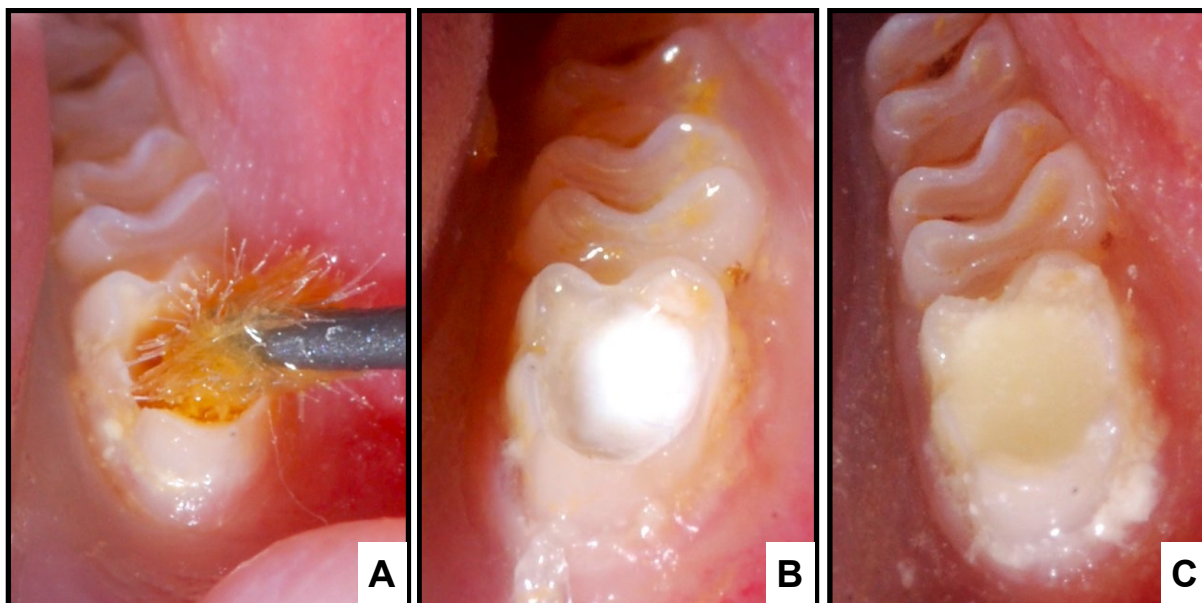


Figura 5 – Pulpotomia com sulfato férrico 15,5%  
A) Copeamento com sulfato férrico 15,5%  
B) Base de ZOE  
C) Restauração com CIV

Fonte: Arquivos deste grupo de Pesquisa (Autoria de Cunha e Junqueira)

#### 4.4 Eutanásia

Os ratos foram eutanasiados 15 e 30 dias pós-operatórios por inalação excessiva de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

#### 4.5 Preparo dos Dentes para Análise Histológica

As mandíbulas foram dissecadas livre da cabeça e os dentes removidos em bloco com osso circundante. Em seguida, foram fixados em formaldeído 10% por 24 horas. Após o período de fixação, iniciou-se a desmineralização em solução de ácido etileno diamino tetracético (EDTA) dissódico a 10%, o produto era trocado a cada 2 dias, por um período aproximado de 45 dias.

Completada a desmineralização, os dentes foram lavados, desidratados em bateria de graduação crescente de etanol, diafanizados em xilol e embebidos em parafina com o longo eixo do dente paralelo ao longo eixo do bloco de corte do micró-

tomo, de modo a permitir a obtenção de cortes longitudinais. Em seguida, os blocos foram desgastados em micrótomo até que a região da câmara pulpar e dos canais radiculares fosse atingida. Cortes seriados de 5 µm de espessura foram processados para obtenção das lâminas. Na sequência o material cortado foi distendido em banho maria e colhido em lâminas de vidro, que foram levadas a uma estufa a 60°C. Após o resfriamento das lâminas, foi feita uma sequência de banhos em álcoois de diferentes concentrações para desparafinização.

As lâminas desparafinizadas foram imersas em Hematoxilina de Harris e lavadas em água corrente para remover o excesso do corante. Em seguida, os cortes, já sem excesso de água, foram imersos em Eosina por cinco minutos, desidratados e clarificados, e as lâminas montadas para leitura em microscópio óptico.

#### **4.6 Análise Histológica do Complexo Dentino-pulpar**

Os dados coletados durante a análise das lâminas histológicas foram anotados em uma ficha de avaliação (APÊNDICE 2) para posterior análise dos resultados. As lâminas histológicas foram fotografadas e a morfometria foi realizada através do programa de computador Image Pro Express 6.3 (Media Cybernetics Inc., Rockville, MD, USA) que contou, em números absolutos, as células inflamatórias e, para cada parâmetro analisado, foi atribuído um escore, baseado na pontuação preconizada por Vosoughhosseini et al. (2008) conforme se segue:

- Inflamação pulpar:
- escore 0 - ausência de inflamação;
- escore 1 - infiltrado inflamatório suave ( < 25 células inflamatórias);
- escore 2 - infiltrado inflamatório moderado ( < 125 células inflamatórias);
- escore 3 - infiltrado inflamatório intenso ( > 125 células inflamatórias).

#### **4.7 Análise Estatística**

O experimento foi realizado em esquema fatorial com 2 fatores: tempo (15 e 30 dias) e tratamento (MTA e SF) com 4 repetições. Os dados obtidos pela análise histológica foram analisados e tabulados utilizando o teste não paramétrico Kruskal-Wallis à significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 5 RESULTADOS

A amostra foi composta por 32 primeiros molares inferiores de 16 ratos machos (*Rattus norvegicus albinus*, Wistar). Após 15 e 30 dias da realização das pulpotomias os animais foram eutanasiados e os dentes removidos com osso circundante para a confecção das lâminas. Não houve perda de animais durante o procedimento cirúrgico ou período de acompanhamento. Todos os animais tiveram o ganho de peso normal esperado para o seu tamanho, idade e tempo de acompanhamento e se alimentaram normalmente sem aparente desconforto. Nenhum evento adverso ocorreu durante o período de observação. Também não foi necessária analgesia pós-operatória em nenhum animal.

Entretanto, no decurso do processamento das lâminas de 2 grupos experimentais (MTA 15 dias e SF 30 dias), houve perda do material devido à descalcificação excessiva, sendo necessária a repetição de todos os procedimentos operatórios desses dois grupos.

Durante a análise das lâminas coradas com Hematoxilina e Eosina (HE), 2 dentes foram excluídos do estudo devido à perfuração na região da furca, sendo, um dente do grupo SF 15 dias e um do grupo SF 30 dias.

A análise histológica das lâminas mostrou que apenas 1 dente do grupo SF 15 dias apresentou lesão periapical (Figura 6), os outros 29 dentes mantiveram vitalidade pulpar no remanescente radicular, com diferentes graus de inflamação.

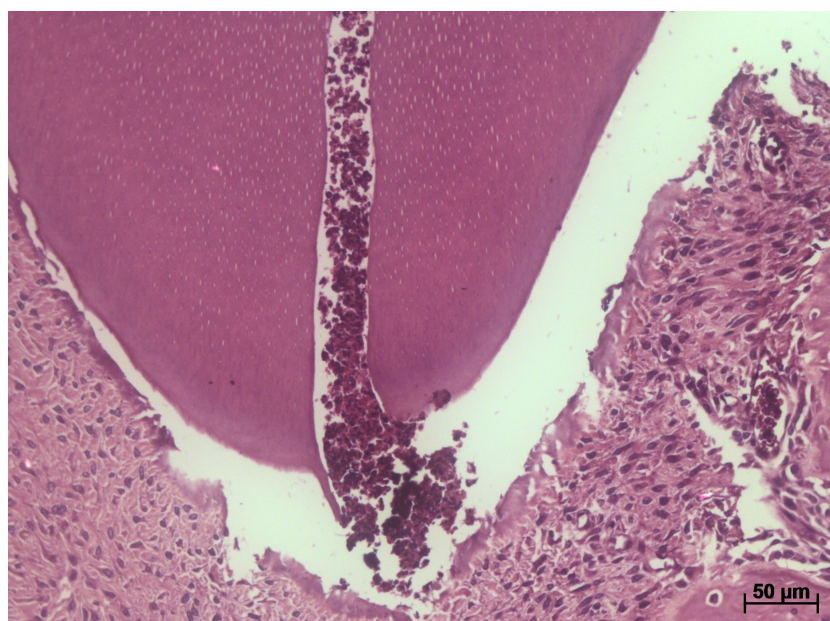


Figura 6 - Lesão periapical após 15 dias da pulpotomia realizada com SF (aumento 20X).

Fonte: Da autora.



O grupo MTA, no período de 15 dias, apresentou infiltrado inflamatório intenso, com presença de macrófagos, calcificação junto às paredes do canal (estenose) e tentativa de formação de barreira de dentina (Figuras 7). Aos 30 dias, a inflamação já era leve com um estreitamento maior dos canais, vasos sanguíneos hiperêmicos e a formação da barreira de dentina (Figura 8).

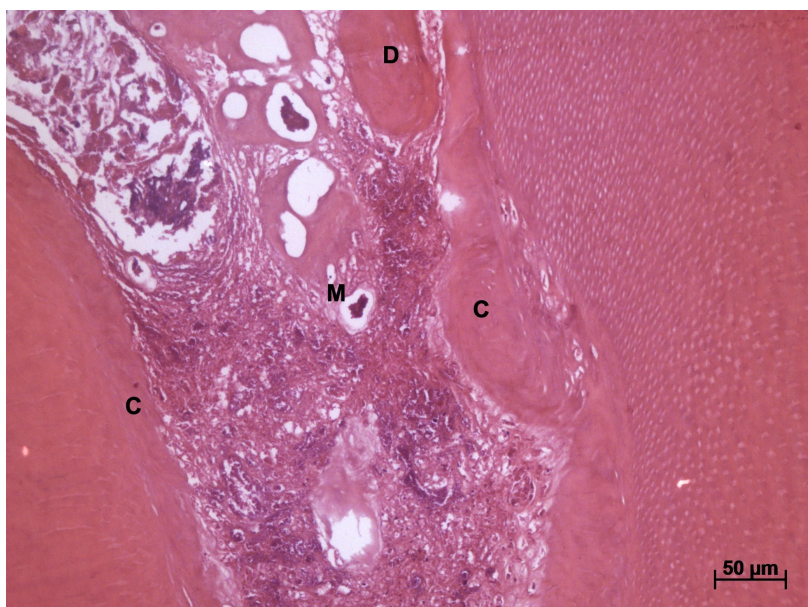


Figura 7 - Aspecto microscópico após 15 dias da pulpotomia com MTA: calcificação nas paredes do canal (C), infiltrado inflamatório com presença de macrófagos (M) e tentativa de formação de barreira dentinária (D) (aumento 20X).

Fonte: Da autora.

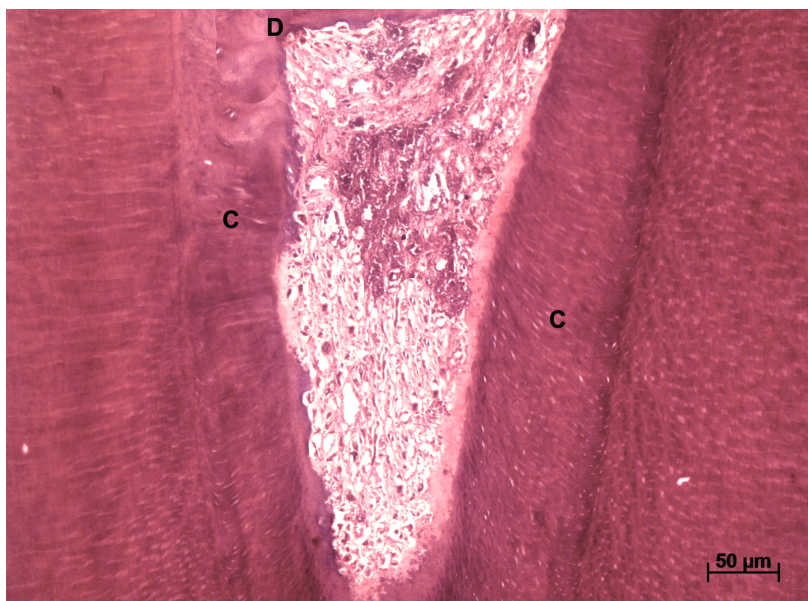


Figura 8 - Aspecto microscópico após 30 dias da pulpotomia com MTA: estenose radicular (C) aumentada e barreira dentinária (D) melhor desenvolvida (aumento 20X).

Fonte: Da autora.

Os dentes pulpotomizados com SF apresentaram, aos 15 dias, infiltrado inflamatório intenso com predomínio de linfócitos no campo microscópico, presença de vasos sanguíneos hiperêmicos e áreas hemorrágicas (Figura 9). Aos 30 dias, houve uma substituição de grande parte do tecido pulpar por coágulo, onde o canal se mostrava quase vazio ou com remanescentes de tecido necrótico (Figura 10), mas células inflamatórias.

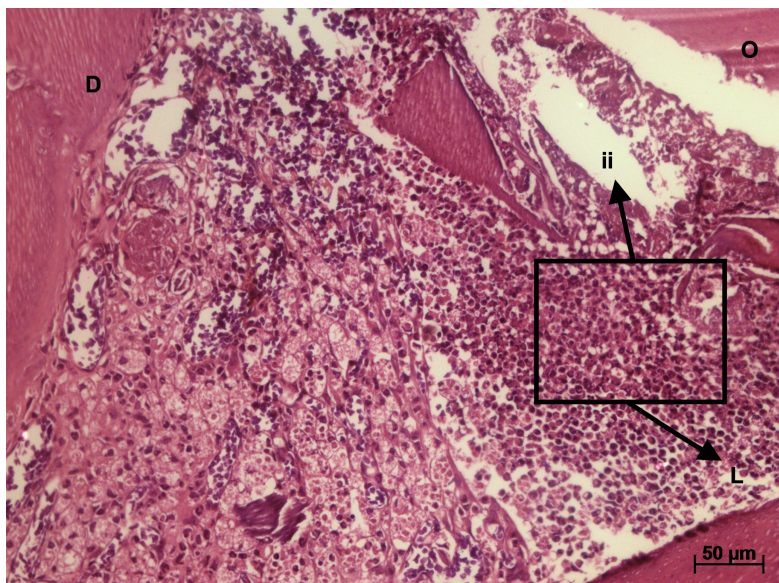


Figura 9 - Aspecto microscópico após 15 dias da pulpotomia com SF: intenso infiltrado inflamatório (ii) com predomínio de linfócitos (L), vasos sanguíneos, dentina (D) e material restaurador (O) (aumento 20X).

Fonte: Da autora.



Figura 10 - Aspecto microscópico após 30 dias da pulpotomia com SF: canal vazio (V) com presença de coágulo (S) e tecido necrótico (N) (aumento 20X).

Fonte: Da autora.



De acordo com o sistema de escores previamente estabelecido, os dentes avaliados foram distribuídos conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1- Porcentagem de inflamação pulpar de acordo com os escores propostos em cada material testado no decorrer dos períodos experimentais.

TEMPO EXPERIMENTAL	ESCORE	MTA	SF
15 dias	0	0	0
	1	0	0
	2	2 (25%)	1 (14,29%)
	3	6 (75%)	6 (85,71%)
30 dias	0	0	0
	1	6 (75%)	3 (42,86%)
	2	2 (25%)	3 (42,86%)
	3	0	1 (14,28%)

Fonte: Da autora

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os materiais nos períodos de 15 e 30 dias ( $p > 0,05$ ), entretanto, pode-se notar que o infiltrado inflamatório reduziu no tempo experimental de 30 dias em ambos os materiais (Figura 11 e Tabela 2).

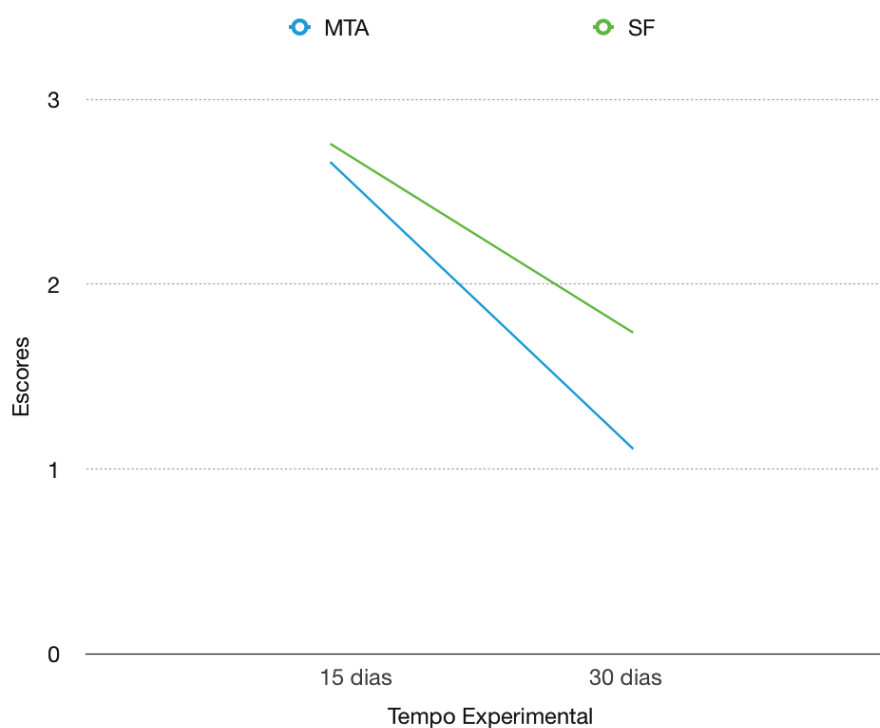


Figura 11- Representação gráfica das funções de regressão linear ajustada a cada tratamento ao longo do tempo de estudo para o valor dos escores de inflamação.

Fonte: Da autora

Tabela 2- Resultado do teste Kruskal-Wallis para a inflamação pulpar nos tempos de 15 e 30 dias.

TEMPO EXPERIMENTAL	MATERIAL	p
<b>15 dias</b>	MTA <sup>a</sup> SF <sup>a</sup>	0,96
<b>30 dias</b>	MTA <sup>a</sup> SF <sup>a</sup>	0,84

Fonte: Da autora

\*Diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ )

Grupos com letras iguais não diferem estatisticamente entre si

Apesar desta pesquisa ter focado na presença de infiltrado inflamatório, a Tabela 3 lista as respostas do tecido pulpar frente ao material e a frequência encontrada em cada tempo experimental. Esses achados sugerem que, se os critérios de avaliação fossem a formação de ponte de dentina e estenose radicular, haveriam diferenças estatisticamente significantivas quanto ao material, uma vez que apenas o MTA foi capaz de induzir essas respostas. Ao passo que também existiria significância estatística se a destruição pulpar fosse um critério, pois só nos dentes tratados com SF houve esse tipo de reação.

Tabela 3- Frequências de observações de respostas teciduais para MTA e SF nos tempos observacionais de 15 e 30 dias.

ACHADOS	MTA 15 dias	MTA 30 dias	SF 15 dias	SF 30 dias
<b>nº de dentes</b>	8	8	7	7
<b>ponte de dentina</b>	2 (25%)	7(87,5%)	0	0
<b>estenose</b>	6 (75%)	6 (75%)	0	0
<b>lesão periapical</b>	0	0	1(12,5%)	0
<b>reabsorção interna</b>	0	0	0	0
<b>destruição pulpar parcial</b>	0	0	0	4 (57%)

Fonte: Da autora

## 6 DISCUSSÃO

A exodontia precoce de dentes decíduos causa inúmeros danos para a criança (CAICEDO et al., 2006; FUKS, 2008; GODHI; SOOD; SHARMA, 2011). À vista disso, a manutenção da integridade dos dentes decíduos é uma das principais metas na Odontopediatria. Uma vez cariados, os dentes decíduos devem ser restaurados para que estejam em funcionalidade até sua esfoliação natural (ASGARY; SHIRVANI; FAZLYAB, 2014; NIRANJANI et al., 2015). Dependendo da extensão da cárie e do envolvimento da polpa, vários tipos de terapias pulpares podem ser indicados (GOYAL et al., 2016). Segundo as diretrizes da AAPD (2015-2016), quando há exposição pulpar decorrente do processo de remoção da cárie em polpa sadia sem uso de isolamento absoluto do campo operatório, pulpíte reversível ou trauma dentário, a pulpotomia é o procedimento indicado para o tratamento destes dentes.

A pulpotomia é uma terapia conservadora cujo procedimento envolve a amputação mecânica da polpa coronária e o tratamento da superfície do remanescente radicular com medicamentos que ajudem a preservar a vitalidade e função desta polpa (HAVALE et al., 2013). Existem técnicas de pulpotomia que preconizam a não-utilização de fármacos, realizando o tratamento do remanescente pulpar com laser ou eletrocoagulação (YADAV et al., 2014; WEGLARZ; OLCZAK-KOWALCZYK, 2015), mas essas técnicas ainda precisam de mais estudos para que se estabeleçam parâmetros.

O Formocresol (FC) tem sido o agente capeador mais utilizado em pulpotomias desde a década de 30, principalmente devido à sua facilidade de uso, ao seu baixo custo e às altas taxas de sucesso clínico e radiográfico (AGAMY et al., 2004; DEAN, 2002; FUKS, 2002; FUKS, 2008; HOLAN; FUKS; KELTZ, 2002; HUTH et al., 2005; MORETTI et al., 2008; STRANGE et al., 2001; WALKER et al., 2013; WATERHOUSE; NUNN; WHITWORTH, 2000). No entanto, questões como a toxicidade (AL-HAJ ALI; AL-JUNDI; DITTO, 2015; SAMIEI et al., 2015) e o potencial carcinogênico (IARC, 2004; NIRANJANI et al., 2015; WALKER et al., 2013; ZARZAR et al., 2003) deste material têm sido levantadas, aumentando a busca por materiais que possam substituí-lo (LI et al., 2016; WATERHOUSE, 2008).

Vários materiais têm sido pesquisados para a substituição do FC. Dentre eles, o agregado trióxido mineral (MTA) é o material que vem apresentando as mais altas

taxas de sucesso clínico, radiográfico e histológico em pulpotomias (AGAMY et al., 2004; AEINEHCHI et al., 2007; CAICEDO et al., 2006; CHACKO; KURIKOSE, 2006; DOMINGUEZ, 2003; EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; FUNTEAS; WALLACE; FOCHTMAN, 2003; KARABUCAK et al., 2005; LIN et al., 2014; MORETTI et al., 2008; NIRANJANI et al., 2015; ODABAS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; PARANJPE et al., 2011; SAKAI et al., 2009; SRINIVASAN; JAYANTHI, 2011), sendo considerado o padrão ouro entre os materiais (PARK et al., 2007; SHAYEGAN; PETEIN; ABBEELE, 2008), por isso a escolha pela utilização dele em nossa pesquisa. No entanto, o uso deste material é dificultado principalmente pelo seu alto custo e descoloração da coroa dentária (AL-HAJ ALI; AL-JUNDI; DITTO, 2015; LIN et al., 2014; WALKER et al., 2013).

Em virtude disso, opções de materiais de baixo custo têm sido testadas com o propósito de alcançar resultados equivalentes aos do MTA e do FC. O Sulfato Férrico (SF) é um material barato e de fácil acesso que tem apresentado boas taxas de sucesso clínico e radiográfico (ERDEM et al., 2011; FEI; UDIN; JOHNSON, 1991; FUKS, 2002; GOYAL et al., 2016; HAVALÉ et al., 2013; KUHNEN, 2015; NEAMATOLLAHI; TAJIK, 2006; PENG et al., 2007; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008; YILDIZ; TOSUN, 2014), apesar de não existirem muitas pesquisas que demonstrem seu sucesso histológico quando aplicados com este fim (CANNON et al., 2011; CLEATON-JONES et al., 2002; FUKS et al., 1997; JUNQUEIRA, 2015; SHAYEGAN; PETEIN; ABBEELE, 2008).

A compreensão do processo inflamatório e do mecanismo de ação dos materiais capeadores é extremamente importante para se assimilar o reparo ou regeneração da polpa (FERRACANE; COOPER; SMITH, 2010; PARK et al., 2015), principalmente para que se possam desenvolver novos materiais mais biocompatíveis (ZANINI et al., 2012).

A polpa dentária é um tecido conjuntivo frouxo que, em situações de normalidade, tem alta capacidade de defesa e reparo frente a uma agressão com a formação de barreira dentinária ou formação de dentina reparadora na superfície interna da câmara pulpar. Caso receba um estímulo muito acentuado, a polpa nem sempre é capaz de reparo e pode acabar induzindo uma necrose de todo o tecido pulpar (ALBUQUERQUE; GOMINHO; SANTOS, 2006; TZIAFAS; SMITH; LESOT, 2000).

Há evidências de que a inflamação seja necessária para que haja o processo de reparo da polpa (PARK et al., 2015; TROWBRIDGE, 2002). O equilíbrio entre os mediadores pró e anti-inflamatórios durante as fases de reparo é imprescindível para alcançar a estabilidade da saúde pulpar após a lesão (COOPER et al., 2010). A resultante entre infecção, inflamação e reparação é fundamental para o prognóstico do tratamento (SIMON et al., 2011), uma vez que a inflamação pode contribuir nas fases iniciais do reparo da polpa (COOPER et al., 2010; GOLDBERG et al., 2008; PARK et al., 2015; TROWBRIDGE, 2002).

Muitas pesquisas foram realizadas avaliando clínica e radiograficamente as reações pulpare frente aos materiais capeadores utilizados em pulpotomias (AEI-NEHCHI et al., 2007; AGAMY et al., 2004; CAICEDO et al., 2006; DOMINGUEZ, 2003; EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; FUKS et al., 1997; LIN et al., 2014; MORETTI et al. 2008; NIRANJANI et al., 2015; ODABAS et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; PETEIN; ABBEELE, 2008; SAKAI et al., 2009; SHAYEGAN; SRINIVASAN; JAYANTHI, 2011). No entanto, as reações histológicas com esses materiais ainda não estão bem elucidadas (CLEATON-JONES et al., 2002). Portanto, falhas em pulpotomias com a utilização de determinados materiais podem estar associadas a reações inflamatórias subclínicas (BARBOSA SILVA; VIEIRA; SOBRINHO, 2008; SHAHI et al., 2010).

Sendo assim, nossa pesquisa avaliou a reação inflamatória da polpa frente a dois dos materiais capeadores mais utilizados, o MTA branco e o SF 15,5%. O modelo de estudo escolhido por nós foi dente de rato livre de cárie.

As pesquisas sobre exposições pulpares costumam utilizar macacos, cães, porcos e ratos como modelos experimentais (ALBUQUERQUE; GOMINHO; SANTOS, 2006; BARBOSA SILVA; VIEIRA; SOBRINHO, 2008; CANNON et al., 2011; CLEATON-JONES et al., 2002; FUKS et al., 1997; SALAKO et al., 2003; SHAYEGAN; PETEIN; ABBEELE, 2008). Entretanto, o modelo em ratos apresenta os aspectos técnicos e financeiros mais viáveis (DAMMASCHKE, 2010), uma vez que a microbiota oral dos ratos é semelhante a encontrada nos humanos (KAKEHASHI; STANLEY; FITZGERALD, 1965; KRAMER et al., 2014), assim como seus molares apresentam similaridades anatômicas e histológicas com molares humanos (DAMMASCHKE, 2010; DONDONI et al., 2014; SCARPARO et al., 2011; SILVA et al., 2009; TRAN et al., 2012) além do metabolismo mais acelerado deste modelo gerar

rapidez na progressão das respostas histológicas pulpares (DAMMASCHKE, 2010; KRAMER et al., 2014; SILVA et al., 2009), o que consideramos um fator positivo. Apesar deste modelo utilizando dentes sem cárie não ser totalmente extrapolável para humanos, ele ajuda a entender os mecanismos celulares e moleculares que ocorrem durante a reparação da polpa dentária frente a esses materiais (GOLDBERG et al., 2008).

Os principais fatores limitantes da utilização deste modelo animal na nossa pesquisa foram a impossibilidade da realização de isolamento absoluto e dificuldade de visualização adequada do campo de trabalho durante o procedimento operatório.

A determinação do tempo experimental de 15 e 30 dias tentou abranger o período de inflamação crônica uma vez que estudos demonstram que a inflamação pode ser encontrada já no 3º dia, mas a necrose pulpar, a reabsorção do osso alveolar e a formação de lesões periapicais ocorrem entre 7 a 14 dias após a exposição pulpar. (BARBOSA SILVA; VIEIRA; SOBRINHO, 2008; YAMASAKI et al., 1994). Também foram considerados estudos que apontaram para a fragilização da estrutura dentária após os procedimentos, o que pode comprometer as amostras em períodos de maiores tempos experimentais (DAMMASCHKE, 2010; SCARPARO et al., 2011; TRAN et al., 2012).

As pulpotomias foram realizadas nos primeiros molares inferiores, conforme descrito previamente na literatura (BARBOSA SILVA; VIEIRA, SOBRINHO, 2008; CENGIZ et al., 2005; ESMERALDO et al., 2013; JUNQUEIRA, 2015; LIMA et al., 2011; TRAN et al. 2012). Durante o procedimento operatório, foram realizadas irrigações constantes com soro fisiológico a fim de tentar restringir a penetração de raspas de dentina no remanescente pulpar, para que elas não dificultem a reparação da polpa. Para o controle da hemorragia durante o procedimento, continuou-se com as irrigações com soro fisiológico e secagem com leve pressão de pequenas bolas de algodão estéreis (ALAÇAM et al., 2009; ODABAS et al., 2011; WATERHOUSE; NUNN; WHITWORTH, 2000). Após a hemostasia, o material capeador foi colocado sobre o remanescente pulpar radicular e a cavidade foi restaurada com cimento de ionômero de vidro (CIV) convencional.

A escolha do CIV convencional como material restaurador se deu pela sua capacidade de selamento e por, no estudo piloto, ter apresentado maior retenção do que a resina composta. Nos grupos do SF foi utilizada uma base de óxido de zinco e

eugenol (ZOE) antes da restauração com CIV para se ter um selamento melhor. Entretanto, em contato com a polpa, o ZOE pode provocar uma inflamação de moderada a intensa (MORETTI et al., 2008; ODABAS et al., 2012).

O resultado da pulpotomia pode ser afetado significativamente por variáveis como técnica de pulpotomia, material capeador, material de vedação e restauração final (HEILIG et al., 1984). Dentes pulpotomizados que têm perda precoce das restaurações ou estas apresentam infiltrações podem manifestar contaminação bacteriana e consequente inflamação pulpar (WILKERSON et al., 2009).

Huth et al. (2012) afirmaram que, em caso de restauração deficiente ou infiltrações, as chances de ocorrerem falhas na pulpotomia são 3,7 vezes maiores do que em casos de restaurações intactas. Por isso, achamos que o material que possa ser mais indicado para pesquisas com tempos observacionais mais longos seja o amálgama, que apresenta bom selamento marginal e alta resistência à mastigação.

Os resultados da nossa pesquisa revelaram que os dentes tratados com SF apresentaram maior inflamação do que os dentes do grupo MTA nos dois tempos observacionais, ainda que essa diferença não seja estatisticamente significativa. Nos dois tipos de tratamento houve regressão da inflamação do 15º para o 30º dia. Esses dados coincidem com os resultados encontrados por Salako et al. (2003) em pesquisa com o mesmo modelo experimental nos mesmos períodos observacionais.

Durante a análise das lâminas foram levados em consideração alguns achados importantes. A barreira dentinária pode estar relacionada ao processo de reparo ou à irritação da polpa. Acredita-se que esta ponte de dentina indique reparo pulpar, sendo um achado comum principalmente em dentes tratados com MTA, que estimularia a formação desta ponte devido a sua capacidade de vedação, biocompatibilidade e alcalinidade (CHACKO; KURIKOSE, 2006; ERDEM et al., 2011; GOYAL et al., 2016; MENEZES et al., 2004; MORETTI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2013; PARK et al., 2007; SAKAI et al., 2009; SALAKO et al., 2003; TZIAFAS et al., 2002; WATERHOUSE; NUNN; WHITWORTH, 2000). No nosso estudo, a ponte de dentina foi encontrada em 25% da amostra de 15 dias, em 87,5% aos 30 dias após tratados com MTA e em nenhum dente tratado com SF. O que confere com pesquisas prévias que mostram a capacidade do MTA de induzir a formação da ponte dentinária (AGAMY et al., 2004; CAICEDO et al., 2006; DOMINGUEZ, 2003; OLIVEIRA et al., 2013; SRINIVASAN; JAYANTHI, 2011) e que não é encontrada no dentes tratados

com SF (ASGARY; SHIRVANI; FAZLYAB, 2014; SALAKO et al., 2003; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008).

Agamy et al. (2004) encontraram a ponte de dentina nos dentes tratados tanto com MTA branco quanto com o cinza. Porém, os dentes tratados com MTA branco apresentaram mais células inflamatórias e áreas de necroses, coincidindo em parte com o nosso trabalho em que foi observada inflamação pulpar, porém sem necrose com a utilização deste material.

Entre os achados comuns nos grupos tratados com MTA também está a estenose radicular. Ela é resultante da atividade de odontoblastos, o que sugere que exista algum grau de vitalidade no dente (AGAMY et al., 2004; EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; ERDEM et al., 2011; FUKS et al., 1997; FUKS, 2005; HOLAN; EIDELMAN; MAROTO et al., 2005; MENEZES et al., 2004; MORETTI et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2013; SALAKO et al., 2003; SMITH; SEALE; NUNN, 2000; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008; YILDIZ; TOSUN, 2014). Nossos resultados mostraram que 75% dos dentes tratados com MTA apresentaram estenose radicular enquanto que este não foi um achado em nenhum dente dos grupos do SF. Este estudo se assemelha ao encontrado por Oliveira et al. (2013) que foi de 78%. Apesar de ser um achado comum em estudos com o MTA, as porcentagens encontradas se apresentam mais baixas do que as encontradas no nosso trabalho. Eidelman, Holan e Fuks (2001) relataram estenose radicular em 41% da amostra; Agamy et al. (2004), verificaram 58% de estenose no MTA cinza e 5% no MTA branco. Erdem et al. (2011), Sonmez, Sari e Cetinbas (2008) e Yildiz e Tosun (2014) também encontraram este achado em 26,7%, 20% e 2% dos dentes tratados com MTA e em 20%, 5% e 21% daqueles tratados com SF, respectivamente.

A falha mais comum encontrada em pesquisas com SF é a reabsorção interna (ASGARY; SHIRVANI; FAZLYAB, 2014; DURMUS; TANBOGA, 2014; ERDEM et al., 2011; FUKS et al., 1997; HAVALE et al., 2013; SMITH; SEALE; NUNN, 2000). Este incidente é resultado da ação de osteoclastos e, apesar de indicar que o dente apresenta vitalidade, este achado é considerado como uma falha da pulpotomia para muitos dos autores (EIDELMAN; HOLAN; FUKS, 2001; MORETTI et al., 2008; ODABAS et al., 2012; SAKAI et al., 2009; SMITH; SEALE; NUNN, 2000). A causa da reabsorção interna nesses dentes pode ser atribuída à base de ZOE, uma vez que as moléculas do eugenol, por serem pequenas, se difundem com facilidade pela



polpa, causando uma irritação e podendo levar a uma inflamação crônica subclínica (CASAS et al., 2005; FUKS et al., 1997; HAVALÉ et al., 2013; MORETTI et al., 2008; ODABAS et al., 2012; STRANGE et al., 2001; YILDIZ; TOSUN, 2014). Entretanto, no nosso trabalho este incidente não foi observado em nenhum dos dentes analisados, corroborando os dados de um estudo que comparou Bioglass, MTA, SF e FC como agentes capeadores em pulpotomias em molares de ratos (SALAKO et al., 2003) e outro que comparou pulpotomias usando SF, MTA, FC e HC (SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008).

Acreditamos que a ausência deste fato possa ter ocorrido no nosso estudo pois imediatamente após a aplicação do SF, foi feita a base de ZOE e a restauração com CIV. E a grande maioria dos autores lava a cavidade com água após a aplicação do SF (DURMUS; TANBOGA, 2014; ERDEM et al., 2011; FUKS et al., 1997; IBRICEVIC; AL-JAME, 2003; MARKOVIC; ZIVOJINOVIC; VUCETIC, 2005; ODABAS et al., 2012; SMITH; SEALE; NUNN, 2000; SONMEZ; SARI; CETINBAS, 2008; YILDIZ; TOSUN, 2014), o que pode remover o complexo de íons férricos formado pelo SF na superfície do remanescente pulpar, que atua como uma barreira para componentes irritativos do ZOE (RANLY, 1994). Além disso, as moléculas do SF são muito maiores do que as do eugenol, então elas também podem servir elas mesmas como uma barreira, impedindo a difusão do eugenol para o tecido pulpar.

No presente estudo, o grupo tratado com SF, aos 15 dias, apresentou infiltrado inflamatório intenso na maioria das amostras assim como no estudo de Shayan, Petein e Abbeele (2008). Nos dentes acompanhados até os 30 dias, houve uma substituição progressiva de grande parte do tecido pulpar por coágulo e o canal se apresentava quase vazio ou com remanescentes de tecido necrótico, assemelhando-se aos resultados encontrados por Salako et al. (2003) e Smith, Seale e Nunn (2000).

Entre os dois materiais testados por nós, apesar de não apresentarem diferenças estatisticamente significativas quanto à inflamação, o MTA se mostrou melhor, histologicamente, quando comparado ao SF por induzir a formação de tecido mineralizado (ponte de dentina e estenose radicular) e manter a polpa em condições de maior saúde. Entretanto, os dentes tratados com o SF, mesmo quando em presença de restos de tecido necrótico, apresentaram sucesso clínico, uma vez que em nenhum dos animais foi relatado desconforto, perda de peso ou necessidade de

analgesia. Isto pode indicar que mesmo com possíveis falhas nos achados histológicos, a pulpotomia pode apresentar sucesso clínico e radiográfico, como relatado também por Cleaton-Jones et al. (2002).

## 7 CONCLUSÃO

Apesar de não terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação à inflamação entre os materiais (MTA e SF) nos períodos de 15 e 30 dias, os dentes tratados com MTA apresentavam características histológicas de maior normalidade no remanescente pulpar do que os tratados com SF. Mais estudos em outros tempos experimentais são necessários para se examinar melhor as alterações histológicas do tecido pulpar de dentes tratados principalmente com SF.

## REFERÊNCIAS

- AEINEHCHI, M. et al. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. **Int Endod J**; v. 40, p. 261-7, 2007.
- AGAMY, H.A. et al. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. **Pediatr Dent**; v. 26, p. 302-9, 2004.
- ALBUQUERQUE, D.S.; GOMINHO, L.F.; SANTOS, R.A. Histologic evaluation of pulpotomy performed with ethyl-cyanoacrylate and calcium hydroxide. **Braz Oral Res**; v. 20, n. 3, p. 226-30, 2006.
- AL-HAJ ALI, S.N. An update on primary teeth pulpotomy medicaments. **Int J Cur Res**; v. 7, n. 4, p.15224-9, 2015.
- AL-HAJ ALI, S.N.; AL-JUNDI, S.H.; DITTO, D.J. In vitro toxicity of formocresol, ferric sulphate, and grey MTA on human periodontal ligament fibroblasts. **Eur Arch Paediatr Dent**; v. 16, n.1, p. 51-5, 2015.
- ALAÇAM, A. et al. Clinical and radiographic outcomes of calcium hydroxide and formocresol pulpotomies performed by dental students. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**; v. 108, n. 5, p. 127-33, 2009.
- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRIC DENTISTRY (AAPD). **CLINICAL PRACTICE GUIDELINES: Reference manual**. v. 37, n. 6, p. 246, 2015-2016.
- ASGARY, S. et al. Comparison of mineral trioxide aggregate's composition with Portland cements and a new endodontic cement. **J Endod**; v. 35, n. 2, p. 243-50, 2009.
- ASGARY, S.; SHIRVANI, A.; FAZLYAB, M. MTA and Ferric Sulfate in Pulpotomy Outcomes of Primary Molars: A Systematic Review and Meta-Analysis. **J Clin Pediatr Dent**; v. 39, n. 1, p. 1-8, 2014.
- AUGSBURGUER, R. A.; PETERS, D. D. In vitro effects of ice, skin refrigerant, and CO<sub>2</sub> snow on intrapulpal temperature. **J Endod**; v.7, n.3, p.110-6, 1981.

BARBOSA SILVA, M. J.; VIEIRA, L. Q.; SOBRINHO, A. P. The effects of mineral trioxide aggregates on cytokine production by mouse pulp tissue. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**; v.105, n.5, p. 70-6, 2008.

BJØRNDAL, L.; MJÖR, I. A. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries--characteristics of lesions and pulpal reactions. **Quintessence Int**; v. 32, n. 9, p. 717-36, 2001.

CAICEDO, R. et al. Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. **Aust Dent J**; v. 51, n. 4, p. 297-305, 2006.

CANNON, M. et al. Early response of mechanically exposed dental pulps of swine to antibacterial-hemostatic agents or diode laser irradiation. **J Clin Pediatr Dent**; v. 35, n. 3, p. 271-6, 2011.

CASAS, M. J. et al. Do we still need formocresol in pediatric dentistry? **J Can Dent Assoc**; v. 71, n. 10, p. 749-51, 2005.

CASTRO, A. Current concepts in vital pulpotomies in primary teeth. **J Mich Dent Assoc**; v. 87, n. 1, p. 26-8, 2005.

CENGIZ, S. B. et al. Histological comparison of alendronate, calcium hydroxide and formocresol in amputated rat molar. **Dent Traumatol**; v. 21, n. 5, p. 281-8, 2005.

CHACKO, V.; KURIKOSE, S. Human pulpal response to mineral trioxide aggregate (MTA): a histologic study. **J Clin Pediatr Dent**; v. 30, n. 3, p. 203-9, 2006.

CLEATON-JONES, P. et al. Ferric sulphate and formocresol pulpotomies in baboon primary molars: histological responses. **Euro J Paediatr Dent**; v. 3, n. 3, p. 121-5, 2002.

CONTI, T. R. et al. Pulpotomies with Portland cement in human primary molars. **J Appl Oral Sci**; v. 17, n. 1, p. 66-9, 2009.

COOPER, P. R. et al. Inflammation--regeneration interplay in the dentine--pulp complex. **J Dent**; v. 38, n. 9, p. 687-97, 2010.

COTRAN, R. S.; KUMAR, V.; COLLINS, T. **Robbins: Patologia estrutural e Funcional**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

DAMMASCHKE, T. Rat molar teeth as a study model for direct pulp capping research in dentistry. **Lab Anim**; v. 44, n. 1, p.1-6, 2010.

DEAN, J. A. Comparison of eletrosurgical and formocresol pulpotomy procedures in children. **Int J Paediatr Dent**; v. 12, n. 3, p. 177-82, 2002.

DEERY, C. Formocresol and ferric sulfate have similar success rates in primary molar pulpotomy. In carious primary molars does a pulpotomy performed with ferric sulphate, compared with formocresol, result in greater clinical/radiographic success. **Evid Based Dent**; v. 6, n. 3, p. 70, 2005.

DOMINGUEZ, M. S. Histological and scanning electron microscopy assessment of various vital pulp – therapy materials. **J Endod**; v. 29, n. 5, p. 324-33, 2003.

DONDONI, L. et al. Effect of the pro-resolution lipid mediator Resolvin E1 (RvE1) on pulp tissues exposed to the oral environment. **Int Endod J**; v.47, n. 9, p. 827-34, 2014.

DURMUS, B.; TANBOGA I. In vivo evaluation of the treatment outcome of pulpotomy in primary molars using diode laser, formocresol, and ferric sulphate. **Photomed. Laser Surg**; v. 32, n. 5, p. 289-95, 2014.

EIDELMAN, E.; HOLAN G.; FUKS A. Mineral trioxide aggregate vs formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. **Pediatr Dent**; v. 23, n. 1, p. 15-8, 2001.

ERDEM, A. P. et al. Success rates of mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and formocresol pulpotomies: a 24-month study. **Pediatr Dent**; v. 33, n. 2, p. 165-70, 2011.

ESMERALDO, M. R. et al. Inflammatory effect of green propolis on dental pulp in rats. **Braz Oral Res**; v. 27, n. 5, p. 417-22, 2013.

FARSI, D. J. et al. Sodium Hypochlorite Versus Formocresol and Ferric Sulfate Pulpotomies in Primary Molars: 18-month Follow-up. **Pediatr Dent**; v. 37, n. 7, p. 535-40, 2015.

FEI, A. L.; UDIN, R. D.; JOHNSON, R. A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. **Pediatr Dent**; v. 13, n. 6, p. 327-32, 1991.

FERNANDES, A. P. et al. Clinical and radiographic outcomes of the use of Low-Level Laser Therapy in vital pulp of primary teeth. **Int J Paediatr Dent**; v. 25, n. 2, p. 144-50, Mar. 2015.

FERNÁNDEZ, C. C. et al. Clinical and radiographic outcomes of the use of four dressing materials in pulpotomized primary molars: a randomized clinical trial with 2-year follow-up. **Int J Paediatr Dent**; v. 23, n. 6, p. 400-7, 2012.

FERRACANE, J. L.; COOPER, P. R.; SMITH, A. J. Can interaction of materials with the dentin-pulp complex contribute to dentin regeneration? **Odontology**; v. 98, n. 1, p. 2-14, 2010.

FRENKEL, G.; KAUFMAN, A.; ASHKENAZI, M. Clinical and radiographic outcomes of pulpotomized primary molars treated with white or gray mineral trioxide aggregate and ferric sulfate--long-term follow-up. **J Clin Pediatr Dent**; v. 37, n. 2, p. 137-41, 2012.

FUKS, A. B. et al. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow-up. **Pediatr Dent**; v. 19, n. 5, p. 327-30, 1997.

FUKS, A. B. Current concepts in vital primary pulp therapy. **Eur J Paediatr Dent**; v. 3, n. 3, p. 115-20, 2002.

FUKS, A. B.; PAPAGIANNIOLIS, L. Pulpotomy in primary teeth: review of the literature according to standardized criteria. **Eur Arch Paediatr Dent**; v. 7, n. 2, p. 64-71, 2006.

FUKS, A. B. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. **Pediatr Dent**; v. 30, n. 3, p. 211-9, 2008.

FUNTEAS, U. R.; WALLACE, J. A.; FOCHTMAN, E. W. A comparative analysis of mineral trioxide aggregate and Portland cement. **Aust Endod J**; v. 29, n. 1, p. 43-4, 2003.

GODHI, B.; SOOD, P. B.; SHARMA, A. Effects of mineral trioxide aggregate and formocresol on vital pulp after pulpotomy of primary molars: An in vivo study. **Contemp Clin Dent**; v. 2, n. 4, p. 296-301, 2011.

GOLDBERG, M. et al. Inflammatory and immunological aspects of dental pulp repair. **Pharmacol Res**; v. 58, n. 2, p. 137-47, 2008.

GOYAL, P. et al. CLINICAL EFFICACY OF VARIOUS MEDICAMENTS USED FOR PULPOTOMY IN PRIMARY MOLARS – A COMPARATIVE STUDY. **Int J Res Dev Pharm L Sci**; v. 5, n. 3, p. 2107-16, 2016.

HANNAS, A. R. et al. The role of matrix metalloproteinases in the oral environment. **Acta Odontol**; v. 65, n. 1, p. 1-13, 2007.

HAVALE, R. et al. Clinical and radiographic evaluation of pulpotomies in primary molars with formocresol, glutaraldehyde and ferric sulphate. **Oral Health Dent Manag**; v. 12, n. 1, p. 24-31, 2013.

HEILIG, J. et al. Calcium hydroxide pulpotomy for primary teeth: a clinical study. **J Amer Dentl Assoc**; v. 108, n. 5, p. 775-778, 1984.

HOLAN, G.; FUKS, A. B.; KELTZ, N. Success rate of formocresol pulpotomy in primary molars restored with stainless steel crow vs amalgam. **Pediatr Dent**; v. 24, n. 3, p. 212-6, 2002.

HOLAN, G.; EIDELMAN, E.; FUKS, A. B. Long-term evaluation of pulpotomy in primary molars using mineral trioxide aggregate or formocresol. **Pediatr Dent**; v. 27, n. 2, p. 129-35, 2005.

HUTH, K. C. et al. Effectiveness of 4 pulpotomy techniques--randomized controlled trial. **J Dent Res**; v. 84, n. 12, p. 1144-8, 2005.

HUTH, K. C. et al. Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. **Clinic Oral Investig**; v. 16, n. 4, p. 1243-50, 2012.

IBRICEVIC, H.; AL-JAME, Q. Ferric sulphate and formocresol in pulpotomy of primary molars: long term follow-up study. **Eur J Paediatr Dent**; v. 4, n. 1, p. 28- 32, 2003.



INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). **IARC Classifies Formaldehyde as Carcinogenic to Humans**. PRESS RELEASE N° 153, 2004.

IZUMI, T. et al. Immunohistochemical study on the immunocompetent cells of the pulp in human non-carious and carious teeth. **Arch Oral Biol**; v. 40, n. 7, p. 609-14, 1995.

JUNQUEIRA, M. A. **Estudo da Resposta Pulpar Após o Uso de Diferentes Materiais Capeadores em Pulpotomias**. 2015. 98f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015.

KAKEHASHI, S.; STANLEY, H. R.; FITZGERALD, R. J. The Effects of Surgical Exposures of Dental Pulp in Germ-Free and Conventional Laboratory Rats. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**; v. 20, n. 3, p. 340-9, 1965.

KARABUCAK, B. et al. Vital pulp therapy with mineral trioxide aggregate. **Dent Traumatol**; v. 21, n. 4, p. 240-3, 2005.

KOH, E. T. et al. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. **J Biomed Mater Res**; v. 37, n. 3, p. 432-9, 1997.

KRAMER, P. R. et al. Capping a pulpotomy with calcium aluminosilicate cement: comparison to mineral trioxide aggregates. **J Endod**; v. 40, n. 9, p. 1429-34, 2014.

KUHNEN, M. A. **Justification for the Trend Towards Indirect Pulp Therapy**. 2015. 44f. Dissertação (Mestrado) - Virginia Commonwealth University, Richmond (EUA), 2015.

LEMON, R. R.; STEELE, P. J.; JEANSONNE, B. G. Ferric sulfate hemostasis: effect on osseous wound healing. Left in situ for maximum exposure. **J Endod**; v. 19, n. 4, p. 170-3, 1993.

LI, T.-Y. et al. A retrospective study of sodium hypochlorite pulpotomies in primary molars. **J Dent Sci**; xx, p.1-5, 2016. Disponível em: < [http://www.e-jds.com/article/S1991-7902\(16\)30005-8/abstract](http://www.e-jds.com/article/S1991-7902(16)30005-8/abstract)> Acesso em: 12 abr 2016.

LIMA, R. V. et al. Pulp repair after pulpotomy using different pulp capping agents: a comparative histologic analysis. **Pediatr Dent**; v. 33, n. 1, p. 14-8, 2011.

LIN, P.-Y. et al. Primary molar pulpotomy: A systematic review and network meta-analysis. **J Dent**; v. 42, n. 9, p. 1060-77, 2014.

MALEKAFZALI, B.; SHEKARCHI, F.; ASGARY, S. Treatment outcomes of pulpotomy in primary molars using two endodontic biomaterials. A 2-year randomised clinical trial. **Eur J Paediatr Dent**; v. 12, n. 3, p. 189-93, 2011.

MARKOVIC, D.; ZIVOJINOVIC, V.; VUCETIC, M. Evaluation of three pulpotomy medicaments in primary teeth. **Eur J Paediatr Dent**; v. 6, n. 3, p. 133-8, 2005.

MAROTO, M. et al. Dentin bridge formation after mineral trioxide aggregate (MTA) pulpotomies in primary teeth. **Am J Dent**; v. 18, n. 3, p. 151-4, 2005.

MATOS, L. F. S. **DESCOLORAÇÃO DENTÁRIA APÓS USO DO MINERAL TRIOXIDE AGGREGATE (MTA): REVISÃO DE LITERATURA**. 2014. 26f. Monografia (Especialização) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

MENEZES, R. et al. Histologic evaluation of pulpotomies in dog using two types of mineral trioxide aggregate and white portland cements as wound dressings. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**; v. 98, n. 3, p. 376-9, 2004.

MORETTI, A. B. S. et al. The effectiveness of MTA, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. **Int Endod J**; v. 41, n. 7, p. 547-55, 2008.

NAKASHIMA, M.; AKAMINE, A. The application of tissue engineering to regeneration of pulp and dentin in endodontics. **J Endod**; v. 31, n.10, p. 711-8, 2005.

NEAMATOLLAHI, H.; TAJIK, A. Comparison of clinical and radiographic success rates of pulpotomy in primary molars using Formocresol, Ferric Sulfate and Mineral Trioxide Aggregate (MTA). **J Dent**; v. 3, n. 1, p. 6-14, 2006.

NIRANJANI, K. et al. Clinical evaluation of success of primary teeth pulpotomy using mineral trioxide aggregate<sup>®</sup>, laser and biodentine(TM)- an in vivo study. **J Clin Diagn Res**; v. 9, n. 4, p. 35-7, 2015.

NOSRAT, A.; PEIMANI, A.; ASGARY, S. A preliminary report on histological outcome of pulpotomy with endodontic biomaterials vs calcium hydroxide. **Restor Dent Endod**; v. 38, n. 4, p. 227-33, 2013.

ODABAS, M. E. et al. A new haemostatic agent's effect on the success of calcium hydroxide pulpotomy in primary molars. **Pediatr Dent**; v. 33, n. 7, p. 529-34, 2011.

ODABAS, M. E. et al. Clinical and radiographic success rates of mineral trioxide aggregate and ferric sulphate pulpotomies performed by dental students. **Eur J Paediatr Dent**; v. 13, n. 2, p. 118-22, 2012.

OLGART, L.; EDWAL, L.; GRAZELIUS, B. Involvement of afferent nerves in pulpal blood-flow reactions in response to clinical and experimental procedures in the cat. **Arch Oral Biol**; v. 6, n. 8, p. 575-81, 1991.

OLIVEIRA, T. M. et al. Clinical, radiographic and histologic analysis of the effects of pulp capping materials used in pulpotomies of human primary teeth. **Eur Arch Paediatr Dent**; v. 14, n. 2, p. 65-71, 2013.

PAPAGIANNIOLIS, L. Clinical studies on ferric sulphate as a pulpotomy medication in primary teeth. **Eur J Paediatr Dent**; v. 3, n. 3, p. 126-32, 2002.

PARANJPE, A. et al. Direct contact with mineral trioxide aggregate activates and differentiates human dental pulp cells. **J Endod**; v. 37, n. 12, p. 1691-5, 2011.

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

PARK, K. et al. Tissue response of Pro-Root® MTA with rhBMP-2 in pulpotomized rat teeth. **J Korean Acad Conserv Dent**; v. 32, n. 5, p. 403-10, 2007.

PARK, S. H. et al. Inflammation of the Dental Pulp. **Mediat Inflamm**; xx, p.1-2, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2015/980196>> Acesso em: 14 jan 2016.

PENG, L. et al. Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. **Int Endod J**; v. 40, n. 10, p. 751-7, 2007.

PEREIRA, J. C. et al. Tratamentos conservadores da vitalidade pulpar: princípios biológicos e clínicos. **Biodonto**; v. 2, n. 1, p. 1-105, 2004.

RANLY, D. M. Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. **Pediatr Dent**; v. 16, n. 6, p. 403-9, 1994.

SAKAI, V. T. et al. Pulpotomy of human primary molars with MTA and Portland cement: a randomised controlled trial. **Brit Dent J**; v. 207, n. 3, p. 128-9, 2009.

SALAKO, N. et al. Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate and formocresol as pulpotomy agents in rat molars. **Dent Traumatol**; v. 19, n. 6, p. 314-20, 2003.

SAMIEI, M. et al., Investigating the Mutagenic Effects of Three Commonly Used Pulpotomy Agents Using the Ames Test. **Adv Pharm Bull**; v. 5, n. 1, p. 121-5, 2015.

SARKAR, N. K. et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. **J Endod**; v. 31, n. 2, p. 97-100, 2005.

SCARPARO, R. K. et al. Response to intracanal medication in immature teeth with pulp necrosis: an experimental model in rat molars. **J Endod**; v. 37, n. 8, p. 1069-73, 2011.

SHAHI, S. et al. Effect of mineral trioxide aggregates and Portland cements on inflammatory cells. **J Endod**; v. 36, n. 5, p. 899-903, 2010.

SHAYEGAN, A.; PETEIN, M., ABBEELE, A. V. Beta-tricalcium phosphate, white mineral trioxide aggregate, white Portland cement, ferric sulfate, and formocresol used as pulpotomy agents in primary pig teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**; v. 105, n. 4, p. 536-42, 2008.

SILVA, M. J. B. et al. An in vivo experimental model to assess furcal lesions as a result of perforation. **Int Endod J**; v. 42, n. 10, p. 922-9, 2009.

SIMON, S. R. et al. Dentin-pulp complex regeneration: from lab to clinic. **Adv Dent Res**; v. 23, n. 3, p. 340-5, 2011.

SLOAN, A. J.; SMITH, A. J. Stem cells and the dental pulp: potential roles in dentine regeneration and repair. **Oral Dis**; v. 13, n. 2, p. 151-7, 2007.

SMITH, N. L.; SEALE, N. S.; NUNN, M.E. Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: A retrospective study. **Pediatr Dent**; v. 22, n. 3, p. 192-9, 2000.

SONMEZ, D.; SARI, S.; CETINBAS, T. A Comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: a long-term follow-up. **J Endod**; v. 34, n. 8, p. 950-5, 2008.

SRINIVASAN, V.; PATCHETT, C. L.; WATERHOUSE, P. J. Is there life after Buckley's formocresol? Part I – a narrative review of alternative interventions and materials. **Int J Paediatr Dent**; v. 16, n. 2, p. 117-27, 2006.

SRINIVASAN, D.; JAYANTHI, M. Comparative evaluation of formocresol and mineral trioxide aggregate as pulpotomy agents in deciduous teeth. **Indian J Dent Res**; v. 22, n. 3; p. 385-90, 2011.

STERIN-BORDA, L. et al. Differential signalling pathways involved in cholinceptor-dependent stimulation of nitric oxide isoforms in dental pulp. **Int Endod J**; v. 40, n. 7, p. 544-52, 2007.

STRANGE, D. M. et al. Outcome of formocresol/ZOE sub- base pulpotomies utilizing alternative radiographic success criteria. **Pediatr Dent**; v. 23, n. 4, p. 331-6, 2001.

STRINGHINI JUNIOR, E.; VITCEL, M. E. B.; OLIVEIRA, L. B. Evidence of pulpotomy in primary teeth comparing MTA, calcium hydroxide, ferric sulphate, and electrosurgery with formocresol. **Euro Arch Paediatr Dent**; v. 16, n. 4, p. 303-12, 2015.

TORABINEJAD, M., et al. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. **J Endod**; v. 21, n. 7, p. 349-53, 1995.

TORABINEJAD, M.; CHIVIAN, N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. **J Endod**; v. 25, n. 3, p. 197-205, 1999.

TRAIRATVORAKUL, C.; KOOTHIRATRAKARN, A. Calcium hydroxide partial pulpotomy is an alternative to formocresol pulpotomy based on a 3-year randomized trial. **Int J Paediatr Dent**; v. 22, n. 5, p. 382-9, 2012.

TRAN, X. V. et al. Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. **J Dent Res**; v.91, n.12, p. 1166-71, 2012.

TROWBRIDGE, H. Histology of pulpal inflammation. In: Hargreaves K, Goodis H, editors. Seltzer and Bender's Dental Pulp. Carol Stream: **Quintessence**; p. 227-45, 2002.

TZIAFAS, D.; SMITH, A. J.; LESOT, H. Designing new treatment strategies in vital pulp therapy. **J Dent**; v. 28, n. 2, p. 77-92, 2000.

TZIAFAS, D et al. The dentinogenic effect of mineral trioxide aggregate (MTA) in short-term capping experiments. **Int Endod J**; v. 35, n. 3, p. 245-54, 2002.

VOSOUGHHOSSEINI, S. et al. Influence of White versus Gray Mineral Trioxide Aggregate on Inflammatory Cells. **J Endo**; v. 34, n. 6, 2008.

VOSTATEK, S. F. et al. Sodium hypochlorite pulpotomies in primary teeth: a retrospective assessment. **Pediatr Dent**; v. 33, n. 4, p. 327-32, 2011.

WALKER, L. A. et al. Current Trends in Pulp Therapy: A Survey Analyzing Pulpotomy Techniques Taught in Pediatric Dental Residency Programs. **J Dent Child (Chic)**; v. 80, n. 1, p. 31-5, 2013.

WATERHOUSE, P. J.; NUNN, J. H.; WHITWORTH, J. M. An investigation of the relative efficacy of Buckley and calcium hydroxide in primary molar vital pulp therapy. **Brit Dent J**; v. 188, n. 1, p. 32-6, 2000.

WATERHOUSE, P. J. "New age" pulp therapy: personal thoughts on a hot debate. **Pediatr Dent**; v. 30, n. 3, p. 247-52, 2008.

WEGLARZ, A.; OLCZAK-KOWALCZYK, D. Alternative methods to pulp treatment by the use of formocresol in deciduous teeth – review of the literature. **Nowa Stomatol**; v. 20, n. 2, p. 65-72, 2015.

WILKERSON, M. K. et al. Effects of the Argon Laser on Primary Tooth Pulpotomies in Swine. **J Clinic Laser Med & Sur**; v. 14, n. 1, p. 37-42, 2009.

YADAV, P. et al. Comparative evaluation of Ferric Sulfate, Electrosurgical and Diode Laser on human primary molars pulpotomy: an "in-vivo" study. **Laser Ther**; v. 23, n. 1, p. 41-7, 2014.

YAMASAKI, M. et al. Pulpal and periapical tissue reactions after experimental pulpal exposure in rats. **J Endod**; v. 20, n. 1, p. 13-7, 1994.

YILDIZ, E.; TOSUN, G. Evaluation of formocresol, calcium hydroxide, ferric sulfate, and MTA primary molar pulpotomies. **Eur J Dent**; v. 8, n. 2, p. 234-40, 2014.

ZANINI, M. et al. Biodentine induces immortalized murine pulp cell differentiation into odontoblast-like cells and stimulates biomineralization. **J Endod**; v. 38, n. 9, p. 1220-6, 2012.

ZARZAR, P. A et al. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. **J Dent**; v. 31, n. 7, p. 479-85, 2003.

ZHANG, W. J. et al. Tissue engineering of blood vessel. **J Cell Mol Med**; v.11, n.5, p. 945-57, 2007.





**ANEXO A - Protocolo de aprovação do projeto de pesquisa no comitê de ética**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Alfenas. Unifal-MG  
Rua General Monteiro da Silva, 730 - Alfenas/MG - CEP 37130-900  
Fone: (35) 3200-1000 Fax: (35) 3289-1000

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UNIFAL

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 660/2015, sob responsabilidade de Ana Beatriz da Silveira Moretti, referente ao projeto intitulado "Estudo histológico e imunoistoquímico da resposta pulpar tardia após o uso de diferentes materiais capeadores em pulpotomias em molares de ratos Wistar" está em conformidade com o disposto na Lei nº 11.794/08 e nas resoluções do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido apreciado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UNIFAL).

Alfenas, 11 de agosto de 2015.

*Estela Regina de Oliveira*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Estela Regina de Oliveira  
Presidente CEUA/UNIFAL