

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
Faculdade de Odontologia  
Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

**ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO/QUÍMICAS DE UM MATERIAL  
OBTURADOR PARA DENTES DECÍDUOS**

**Relatório Final**

Apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e para graduação no curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo.

Aluno – Tainara Estela Kopper

Orientador – Prof. Dra. Juliane Bervian

**Passo Fundo, Abril de 2021**

## Sumário

<b>1. TÍTULO</b> .....	3
<b>2. EQUIPE EXECUTORA</b> .....	3
<b>2.1. Aluna</b> .....	3
<b>2.2. Orientadora</b> .....	3
<b>2.3. Coorientador</b> .....	3
<b>2.4. Doutoranda</b> .....	3
<b>3. RESUMO</b> .....	3
<b>4. PROBLEMA DE PESQUISA</b> .....	3
<b>5. JUSTIFICATIVA</b> .....	4
<b>6. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
<b>6.1 Manutenção do dente decíduo no arco dentário</b> .....	5
<b>6.2 Pastas obturadoras</b> .....	6
<b>6.3 Propriedades físico-químicas</b> .....	9
<b>6.3.1 pH</b> .....	9
<b>6.3.2 Espalhabilidade</b> .....	11
<b>6.3.3 Radiopacidade</b> .....	13
<b>7. OBJETIVOS</b> .....	155
<b>7.1. Objetivos gerais</b> .....	155
<b>7.2. Objetivos específicos</b> .....	15
<b>8. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	15
<b>8.1 Materiais a serem testados</b> .....	15
<b>8.2 Teste do Ph</b> .....	16
<b>8.3 Teste de spalhabilidade</b> .....	17
<b>8.4 Teste de Radiopacidade</b> .....	18
<b>9. RESULTADOS</b> .....	20
<b>10. DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>11. CONCLUSÃO</b> .....	29
<b>12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
<b>13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO</b> .....	33
<b>14. ANEXOS</b> .....	33

# RELATÓRIO FINAL

## 1. TÍTULO

Análise das propriedades físico/químicas de um material obturador para dentes decíduos

## 2. EQUIPE EXECUTORA

### 2.1. Aluna

Nome: Tainara Estela Kopper

Matrícula: 168872

### 2.2. Orientadora

Nome: Profa. Dra. Juliane Bervian

Matrícula: 5688

### 2.3. Coorientador

Nome: Dr. Moisés Zacharias Cardoso

### 2.4 Doutoranda

Nome: Ms. Janessa Luiza Engelmann

## 3. RESUMO

O presente estudo teve por objetivo analisar as propriedades físico/químicas de uma nova pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio indicada para o tratamento endodôntico de dentes decíduos. Para a metodologia do estudo, utilizamos três pastas obturadoras de dentes decíduos encontradas no mercado; Calen, Guedes-Pinto e Óxido de Zinco e Eugenol, como parâmetro de comparação para este estudo, e além das três formulações da nova pasta obturadora sendo, F1, F4 e F5. Foram analisadas as propriedades físico-químicas das pastas industrializadas, bem como, da formulação própria, e os testes incluídos foram a radiopacidade, o pH e a espalhabilidade das pastas. Diante dos resultados obtidos concluímos que a pasta em desenvolvimento F5, apresentou os melhores resultados em todos os testes tanto entre as nossas formulações (F1 e F4), como quando comparada as demais pastas de mercado, mantendo suas propriedades físico/químicas estáveis. Conclui-se que para os testes propostos neste estudo tivemos como resultados uma pasta (F5) em melhores condições que poderá ser utilizada no tratamento endodôntico de dentes decíduos, após a realização de demais testes *in vitro* e *in vivo* para embasar sua utilização e comercialização definitiva.

Palavras-chave: Odontopediatria (Pediatric Dentistry). Dente Decíduo (Tooth, Deciduous). Endodontia (Endodontics). Hidróxido de Cálcio (Calcium Hydroxide). Propriedades físico/químicas (Physical and Chemical Properties).

#### **4. PROBLEMA DE PESQUISA**

O sucesso da terapia endodôntica depende de muitos fatores, um deles é a obturação, e para isso é preciso uma pasta obturadora que preencha o sistema de canais radiculares e que atue contra a microbiota resistente a instrumentação e a sanificação. Essa pasta precisa ser biocompatível e reabsorver de forma harmônica com o processo fisiológico de rizólise dos dentes decíduos (REDDY *et al.*, 2017). Existe uma série de restrições nas pastas e substâncias utilizadas na terapia endodôntica de dentes decíduos, mostrando a necessidade de desenvolver uma pasta obturadora compatível e que cumpra os requisitos necessários para o sucesso do tratamento endodôntico, visto a necessidade de prolongar a permanência de dentes decíduos com comprometimento pulpar no arco. Este material deve ser de fácil inserção, remoção e manipulação. Quanto suas propriedades desejáveis, esta deve ser radiopaca, para que haja uma boa visibilidade radiográfica, ainda, possuir um pH alcalino proporcionando um ambiente indesejável para o desenvolvimento e crescimento de bactérias.

#### **5. JUSTIFICATIVA**

A manutenção dos dentes decíduos em condições saudáveis até a esfoliação fisiológica é um desafio para a odontopediatria (GUEDES-PINTO *et al.*, 1997). Quando ocorrem perdas precoces na dentição decídua, os efeitos deletérios se estendem à dentição permanente e interferem no desenvolvimento ósseo e muscular, contribuindo para o estabelecimento e/ou agravamento das maloclusões (KORYTNICKI *et al.*, 1994; NOGUEIRA *et al.*, 1998; CARDOSO *et al.*, 2005;).

O tratamento endodôntico nos dentes decíduos tem por objetivo a sua manutenção no arco, no entanto, para que isso aconteça, faz-se necessário recuperar o elemento dentário em seus aspectos funcionais, assim como eliminar de forma significativa os microorganismos presentes no sistema de canais radiculares, prevenindo reinfecções e o insucesso do tratamento. Um tratamento endodôntico satisfatório requer um bom preparo químico-mecânico, através de instrumentos endodônticos manuais ou rotatórios, soluções irrigadoras, substâncias auxiliares e pastas obturadoras eficientes na limpeza, modelagem e desinfecção dos canais radiculares, além de um preenchimento satisfatório com substâncias biocompatíveis e com alto potencial antimicrobiano (THOMAZ *et al.*, 1994; LOPES *et al.*, 2004).

As pastas obturadoras mais utilizadas na odontologia são o Óxido de Zinco e Eugenol, a pasta com Cloranfenicol, Tetraciclina e Óxido de Zinco e Eugenol (CTZ), o Hidróxido de Cálcio e as pastas Iodoformadas (DUNSTON *et al.*, 2008). Apesar de apresentarem bons resultados, alguns problemas ainda são observados nas pastas comercializadas, o que justifica a implementação de uma nova pasta no mercado. Dentre os problemas mais importantes podemos destacar que o Óxido de Zinco e Eugenol utilizado isoladamente apresenta resistência à reabsorção pelo organismo (MANI *et al.*, 2000), a pasta CTZ apresenta Tetraciclina na sua formulação, sendo que esse antibiótico apresenta inúmeros efeitos colaterais para dentição permanente e tecidos moles (YAGIELLA *et al.*, 2000) e as pastas iodoformadas, que seriam um “padrão-ouro”, com boa ação antimicrobiana, biocompatibilidade e boa reabsorção são difíceis de proporcionar e manipular, e ainda há indisponibilidade de alguns componentes da fórmula (Rifocort, por exemplo) (KRAMER *et al.*, 2000).

Até aqui, o que se tem na literatura, é de que nenhuma pasta é capaz de preencher todos requisitos citados anteriormente, dessa forma, torna-se válido avaliar a formulação de uma pasta obturadora biocompatível que preencha os pré-requisitos de ação antimicrobiana, seja de fácil reabsorção pelo organismo, que não precise ser manipulada, facilmente encontrada no mercado, que possua um pH alcalino e que tenha radiopacidade suficiente para distinção de elemento dentário e pasta obturadora.

## **6. REVISÃO DE LITERATURA**

### **6.1 Manutenção do dente decíduo no arco dentário**

Um dos principais objetivos da odontopediatria é realizar a manutenção do dente decíduo no arco até que ocorra a esfoliação fisiológica, sendo que, a primeira dentição é mantenedora do espaço adequado para erupção dos dentes permanentes, bem como guia de sua erupção (GUEDES-PINTO *et al.*, 1997).

A rizólise consiste em uma gradativa redução do comprimento das raízes e perda de estruturas de suporte, dando início ao processo de esfoliação que dá lugar aos dentes permanentes, processo este, geneticamente programado para ocorrer (ROSSI *et al.*, 2010). A reabsorção radicular fisiológica ocorre pois os dentes decíduos não estão aptos as forças oclusais, bem como modificações e desenvolvimento maxilomandibular ocorridas ao longo de anos e através dos picos de crescimento crânio facial. Os eventos relacionados ao processo de reabsorção dentária fisiológica em dentes decíduos dão início da apoptose dos cementoblastos e odontoblastos, que revestem a porção externa e interna das raízes

dentárias, respectivamente, expondo a superfície radicular mineralizada, além de inúmeros fenômenos fisiológicos e celulares (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Quando ocorrem perdas precoces na dentição decídua, os efeitos deletérios se estendem à dentição permanente e interferem no desenvolvimento ósseo e muscular, contribuindo para o estabelecimento e/ou agravamento das maloclusões (KORYTNICKI *et al.*, 1994; NOGUEIRA *et al.*, 1998; CARDOSO *et al.*, 2005).

Um dos principais motivos para a necessidade de tratamento endodôntico em dentes decíduos, dentição mista ou início da permanente são as cáries e traumas dentários. Este evita que medidas radicais sejam tomadas, como a exodontia do elemento decíduo, com a perda deste elemento, possivelmente outros problemas dentários e/ou esqueléticos se originariam, sendo necessário o desenvolvimento de novos tratamentos, como a ortodontia preventiva e uso de mantenedores de espaço, por exemplo. Desta forma, a partir de determinado caso e situação, apresentam-se diferentes técnicas e substâncias utilizadas para a realização do tratamento endodôntico em dentes decíduos (PINHEIRO *et al.*, 2013).

O tratamento endodôntico nos dentes decíduos tem por objetivo a sua manutenção no arco, no entanto, para que isso aconteça, faz-se necessário recuperar o elemento dentário em seus aspectos funcionais, assim como eliminar de forma significativa os microorganismos presentes no sistema de canais radiculares, prevenindo reinfecções e o insucesso do tratamento. Um tratamento endodôntico satisfatório requer um bom preparo químico-mecânico, através de instrumentos endodônticos manuais ou rotatórios, soluções irrigadoras, substâncias auxiliares e pastas obturadoras eficientes na limpeza, modelagem e desinfecção dos canais radiculares, além de um preenchimento satisfatório com substâncias biocompatíveis e com alto potencial antimicrobiano (THOMAZ *et al.*, 1994; LOPES *et al.*, 2004).

## **6.2 Pastas obturadoras**

As pastas obturadoras possuem papel essencial no reparo do elemento dentário, mantendo o objetivo de que este se desenvolva com padrões biológicos normais. A escolha deste material é extremamente importante quando falamos sobre reabsorção radicular fisiológica. Pois a pasta necessita ter critérios que não interfiram no processo natural, como: possuir um grau de reabsorção semelhante ou igual a raiz do dente decíduo, sendo também inofensivo aos tecidos periapicais e ao germe dentário do dente permanente. Quando ocorrer extravasamento a pasta deve ser reabsorvida, possuir

propriedades antissépticas, com características que proporcionem facilidade de inserção e remoção do material dos condutos radiculares, bem como, ser radiopaco e não interferir na pigmentação do dente tratado endodonticamente (CUNHA *et al.*, 2005)

As pastas obturadoras mais utilizadas na odontologia são o Óxido de Zinco e Eugenol, o Hidróxido de Cálcio e as pastas Iodoformadas (DUNSTON, *et al.*, 2008; CUNHA *et al.*, 2005). Apesar de apresentarem bons resultados, alguns problemas ainda são observados nas pastas comercializadas. Dentre os problemas mais importantes podemos destacar que o Óxido de Zinco e Eugenol (OZE) utilizado isoladamente apresenta resistência à reabsorção pelo organismo e pequenas quantidades do material podem ser encontradas aderidas aos tecidos periapicais (MANI *et al.*, 2000; CUNHA *et al.*, 2005), além de, apresentar características indesejáveis como, ser irritante aos tecidos periapicais, desencadeando reações inflamatórias de corpo estranho, nos casos de extravasamento, além de, demonstrar pouca adesividade (PILOWINC, 2015). Quanto a suas qualidades, este promove neoformação óssea, é de fácil introdução nos canais radiculares sem perder sua plasticidade, mostrando-se denso, sem sinais de contração e sem solubilidade aos fluidos orais, verificou-se também que é mais lenta a reabsorção do dente decíduo se comparada a um dente homólogo (CUNHA, *et al.*, 2005).

As pastas iodoformadas, surgiram como uma opção alternativa a pasta OZE, e os estudos tem mostrado excelentes propriedades antibacterianas e anti-inflamatórias, biocompatibilidade, bem como boa radiopacidade e fácil reabsorção quando extravasada aos tecidos periapicais (KRAMER *et al.*, 2000; PRIYANKA, *et al.*, 2013). Entretanto, como desvantagem tem odor forte e característico, possibilidade de alteração de cor das estruturas dentárias e potencial alergênico e citotóxico (REZENDE *et al.*, 2002) Ainda, são difíceis de proporcionar e manipular, com indisponibilidade de alguns componentes da fórmula (Rifocort, por exemplo), sendo necessário levantar mão de alguns componentes que ainda não possuem embasamento científico par o uso odontológico (KRAMER *et al.*, 2000).

No Brasil a pasta iodoformada denominada Pasta Guedes-Pinto tem sido o material obturador de escolha de grande parte das faculdades de odontologia, bem como consultórios particulares (KRAMER *et al.* 2000). A pasta Guedes-Pinto foi proposta por Antônio Carlos Guedes Pinto e colaboradores em 1981 para obturação de canais radiculares de dentes decíduos e consiste na associação de Rifocort, Paramonoclorofenol e Iodofórmio. A correta proporção deve ser: 23.8% de Rifocort, 7.0% de

Paramonoclorofenol e 69.2% de iodofórmio, alterações nesta proporção podem modificar as propriedades biológicas e aumentar a sua toxicidade (MELLO-MOURA *et al.*, 2011).

Muitas das pastas obturadoras encontradas no mercado constituem-se principalmente de hidróxido de cálcio, segundo Gonçalves (2010), o hidróxido de cálcio é apresentado como um sal cristalino, branco e suavemente solúvel, possui uma alta biocompatibilidade com os tecidos, apresentando excelente capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, sendo também indutor de reparo e atividade antimicrobiana devido a sua dissociação iônica do íons cálcio e hidroxila (ARAÚJO *et al.*, 2012, PILOWNIC, 2015).

Trata-se de uma base forte, que é obtida a partir da calcinação, aquecimento do carbonato de cálcio, até sua transformação em óxido de cálcio (cal viva). Com a hidratação do óxido de cálcio chega-se ao hidróxido de cálcio e a reação entre este e o gás carbônico leva à formação do carbonato de cálcio (ESTRELA *et al.*, 1999).

Barreto *et al.*, (2005), cita em seu estudo que a propriedade biológica do hidróxido de cálcio se deve a ativação da fosfatase alcalina pela elevação do pH (entre 8.6 e 10.3) produzido pela dissociação iônica. Essa enzima tem a capacidade de induzir os íons fosfato a reagirem com os íons cálcio, formando precipitados de fosfato de cálcio (hidroxiapatita), fato que caracteriza o processo de mineralização. Possuindo inúmeras aplicações na odontologia, uma delas é como pasta obturadora de canais radiculares de dentes decíduos devido à presença de características importantes como a fácil aplicação, radiopacidade, ausência de efeitos tóxicos aos sucessores permanentes e reabsorção mais rápida do que as raízes dos dentes decíduos (GONÇALVES, 2010).

A pasta Calen (S.S. White, Artigos Dentários, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), é um material à base de hidróxido de cálcio disponível no mercado, apresentando o polietilenoglicol 400 como veículo. Este veículo viscoso permite a dissociação mais lenta dos íons hidroxila, diminuindo significativamente a velocidade de solubilização da pasta (PILOWINC, 2015). As propriedades  $\text{Ca(OH)}_2$  derivam de sua dissociação iônica em íons cálcio e íons hidroxila, estes explicam suas propriedades, pois, agem sobre os tecidos e bactérias. Ainda segundo Pilowinc (2015), em dentes decíduos, a pasta Calen é indicada como material obturador devido à sua boa tolerância tecidual e característica hidrossolúvel.

Existem estudos que avaliam a biocompatibilidade das pastas, como o estudo de Andolfatto *et al.*, (2012), que avaliou as pastas Ultracal XS, Hydropast e Calen em tecidos

subcutâneos de ratos. O efeito tecidual foi avaliado num período de 7 e 30 dias após implementação de tubos contendo os materiais. Através de cortes em microscopia ótica foi realizada a análise quanto a morfologia e densidade de células inflamatórias. Após os resultados mostrou-se que em um período de 30 dias apresentou uma reação tecidual favorável, apresentando redução no número de células inflamatórias que apareciam o 7 dia, sendo que, todos os materiais induziram reação inflamatória dos tecidos subcutâneos adjacentes aos implantes no período da primeira semana.

### **6.3 PROPRIEDADES FÍSICO/QUÍMICAS**

As pastas obturadoras possuem propriedades físico-químicas diferentes e de extrema importância, a necessidade de conhecer estas propriedades torna-se relevante para a realização de adequados procedimentos clínicos. Esses materiais, como as pastas obturadoras devem apresentar, adesão, escoamento, ser insolúveis aos fluidos teciduais e estabilidade dimensional, bem como, apresentarem um pH ideal no ambiente bucal e radiopacidade. Para avaliar estas propriedades são realizados testes *in vitro*, sendo ensaios preliminares que auxiliam no desenvolvimento de novos materiais odontológicos e simulam em laboratório condições próximas das reais para estudos posteriores (PILOWNIK 2015; SCELZA *et al.*, 2006).

#### **6.3.1 pH**

Outra propriedade físico-química desejável de uma pasta obturadora é o seu pH, utilizando como exemplo, o hidróxido de cálcio, material base para a formulação da futura pasta obturadora. Com um pH alcalino em torno de 12,6 origina-se um ambiente desagradável para o crescimento bacteriano, atuando como barreira física interrompendo o suprimento de nutrientes para bactérias, possuindo ação antisséptica (SPOSITO, 2017; MASSARA *et al.*, 2012).

Isso tudo ocorre através de três fatores: íons hidroxila destroem fosfolipídios caracterizando a destruição da membrana celular, promovendo a destruição das proteínas bacterianas por ser altamente alcalino e, por último, os íons hidroxila reagem com o DNA bacteriano inibindo sua replicação (GONÇALVES, 2010)

Como confirmação Sposito (2017) fala que, propriedades do hidróxido de cálcio derivam dessa dissociação iônica em íons cálcio e íons hidroxila, agindo diretamente nas bactérias. Quando há variação do pH pode modular o crescimento bacteriano, afetar o

metabolismo das células alterando o crescimento e proliferação celular. Quando colocado intracanal 45,89% dissociam-se em íons hidroxila e 54,11% em íons cálcio.

Kuga *et al.*, (2010), realizou um estudo a partir de raízes de dentes anteriores bovinos. Na sequência, uma perfuração foi realizada na face distal das raízes, a 7 mm da linha cervical radicular, realizando na sequência impermeabilização da raiz exceto no local da perfuração, os canais radiculares foram preenchidos com uma das seguintes associações: Grupo I – Calen® ; Grupo II – Calen® com clorexidina a 0,4%; Grupo III – Calen® com clorexidina a 0,4% acrescida com 20% (em peso) de composto de racealfatocoferol; Grupo IV – Calen® com clorexidina a 0,4% acrescida com 10% (em peso) de composto de racealfatocoferol. Após o vedamento da porção cervical, as raízes foram imersas em água MiliQ e o pH, avaliado em 24h, 7, 14, 21, 28 e 45 dias. Como resultado durante os períodos testados resultados semelhantes se mantiveram entre o Grupo I, Grupo III e o Grupo II tornou-se apenas semelhante após 14 dias, porém aos 45 dias a semelhança voltou a ser significativa. Os valores dos grupos variaram do pH 9,07 a 11,01.

Pilowink (2015), realizou a avaliação do pH de um MTA experimental, do Viapex e da Calen espessada com óxido de zinco, com e sem a presença de dentina, nos testes com a dentina removeram a parte cervical e apical das raízes com discos de diamante, obtendo blocos de dentina com aproximadamente 5mm de comprimento, diante disso, utilizaram brocas Largo para coleta de pó de dentina dos canais radiculares. Os materiais obturadores foram misturados e manipulados ao pó de dentina previamente autoclavado. O pH foi determinado em 1mL de suspensão, armazenado em tubos tipo Eppendorf plásticos e utilizando água deionizada obtida a partir de um sistema de purificação. A mensuração dos valores de pH foi realizada após o preparo das suspensões, após 24h, 7 dias e 14 dias, por meio de um pHmetro (Q 400<sup>a</sup>, Quimis®, Diadema, São Paulo, Brasil), previamente calibrado com soluções de pH conhecido (pH = 4, 7, e 14). O pH do material experimental foi semelhante ao da pasta Calen expressada com óxido de zinco, variando entre 12,8 e 11,2, o Viapex apresentou variação com um pH mais baixo, sendo de 8,4 a 7,9. Após 30 dias o MTA experimental apresentou pH mais elevado.

Holland *et al.*, (2002), avaliou dentes humanos extraídos, estes foram preparados, removendo cimento e tratados com EDTA por 5 minutos, as aberturas coronárias e forame apical dos dentes foram selados e estes foram preenchidos com uma pasta de Hidróxido de Cálcio. Os dentes foram então mergulhados em água destilada e o pH ambiente foi avaliado diariamente. Notou-se um aumento gradativo do pH, chegando

a 8,60 aos 30 dias, quando aquele fármaco foi removido e os canais obturados com Óxido de Zinco e Eugenol ou Sealapex. Colocado os dentes em nova água destilada, o pH foi novamente avaliado até 30 dias. Foi observado um pH 8,40 com o Sealapex e 7,26 com o Óxido de Zinco e Eugenol. Concluiu-se que o aumento do pH da dentina é lento e progressivo e que, dentre os dois cimentos estudados, apenas o Sealapex manteve o pH alcançado pela pasta de hidróxido de cálcio.

Pereira *et al.*, (2009), realizou alguns testes para verificar o a alteração do pH quando introduzia o hidróxido de cálcio e do iodofórmio associados ou não a um veículo (Carbowax) em três diferentes soluções: água destilada, soro fisiológico ou álcool. Para a realização deste estudo, foram selecionados 50 mL de uma das soluções, adicionadas a elas 1g da medicação associada ou não ao veículo. Para cada inserção de medicação, o pH da solução foi medido. Observou-se que o pH do hidróxido de cálcio foi sempre básico (em torno de 12), enquanto o do iodofórmio tendeu a ser neutro. Uma vez que o iodofórmio é solúvel em veículos gordurosos e em álcool, verificaram-se valores menores de pH quando ele foi associado ao Carbowax, e encontraram-se valores de pH ácidos quando ele foi diluído em álcool. Podendo concluir que o hidróxido de cálcio promove meios básicos, e o iodofórmio, meios neutros.

### **6.3.2 Espalhabilidade**

Um atributo importante para uma adequada aplicação das pastas obturadoras é a espalhabilidade, esta é a capacidade de um determinado material ser espalhado em um intervalo de tempo com uma força específica. Maiores valores de espalhabilidade e escoamento, facilitando a aplicação do produto utilizado proporcionando um alto grau de penetrabilidade nas irregularidades encontradas no sistema de canais radiculares. Porém, se este for demasiadamente alto pode proporcionar um escoamento elevado, o que impossibilita a sua utilização (SCELZA *et al.*, 2006).

Com a finalidade de avaliar o escoamento dos cimentos, Scelza *et al.*, (2006), após manipular os cimentos, ENDOFILL, SEALAPEX, PULP CANAL SEALER, AH PLUS, TOP SEAL TUBLISEAL, AH 26, SEALER 26 e SEALER PLUS, pesou 0,18g do material em uma placa de vidro, colocando este conjunto no plastômero recebendo carga de 2500g por 7 minutos. Logo após, o corpo de prova foi removido e realizou-se a medida dos diâmetros do disco de cimento obtido. Através dos resultados obtidos, pode-se perceber uma diferença estatística de escoamento significativa ao nível de 1%, observando em ordem decrescente a espalhabilidade nos seguintes cimentos: o TUBLISEAL, seguido

do ENDOFILL, SEALAPEX, PULP CANAL SEALER, AH PLUS, TOP SEAL, AH 26, SEALER 26 e SEALER PLUS.

Um estudo foi realizado por Sydney *et al.*, (2009), buscando visualizar o escoamento de seis cimentos obturadores endodônticos, por meio do teste de escoamento vertical. O teste de escoamento foi realizado utilizando placas duplas de vidro, para abrigar as amostras de 0,1 ml dos cimentos na parte superior da placa. As placas foram levadas para a estufa a 37° e umidade relativa de 100%. O escoamento foi medido por meio de uma folha de papel milimetrado entre as placas de vidro, em diferentes tempos, sendo, 10, 20 e 30 minutos, após, de hora em hora até o total de 6 horas, posteriormente, 12 horas novamente, 24 horas e 48 horas. Através dos resultados, pode-se perceber que o Endofill (Dentsply, Petrópolis, Brasil) apresentou escoamento de 69,3mm, sendo o maior escoamento seguido do N-Rickert (Fórmula e Ação, São Paulo, Brasil) (43,0mm) e do AH-Plus (Dentsply, Petrópolis, Brasil) (29,3mm), estes três cimentos tiveram diferença estatística significativa ( $p < 0,01$ ). Os cimentos Intrafill (SS White, Rio de Janeiro, Brasil), Óxido de Zinco e Eugenol (SS White, Rio de Janeiro, Brasil) e EndoRez (Ultradent, South Jordan, UT, USA) não apresentaram escoamento em nenhum momento ao transcorrer do estudo. N-Rickert (Fórmula e Ação, São Paulo, Brasil) e Endofill (Dentsply, Petrópolis, Brasil) tiveram comportamentos semelhantes, não necessitando de força inicial para se deslocar. O cimento N-Rickert (Fórmula e Ação, São Paulo, Brasil) escoou até trinta minutos e o Endofill (Dentsply, Petrópolis, Brasil) até a segunda hora de observação. O escoamento inicial do AH-Plus (Dentsply, Petrópolis, Brasil) foi de 0,8mm até três horas, permanecendo estável a partir da quinta hora.

Estudos antigos já afirmavam como a propriedade de escoamento era necessária para um bom desempenho das pastas obturadoras, como, Grossman (1976) falava que, a propriedade de escoamento define a capacidade de penetração das estreitas irregularidades presentes na dentina e constitui um fator de extrema importância na obturação de canais radiculares por possuírem suas complexidades como canais laterais ou acessórios. Durante a obturação dos canais radiculares e inserção de pasta obturadora, nem sempre há uma aplicação de força inicial para haver o deslocamento dos cimentos para as complexidades, quando um cimento não necessita desta força inicial, indica-se que este é ideal (SYDNEY, *et al.*, 2009).

### 6.3.3 Radiopacidade

Uma destas propriedades físico químicas de extrema importância é a radiopacidade, os materiais devem apresentar uma densidade óptica com radiopacidade maior que as estruturas dentárias para haver a distinção entre elemento dentário e cimento obturador, possibilitando a análise da qualidade do preenchimento e obturação do canal radicular. Por outro lado, quando em excesso pode mascarar espaços vazios dificultando a qualidade do material obturador, isto ocorre pois, a radiopacidade está interligada diretamente no contraste radiográfico, podendo diminuir a percepção do detalhe (VEIGA *et al.*, 2017; LOUREIRO *et al.*, 2018; LAVÔR *et al.*, 2017)

A análise da composição química e da radiopacidade das pastas utilizadas no canal radicular segundo Loureiro *et al.*, (2018) é muito importante, pois proporciona um entendimento biológico e químico da composição das pastas, acrescenta ainda que, um bom entendimento sobre a sua propriedade faz-se necessário, pois, a alta radiopacidade das pastas comerciais representa um aumento na proporção de agentes radiopacificadores incorporados no material, conseqüentemente menor a quantidade de medicação, de hidróxido de cálcio, podendo resultar na diminuição do potencial antimicrobiano.

Para que as pastas obturadoras a base de hidróxido de cálcio apresentem radiopacidade e possam ser visualizadas em radiografias, é necessário a implementação de materiais radiopacos a pasta para fornecer tal propriedade, promovendo a sua visualização no interior dos canais radiculares. Costa *et al.*, (2014), relata que o radiopacificador não deve interferir nas propriedades da pasta, como liberação de íons de cálcio e pH, características necessárias relacionadas ao processo de mineralização e ação antimicrobiana.

Um destes agentes radiopacificadores é o sulfato de bário, este é um sólido cristalino branco com a fórmula química  $BaSO_4$ . É pouco solúvel em água (apenas 0.02g deste pode ser dissolvido em 100ml de água) e outros solventes tradicionais, mas é solúvel em ácido sulfúrico concentrado. É muito comum em minérios de bário. A suspensão de sulfato de bário é utilizada por exemplo, como agente de contraste durante procedimentos de raio-x (ALAÇAM *et al.*, 1990)

O Sulfato de bário ( $BaSO_4$ ) é o agente mais utilizado para conferir radiopacidade as pastas. Questiona-se o efeito tecidual do sulfato de bário, pois, reações teciduais indesejáveis como, dor pós operatória e persistência do material na região do periapice podendo afetar o processo de reparo e não ser prontamente reabsorvido ocorreram quando houver extrusão acidental deste material, por conta de sua baixa dissolução em água o

efeito de radiopacidade residual pode ser mais frequente (ALAÇAM *et al.*, 1990; LOUREIRO *et al.*, 2018).

Salles *et al.*, (2007) avaliou a densidade óptica de três pastas obturadoras a base de hidróxido de cálcio associadas a um simulador de tecidos, sendo hidróxido de cálcio PA (pró-análise) + propilenoglicol 400; pasta Calen e pasta UltraCal XS. Foram realizados três grupos experimentais, utilizando 15 corpos de prova a partir de um tubo de polietileno. Para cada pasta foram utilizados 5 destes tubos. Para verificar possível interferência dos tubos, dois grupos de prova foram adicionados, um com o dente e outro com o tubo no canal radicular. Foram obtidas 25 imagens digitais padronizadas, 5 para cada grupo, as imagens foram transferidas para o programa Adobe Photoshop v. 7.0, onde determinou-se a média e o desvio padrão da densidade em uma área padronizada, correspondendo a posição do tubo. Obtiveram resultados de valores médio de densidade, em ordem decrescente, pasta UltraCal XS ( $236,25 \pm 3,49$ ), pasta Calen ( $230,32 \pm 3,49$ ), pasta PA + propilenoglicol 400 ( $210,95 \pm 3,29$ ). Todas as pastas apresentaram radiopacidade maior que o conduto radicular, diferenciando-se também entre si.

Loureiro *et al.*, (2018) avaliou a radiopacidade de diferentes pastas obturadoras, sendo estas: hidróxido de cálcio como grupo controle, Ultracal XS®, Callen® e Hydropast®. A radiopacidade foi avaliada com um sistema de radiografia digital indireta Express™ e equipamento de raios X Focus™. As imagens obtidas foram analisadas quanto aos padrões do valor de cinza por meio de um software, obtendo como valores de: 63,41 para o hidróxido de cálcio P.A.; 126,35 para Ultracal XS®; 106,73 para Hydropast®, e 72,23 para Callen®. Na mesma análise e sequência, a escala de alumínio apresentou os valores: Al 1mm: 53,50; Al 4 mm: 98,06; Al 8mm: 162,14; Al 12mm: 205,4. Deste modo, conclui-se que as pastas comerciais apresentaram maior radiopacidade do que a pasta do grupo controle, sendo, a Ultracal XS® com maior radiopacidade, seguido da Hydropast e Callen.

Mais recentemente, estudos vem utilizando radiografias digitais ao invés do método do fotodensitômetro, que verifica a radiopacidade em películas radiográficas. O uso das radiografias digitais exige menor tempo de exposição, elimina a etapa de processamento químico o qual pode acarretar em variações da qualidade das imagens, gerando melhor visualização do contraste e da densidade radiográfica (VEIGA *et al.*, 2017).

Tendo em vista a literatura consultada fica evidente que a permanência do dente decíduo no arco deve ser priorizada, e o tratamento endodôntico uma escolha terapêutica para isso, no entanto uma grande variedade de pastas obturadoras estão no mercado e

cada uma delas com vantagens e desvantagens. As propriedades físico/químicas de uma nova formulação indicadas *à priori*, indispensáveis, testam o pH, a espalhabilidade e a radiopacidade. As etapas na formulação de um novo material são longas mas cada etapa possui novos objetivos e as propriedades físico/químicas do material não podem de forma nenhuma serem negligenciadas.

## 7. OBJETIVOS

### 7.1. Objetivos gerais

Analisar as propriedades físico/químicas de uma nova pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio para obturação de dentes decíduos.

### 7.2. Objetivos específicos

1. Verificar a espalhabilidade do material obturador a base de Hidróxido de Cálcio;
2. Avaliar o pH da pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio, bem como, quando em comparação a outras pastas obturadoras comercializadas no mercado;
3. Verificar a radiopacidade da pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio e em comparação a outras pastas obturadoras comercializadas no mercado;

## 8. MATERIAIS E MÉTODOS

### 8.1 Materiais a serem testados

Os materiais obturadores utilizados nesta pesquisa serão: Pasta Guedes-Pinto, Pasta Calen e cimento de Óxido de Zinco e Eugenol, em comparação com diferentes formulações de uma nova pasta obturadora, denominadas F1, F4 e F5. A composição das pastas comerciais estará descrita na tabela a seguir:

**Tabela 1** - Distribuição dos grupos/ pastas experimentais

Material	Fabricante	Composição
<b>Cimento de Óxido de Zinco e Eugenol</b>	Biodinâmica	Pó: Óxido de Zinco 50g Líquido: Eugenol 20ml
<b>Pasta Calen</b>	S.S. White, Artigos Dentários, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.	2.5 g Hidróxido de cálcio, 0.5 g Óxido de zinco, 0.05 g Colofônia, e 1.75 ml Polietilenoglicol 400 (veículo)

<b>Pasta Guedes-Pinto</b>		23.8 % de Rifocort, 7.0% de Paramonoclorofenol e 69.2% de iodofórmio
<b>F1, F4 e F5</b>		Hidróxido de cálcio, clorexidina, neomicina/otosporin, sulfato de bário.

## 8.2 Teste do pH

Para a obtenção dos valores do pH de cada pasta utilizada, usamos a determinação colorimétrica do pH. Segundo a Farmacopeia Brasileira (2019), esta técnica está baseada no uso de papéis indicadores, que mudam de coloração conforme o pH, sendo que, estas variam do pH básico, neutro e ácido (0-14), demonstrando apenas uma faixa de valores, mais ou menos larga, conforme o indicador empregado. A determinação é levada a efeito adicionando-se gotas da solução indicadora à solução em exame ou umedecendo-se papéis indicadores com a solução em exame e observando-se a mudança de coloração. Portanto, para a obtenção dos resultados realizou-se os seguintes passos:

1. Pesagem dos tubos de ensaio na balança OHAUS Adventurer e tarar a balança para iniciar as pesagens. A balança OHAUS Adventurer é uma balança de alta precisão, o que implica que pequenas variações ambientais podem influenciar na aferição final. Portanto, as portas da balança devem estar fechadas durante o processo de pesagem.

Para realizar a pesagem deve-se aguardar a estabilização dos números que aparecem no painel da balança – considera-se que o número está estabilizado quando o símbolo “\*” surgir no canto esquerdo do painel como demonstrado na Figura 1(A e B) com um círculo vermelho (CARDOSO, *et al.*, 2019).

2. Foi realizado a adição de 1ml de água destilada em cada um dos tubos, e após realizado a tara novamente. Fazendo assim sucessivamente no tubo de ensaio identificado de cada pasta obturadora.

3. Após a pesagem da água destilada de cada tubo de ensaio, foi realizada a pesagem de 0.05g das pastas no mesmo tubo de ensaio que continha a água destilada previamente pesada.

4. Logo após a pesagem da água destilada e da pasta, realizamos a mistura de ambas até que tornassem homogêneas. E com o auxílio das fitas de determinação colorimétrica do pH, obtivemos o resultado do valor do pH de cada uma das pastas.



**Figura 1.** A) Balança tarada; B) 0.0500g de água destilada; C) Pastas diluídas em água; D) Fitas de determinação colorimétrica.

5. A avaliação do pH das pastas obturadoras para dentes decíduos será realizada no dia 0 da formulação da pasta, após 11 dias e 34 dias da formulação.

### 8.3 Teste de espalhabilidade

Com o teste de espalhabilidade é possível determinar a capacidade das formulações se espalharem quando submetidas a uma força, em um determinado espaço de tempo, procurando reproduzir as condições necessárias de esforço ao ser utilizada (ALMEIDA, *et al.*, 2020).

A determinação da espalhabilidade foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Knorst (1991). No equipamento utilizado, uma placa-molde circular de vidro (diâmetro = 20 cm; espessura = 0,2 cm), com orifício central de 1,2 cm de diâmetro, foi colocada sobre uma placa-suporte de vidro (20 cm x 20 cm) posicionada sobre uma escala milimetrada e uma fonte luminosa (Figura 2 - A).

A amostra foi introduzida no orifício da placa-molde e a superfície foi nivelada com espátula. A placa-molde foi cuidadosamente retirada e sobre a amostra foi colocada uma placa de vidro de peso conhecido. Após um minuto foi realizada a leitura dos diâmetros alcançados pela amostra, em duas posições opostas, com auxílio da escala do papel milimetrado. Posteriormente foi calculado o diâmetro médio (Figura 2 - D).

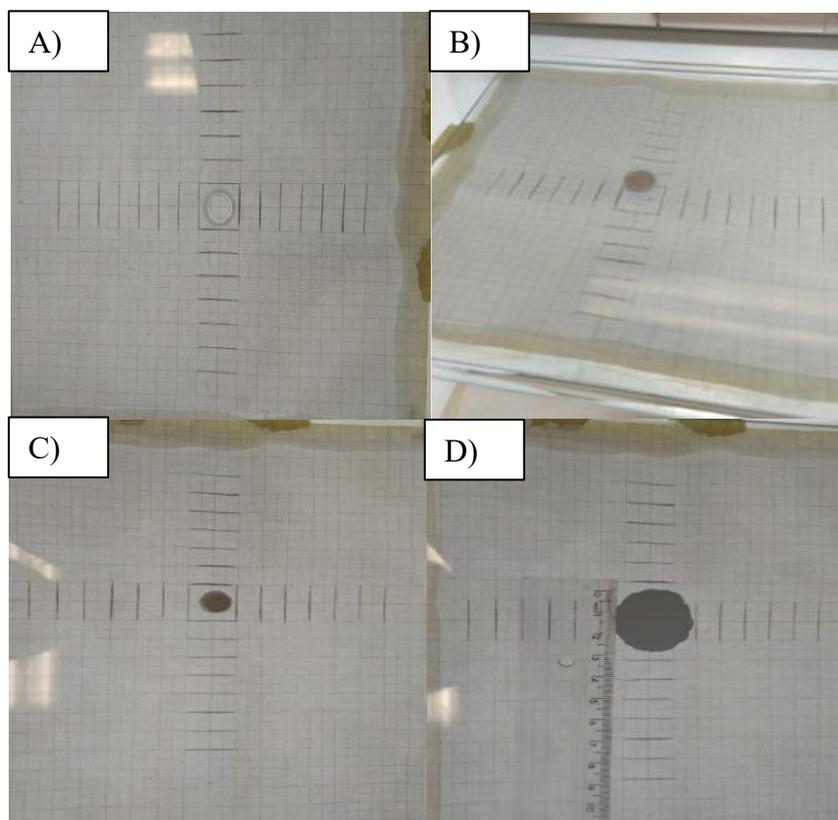
Este procedimento foi repetido acrescentando-se sucessivamente outras placas, de 1000g cada em intervalos de um minuto, totalizando 3 repetições de 5 placas. Os resultados foram expressos em espalhabilidade da amostra em função do peso aplicado,

de acordo com a equação abaixo, sendo que os mesmos correspondem à média de três determinações. Onde:

$$Ei = d^2 \cdot \pi / 4$$

Ei = espalhabilidade da amostra para um determinado peso i (mm<sup>2</sup>);

d = diâmetro médio (mm).



**Figura 2.** A) Placa-molde circular de vidro com orifício central de 1,2 cm de diâmetro; B) Amostra introduzida no orifício da placa-molde e a superfície foi nivelada com espátula; C) Placa-molde retirada; D) Leitura dos diâmetros alcançados pela amostra.

#### 8.4 Teste de Radiopacidade

Após o preparo dos materiais, conforme instruções do fabricante, os materiais obturadores serão acomodados em um molde de policarbonato (10mm de diâmetro e 1mm de espessura), quando houver bolha produzida pelos materiais obturadores, este molde será substituído.

Todos os espécimes serão radiografados, serão posicionados sobre uma placa intraoral S4 – Oclusal (5,7x7,6) Dürr Dental (sensor sem fio para o VistaScan) e expostos juntamente com uma escala de alumínio com espessura variada, de 2 a 16mm, com incrementos de 2mm. Para a tomada radiográfica, será utilizada uma unidade de raio-X de 70 Kvp / 8mA tipo Seletronic® Parede – Dabi Atlante com 0,3 segundos de exposição

distância focal de 30cm. As imagens radiográficas serão importadas para o software Viwbox Studio, através do scanner VistaScan Mini View.

O valor da radiopacidade será determinado em densidade radiográfica, que será convertida em milímetros de alumínio (mm Al) esta conversão será realizada determinando-se a densidade radiográfica correspondente a cada milímetro de alumínio, de acordo com cada intervalo entre os milímetros, isto é, entre 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4, etc. Para se obter o valor de cada material, será observado em qual intervalo ele estava, ou seja, se o valor da sua densidade estava entre, por exemplo, o intervalo 4 e 5, 5 e 6, etc. A cada intervalo o 1 mm corresponde a valores distintos;

- A cada intervalo - 1 mm corresponde a valores distintos; por exemplo, a diferença entre o 4 e 5 é  $16,83(5) = 162,07 - (4) = 145,24$  e entre 5 e 6 é  $14,39(6) = 176,46 - (5) = 162,07$ .

Quando a densidade do material apresentar o valor entre 5 e 6, o cálculo será realizado da seguinte forma:

- O valor da densidade do material será subtraído o valor correspondente a 5mm de alumínio; essa diferença será convertida em milímetros de alumínio utilizando-se para o cálculo a fórmula proposta por Duarte et al., (2009):

$$A \times 2/B + \text{mmAl imediatamente abaixo RDM}$$

A = densidade radiográfica do material (RDM) – densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente abaixo RDM;

B= densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente acima da RDM – densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente abaixo RDM;

2 = 2-mm incremento entre um passo e outro do alumínio.

- Em conformidade com a especificação da ISO 6876 (2001), a radiopacidade do material deverá ser igual ou superior a radiopacidade de 3 mm de alumínio. Os dados serão submetidos a análise estatística usando anova e tukey ( $p = 0.05$ ).

## 9. RESULTADOS

Para os testes com a nova pasta obturadora de dentes decíduos, utilizamos também pastas existentes no mercado como parâmetros comparativos, portanto, avaliamos que dentre as inúmeras pastas encontradas no mercado, as que são mais procuradas e recomendadas na odontologia, são as pastas iodoformadas, as com óxido de zinco e eugenol (OZE) e as de hidróxido de cálcio, contudo, segundo Cunha et al., (2005), nenhuma é totalmente apropriada quanto aos pré-requisitos estabelecidos para que o material seja ideal.

Na utilização dos testes com uma pasta a base de hidróxido de cálcio, consideramos, que as principais características verificadas demonstre biocompatibilidade com os tecidos, tendo excelente capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, sendo também indutor de reparo e atividade antimicrobiana devido a sua dissociação iônica do íon cálcio e hidroxila. No entanto, ao utilizar o hidróxido de cálcio como pasta, necessita-se a inserção de um veículo que pode ser viscoso, oleoso ou aquoso, este tem importância na determinação da velocidade de dissociação dos íons (ARAÚJO et al., 2012; GONÇALVES, 2010; PILOWNIC, 2015).

Diante disso, buscamos na literatura a indicação destas soluções e, um dos veículos que pode ser utilizado é o diglucunato de clorexidina. A clorexidina, principalmente, em gel 2%, usada comumente na endodontia. Este veículo auxilia na atividade antimicrobiana potencializando-a, segundo Sposito (2017) e Carvalho et al., (2018), possui uma ação antibacteriana de amplo espectro, além de, possuir substantividade ou efeito residual, que permite que esta solução mantenha uma concentração mínima no meio em que está presente por um período de até 7 dias.

Além disso, a nova pasta obturadora também necessitou na sua formulação de antibióticos como neomicina e otosporin, que proporcionam esta ação antimicrobiana, o otosporin é comumente utilizado na endodontia, como capeamento, pulpotomia e como curativo de demora em casos de biopulpectomia (ALMO, 2014). Composto de uma combinação de hidrocortisona, sulfato de neomicina e polimixina B e tem anti-inflamatório, imunossupressor, vasoconstritor e propriedades antimicrobianas. Possui a capacidade de penetrabilidade, o que promove uma ação efetiva. Já o sulfato de neomicina, utilizada na composição do otosporin, é um antibiótico de largo espectro, sendo efetivo contra bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas, como a *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris* (CARVALHO et al., 2018).

Neste estudo, avaliamos o pH de diferentes pastas comerciais, como Calen, Pasta Guedes-Pinto e Óxido de Zinco e Eugenol, em comparação com a formulação das pastas em desenvolvimento, sendo que a base para a F1, F4 e F5 é o hidróxido de cálcio. Como citado anteriormente, o hidróxido de cálcio possui um pH alcalino em média 12,6 o que proporciona um ambiente desagradável para o desenvolvimento de microrganismos indesejados no conduto radicular (SPOSITO, 2017; MASSARA *et al.*, 2012).

Como forma de avaliação do pH da nova pasta obturadora, medimos o valor do pH em três momentos diferentes, como refere-se a Tabela – 2, sendo primeiramente no dia zero de formulação, após 11 dias e após 34 dias. Como resultado, no primeiro dia de formulação, o pH estava básico, com valor 12, havendo uma pequena alteração do seu valor aos 11 dias da formulação, diminuindo o valor do pH de todas as formulações para 11, toda via, aos 34 dias de formulação o pH das pastas F1 e F4 retornaram ao valor inicial e a F5, apresentou o pH mais alcalino, com valor 13 nos seus 34 dias de composição. Pode-se perceber que o pH manteve-se básico durante todo o período de teste.

Já com relação as pastas comerciais, ambas apresentaram o mesmo valor durante todos os 34 dias de teste, mostrando-se estáveis quanto ao seu pH inicial, entretanto, apenas a pasta Calen, que foi usada como grupo controle para demais testes, manteve seu pH mais alcalino atingindo o valor de 12. A pasta Guedes-Pinto, padrão ouro na odontologia com relação a endodontia de dentes decíduos manteve o seu pH básico com valor 9. E a pasta OZE, sustentou o pH em 7, ambiente neutro. Sendo assim, a pasta que manteve-se com o pH mais alcalino foram as pastas de formulação própria, principalmente na F5, bem como, nas comerciais Calen e Guedes-Pinto.

**Tabela 2** - Média dos pH das formulações e das pastas existentes no mercado

<b>Grupo</b>	<b>Dia 0</b>	<b>15 dia</b>	<b>30 dias</b>
F1	12,0	11,0	12,0
F4	12,0	11,0	12,0
F5	12,0	11,0	13,0
Calen	12,0	12,0	12,0
Pasta Guedes- Pinto	9,0	9,0	9,0
OZE	7,0	7,0	7,0

Para verificar a espalhabilidade do material obturador a base de Hidróxido de Cálcio, bem como das pastas comercializadas no mercado, realizamos testes no dia 1 da formulação, bem como após 30 dias após. A partir da ideia de que a espalhabilidade/escoamento deve ser elevada o suficiente para penetrar nas

irregularidades, porém, não em excesso, analisamos os resultados do estudo (ALMEIDA, *et al.*, 2020).

Com relação as pastas a base de Hidróxido de Cálcio, podemos perceber que a pasta F4 e F5, nesta ordem, apresentaram maior valor de espalhabilidade após os 30 dias da formulação quando comparadas ao dia 1. A pasta F1 demonstrou um valor decrescente de espalhabilidade. As pastas comerciais mantiveram-se estáveis quanto ao seu valor inicial do dia 1, no entanto, a pasta que teve maior espalhabilidade foi a pasta Guedes, seguindo da Calen e ZOE, sendo que, a pasta de Óxido de Zinco e Eugenol obteve o valor mais baixo de todas as pastas, conforme os valores indicados na Tabela 3 e 4.

A análise estatística das medias quando os 5 grupos foram comparados de maneira pareada, ou seja para cada formula testada, duas medias forma obtidas, o teste T mostrou que existe diferença significativa apenas nas medias para as formulações de F4 e F5 (Tabela 4). Quando as medias das formulações foram comparads entre os grupos de forma independentes, a análise do dados e o teste T mostrou que existe diferença significativa para as medias de F5 em relação a F1, Pasta Guedes em relação a F1e Calen em relação a F1. Em relação a formulação F4, os dados são significantes para as médias de F5, Guedes, Calen. Para a comparação do grupo da formulação F5, os dados mostram significância nas medias de Guedes (Tabela 5).

**Tabela 3** – Média de espalhabilidade das formulações

Grupo	F1		F4		F5		Pasta Guedes		Calen		Óxido de Zinco	
Placa	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30	Dia 0	Dia 30	Dia 0	Dia 30	Dia 0	Dia 30
1	8.90	6.34	7.22	7.96	7.87	8.47	17.36	17.36	6.60	6.60	4.03	4.03
2	9.44	6.73	7.88	8.56	8.72	10.08	18.86	18.86	9.07	9.07	4.77	4.77
3	9.62	6.79	8.40	8.99	9.07	10.85	19.67	19.67	10.76	10.76	5.86	5.86
4	9.80	6.79	8.58	9.26	9.62	11.05	20.18	20.18	12.17	12.17	6.75	6.75
5	9.99	6.90	8.76	9.43	9.62	11.05	20.46	20.46	13.66	13.66	7.38	7.38

**Tabela 4** - Média da espalhabilidade dos grupos nos diferentes tempos de teste.

<b>Grupo</b>	<b>Média Dia 0</b>	<b>Média Dia 30</b>	<b>p</b>
<b>F1</b>	9,55	6,71	0,008
<b>F4</b>	8,16	8,84	0,000
<b>F5</b>	8,98	10,30	0,002
<b>Guedes</b>	19,30	19,30	-
<b>Calen</b>	10,45	10,45	-
<b>Zoe</b>	5,75	5,75	-

**Teste t para amostras pareadas****Tabela 5** - Comparações de médias dos diferentes grupos aos 30 dias de acondicionamento.

<b>Comparações</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>	<b>P</b>
<b>F1 *F4</b>	6,71	8,84	0,008
<b>F1*F5</b>	6,71	10,30	0,000
<b>F1*Guedes</b>	6,71	19,30	0,002
<b>F1* Calen</b>	6,71	10,45	0,001
<b>F1* Zoe</b>	6,71	5,75	0,456
<b>F4*F5</b>	8,84	10,30	0,001
<b>F4*Guedes</b>	8,84	19,30	0,000
<b>F4* Calen</b>	8,84	10,45	0,002
<b>F4* Zoe</b>	8,84	5,75	0,002
<b>F5*Guedes</b>	10,30	19,30	0,000
<b>F5* Calen</b>	10,30	10,45	0,623
<b>F5* Zoe</b>	10,30	5,75	0,000

**Teste t para amostras independentes**

Foram realizadas análises radiográficas das pastas a base de Hidróxido de Cálcio, F1, F4 e F5 em comparação com a pasta Calen. Sabendo que, o valor recomendado de milímetros de Alumínio (mm/Al) é de 3mm, analisou-se os resultados obtidos através da radiografia digital das mesmas.

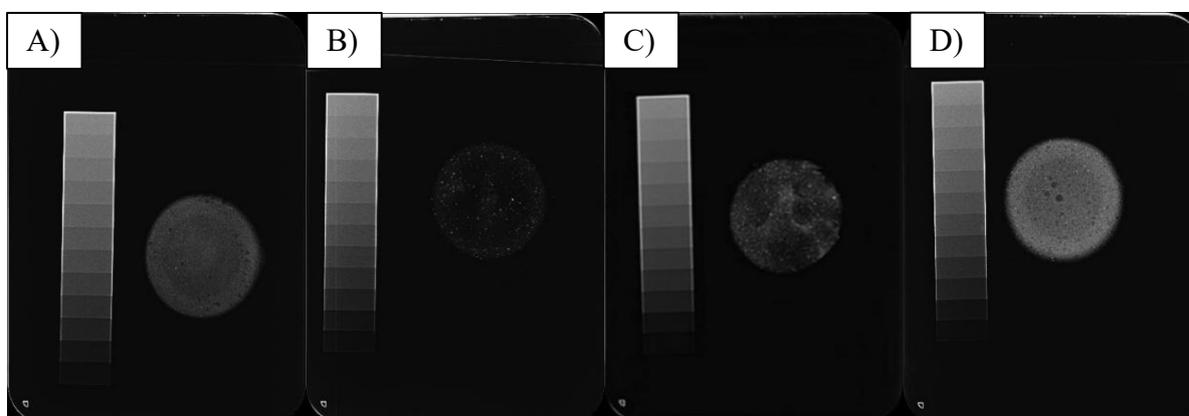
Pode-se perceber que, a pasta que obteve maior valor radiográfico em mm/Al foi a pasta de formulação própria a F5 (9,4 mm/Al), seguida da pasta Calen (8,5 mmAl), pasta F4 (4,8 mm/Al) e por último F1 (2,5 mm/Al) com valor menor do que a recomendação pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001. Os valores apresentados encontram-se na tabela abaixo.

A pasta F1 foi a que mais possuía o agente radiopacificador, sulfato de bário, componente este que é o agente mais utilizado para conferir radiopacidade as pastas obturadoras, entretanto, a pasta F1, foi a que apresentou menor radiopacidade. Cabe-se então, um futuro estudo para analisar uma possível interferência de outros componentes que possam ter determinado tais resultados.

Deste modo, percebe-se que a pasta com maior valor radiopaco em mm/Al foi a F5, ultrapassando os valores atingidos pela pasta comercial e grupo controle Calen e demais formulações desenvolvidas.

**Tabela 7 - Radiopacidade em milímetro de Alumínio (mm/Al) dos materiais estudados.**

Pasta	Radiopacidade	Valor recomendado pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001.
<b>F1</b>	Placa 1 e 2	2,5 mm/Al
<b>F4</b>	Placa 4 e 5	4,8 mm/Al
<b>F5</b>	Placa 10 e 11	9,4 mm/Al
<b>Calen</b>	Placa 8 e 9	8,5 mm/Al



**Figura 3.** Radiografia digital das pastas F1, F4, F5 e Calen. A) Pasta Calen® submetida ao teste de radiopacidade; B) Pasta F1 submetida ao teste de radiopacidade; C) Pasta F4 submetida ao teste de radiopacidade; D) Pasta F6 submetida ao teste de radiopacidade.

## 10. DISCUSSÃO

As pastas obturadoras, assumem um papel importante no tratamento endodôntico dos dentes decíduos, possuem relevante função, uma vez que fazem parte de uma etapa do tratamento como um todo e podem ser responsabilizadas por ações essenciais, que, além de recuperar a função do elemento dentário, mantendo-o no arco e promovendo o desenvolvimento de acordo com padrões biológicos normais, preenchem o canal radicular com substâncias biocompatíveis que são potencialmente antimicrobianas, evitando insucesso do tratamento e possíveis reinfecções (LOPES *et al.*, 2004. CUNHA *et al.*, 2005).

As características e propriedades encontradas nas pastas obturadoras, devem ser analisadas, visto que, são fundamentais para que haja a confirmação de seus atributos desejáveis e critérios ideais, como: possuir propriedades antissépticas, ser facilmente inserida, ser radiopaca e não pigmentar o elemento dentário, por exemplo (CUNHA *et*

*al.*, 2005; LOPES *et al.*, 2004; THOMAZ *et al.*, 1994). Além disso, as pastas obturadoras necessitam fornecer uma função de barreira física para a entrada de microrganismos (ARAÚJO *et al.*, 2012,), bem como, da nutrição para as bactérias existentes no canal radicular. Em relação ao controle na redução de microrganismos, as pastas auxiliam através do seu pH, portanto o valor e a manutenção do pH de uma pasta obturadora são fundamentais. Segundo diversos autores, como, Sposito, (2017); Massara *et al.*, (2012) e Gonçalves (2010), o valor do pH deve ser alcalino, em torno de 12,6, para o processo de mineralização, agindo nos tecidos dentários e nas bactérias. Este pH, proporciona um ambiente desagradável para as bactérias desenvolvendo uma ação antisséptica, assim, com a elevação do pH há uma inibição enzimática microbiana, neutralizando lipossacarídeos e promovendo uma reparação tecidual. Em nossos resultados, todas as pastas formuladas (F1, F4 e F5) e a pasta comercial, Calen, apresentam essa faixa de pH, variando entre 11 e 13, demonstrando então que estas mantêm uma propriedade físico/química desejável.

Ainda Sposito (2017), menciona que as propriedades antimicrobianas do hidróxido de cálcio são exemplificadas através da sua dissociação em íons cálcio e íons hidroxila. A estimulação do reparo e deposição de tecido mineralizado provem de íons cálcio liberados e do pH, sendo que, uma alta concentração de íons cálcio pode ativar a pirofosfatase, enzima importante no processo de mineralização, formando barreiras de dentina, osteocementárias, selamento apical e de túbulos dentinários (MASSARA *et al.*, 2012). Reforçando a necessidade de avaliar e manter o pH das pastas obturadoras, Pereira *et al.*, (2009) realizou alguns testes para verificar a alteração do pH quando introduzia o hidróxido de cálcio e do iodofórmio associados ou não a um veículo em três diferentes soluções: água destilada, soro fisiológico ou álcool. Observou-se que o pH do hidróxido de cálcio foi sempre básico (em torno de 12), assim como encontrado na nossa proposta das novas formulações F1, F4, F5, inclusive a pasta Calen. A pasta a base de iodofórmio se manteve neutra no estudo de Pereira *et al.*, (2009), em contrapartida, no nosso estudo ela manteve-se básica, todavia, com um valor mais baixo que o desejável (9,0). Tornando-se assim, pouco favorável à ação antimicrobiana, pois, normalmente a maioria das espécies bacterianas que coloniza os canais radiculares consegue manter sua viabilidade até um pH de 9 (SPOSITO, 2017).

Além disso, em se tratando das pastas iodoformadas que ainda são as pastas obturadoras mais comumente empregadas (DUNSTON *et al.*, 2008; CUNHA *et al.*,

2005), outra desvantagens referida nos estudos, é de que estas são rapidamente reabsorvidas pelo organismo, deixando espaços vazios no interior dos canais radiculares, que podem ser colonizados por microorganismos oportunistas e proporcionar uma reinfecção do canal, expondo o paciente a um retratamento ou até mesmo a exodontia do dente decíduo. Além disso, sabe-se que o contato direto dessas pastas com os tecidos vivos pode desencadear intoxicações e manifestações, até mesmo, inflamação crônica, reabsorções apicais e ósseas vem sendo reportadas (MASSARA *et al.*, 2012).

Holland *et al.*, (2002), também mostrou-se preocupado com o pH das pastas tanto que avaliou dentes humanos extraídos, preparados e preenchidos com uma pasta de hidróxido de cálcio, inicialmente, e após 30 dias, obturado com o Óxido de Zinco e Eugenol. Neste estudo foi encontrado o pH de 7,26 quando obturado com a OZE, resultado este, similar ao nosso, onde a pasta com OZE manteve seu pH em 7 nos diferentes momentos avaliados. Neste valor o pH demonstra-se desfavorável em relação a questão antimicrobiana, entretanto, quando usado em associação a pasta de  $\text{Ca(OH)}_2$ , pode solucionar alguns problemas como a resistência de alguns microorganismos ao hidróxido de cálcio, como, *Enterococcus faecalis* e *Candida Albicans*, outro veículo que pode solucionar este problema é a clorexidina (SPOSITO, 2017). A conclusão é de que na associação com hidróxido de cálcio as propriedades melhoram, mas isso se deve ao hidróxido de cálcio e não ao OZE, indicando claramente uma tendência favorável a utilização do Hidróxido de Cálcio.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, para a utilização de pastas prontas, avaliando não apenas a composição da pasta, mas suas propriedades é do quanto o material escoar no canal radicular, visto que, a necessidade do escoar o material para o conduto radicular é importante, nos dentes decíduos pela presença de inúmeros canais secundários, além de facilitar no preenchimento do canal principal. Salienta-se que desde que a pasta consiga penetrar e escoar de forma passiva, com uma boa espalhabilidade, as bactérias remanescentes que ainda se encontram no interior dos túbulos dentinários, podem ser extintas (SPOSITO, 2017). É fato, já discutido na literatura que a presença de microorganismos em istmos, canais acessórios e ramificações pode contribuir para o insucesso do tratamento. Massara *et al.*, (2012) e Gonçalves (2010), reforçam que por vezes mesmo após a instrumentação, bactérias podem persistir nas ramificações do canal, nos túbulos dentinários expostos, por isso um material com adequada espalhabilidade e com capacidade de ação antimicrobiana é imprescindível para alcançar o sucesso endodôntico.

Encontramos outra desvantagem da pasta de OZE, e Sydney *et al.*, (2009), comprovou também que o teste realizado com OZE não apresentou nenhum escoamento ao transcorrer do estudo. Quando comparamos ao nosso estudo de espalhabilidade percebemos que os resultados obtidos com a pasta de ZOE, manteve seu escoamento mais baixo, tanto no momento inicial de formulação quanto no teste dos 30 dias, apresentando o valor de espalhabilidade mais baixo em todas as pastas testadas no nosso estudo.

E por fim, outra propriedade físico/química de importância nas pastas obturadoras de endodontia de dentes decíduos é a radiopacidade, que as diferencia dos tecidos dentais, promovendo boa análise da obturação do canal radicular. Algumas pastas possuem materiais que são radiopacos, no entanto, pode-se também utilizar a adição de um material para fornecer tal propriedade, (ALAÇAM *et al.*, 1990; COSTA *et al.*, 2014). A literatura menciona, como material de escolha o Sulfato de Bário ( $\text{BaSO}_4$ ), pois possui pouca solubilidade em água, por conta de sua baixa dissolução, e há possibilidades mais frequentes de radiopacidade residual (ALAÇAM *et al.*, 1990; LOUREIRO *et al.*, 2018). Na formulação das novas pastas (F1, F4 e F5) foi utilizado o Sulfato de Bário ( $\text{BaSO}_4$ ), com diferentes valores, de acordo com a especificidade e a necessidade da formulação de cada pasta.

A propriedade da radiopacidade foi estudada por Salles *et al.*, (2007) e Loureiro *et al.*, (2018), em pastas a base de Hidróxido de Cálcio (Calen), e seus resultados foram positivos. Comparando ao nosso estudo, também testamos nossas novas formulações (F1, F4 e F5) e a pasta Calen, mantendo-se entre os valores encontrados pelos pesquisadores. Ainda no estudo de Salles (2007), foi utilizado Hidróxido de Cálcio PA com propilenoglicol e este foi um componente utilizado como base para as pastas da formulação F1, F4 e F5. Considerando o valor de referência pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001 (3 mm/Al) duas das nossas formulações tiveram o valor maior que o recomendado, a pasta F4 (4,8 mm/Al) e F5 (9,4 mm/Al), a F1 (2,5 mm/Al) no entanto, não atingiu o valor recomendado.

A radiopacidade é uma propriedade físico/química importante no tratamento endodôntico, mas, por outro lado, quando em excesso pode mascarar espaços vazios dificultando a qualidade do material obturador, isto ocorre pois, a radiopacidade está interligada diretamente no contraste radiográfico, podendo diminuir a percepção do detalhe (VEIGA *et al.*, 2017; LOUREIRO *et al.*, 2018; LAVÔR *et al.*, 2017). Outro fator relevante é que em excesso, como, Loureiro (2018) relata pode interferir na formulação geral da pasta, pois, quanto mais agentes radiopacificador incorporados ao material,

menor a quantidade de medicação, podendo resultar na diminuição do potencial antimicrobiano. Portanto, deve-se ter cuidado para que o agente radiopacificador não interfira no pH e na ação antimicrobiana da pasta obturadora.

Diante dos resultados obtidos e baseados nas evidências científicas que amparam os nossos achados, podemos considerar que temos uma formulação (f5) com propriedades físico/químicas estáveis, atingindo todas as características desejadas desde o início do estudo, demonstrando assim, ser viável para uso odontológico. No entanto, este é um passo no desenvolvimento de uma nova proposta de pasta obturadora para dentes decíduos. Vale ressaltar que embora promissora a fase que estamos, nos indica a limitação por estarmos apenas em uma etapa inicial na manipulação de componentes químicos, mais estudos são imprescindíveis e serão realizados com testes laboratoriais *in vitro e in vivo*, bem como a testagem em estudos clínicos cegos randomizados.

## **11. CONCLUSÃO**

As propriedades físico/químicas analisadas neste estudo são de extrema importância para um bom desempenho da pasta obturadora. Durante o desenvolvimento da pasta a análise dos resultados obtidos nos permite concluir que a pasta em desenvolvimento F5, apresentou os melhores resultados em todos os testes tanto entre as nossas formulações (F1 e F4), como quando comparada as demais pastas de mercado. Da mesma maneira que, manteve as propriedades físico/químicas estáveis, atingindo todas as características desejadas desde o início do estudo, demonstrando assim, ser viável para uso odontológico.

## **12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. *Farmacopéia brasileira*. 6.ed. v.1 p.161-164. Agência Nacional de Vigilância Sanitária SIA Brasília - DF, 2019

ALÇAM, T.; GORGUL, G.; *Et al.* Evaluation of Diagnostic Radiopaque Contrast Materials Used with Calcium Hydroxide. Printed in U.S.A. v. 16, n. 8, August 1990

ALMEIDA, L. C.; SILVA, C. D.; COUTO, B. S.; Et al. *Avaliação da qualidade de formulações magistrais fotoprotetoras géis-creme comercializadas na região centro-oeste de Minas Gerais*. Revista Conexão Ciência I v. 15 i n. 3, 2020

ÁLAMO, Larissa. *Estudo in vivo do potencial anti-inflamatório do Otosporin empregado em dentes de rato submetidos à clareação dentária*. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Odontologia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, 2014.

ANDOLFATTO, C.; SILVA; G. F.; CORNÉLIO, A, L, G.; Et al. *Biocompatibility of Intracanal Medications Based on Calcium Hydroxide*. ISRN Dentistry Volume 2012, Article ID 904963, 6 pages doi:10.5402/2012/904963

BARRETO, S.S., LUISI, S.B., FACHIN, E.V.F. *Importância da dissociação dos íons cálcio e hidroxila de pastas de hidróxido de cálcio*. Rev. de Clín. Pesq. Odontol., v.1, n.4, abr./jun. 2005.

CARDOSO, L.; ZEMBRUSKI, C.; FERNANDES, D.S.C.; BOFF, I.; PESSIN, V. *Avaliação da prevalência de perdas precoces de molares decíduos*. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa, v. 5, n. 1, p. 17-22, jan./abr. 2005.

CARDOSO, P, E, C; MARTINS, J. A.; Et al. *Manual de procedimento operacional padrão em espectrofotometria / Departamento de Biomateriais e Biologia Oral*. São Paulo: Departamento de Biomateriais e Biologia Oral / FOU SP, 2019. 57p.

CARVALHO, C. G.; RODRIGUES, C, T. *Efetividade de diferentes medicações intracanaís no combate ao Enterococcus Faecalis*. Salusvita, Bauru, v. 37, n. 3, p. 749-767, 2018.

COSTA, B. C.; CAMPOS, N. C.; DUARTE, M. A. H.; Et al. *Análise físico-química do MTA e do cimento Portland associado a quatro diferentes radiopacificadores*. Rev. odontol. UNESP, Araraquara, v. 43, n. 4, p. 228-235, Aug. 2014

CUNHA, B.; BARCELOS, R.; GUIMARÕES, L. *Soluções irrigadoras e Materiais Obturadores Utilizados na Terapia Endodôntica de Dentes Decíduos*. Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada. v, 5. n. 1, p. 75 - 83, 2005.

DUARTE, M. A.H.; DE OLIVEIRA, E. K.; GUÂNIARA, Et al. *Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents*. Journal of Endodontics, v. 35, n.5, p.737-740, 2009.

DUNSTON, B.; COLL, J. A. *A Survey of Primary Tooth Pulp Therapy as Taught in US Dental Schools and Practiced by Diplomates of the American Board of Pediatric Dentistry*. Pediatric Dentistry, v. 30, n. 1, p.42-48, Jan/Fev. 2008.

ESTRELA C, PÉCOR A J.D., SOUZA-NETO M.D., ESTRELA CRA, BAMMANN LL. *Effect of vehicle on antimicrobial properties of calcium hydroxide pastes*. Braz Dent J. v.10, p.63-72, 1999.

GONÇALVES, S.S. *Análise da atividade antimicrobiana de quatro pastas endodônticas sobre microorganismos removidos da cavidade pulpar de molares decíduos necrosados*. Dissertação (mestrado em odontologia) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências da Saúde, 2010.

GROSSMAN, L. I. *Physical properties of root canal cements*. Journal of Endodontics v. 2, n.6, p.166-175, 1976.

GUEDES-PINTO, A.C.; ISSAO, M.; PRADO, C. *Desenvolvimento da dentição mista*. In: GUEDES-PINTO, A.C. Odontopediatria. 6 ed. São Paulo: Santos, 1997.

HOLLAND, R.; SOUZA, V.; BERNABÉ, P.F.E.; NERY, M.J.; *Et al. Uso do hidróxido de cálcio nos canais radiculares*. RGO (Porto Alegre). v.50, n.3, p.129-132, jul/set 2002

KNORST, M. T. *Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato concentrado de Achyrocline satureioides*. Lam. DC. Compositae. (Marcela). 1991. 228 p. Dissertação de Mestrado. UFRGS.

KORYTNICKI, D.; NASPITZ, N.; FALTIN JÚNIOR, K. *Conseqüências e tratamento das perdas precoces de dentes decíduos*. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent, v. 48, n.3, p. 1323-29, Maio/Jun. 1994

KRAMER, P.F.; FARACO JUNIOR, I.M.; FELDENS, C.A. *Estado atual da terapia pulpar nas Universidades Brasileiras - Pulpotomia e pulpectomia em dentes decíduos*. J Bras Odontopediatr Odontol Bebê, v.3, n.3, p.222-230, 2000.

KUGA, M. C.; PIROLLA M. O.; FREITAS, C. P. *Et al; Avaliação in vitro do pH do hidróxido de cálcio usado como medicação intracanal em associação com clorexidina e racealfatocoferol RFO*, Passo Fundo, v. 15, n. 2, p. 150-154, maio/ago. 2010

LAVÔR, T, L, M.; SILVA, L. E.; VASCONCELOS, G. M.; VASCONCELOS G. R. *Uso de hidróxido de cálcio e MTA na odontologia: conceitos, fundamentos e aplicação clínica*. Salusvita, Bauru, v. 36, n. 1, p. 99-121, 2017.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA, J.F. *Endodontia: Biologia e Técnica*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Medsi-Guanabara Koogan S. A., 2004. 964p.

LOUREIRO, M. A. Z.; BARBOSA, M. G. CHAVES, S. G.; *Et al. Pesquisa Avaliação da composição química e radiopacidade de diferentes pastas de hidróxido de cálcio*. Rev Odontol Bras Central v.27 n.80 p.19-23, 2018.

MASSARA, A. L. M.; TAVARES, F. L. W.; NORONHA, C. J.; *Et al. A Eficácia do Hidróxido de Cálcio no Tratamento Endodôntico de Decíduos: Seis Anos de Avaliação*. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa, v.12, n.2, p.55-59, abr./jun., 2012

MANI, S.A.; CHAWLA, H.S.; TEWARI, A.; GOYAL, A. *Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth*. J Dent Child, v.67, n.2, p.142-147, 2000

MELLO-MOURA, A.C.V.; FANARO, J.; NICOLETTI, M.A.; MENDES, F.M.; VANDERLEY, M.T.; GUEDES, A.C. *Variability in the proportion of components of iodoformbased Guedes-Pinto paste mixed by dental students and pediatric dentists.* Indian Journal of Dental Research, v.22, n.6, p.781-5, 2011.

NASCIMENTO, G.; EMILIANO, G.; SILVA, I.; CARVALHO, R.; CALVÃO H. *Mecanismo, Classificação e Etiologia das Reabsorções Radiculares.* Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre. v.47, n.3, p.17 - 22, 2006.

NOGUEIRA, J. A.S.; GILLET, A.V.M.; PARREIRA, E.B.; PEDREIRA, E.M.; ATHAYDE NETO, M.D.P. *Perdas precoces de dentes decíduos e suas conseqüências para dentição futura elaboração de propostas preventivas.* Rev ABO Nacional, São Paulo, v. 6, n.4, p. 228-233, 1998.

PEREIRA, L.; NABESHIMA, K, C.; BRITTO, B, L, M.; *Et al. Avaliação do pH de substâncias utilizadas como medicação intracanal em diferentes veículos.* RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia - Universidade da Região de Joinville Joinville, Brasil. v.6, n.3, p. 243-247, sep.2009

PILOWINK, J. K. *Avaliação físico-química e biológica de materiais obturadores de canais radiculares de dentes decíduos. Pelotas.* Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

PINHEIRO, H.; ASSUNÇÃO, L.; TORRES, K.; MIYAHARA, L.; ARANTES, D. *Endodôntica em Dentes Decíduos por Odontopediatras.* Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada. v. 13, n. 4, p. 351-360, 2013.

PRIYANKA, C.; GOVARDHAN, P. *Tooth discolouration due to endodontic materials and procedures.* IOSR-JDMS, v.9, n. 4, p.32-6, 2013.

REDDY, G.A.; SRIDEVI, E.; SAI SANKAR, A.J.; PRANITHA, K.; PRATAP GOWD M.J.; VINAY, C. *Endodontic treatment of chronically infected primary teeth using triple antibiotic paste: An in vivo study.* J Conserv Dent, v.20, n.1, p.405-410, 2017.

REZENDE, T.M.B.; RUIZ, P.A.; AMORIM, R.F.B.; CARVALHO, R.A. *Aplicações terapêuticas do iodofórmio em endodontia.* Rev Bras Odontol. v.59, n.4, p. 280-2, Jul-Ago., 2002

ROSSI, A.; ROSSI, M. *Mecanismos Celulares e Moleculares Envolvidos na Reabsorção Radicular Fisiológica de Dentes Decíduos.* Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada. v.10. n.3, p.505 -511, 2010

SALLES, A.A.; HAUSCHILD, F.M.; PARANHOS, L.; FONTANELLA, V. *Avaliação da Densidade Óptica de Três Pastas de Hidróxido de Cálcio.* R. Fac. Odontol. Porto Alegre, v.48, n.1/3, p.17-21, jan/dez, 2007

SCELZA, Z. F. M.; SCELZA, P.; COSTA, F. R. CÂMARA, A. *Estudo Comparativo das Propriedades de Escoamento, Solubilização e Desintegração de Alguns Cimentos*

*Endodônticos*. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa, v. 6, n. 3, p. 243-247, set./dez. 2006

SPOSITO, O. S. *Análise de propriedades físico-químicas e biológicas de pasta obturadora composta por hidróxido de cálcio, óxido de zinco e gel de clorexidina 2%*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

SYDNEY, G. B.; FERREIRA, M. SEONIZIO, M. D. A.; *Et al. Análise do perfil de escoamento de seis cimentos endodônticos*. RGO, Porto Alegre, v. 57, n.1, p. 7-11, jan./mar. 2009

THOMAS, A.M.; CHANDRA, S.; CHANDRA, S.; PANDEY, R.K. *Elimination of infection in pulpectomized deciduous teeth: A short-term study using iodoform paste*. J Endod., v.20, n.5, p.233-235, Maio 1994.

VEIGA, W.K.A.A.; BRUNO, K.F.; PEREIRA, A.L.; *Et al. Análise comparativa da radiopacidade de três cimentos endodônticos por meio de radiografia digital*. Rev Odontol Bras Central 2017; 26(79): 37-41

YAGIELA, J.A.; DOWD, F.J.; JOHNSON, B.S. *Farmacologia e Terapêutica para Dentistas*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.

### **13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO**

**A aluna teve um ótimo desempenho e comprometimento com o trabalho realizado.**

**Nota dez.**



---

**Prof. Dr. Juliane Bervian**

# ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO/QUÍMICAS DE UM MATERIAL OBTURADOR PARA DENTES DECÍDUOS

## ANALYSIS OF THE PHYSICAL/CHEMICAL PROPERTIES OF AN OBCUMENT MATERIAL FOR DECIDUOUS TEETH

Tainara Estela Kopper<sup>1</sup>, Juliane Bervian<sup>2</sup>, Moisés Zacharias Cardoso<sup>3</sup>, Janessa Luiza Engelmann<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Estudante de Odontologia (UPF – Universidade de Passo Fundo – RS – Brasil)

<sup>2</sup> Doutora, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil

<sup>3</sup> Doutor, Moisés Zacharias Cardoso

<sup>4</sup> Mestre, Doutoranda, Janess Luiza Engelmann

Email: Tainaraestelakopper@gmail.com

### 1. RESUMO

O presente estudo teve por objetivo analisar as propriedades físico/químicas de uma nova pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio indicada para o tratamento endodôntico de dentes decíduos. Para a metodologia do estudo, utilizamos três pastas obturadoras de dentes decíduos encontradas no mercado; Calen, Guedes-Pinto e Óxido de Zinco e Eugenol, como parâmetro de comparação para este estudo, e além das três formulações da nova pasta obturadora sendo, F1, F4 e F5. Foram analisadas as propriedades físico-químicas das pastas industrializadas, bem como, da formulação própria, e os testes incluídos foram a radiopacidade, o pH e a espalhabilidade das pastas. Diante dos resultados obtidos concluímos que a pasta em desenvolvimento F5, apresentou os melhores resultados em todos os testes tanto entre as nossas formulações (F1 e F4), como quando comparada as demais pastas de mercado, mantendo suas propriedades físico/químicas estáveis, comprovando que esta é viável para o uso odontológico. Conclui-se que para os testes propostos neste estudo tivemos como resultados uma pasta (F5) em melhores condições que poderá ser utilizada no tratamento endodôntico de dentes decíduos, no entanto demais testes *in vitro* e *in vivo* são necessários para embasar sua utilização e comercialização definitiva.

Palavras-chave: Odontopediatria. Dente Decíduo. Endodontia. Hidróxido de Cálcio. Propriedades físico químicas.

### 2. ABSTRACT

This study aimed to analyze the physical/chemical properties of a new filling paste based on Calcium Hydroxide indicated for the endodontic treatment of primary teeth. For the study methodology, we used three primary tooth filling pastes found on the market; Calen, Guedes-Pinto and Zinc Oxide and Eugenol, as a comparison parameter for this study, and

in addition to the three formulations of the new filling paste, F1, F4 and F5. The physical-chemical properties of the industrialized pastes were analyzed, as well as the own formulation, and the tests included were the radiopacity, pH and spreadability of the pastes. Based on the results obtained, we concluded that the F5 pulp under development presented the best results in all tests, both among our formulations (F1 and F4), as well as when compared to other pulps on the market, maintaining its stable physical/chemical properties, proving that this is viable for dental use. It is concluded that for the tests proposed in this study we had as results a paste (F5) in better conditions that can be used in the endodontic treatment of primary teeth, however other in vitro and in vivo tests are necessary to support its use and definitive commercialization.

Keywords: Pediatric Dentistry. Deciduous Tooth. Endodontics. Calcium Hydroxid. Physical and Chemical Properties.

### 3. INTRODUÇÃO

A manutenção dos dentes decíduos em condições saudáveis até a esfoliação fisiológica é um desafio para a odontopediatria<sup>1</sup>. Quando ocorrem perdas precoces na dentição decídua, os efeitos deletérios se estendem à dentição permanente e interferem no desenvolvimento ósseo e muscular, contribuindo para o estabelecimento e/ou agravamento das maloclusões<sup>2,3,4</sup>.

Um dos principais motivos para a necessidade de tratamento endodôntico em dentes decíduos, dentição mista ou início da permanente são as cáries e traumas dentários. Este evita que medidas radicais sejam tomadas, como a exodontia do elemento decíduo, com a perda deste elemento, possivelmente outros problemas dentários e/ou esqueléticos se originariam, sendo necessário o desenvolvimento de novos tratamentos, como a ortodontia preventiva e uso de mantenedores de espaço, por exemplo. Desta forma, a partir de determinado caso e situação, apresentam-se diferentes técnicas e substâncias utilizadas para a realização do tratamento endodôntico em dentes decíduos<sup>5</sup>.

O tratamento endodôntico nos dentes decíduos tem por objetivo a sua manutenção no arco, no entanto, para que isso aconteça, faz-se necessário recuperar o elemento dentário em seus aspectos funcionais, assim como eliminar de forma significativa os microorganismos presentes no sistema de canais radiculares, prevenindo reinfecções e o insucesso do tratamento. Um tratamento endodôntico satisfatório requer um bom preparo químico-mecânico, através de instrumentos endodônticos manuais ou rotatórios, soluções irrigadoras, substâncias auxiliares e pastas obturadoras eficientes na limpeza, modelagem e desinfecção dos canais radiculares, além de um preenchimento satisfatório com substâncias biocompatíveis e com alto potencial antimicrobiano<sup>6,7</sup>.

Os materiais obturadores possuem papel essencial no reparo do elemento dentário, mantendo o objetivo de que este se desenvolva com padrões biológicos normais. A escolha deste material é extremamente importante quando falamos sobre reabsorção radicular fisiológica. Pois a pasta necessita ter critérios que não interfiram no processo natural, como: possuir um grau de reabsorção radicular semelhante ou igual a raiz do dente decíduo, sendo também inofensivo aos tecidos periapicais e ao germe dentário do dente permanente. Quando ocorrer extravasamento a pasta deve ser reabsorvida, possuir propriedades antissépticas, com características que proporcionem facilidade de inserção e remoção do material dos condutos radiculares, bem como, ser radiopaco caso necessário e não interferir na pigmentação do dente tratado endodonticamente<sup>8</sup>.

As pastas obturadoras mais utilizadas na odontologia são o Óxido de Zinco e Eugenol, a pasta com Cloranfenicol, Tetraciclina e Óxido de Zinco e Eugenol (CTZ), o Hidróxido de Cálcio e as pastas Iodoformadas<sup>9</sup>. Apesar de apresentarem bons resultados, alguns problemas ainda são observados nas pastas comercializadas, o que justifica a implementação de uma nova pasta no mercado. Dentre os problemas mais importantes podemos destacar que o Óxido de Zinco e Eugenol utilizado isoladamente apresenta resistência à reabsorção pelo organismo<sup>10</sup>, a pasta CTZ apresenta Tetraciclina na sua formulação, sendo que esse antibiótico apresenta inúmeros efeitos colaterais para dentição permanente e tecidos moles<sup>11</sup> e as pastas iodoformadas, que seriam um “padrão-ouro”, com boa ação antimicrobiana, biocompatibilidade e boa reabsorção são difíceis de proporcionar e manipular, e ainda há indisponibilidade de alguns componentes da fórmula (Rifocort, por exemplo)<sup>12</sup>.

Até aqui, o que se tem na literatura, é de que nenhuma pasta é capaz de preencher todos requisitos citados anteriormente, dessa forma, torna-se válido avaliar a formulação de uma pasta obturadora biocompatível que preencha os pré-requisitos de ação antimicrobiana, seja de fácil reabsorção pelo organismo, que não precise ser manipulada, facilmente encontrada no mercado, que possua um pH alcalino e que tenha radiopacidade suficiente para distinção de elemento dentário e pasta obturadora.

As pastas obturadoras possuem propriedades físico-químicas diferentes e de extrema importância, a necessidade de conhecer estas propriedades torna-se relevante para a realização de adequados procedimentos clínicos. Para avaliar estas propriedades são realizados testes *in vitro*, sendo ensaios preliminares que auxiliam no

desenvolvimento de novos materiais odontológicos e simulam em laboratório condições próximas das reais para estudos posteriores<sup>13,14</sup>.

Uma propriedade físico-química desejável de uma pasta obturadora é o seu pH, utilizando como exemplo, o hidróxido de cálcio, material base para a formulação da futura pasta obturadora. Com um pH alcalino em torno de 12,6 origina-se um ambiente desagradável para o crescimento bacteriano, atuando como barreira física interrompendo o suprimento de nutrientes para bactérias, possuindo ação antisséptica<sup>15,16</sup>.

Isso tudo ocorre através de três fatores: íons hidroxila destroem fosfolipídios caracterizando a destruição da membrana celular, promovendo a destruição das proteínas bacterianas por ser altamente alcalino e, por último, os íons hidroxila reagem com o DNA bacteriano inibindo sua replicação<sup>17</sup>. Como confirmação<sup>15</sup> fala que, propriedades do hidróxido de cálcio derivam dessa dissociação iônica em íons cálcio e íons hidroxila, agindo diretamente nas bactérias. Quando há variação do pH pode modular o crescimento bacteriano, afetar o metabolismo das células alterando o crescimento e proliferação celular

Outro atributo importante para uma adequada aplicação das pastas obturadoras é a espalhabilidade, esta é a capacidade de um determinado material ser espalhado em um intervalo de tempo com uma força específica. Maiores valores de espalhabilidade e escoamento, facilitando a aplicação do produto utilizado proporcionando um alto grau de penetrabilidade nas irregularidades encontradas no sistema de canais radiculares. Porém, se este for demasiadamente alto pode proporcionar um escoamento elevado, o que impossibilita a sua utilização<sup>14</sup>.

Estudos antigos já afirmavam como a propriedade de escoamento era necessária para um bom desempenho das pastas obturadoras, como<sup>18</sup> falava que, a propriedade de escoamento define a capacidade de penetração das estreitas irregularidades presentes na dentina e constitui um fator de extrema importância na obturação de canais radiculares por possuírem suas complexidades como canais laterais ou acessórios. Durante a obturação dos canais radiculares e inserção de pasta obturadora, nem sempre há uma aplicação de força inicial para haver o deslocamento dos cimentos para as complexidades, quando um cimento não necessita desta força inicial, indica-se que este é ideal<sup>19</sup>.

Uma destas propriedades físico químicas de extrema importância é a radiopacidade, os materiais devem apresentar uma densidade óptica com radiopacidade maior que as estruturas dentárias para haver a distinção entre elemento dentário e cimento obturador, possibilitando a análise da qualidade do preenchimento e obturação do canal radicular.

Por outro lado, quando em excesso pode mascarar espaços vazios dificultando a qualidade do material obturador, isto ocorre pois, a radiopacidade está interligada diretamente no contraste radiográfico, podendo diminuir a percepção do detalhe<sup>20,21,22</sup>.

Para que as pastas obturadoras a base de hidróxido de cálcio apresentem radiopacidade e possam ser visualizadas em radiografias, é necessário a implementação de materiais radiopacos a pasta para fornecer tal propriedade, promovendo a sua visualização no interior dos canais radiculares. Relata-se<sup>23</sup> que o radiopacificador não deve interferir nas propriedades da pasta, como liberação de íons de cálcio e pH, características necessárias relacionadas ao processo de mineralização e ação antimicrobiana.

Um destes agentes radiopacificadores é o sulfato de bário, este é um sólido cristalino branco com a fórmula química BaSO<sub>4</sub>. É pouco solúvel em água (apenas 0.02g deste pode ser dissolvido em 100ml de água) e outros solventes tradicionais, mas é solúvel em ácido sulfúrico concentrado<sup>24</sup>.

Portanto, como não há uma pasta obturadora capaz de preencher todos os requisitos citados anteriormente faz-se necessário analisar as propriedades físico/químicas de uma nova pasta obturadora a base de Hidróxido de Cálcio para obturação de dentes decíduos, verificando as suas propriedades, como, o pH e a radiopacidade da nova formulação isoladamente, bem como, em comparação as pastas já existentes no mercado. Além de avaliar a espalhabilidade deste material, para que, deste modo, possamos avaliar a qualidade e requisitos

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais a serem testados

Os materiais obturadores utilizados nesta pesquisa serão: Pasta Guedes-Pinto, Pasta Calen e cimento de Óxido de Zinco e Eugenol, em comparação com diferentes formulações de uma nova pasta obturadora, denominadas F1, F4 e F5. A composição dos materiais estará descrita na tabela a seguir:

**Tabela 1** - Distribuição dos grupos/ pastas experimentais

Material	Fabricante	Composição
<b>Cimento de Óxido de Zinco e Eugenol</b>	Biodinâmica	Pó: Óxido de Zinco 50g Líquido: Eugenol 20MI

<b>Pasta Calen</b>	S.S. White, Artigos Dentários, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.	2.5 g Hidróxido de cálcio, 0.5 g Óxido de zinco, 0.05 g Colofônia, e 1.75 ml Polietilenoglicol 400 (veículo)
<b>Pasta Guedes-Pinto</b>		23.8 % de Rifocort, 7.0% de Paramonoclorofenol e 69.2% de iodofórmio
<b>F1, F4 e F5</b>		Hidróxido de cálcio, clorexidina, neomicina/otosporin, sulfato de bário.

#### 4.2 Teste do Ph

Para a obtenção dos valores do pH de cada pasta utilizada, usamos a determinação colorimétrica do pH. Esta técnica está baseada no uso de papéis indicadores, que mudam de coloração conforme o pH, sendo que, estas variam do pH básico, neutro e ácido (0-14), demonstrando apenas uma faixa de valores, mais ou menos larga, conforme o indicador empregado<sup>25</sup>. A determinação é levada a efeito adicionando-se gotas da solução indicadora à solução em exame ou umedecendo-se papéis indicadores com a solução em exame e observando-se a mudança de coloração. Portanto, para a obtenção dos resultados realizou-se os seguintes passos:

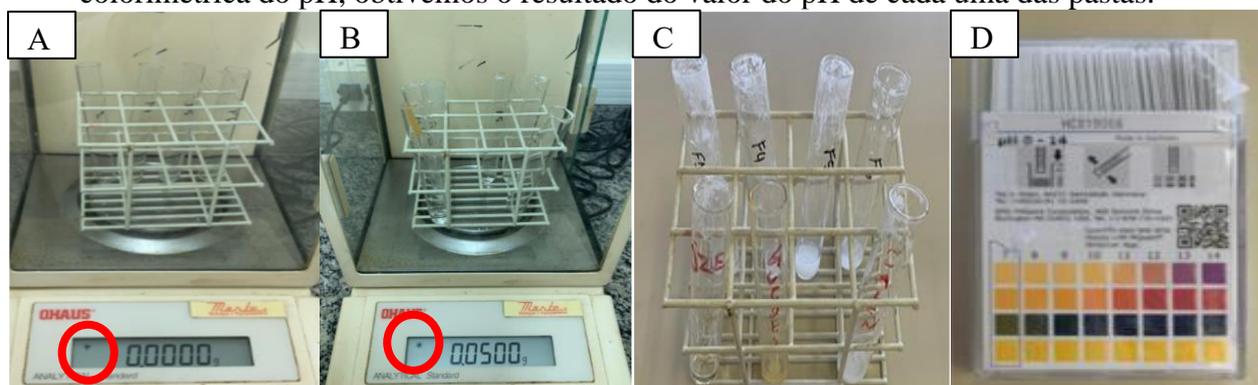
6. Pesagem dos tubos de ensaio na balança OHAUS Adventurer e tarar a balança para iniciar as pesagens. A balança OHAUS Adventurer é uma balança de alta precisão, o que implica que pequenas variações ambientais podem influenciar na aferição final. Portanto, as portas da balança devem estar fechadas durante o processo de pesagem.

Para realizar a pesagem deve-se aguardar a estabilização dos números que aparecem no painel da balança – considera-se que o número está estabilizado quando o símbolo “\*” surgir no canto esquerdo do painel como demonstrado na Figura 1(A e B) com um círculo vermelho<sup>26</sup>.

7. Foi realizado a adição de 1ml de água destilada em cada um dos tubos, e após realizado a tara novamente. Fazendo assim sucessivamente no tubo de ensaio identificado de cada pasta obturadora.

8. Após a pesagem da água destilada de cada tudo de ensaio, foi realizada a pesagem de 0.05g das pastas no mesmo tubo de ensaio que continha a água destilada previamente pesada.

9. Logo após a pesagem da água destilada e da pasta, realizamos a mistura de ambas até que tornassem homogêneas. E com o auxílio das fitas de determinação colorimétrica do pH, obtivemos o resultado do valor do pH de cada uma das pastas.



**Figura 1.** A) Balança tarada; B) 0.0500g de água destilada; C) Pastas diluídas em água; D) Fitas de determinação colorimétrica.

10. A avaliação do pH das pastas obturadoras para dentes decíduos será realizada no dia 0 da formulação da pasta, após 11 dias e 34 dias da formulação.

### 4.3 Teste de espalhabilidade

Com o teste de espalhabilidade é possível determinar a capacidade das formulações se espalharem quando submetidas a uma força, em um determinado espaço de tempo, procurando reproduzir as condições necessárias de esforço ao ser utilizada<sup>27</sup>.

A determinação da espalhabilidade foi realizada de acordo com a metodologia descrita por<sup>28</sup>. No equipamento utilizado, uma placa-molde circular de vidro (diâmetro = 20 cm; espessura = 0,2 cm), com orifício central de 1,2 cm de diâmetro, foi colocada sobre uma placa-suporte de vidro (20 cm x 20 cm) posicionada sobre uma escala milimetrada e uma fonte luminosa (Figura 2 - A).

A amostra foi introduzida no orifício da placa-molde e a superfície foi nivelada com espátula. A placa-molde foi cuidadosamente retirada e sobre a amostra foi colocada uma placa de vidro de peso conhecido. Após um minuto foi realizada a leitura dos diâmetros alcançados pela amostra, em duas posições opostas, com auxílio da escala do papel milimetrado. Posteriormente foi calculado o diâmetro médio (Figura 2 - D).

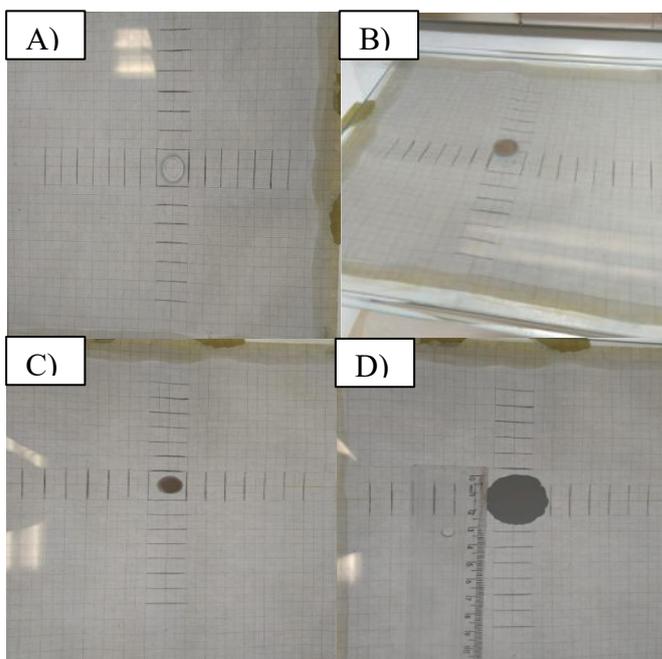
Este procedimento foi repetido acrescentando-se sucessivamente outras placas, de 1000g cada em intervalos de um minuto, totalizando 3 repetições de 5 placas. Os

resultados foram expressos em espalhabilidade da amostra em função do peso aplicado, de acordo com a equação abaixo, sendo que os mesmos correspondem à média de três determinações. Onde:

$$Ei = d^2 \cdot \pi / 4$$

Ei = espalhabilidade da amostra para um determinado peso i (mm<sup>2</sup>);

d = diâmetro médio (mm).



**Figura 2.** A) Placa-molde circular de vidro com orifício central de 1,2 cm de diâmetro; B) Amostra introduzida no orifício da placa-molde e a superfície foi nivelada com espátula; C) Placa-molde retirada; D) Leitura dos diâmetros alcançados pela amostra.

#### 4.4 Teste de Radiopacidade

Após o preparo dos materiais, conforme instruções do fabricante, os materiais obturadores serão acomodados em um molde de policarbonato (10mm de diâmetro e 1mm de espessura), quando houver bolha produzida pelos materiais obturadores, este molde será substituído.

Todos os espécimes serão radiografados, serão posicionados sobre uma placa intraoral S4 – Oclusal (5,7x7,6) Dürr Dental (sensor sem fio para o VistaScan) e expostos juntamente com uma escala de alumínio com espessura variada, de 2 a 16mm, com incrementos de 2mm. Para a tomada radiográfica, será utilizada uma unidade de raio-X de 70 Kvp / 8mA tipo Seletronic® Parede – Dabi Atlante com 0,3 segundos de exposição distância focal de 30cm. As imagens radiográficas serão importadas para o software Viwbox Studio, através do scanner VistaScan Mini View.

O valor da radiopacidade será determinado em densidade radiográfica, que será convertida em milímetros de alumínio (mm Al) esta conversão será realizada determinando-se a densidade radiográfica correspondente a cada milímetro de alumínio, de acordo com cada intervalo entre os milímetros, isto é, entre 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4, etc. Para se obter o valor de cada material, será observado em qual intervalo ele estava, ou seja, se o valor da sua densidade estava entre, por exemplo, o intervalo 4 e 5, 5 e 6, etc. A cada intervalo o 1 mm corresponde a valores distintos;

- A cada intervalo - 1 mm corresponde a valores distintos; por exemplo, a diferença entre o 4 e 5 é  $16,83 (5) = 162,07 - (4) = 145,24$  e entre 5 e 6 é  $14,39 (6) = 176,46 - (5) = 162,07$ .

Quando a densidade do material apresentar o valor entre 5 e 6, o cálculo será realizado da seguinte forma:

- O valor da densidade do material será subtraído o valor correspondente a 5mm de alumínio; essa diferença será convertida em milímetros de alumínio utilizando-se para o cálculo a fórmula proposta por<sup>29</sup>:

$A \times 2/B + \text{mmAl imediatamente abaixo RDM}$

A = densidade radiográfica do material (RDM) – densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente abaixo RDM;

B= densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente acima da RDM – densidade radiográfica do passo do alumínio imediatamente abaixo RDM;

2 = 2-mm incremento entre um passo e outro do alumínio.

- Em conformidade com a especificação da ISO 6876 (2001), a radiopacidade do material deverá ser igual ou superior a radiopacidade de 3 mm de alumínio. Os dados serão submetidos a análise estatística usando anova e tukey ( $p = 0.05$ ).

## 5. RESULTADOS

Para os testes com a nova pasta obturadora de dentes decíduos, utilizamos também pastas existentes no mercado como parâmetros comparativos, portanto, avaliamos que dentre as inúmeras pastas encontradas no mercado, as que são mais procuradas e recomendadas na odontologia, são as pastas iodoformadas, as com oxido de zinco e eugenol (OZE) e as de hidróxido de cálcio, contudo, segundo<sup>8</sup>, nenhuma é totalmente apropriada quanto aos pré-requisitos estabelecidos para que o material seja ideal.

Na utilização dos testes com uma pasta a base de hidróxido de cálcio, consideramos, que as principais características verificadas demonstre biocompatibilidade com os tecidos, tendo excelente capacidade de induzir a formação de tecido mineralizado, sendo também indutor de reparo e atividade antimicrobiana devido a sua dissociação iônica de íons cálcio e hidroxila. No entanto, ao utilizar o hidróxido de cálcio como pasta, necessita-se a inserção de um veículo que pode ser viscoso, oleoso ou aquoso, este tem importância na determinação da velocidade de dissociação dos íons<sup>17,13</sup>.

Diante disso, buscamos na literatura a indicação destas soluções e, um dos veículos que pode ser utilizado é o diglocunato de clorexidina. A clorexidina, principalmente, em gel 2%, usada comumente na endodontia. Este veículo auxilia na atividade antimicrobiana potencializando-a, segundo<sup>15,30</sup>, possui uma ação antibacteriana de amplo espectro, além de, possuir substantividade ou efeito residual, que permite que esta solução mantenha uma concentração mínima no meio em que está presente por um período de até 7 dias.

Além disso, a nova pasta obturadora também necessitou na sua formulação de antibióticos como neomicina e otosporin, que proporcionam esta ação antimicrobiana, o otosporin é comumente utilizado na endodontia, como capeamento, pulpotomia e como curativo de demora em casos de biopulpectomia<sup>31</sup>. Composto de uma combinação de hidrocortisona, sulfato de neomicina e polimixina B e tem anti-inflamatório, imunossupressor, vasoconstritor e propriedades antimicrobianas. Possui a capacidade de penetrabilidade, o que promove uma ação efetiva. Já o sulfato de neomicina, utilizada na composição do otosporin, é um antibiótico de largo espectro, sendo efetivo contra bactérias aeróbias e anaeróbias facultativas, como a *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*<sup>30</sup>.

Neste estudo, avaliamos o pH de diferentes pastas comerciais, como Calen, Pasta Guedes-Pinto e Óxido de Zinco e Eugenol, em comparação com a formulação das pastas em desenvolvimento, sendo que a base para a F1, F4 e F5 é o hidróxido de cálcio. Como citado anteriormente, o hidróxido de cálcio possui um pH alcalino em média 12,6 o que proporciona um ambiente desagradável para o desenvolvimento de microrganismos indesejados no conduto radicular<sup>15,16</sup>.

Como forma de avaliação do pH da nova pasta obturadora, medimos o valor do pH em três momentos diferentes, como refere-se a Tabela – 2, sendo primeiramente no dia zero de formulação, após 11 dias e após 34 dias. Como resultado, no primeiro dia de formulação, o pH estava básico, com valor 12, havendo uma pequena alteração do seu

valor aos 11 dias da formulação, diminuindo o valor do pH de todas as formulações para 11, toda via, aos 34 dias de formulação o pH das pastas F1 e F4 retornaram ao valor inicial e a F5, apresentou o pH mais alcalino, com valor 13 nos seus 34 dias de composição. Pode-se perceber que o pH manteve-se básico durante todo o período de teste.

Já com relação as pastas comerciais, ambas apresentaram o mesmo valor durante todos os 34 dias de teste, mostrando-se estáveis quanto ao seu pH inicial, entretanto, apenas a pasta Calen, que foi usada como grupo controle para demais testes, manteve seu pH mais alcalino atingindo o valor de 12. A pasta Guedes-Pinto, padrão ouro na odontologia com relação a endodontia de dentes decíduos manteve o seu pH básico com valor 9. E a pasta OZE, sustentou o pH em 7, ambiente neutro. Sendo assim, a pasta que manteve-se com o pH mais alcalino foram as pastas de formulação própria, principalmente na F5, bem como, nas comerciais Calen e Guedes-Pinto.

**Tabela 2** - Média dos pH das formulações e das pastas existentes no mercado

<b>Grupo</b>	<b>Dia 0</b>	<b>15 dia</b>	<b>30 dias</b>
F1	12,0	11,0	12,0
F4	12,0	11,0	12,0
F5	12,0	11,0	13,0
Calen	12,0	12,0	12,0
Pasta Guedes- Pinto	9,0	9,0	9,0
OZE	7,0	7,0	7,0

Para verificar a espalhabilidade do material obturador a base de Hidróxido de Cálcio, bem como das pastas comercializadas no mercado, realizamos testes no dia 1 da formulação, bem como após 30 dias após. A partir da ideia de que a espalhabilidade/escoamento deve ser elevada o suficiente para penetrar nas irregularidades, porém, não em excesso, analisamos os resultados do estudo<sup>27</sup>.

Com relação as pastas a base de Hidróxido de Cálcio, podemos perceber que a pasta F4 e F5, nesta ordem, apresentaram maior valor de espalhabilidade após os 30 dias da formulação quando comparadas ao dia 1. A pasta F1 demonstrou um valor decrescente de espalhabilidade. As pastas comerciais mantiveram-se estáveis quanto ao seu valor inicial do dia 1, no entanto, a pasta que teve maior espalhabilidade foi a pasta Guedes, seguindo da Calen e ZOE, sendo que, a pasta de Óxido de Zinco e Eugenol obteve o valor mais baixo de todas as pastas, conforme os valores indicados na Tabela 3.

A análise estatística das medias quando os 5 grupos foram comparados de maneira pareada, ou seja para cada formula testada, duas medias forma obtidas, o teste T mostrou que existe diferença significativa apenas nas medias para as formulações de F4 e F5 (Tabela 4). Quando as medias das formulações foram comparadas entre os grupos de forma independentes, a análise do dados e o teste T mostrou que existe diferença significativa para as medias de F5 em relação a F1, Pasta Guedes em relação a F1 e Calen em relação a F1. Em relação a formulação F4, os dados são significantes para as médias de F5, Guedes, Calen. Para a comparação do grupo da formulação F5, os dados mostram significância nas medias de Guedes (Tabela 5).

**Tabela 3** – Média de espalhabilidade das formulações

Grupo	F1		F4		F5		Pasta Guedes		Calen		Óxido de Zinco	
Placa	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30	Dia 1	Dia 30	Dia 0	Dia 30	Dia 0	Dia 30	Dia 0	Dia 30
1	8.90	6.34	7.22	7.96	7.87	8.47	17.36	17.36	6.60	6.60	4.03	4.03
2	9.44	6.73	7.88	8.56	8.72	10.08	18.86	18.86	9.07	9.07	4.77	4.77
3	9.62	6.79	8.40	8.99	9.07	10.85	19.67	19.67	10.76	10.76	5.86	5.86
4	9.80	6.79	8.58	9.26	9.62	11.05	20.18	20.18	12.17	12.17	6.75	6.75
5	9.99	6.90	8.76	9.43	9.62	11.05	20.46	20.46	13.66	13.66	7.38	7.38

**Tabela 4** - Média da espalhabilidade dos grupos nos diferentes tempos de teste.

<b>Grupo</b>	<b>Média Dia 0</b>	<b>Média Dia 30</b>	<b>P</b>
<b>F1</b>	9,55	6,71	0,008
<b>F4</b>	8,16	8,84	0,000
<b>F5</b>	8,98	10,30	0,002
<b>Guedes</b>	19,30	19,30	-
<b>Calen</b>	10,45	10,45	-
<b>OZE</b>	5,75	5,75	-

**Teste t para amostras pareadas**

**Tabela 5** - Comparações de médias dos diferentes grupos aos 30 dias de acondicionamento.

<b>Comparações</b>	<b>Média</b>	<b>Média</b>	<b>P</b>
<b>F1 *F4</b>	6,71	8,84	0,008
<b>F1*F5</b>	6,71	10,30	0,000
<b>F1*Guedes</b>	6,71	19,30	0,002
<b>F1* Calen</b>	6,71	10,45	0,001
<b>F1* Zoe</b>	6,71	5,75	0,456
<b>F4*F5</b>	8,84	10,30	0,001
<b>F4*Guedes</b>	8,84	19,30	0,000
<b>F4* Calen</b>	8,84	10,45	0,002
<b>F4* Zoe</b>	8,84	5,75	0,002
<b>F5*Guedes</b>	10,30	19,30	0,000
<b>F5* Calen</b>	10,30	10,45	0,623
<b>F5* Zoe</b>	10,30	5,75	0,000

**Teste t para amostras independentes**

Foram realizadas análises radiográficas das pastas a base de Hidróxido de Cálcio, F1, F4 e F5 em comparação com a pasta Calen. Sabendo que, o valor recomendado de milímetros de Alumínio (mm/Al) é de 3mm, analisou-se os resultados obtidos através da radiografia digital das mesmas.

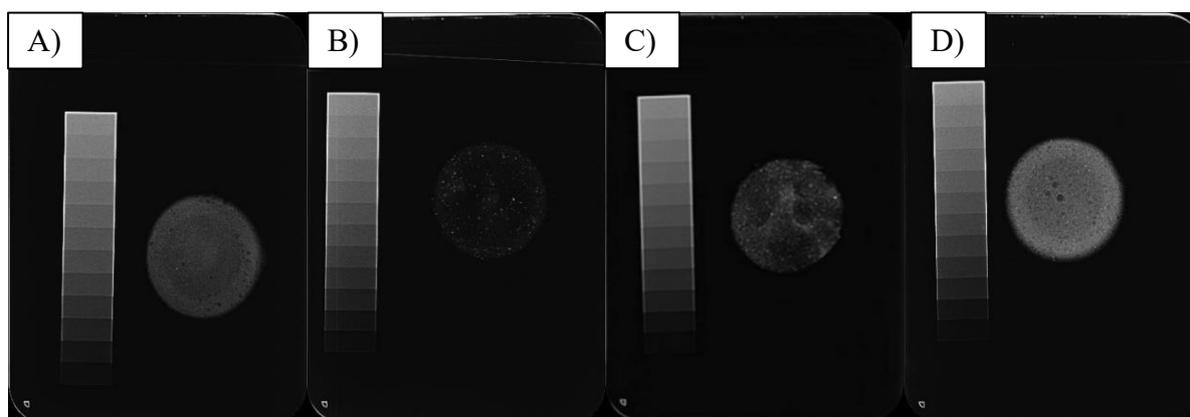
Pode-se perceber que, a pasta que obteve maior valor radiográfico em mm/Al foi a pasta de formulação própria a F5 (9,4 mm/Al), seguida da pasta Calen (8,5 mmAl), pasta F4 (4,8 mm/Al) e por último F1 (2,5 mm/Al) com valor menor do que a recomendação pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001. Os valores apresentados encontram-se na tabela abaixo.

A pasta F1 foi a que mais possuía o agente radiopacificador, sulfato de bário, componente este que é o agente mais utilizado para conferir radiopacidade as pastas obturadoras, entretanto, a pasta F1, foi a que apresentou menor radiopacidade. Cabe-se então, um futuro estudo para analisar uma possível interferência de outros componentes que possam ter determinado tais resultados.

Deste modo, percebe-se que a pasta com maior valor radiopaco em mm/Al foi a F5, ultrapassando os valores atingidos pela pasta comercial e grupo controle Calen e demais formulações desenvolvidas.

**Tabela 6** - Radiopacidade em milímetro de Alumínio (mm/Al) dos materiais estudados.

<b>Pasta</b>	<b>Radiopacidade</b>	<b>Valor recomendado pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001.</b>
<b>F1</b>	Placa 1 e 2 2,5 mm/Al	Não
<b>F4</b>	Placa 4 e 5 4,8 mm/Al	Sim
<b>F5</b>	Placa 10 e 11 9,4 mm/Al	Sim
<b>Calen</b>	Placa 8 e 9 8,5 mm/Al	Sim



**Figura 3.** Radiografia digital das pastas F1, F4, F5 e Calen. A) Pasta Calen® submetida ao teste de radiopacidade; B) Pasta F1 submetida ao teste de radiopacidade; C) Pasta F4 submetida ao teste de radiopacidade; D) Pasta F5 submetida ao teste de radiopacidade.

## 6. DISCUSSÃO

As pastas obturadoras, assumem um papel importante no tratamento endodôntico dos dentes decíduos, possuem relevante função, uma vez que fazem parte de uma etapa do tratamento como um todo e podem ser responsabilizadas por ações essenciais, que, além de recuperar a função do elemento dentário, mantendo-o no arco e promovendo o desenvolvimento de acordo com padrões biológicos normais, preenchem o canal radicular com substâncias biocompatíveis que são potencialmente antimicrobianas, evitando insucesso do tratamento e possíveis reinfecções<sup>7,8</sup>.

As características e propriedades encontradas nas pastas obturadoras, devem ser analisadas, visto que, são fundamentais para que haja a confirmação de seus atributos desejáveis e critérios ideais, como: possuir propriedades antissépticas, ser facilmente inserida, ser radiopaca e não pigmentar o elemento dentário, por exemplo<sup>8,7,6</sup>. Além disso, as pastas obturadoras necessitam fornecer uma função de barreira física para a entrada de microrganismos, bem como, da nutrição para as bactérias existentes no canal radicular. Em relação ao controle na redução de microrganismos, as pastas auxiliam através do seu pH, portanto o valor e a manutenção do pH de uma pasta obturadora são fundamentais. Segundo diversos autores<sup>15,16,17</sup>, o valor do pH deve ser alcalino, em torno de 12,6, para o processo de mineralização, agindo nos tecidos dentários e nas bactérias. Este pH, proporciona um ambiente desagradável para as bactérias desenvolvendo uma ação antisséptica, assim, com a elevação do pH há uma inibição enzimática microbiana, neutralizando lipossacarídeos e promovendo uma reparação tecidual. Em nossos resultados, todas as pastas formuladas (F1, F4 e F5) e a pasta comercial, Calen, apresentam essa faixa de pH, variando entre 11 e 13, demonstrando então que estas mantêm uma propriedade físico/química desejável.

Ainda<sup>15</sup>, menciona que as propriedades antimicrobianas do hidróxido de cálcio são exemplificadas através da sua dissociação em íons cálcio e íons hidroxila. A estimulação do reparo e deposição de tecido mineralizado provem de íons cálcio liberados e do pH, sendo que, uma alta concentração de íons cálcio pode ativar a pirofosfatase, enzima importante no processo de mineralização, formando barreiras de dentina,

osteocementárias, selamento apical e de túbulos dentinários<sup>16</sup>. Reforçando a necessidade de avaliar e manter o pH das pastas obturadoras, realizou-se alguns testes para verificar a alteração do pH quando introduzia o hidróxido de cálcio e do iodofórmio associados ou não a um veículo em três diferentes soluções: água destilada, soro fisiológico ou álcool<sup>32</sup>. Observou-se que o pH do hidróxido de cálcio foi sempre básico (em torno de 12), assim como encontrado na nossa proposta das novas formulações F1, F4, F5, inclusive a pasta Calen. A pasta a base de iodofórmio se manteve neutra<sup>32</sup>, em contrapartida, no nosso estudo ela manteve-se básica, todavia, com um valor mais baixo que o desejável (9,0). Tornando-se assim, pouco favorável à ação antimicrobiana, pois, normalmente a maioria das espécies bacterianas que coloniza os canais radiculares consegue manter sua viabilidade até um pH de 9<sup>15</sup>.

Além disso, em se tratando das pastas iodoformadas que ainda são as pastas obturadoras mais comumente empregadas<sup>9,8</sup>, outra desvantagens referida nos estudos, é de que estas são rapidamente reabsorvidas pelo organismo, deixando espaços vazios no interior dos canais radiculares, que podem ser colonizados por microorganismos oportunistas e proporcionar uma reinfecção do canal, expondo o paciente a um retratamento ou até mesmo a exodontia do dente decíduo. Além disso, sabe-se que o contato direto dessas pastas com os tecidos vivos pode desencadear intoxicações e manifestações, até mesmo, inflamação crônica, reabsorções apicais e ósseas vem sendo reportadas<sup>16</sup>.

Outro estudo<sup>33</sup>, analisou o pH das pastas tanto que avaliou dentes humanos extraídos, preparados e preenchidos com uma pasta de hidróxido de cálcio, inicialmente, e após 30 dias, obturado com o Óxido de Zinco e Eugenol. Neste estudo foi encontrado o pH de 7,26 quando obturado com a OZE, resultado este, similar ao nosso, onde a pasta com OZE manteve seu pH em 7 nos diferentes momentos avaliados. Neste valor o pH demonstra-se desfavorável em relação a questão antimicrobiana, entretanto, quando usado em associação a pasta de Ca(OH)<sub>2</sub>, pode solucionar alguns problemas como a resistência de alguns microorganismos ao hidróxido de cálcio, como, *Enterococcus faecalis* e *Candida Albicans*, outro veículo que pode solucionar este problema é a clorexidina<sup>15</sup>. A conclusão é de que na associação com hidróxido de cálcio as propriedades melhoram, mas isso se deve ao hidróxido de cálcio e não ao OZE, indicando claramente uma tendência favorável a utilização do Hidróxido de Cálcio.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração, para a utilização de pastas prontas, avaliando não apenas a composição da pasta, mas suas propriedades é do quanto o material escoar no canal radicular, visto que, a necessidade do escoar o material para o conduto radicular é importante, nos dentes decíduos pela presença de inúmeros canais secundários, além de facilitar no preenchimento do canal principal. Salienta-se que desde que a pasta consiga penetrar e escoar de forma passiva, com uma boa espalhabilidade, as bactérias remanescentes que ainda se encontram no interior dos túbulos dentinários, podem ser extintas<sup>15</sup>. É fato, já discutido na literatura que a presença de microorganismos em istmos, canais acessórios e ramificações pode contribuir para o insucesso do tratamento. Estudos<sup>16,17</sup> reforçam que por vezes mesmo após a instrumentação, bactérias podem persistir nas ramificações do canal, nos túbulos dentinários expostos, por isso um material com adequada, com espalhabilidade adequada e com capacidade de ação antimicrobiana é imprescindível para alcançar o sucesso endodôntico.

Encontramos outra desvantagem da pasta de OZE, estudiosos comprovaram<sup>19</sup> também que o teste realizado com OZE não apresentou nenhum escoamento ao transcorrer do estudo. Quando comparamos ao nosso estudo de espalhabilidade percebemos que os resultados obtidos com a pasta de ZOE, manteve seu escoamento mais baixo, tanto no momento inicial de formulação quanto no teste dos 30 dias, apresentando o valor de espalhabilidade mais baixo em todas as pastas testadas no nosso estudo.

E por fim, outra propriedade físico/química de importância nas pastas obturadoras de endodontia de dentes decíduos é a radiopacidade, que as diferencia dos tecidos dentais, promovendo boa análise da obturação do canal radicular. Algumas pastas possuem materiais que são radiopacos, no entanto, pode-se também utilizar a adição de um material para fornecer tal propriedade<sup>24,23</sup>. A literatura menciona, como material de escolha o Sulfato de Bário ( $BaSO_4$ ), pois possui pouca solubilidade em água, por conta de sua baixa dissolução, e há possibilidades mais frequentes de radiopacidade residual<sup>24,21</sup>. Na formulação das novas pastas (F1, F4 e F5) foi utilizado o Sulfato de Bário ( $BaSO_4$ ), com diferentes valores, de acordo com a especificidade e a necessidade da formulação de cada pasta.

A propriedade da radiopacidade foi estudada por<sup>34,21</sup> em pastas a base de Hidróxido de Cálcio (Calen), e seus resultados foram positivos. Comparando ao nosso estudo, também testamos nossas novas formulação (F1, F4 e F5) e a pasta Calen, mantendo-se entre os valores encontrados pelos pesquisadores. Ainda no estudo<sup>34</sup> foi utilizado Hidróxido de Cálcio PA com propilenoglicol e este foi um componente utilizado como

base para as pastas da formulação F1, F4 e F5. Considerando o valor de referência pelas normas da ADA nº 57 e da ISO 6876/2001 (3 mm/Al) duas das nossas formulações tiveram o valor maior que o recomendado, a pasta F4 (4,8 mm/Al) e F5 (9,4 mm/Al), a F1 (2,5 mm/Al) no entanto, não atingiu o valor recomendado.

A radiopacidade é uma propriedade físico/química importante no tratamento endodôntico, mas, por outro lado, quando em excesso pode mascarar espaços vazios dificultando a qualidade do material obturador, isto ocorre pois, a radiopacidade está interligada diretamente no contraste radiográfico, podendo diminuir a percepção do detalhe<sup>20,21,22</sup>. Outro fator relevante é que em excesso, pode interferir na formulação geral da pasta, pois, quanto mais agentes radiopacificador incorporados ao material, menor a quantidade de medicação, podendo resultar na diminuição do potencial antimicrobiano<sup>21</sup>. Portanto, deve-se ter cuidado para que o agente radiopacificador não interfira no pH e na ação antimicrobiana da pasta obturadora.

Diante dos resultados obtidos e baseados nas evidências científicas que amparam os nossos achados, podemos considerar que temos uma formulação (F5) com propriedades físico/químicas estáveis, atingindo todas as características desejadas desde o início do estudo, demonstrando assim, ser viável para uso odontológico. No entanto, este é um passo no desenvolvimento de uma nova proposta de pasta obturadora para dentes decíduos. Vale ressaltar que embora promissora a fase que estamos, nos indica a limitação por estarmos apenas em uma etapa inicial na manipulação de componentes químicos, mais estudos são imprescindíveis e serão realizados com testes laboratoriais *in vitro e in vivo*, bem como a testagem em estudos clínicos cegos randomizados.

## **7. CONCLUSÃO**

As propriedades físico/químicas das pastas obturadoras são características importantes no desenvolvimento de uma nova formulação, bem como, um critério comparativo para as pastas já comercializadas. Estas particularidades definem o que é necessário para que uma pasta seja efetiva e não interfira negativamente nas estruturas dentárias, nos tecidos bucais e no sucesso do tratamento endodôntico visando a manutenção do dente decíduo no arco dentário até a esfoliação fisiológica do dente.

As propriedades físico/químicas analisadas neste estudo são de extrema importância para um bom desempenho da pasta obturadora. Durante o desenvolvimento da pasta a análise dos resultados obtidos nos permite concluir que a pasta em desenvolvimento F5, apresentou os melhores resultados em todos os testes tanto entre as

nossas formulações (F1 e F4), como quando comparada as demais pastas de mercado. Da mesma maneira que, manteve as propriedades físico/químicas estáveis, atingindo todas as características desejadas desde o início do estudo, demonstrando assim, ser viável para uso odontológico.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GUEDES-PINTO, A.C.; ISSAO, M.; PRADO, C. Desenvolvimento da dentição mista. In: *Odontopediatria*. São Paulo: Santos, 1997, 6, 93-103.
2. KORYTNICKI, D.; NASPITZ, N.; FALTIN JÚNIOR, K. Conseqüências e tratamento das perdas precoces de dentes decíduos. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent*, 1994 6(3), 1323-29.
3. NOGUEIRA, J. A.S.; GILLET, A.V.M.; PARREIRA, E.B.; PEDREIRA, E.M.; ATHAYDE NETO, M.D.P. Perdas precoces de dentes decíduos e suas conseqüências para dentição futura elaboração de propostas preventivas. *Rev ABO Nacional*, São Paulo, 1998, 6(4), 228-33.
4. CARDOSO, L.; ZEMBRUSKI, C.; FERNANDES, D.S.C.; BOFF, I.; PESSIN, V. Avaliação da prevalência de perdas precoces de molares decíduos. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr*, João Pessoa, 2005 5(1), 17-22.
5. PINHEIRO, H.; ASSUNÇÃO, L.; TORRES, K.; MIYAHARA, L.; ARANTES, D. Endodôntica em Dentes Decíduos por Odontopediatras. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 2013. 13(4), 351-360.
6. THOMAS, A.M.; CHANDRA, S.; CHANDRA, S.; PANDEY, R.K. Elimination of infection in pulpectomized deciduous teeth: A short-term study using iodoform paste. *Journal of endodontics*, 1994. 20(5), 233-235
7. LOPES, H.P.; SIQUEIRA, J.F. *Endodontia: Biologia e Técnica*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Ed. Medsi-Guanabara Koogan S. A., 2004. 964p.
8. CUNHA, B.; BARCELOS, R.; PRIMO, L. G. Soluções irrigadoras e Materiais Obturadores Utilizados na Terapia Endodôntica de Dentes Decíduos. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 2005. 5(1), 75-83.
9. DUNSTON, B.; COLL, J. A. A Survey of Primary Tooth Pulp Therapy as Taught in US Dental Schools and Practiced by Diplomates of the American Board of Pediatric Dentistry. *Pediatric Dentistry*, 2008. 30(1), 42-48.
10. MANI, S.A.; CHAWLA, H.S.; TEWARI, A.; GOYAL, A. Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth. *J Dent Child*, 2000. 67(2), 142-147.

11. YAGIELA, J.A.; DOWD, F.J.; JOHNSON, B.S. Farmacologia e Terapêutica para Dentistas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 6, 717-717.
12. KRAMER, P.F.; FARACO JUNIOR, I.M.; FELDENS, C.A. Estado atual da terapia pulpar nas Universidades Brasileiras - Pulpotomia e pulpectomia em dentes decíduos. J Bras Odontopediatr Odontol Bebê, 2000. 3(3), 222-30.
13. PILOWINK, J. K. Avaliação físico-química e biológica de materiais obturadores de canais radiculares de dentes decíduos. Pelotas. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, 2015.
14. SCELZA, Z. F. M.; SCELZA, P.; COSTA, F. R. CÂMARA, A. Estudo Comparativo das Propriedades de Escoamento, Solubilização e Desintegração de Alguns Cimentos Endodônticos. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa, 2006. 6(3), 243-247
15. SPOSITO, O. S. Análise de propriedades físico-químicas e biológicas de pasta obturadora composta por hidróxido de cálcio, óxido de zinco e gel de clorexidina 2%. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2017.
16. MASSARA, A. L. M.; TAVARES, F. L. W.; NORONHA, C. J.; HENRIQUES, L. F. C. SOBRINHO, A. P. R. A Eficácia do Hidróxido de Cálcio no Tratamento Endodôntico de Decíduos: Seis Anos de Avaliação. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, 2012. 12(2), 155-159.
17. GONÇALVES, S.S. Análise da atividade antimicrobiana de quatro pastas endodônticas sobre microorganismos removidos da cavidade pulpar de molares decíduos necrosados. Dissertação (mestrado em odontologia) – Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências da Saúde, 2010.
18. GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. Journal of Endodontics, 1976. 2(6), 166-175.
19. SYDNEY, G. B.; FERREIRA, M. DEONIZIO, M. D. A.; LEONARDI, D. P.; BATISTA, A. Análise do perfil de escoamento de seis cimentos endodônticos. RGO, Porto Alegre, 2009. 57(1), 7-11.
20. VEIGA, W.K.A.A.; BRUNO, K.F.; PEREIRA, A.L.; REGE, I. C. C.; CASTRO, F. L. A. Análise comparativa da radiopacidade de três cimentos endodônticos por meio de radiografia digital. Rev Odontol Bras Central 2017. 26(79): 37-41.
21. LOUREIRO, M. A. Z.; BARBOSA, M. G. CHAVES, S. G.; SIQUEIRA, P. C. ALMEIDA, D. D. Avaliação da composição química e radiopacidade de diferentes pastas de hidróxido de cálcio. Rev Odontol Bras Central, 2018. 27(80) 19-23.
22. LAVÔR, T, L, M.; SILVA, L. E.; VASCONCELOS, G. M.; VASCONSCÉLOS G. R. Uso de hidróxido de cálcio e MTA na odontologia: conceitos, fundamentos e aplicação clínica. Salusvita, Bauru, 2017. 36(1) 99-121.

23. COSTA, B. C.; CAMPOS, N. C.; DUARTE, M. A. H.; CHAVES, M. D. G. A. M. GRIZZO, L. T. TONOMARU-FILHO, M. Análise físico-química do MTA e do cimento Portland associado a quatro diferentes radiopacificadores. *Rev. odontol. UNESP, Araraquara*, 2014. 43(4), 228-235.
24. ALÇAM, T.; GORGUL, G.; OMURLU, H. Evaluation of Diagnostic Radiopaque Contrast Materials Used with Calcium Hydroxide. Printed in U.S.A, 1990. 16(8), 365-368.
25. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Farmacopéia brasileira. Agência Nacional de Vigilância Sanitária SIA Brasília - DF, 2019. 6(1) 161-164.
26. ANDRETTA G. I.; ALVES, J. B.; CARDOSO, P, E, C; MARTINS, J. A.; Et al. Manual de procedimento operacional padrão em espectrofotometria / Departamento de Biomateriais e Biologia Oral. São Paulo: Departamento de Biomateriais e Biologia Oral / FOU SP, 2019. 57p.
27. ALMEIDA, L. C.; SILVA, C. D.; COUTO, B. S.; SILVA, K.; BRAZ, W. R. Avaliação da qualidade de formulações magistrais fotoprotetoras géis-creme comercializadas na região centro-oeste de Minas Gerais. *Revista Conexão Ciência I*, 2020. 15(3).
28. KNORST, M. T. Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato concentrado de *Achyrocline satureioides*. Lam. DC. Compositae. (Marcela). 1991. 228 p. Dissertação de Mestrado. UFRGS.
29. DUARTE, M. A.H.; DE OLIVEIRA, D. EI. G.; VIVIAN, R. R.; TONOMARU, J. M. G. FILHO TONOMARU, M.; DE MORAES, I. G. Radiopacity of portland cement associated with different radiopacifying agents. *Journal of Endodontics*, 2009. 35(5), 737-740.
30. CARVALHO, C. G.; RODRIGUES, C, T. Efetividade de diferentes medicações intracanaís no combate ao *Enterococcus Faecalis*. *Salusvita, Bauru*, 2018. 37(3) 749-767.
31. ÁLAMO, Larissa. Estudo in vivo do potencial anti-inflamatório do Otosporin empregado em dentes de rato submetidos à clareação dentária. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Odontologia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, 2014.
32. PEREIRA, L.; NABESHIMA, K, C.; BRITTO, B, L, M.; PALLOTTA, R. C. Avaliação do pH de substâncias utilizadas como medicação intracanal em diferentes veículos. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia - Universidade da Região de Joinville Joinville, Brasil*, 2009. 6(3), 243-247.
33. HOLLAND, R.; SOUZA, V.; BERNABÉ, P.F.E.; NERY, M.J.; FILHO OTOBONI, J. A.; JUNIOR DEZAN, E. Et al. Uso do hidróxido de cálcio nos canais radiculares. *RG0 (Porto Alegre)*, 2002. 50(3) 129-132.

34. SALLES, A.A.; HAUSCHILD, F.M.; PARANHOS, L.; FONTANELLA, V. Avaliação da Densidade Óptica de Três Pastas de Hidróxido de Cálcio. R. Fac. Odontol. Porto Alegre, 2007. 48(1/3) 17-21.