

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**DAWYS HARLLAN GOMES DE MEDEIROS**

**EFEITO DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA DE MEDICAÇÕES À  
BASE DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA VARIAÇÃO DO PH  
RADICULAR EM REABSORÇÕES EXTERNAS SIMULADAS**

**João Pessoa – PB  
2018**

**DAWYS HARLLAN GOMES DE MEDEIROS**

**EFEITO DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA DE MEDICAÇÕES Á  
BASE DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA VARIAÇÃO DO PH  
RADICULAR EM REABSORÇÕES EXTERNAS SIMULADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Graduação em Odontologia, da  
Universidade Federal da Paraíba  
em cumprimento às exigências  
para conclusão.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Farias Rocha Lima

João Pessoa – PB  
2018

**DAWYS HARLLAN GOMES DE MEDEIROS**

**EFEITO DA ATIVAÇÃO ULTRASSÔNICA DE MEDICAÇÕES À BASE DE  
HIDRÓXIDO NA VARIAÇÃO DO PH RADICULAR EM REABSORCOES  
EXTERNAS SIMULADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Graduação em Odontologia, da  
Universidade Federal da Paraíba  
em cumprimento às exigências  
para conclusão.

**Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_**

---

Prof. Dr. Thiago Farias Rocha Lima  
Orientador – UFPB

---

Prof. Dr. Juan Ramon Salazar Silva  
Examinador – UFPB

---

Prof. Dr. Fábio Luiz Cunha D`Assunção  
Examinador – UFPB

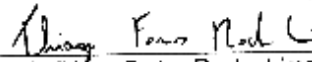
---

Prof. Dr. Ângelo Brito Pereira de Melo  
Suplente – UFPB

**DAWYS HARLLAN GOMES DE MEDEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
em Odontologia, da Universidade  
Federal da Paraíba em cumprimento às  
exigências para conclusão.

Monografia aprovada em 12 / 06 / 2019



Prof. Thiago Farias Rocha Lima  
(Orientador – UFPB)



Prof. Juan Ramon Salazar Silva  
(Examinador – UFPB)



Prof. Fábio Luiz Cunha D'Assunção  
(Examinador – UFPB)



Prof. Ângelo Brito Pereira de Melo  
(Examinador – UFPB)

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C289e Medeiros, Dawys Harllan Gomes de.

Efeito da ativação ultrassônica de medicação à base de Hidróxido de Cálcio na variação do pH radicular em reabsorções externas simuladas / Dawys Harllan Gomes de Medeiros. - João Pessoa, 2018.  
49f.

Orientação: Thiago Farias Rocha Lima.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Hidróxido de cálcio, Reabsorção Radicular, Ultrass.  
I. Lima, Thiago Farias Rocha. II. Título.

UFPB/BC

## DEDICATÓRIA

Este Trabalho é dedicado aos meus pais Roberto e Olena, e ao meu Irmão Eudes, por sempre serem minha fonte de inspiração, exemplo e perseverança. Sem vocês eu não teria alcançado nenhum dos meus sonhos. Muito obrigado pelos ensinamentos e pela paciência.

## AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por ter me abençoado com saúde durante todos esses anos, erguendo minha cabeça nos momentos difíceis;

À **minha família**, por todo apoio, incentivo e compreensão ao longo dessa jornada. Sem vocês esse sonho não teria nenhuma chance de se realizar;

Ao **meu grupo de amigos da UFPB**, que presenciaram toda minha luta de estudo e trabalho me encorajando, auxiliando e orientando quando as coisas pareciam não ter solução. Vocês tornaram os meus dias dentro dessa faculdade mais tranquilos. Um dia direi aos meus filhos, com orgulho, que conheci pessoas maravilhosas como vocês;

À **Karol**, pela ajuda, companheirismo, compreensão, força e estímulo. Você foi fundamental nesta conquista, eu agradeço a Deus todo dia, por ele ter aproximado de mim uma pessoa com um espírito e coração tão sublime como você;

Ao meu orientador, **Professor Thiago Farias**, que as vezes era meu pai, às vezes meu irmão, e hoje um dos meus melhores amigos. O Senhor contribuiu muito na minha formação e decisão em seguir a Endodontia. Muito obrigado por me oferecer oportunidades de crescer cientificamente, com sua paciência e dedicação à este trabalho.

Aos **Professores Ramon e Fábio**, os quais se tornaram meus amigos e ídolos no decorrer do curso, me ensinando tudo que sei em Endodontia e encorajando a seguir esta carreira;

À **professora Ana Karina**, minha mãe, minha irmã e minha amiga, que não mediu esforços para me levantar em um momento difícil. A senhora foi um dos melhores presentes que a UFPB me deu. Meu coração sempre terá um lote seu;

Ao **Professor Fábio Sampaio e sua equipe, Técnico Alexandre e Graduanda Luíza**, que com toda a paciência, humildade e atenção contribuiu com nossa pesquisa quando tudo pareceu tomar um caminho diferente do que esperávamos;

Ao **Professor Frederico e Mestranda Eugênia**, por ceder seu precioso tempo auxiliando na pesquisa, fornecendo imagens que compõe este trabalho. Vocês

foram cruciais no desenvolver deste trabalho. Muito obrigado de coração minha amiga.

Ao **Tenente-Coronel Saulo**, por ter me possibilitado alcançar a segunda graduação, dando total apoio e as vezes sendo chamado atenção por nossos superiores hierárquicos. Más mesmo assim acreditou no meu potencial e forneceu meios para que hoje eu pudesse estar aqui e concluir esse curso sem perder nenhuma disciplina. Ao senhor, a minha continência e meu abraço de irmão;

Aos **oficiais do 4BBM**, por ter entendido meus momentos de angústia e desespero, por vezes saindo do aconchego de seus familiares para me cobrir no serviço, durante um dia de prova;

Meu profundo agradecimento a todos que colaboraram de alguma forma na construção deste trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a influência da ativação ultrassônica de medicações intracanalais à base de Hidróxido de Cálcio na alteração do pH da superfície radicular em reabsorções radiculares externas simuladas. Foram selecionados 18 dentes unirradiculares. As coroas foram seccionadas, o comprimento das raízes foi padronizado e o preparo químico- mecânico foi realizado. As reabsorções foram simuladas a 7,5 mm do ápice e apresentavam 3 mm de diâmetro. O remanescente dentinário entre a parede do canal e a reabsorção simulada foi padronizado em 1,2mm(+/- 0,2), através de um escaneamento no Microtomógrafo computadorizado. Os espécimes foram divididos em 3 grupos experimentais: grupo controle - sem medicação; grupo I – UltraCal XS sem ativação; grupo II – UltraCal XS com ativação. Após a inserção da medicação, as mensurações de pH na superfície radicular externa foram realizadas por meio de um microeletrodo após 3, 12, 24 horas, 3, 5, 7, 14, 21 e 28 dias. A análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram aplicados para verificar a existência de diferenças estatísticas entre os grupos no intervalo de tempo estudado. Os resultados revelaram que houveram diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) em 24 horas, 5 e 7 dias quando comparado o grupo controle com o grupo I; 3, 12, 24, 72 horas, 5 e 28 dias quando comparado o grupo controle com o grupo II; e 3 horas, 3, 5, 7, 21 e 28 dias quando se comparou o grupo II ao grupo I. Concluiu-se que a ativação ultrassônica não influenciou significativamente a elevação do pH na superfície radicular em reabsorções externas simuladas.

**Palavras-chave:** Hidróxido de cálcio, Reabsorção Radicular, Ultrassom

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to verify the influence of the ultrasonic activation of calcium hydroxide intracanal medications on pH changes in simulated external root resorption. Eighteen unirradicular teeth were selected. Only teeth with a single root canal were included in this study. The crowns were sectioned, the root length was standardized and the chemical-mechanical preparation was performed. The resorptions were simulated at 7.5 mm from the apex and were 3 mm in diameter. The dentinal thickness between the root canal and the simulated external resorption was standardized at 1.2mm (+/- 0.2). For that, the specimens were scanned by a Microcomputed Tomography. The teeth were divided into 3 experimental groups: control group - without intracanal medication; group I - Ultracal XS without ultrasonic activation; group II - Ultracal XS with ultrasonic activation. pH measurements were performed using a microelectrode after 3, 12, 24 hours, 3, 5, 7, 14, 21 and 28 days. The analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test were used for statistical analysis. The results showed that there were statistically significant differences ( $p < 0.05$ ) in 24 hours, 5 and 7 days when compared to the control group with group I; 3, 12, 24, 72 hours, 5 and 28 days when compared the control group with group II; and 3 hours, 3, 5, 7, 21 and 28 days when comparing group II to group I. It was concluded that the ultrasonic activation did not significantly influence the elevation of the pH in the root surface in simulated external resorption.

Key words: Calcium hydroxide, Radicular resorption, Ultrasound

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS REABSORÇÕES RADICULARES.....	10
2.2 HIDRÓXIDO DE CÁLCIO.....	13
2.3 ESTUDOS SOBRE A VARIAÇÃO DE PH APÓS USO DE MEDICAÇÃO INTRACANAL.....	15
2.4 ULTRASSOM EM ENDODONTIA.....	23
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
4.1 SELEÇÃO E PREPARO DAS AMOSTRAS.....	27
4.2 DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS.....	31
4.3 ATIVAÇÃO DA MEDICAÇÃO INTRACANAL.....	31
4.4 AVALIAÇÃO DO PH RADICULAR.....	33
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>46</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Algumas alterações como impactação de dentes, movimentações de origem ortodôntica, trauma dental, patologias do tipo periodontite apical em estágio crônico, cistos e também tumores, podem fazer com que os cementoblastos sejam removidos da superfície radicular, expondo o conteúdo dentinário mineralizado, ocasionando reabsorção radicular externa de forma assintomática e silenciosa (LACERDA-SANTOS et al., 2018). Geralmente essa condição pode acontecer em qualquer lugar ao longo da raiz do dente, sendo a mais encontrada, a região lateral e apical quando o dente sofreu trauma. Já quando os túbulos dentinários encontram-se infectados, encontraremos essa reabsorção na região apical (ABBOTT, 2016).

Elementos dentários que sofreram avulsões ou traumas são comumente acometidos de reabsorções externas, e o principal método de conter o avanço dessa reabsorção se dá através da aplicação de uma medicação intracanal, como o Hidróxido de Cálcio, que possa desinfetar o conduto, caso este já esteja infectado, ou evitar tal infecção (ABBOTT, 2016).

O Hidróxido de Cálcio trata-se de um pó com alto potencial hidrogeniônico, totalmente inodoro, sendo classificado como uma base forte. Na Odontologia, de forma geral, é comumente usado como um composto de proteção do complexo dentino-pulpar por possuir uma grande biocompatibilidade, atividade antimicrobiana e baixo custo comercial. Uma aplicação na endodontia refere-se à estimulação da formação de barreira de tecido calcificado nos casos de apicificação (MOHAMMADI; DUMMER, 2011).

Por vezes o pó do Hidróxido de Cálcio é adicionado à um veículo, fazendo com que o mesmo se torne uma pasta onde o principal componente é o próprio hidróxido de cálcio. O veículo exerce uma ação muito significativa em toda reação, pois permite a dissociação iônica, promovendo a solubilização do conteúdo da pasta que irá ser absorvida pelos tecidos periapicais e pela polpa dental (FAVA; SAUNDERS, 1999).

Uma alternativa para elevar o pH no interior dos condutos radiculares, bem como no local da reabsorção externa é a ativação da medicação intracanal com um aparelho chamado ultrassom. É um instrumento muito usado na Endodontia como procedimentos de abertura coronária, exposição de condutos e agitação ou remoção do hidróxido de cálcio no seu interior. Esse aparelho age promovendo uma agitação maior das moléculas da solução irrigadora, fazendo com que a mesma penetre mais profundamente nos túbulos dentinários e em locais anatômicos de difícil acesso, favorecendo uma maior desinfecção e limpeza (DUARTE et al., 2012).

O fato do Hidróxido de Cálcio possuir uma baixa solubilidade, contribui para uma queda do pH no interior dos túbulos dentinários com o passar dos dias, favorecendo a perda da atividade antimicrobiana. Isso somado a capacidade tampão da dentina que tende a controlar as alterações de pH, faz com que a medicação intracanal seja periodicamente substituída em canais infectados (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015). Assim, se torna imprescindível estudos que busquem formas de prolongar o efeito dessa medicação no tratamento das reabsorções inflamatórias externas, visto que tal condição é encontrada corriqueiramente após traumatismos dentários severos. Portanto esse estudo se preza a verificar o efeito da ativação ultrassônica de medicações à base de Hidróxido de Cálcio na variação do pH radicular em reabsorções externas simuladas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Considerações sobre as Reabsorções Radiculares

Algumas alterações como impactação de dentes, movimentações de origem ortodôntica, trauma dental, patologias do tipo periodontite apical em estágio crônico, cistos e também tumores, podem fazer com que os cementoblastos sejam removidos da superfície radicular, expondo o conteúdo dentinário mineralizado, ocasionando reabsorção radicular externa de forma assintomática e silenciosa (LACERDA-SANTOS et al., 2018; NE; WITHERSPOOTI; GUTMAFIN, 1999). Ne, Witherspooti, Gutmafin (1999) acrescenta ainda que processos cirúrgicos, bruxismo, raspagens periodontais severas e lesões químicas oriundas de agentes clareadores endógenos utilizados dentro do sistema de canais, podem desencadear as reabsorções.

Histologicamente os tecidos dentais são protegidos, na superfície externa da raiz pelo pré-cimento e por cementoblastos, e na cavidade pulpar pela pré-dentina e odontoblastos. A perda da integridade, mecanicamente ou quimicamente, das camadas odontoblasticas e cementoblasticas que protegem a pré-dentina e pré-cimento, podem dar acesso as principais células responsáveis pela reabsorção óssea e também dental, os osteoclastos, que são células oriundas do complexo celular hematopoiético, da mesma linhagem de monócitos e macrófagos, e possuem uma vida útil de no máximo 2 semanas (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015; NE; WITHERSPOOTI; GUTMAFIN, 1999). No entanto, o processo de reabsorção dentária é muito semelhante ao da reabsorção óssea, onde leva a várias mudanças químicas dentro dos tecidos. Nos elementos dentais observamos uma interação muito bem organizada entre células inflamatórias, células clásticas representada pelos odontoclastos, e pela estrutura mineral do tecido (NE; WITHERSPOOTI; GUTMAFIN, 1999).

Atualmente, ainda não existe comprovação científica de que outras células desempenham a função reabsortiva mineral dos osteoclastos. Esse se desenvolveu, ao longo da evolução, como um aparato celular capaz de destruir os tecidos mineralizados de dentes e ossos de uma forma geral. Esse tipo celular é muito importante na ciência biológica, pois a revelação de seu

mecanismo de ação pode contribuir para o entendimento do mecanismo molecular de invasão dos tecidos sadios, fornecendo pistas de como coibir o desenvolvimento de outras doenças patológicas e de células malignas (VAANANEN, 2005). No meio científico ainda não se pode afirmar com provas concretas que osteoclasto e odontoclasto é a mesma célula. Porém existem inúmeras semelhanças morfológicas e fisiológicas. As células reabsortivas dentárias possuem menos núcleos e são menores que os osteoclastos, mas as duas células exercem funções enzimáticas idênticas (NE; WITHERSPOOTI; GUTMAFIN, 1999).

Esse tipo celular pode ser encontrado na interface entre os tecidos moles, representados pela polpa e ligamento periodontal, e o duro, representado pela dentina e/ou cimento. Seu principal sítio é estabelecido em depressões da matriz óssea calcificada, que estão presentes nas regiões que sofreram ações do processo de reabsorção e que representam as lacunas de Howship (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

Os processos de Reabsorções Dentárias são classificados com base na superfície que se desenvolvem em Externa e Interna podendo haver combinação dessas tornando o padrão reabsortivo Externo-Interno (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015), e de acordo com a natureza do processo em Reabsorções Inflamatórias e Reabsorções por Substituição (MOTTA; CIPELLI; MOURA, 1995).

Ne, Witherspooti, Gutmafin (1999) subdivide ainda a Reabsorção Externa em quatro manifestações amplamente conhecidas na clínica odontológica, as reabsorções externas de superfície, reabsorções radicular externa inflamatória, anquilose e reabsorção por substituição. Nas reabsorções externas de superfície, que podemos encontrar em qualquer dente, temos como causa principal uma lesão física indireta, por função fisiológica, aos tecidos periodontais ou do cimento radicular ocasionando reabsorção na porção subgingival do elemento dental. Lopes e Siqueira Jr (2015) afirmam ainda que danos irreversíveis ao ligamento periodontal e/ou superfície radicular como Luxação intrusiva e Avulsão dentária estão no topo dos traumas, e das causas mais comuns para tal quadro reabsortivo. O tipo de reabsorção

radicular externa inflamatória representa a mais encontrada e mais comum no ambiente clínico, possuindo vários fatores etiológicos já citados neste trabalho. É caracterizada por ser uma condição de reabsorção sem sintomas podendo ser transitória ou progressiva. Os elementos traumatizados ou submetidos a tratamento periodontal ou ortodôntico são frequentemente do tipo transitório, pois tal forma necessita de estimulação para que ocorra o processo absorptivo, e esses estímulos parecem permanecer no máximo 3 semanas. Fuss, Tsesis, Lin (2003) diz que nas reabsorções radiculares anquilóticas, não há fatores de estimulação conhecidos, assim, nenhum tratamento previsível pode ser sugerido. A reabsorção externa por substituição é encontrada em casos que envolvem reimplantes, transplantes e luxações. Pode ser desencadeada por qualquer processo que provoque dano irreversível ao ligamento periodontal e/ou superfície radicular, como luxação intrusiva e avulsão dentária. Por se tratar de um dano no ligamento periodontal, não existe acometimento pulpar neste tipo de reabsorção (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

O principal método de conter o avanço das reabsorções inflamatórias externas em progressão se dá através da aplicação de uma medicação intracanal que possa desinfetar o conduto, caso este esteja infectado, ou evitar tal infecção. Geralmente essa condição pode acontecer em qualquer lugar ao longo da raiz do dente. Porém, a mais encontrada é a região lateral e apical quando o dente sofreu trauma. Já quando os túbulos dentinários encontram-se infectados, encontraremos essa reabsorção na região apical. Clinicamente o elemento dental não responderá ao teste de sensibilidade pulpar podendo haver ou não outros sinais clínicos, mas isso irá depender do estágio da lesão e do comprometimento do dente e tecidos circundantes (ABBOTT, 2016). Na análise radiográfica das reabsorções radiculares inflamatórias externas é observado o contorno pulpar, porém a área irregular da reabsorção fica sobreposta ao conduto radicular. Além disso observa-se perda de substância dentária e radiolucência envolvendo osso adjacente e ligamento periodontal circundante (ABBOTT, 2016; LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

## 2.2 Hidróxido de Cálcio como medicação intracanal

Na Endodontia é imprescindível o uso de medicações intracanaís entre sessões clínicas para tratamento de lesões que acometem a polpa (BÖTTCHER; RAHDE; GRECCA, 2012). Para isso, a medicação deve ser capaz de eliminar e impedir a proliferação de microorganismos que por ventura sobreviveram e permaneceram nos condutos após ao Preparo Químico-Mecânico (PQM), servir de barreira físico-química contra a infecção ou reinfecção por produtos salivares, ter ação antiinflamatória e consequente diminuição da sintomatologia, agir no controle da exsudação persistente bem como neutralizar produtos que causem toxicidade ao tecido, ter atividade reparadora do tecido mineralizado que foi lesado, e controlar o progresso das reabsorções inflamatórias externas (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

Na prática clínica atual o Hidróxido de Cálcio continua sendo um composto de proteção do complexo dentino-pulpar muito usado, devido o seu baixo custo comercial e das diversas formas de apresentação e indicação, por sua ação antimicrobiana eficaz, e por ser um material com grande biocompatibilidade aos tecidos dentais (FREIRES; CAVALCANTI, 2011). Além disso a capacidade de inativar o LPS bacteriano, de promover a cicatrização periapical dos tecidos e de inibir o progresso de reabsorções radiculares estimulando a cicatrização após trauma ou infecção, fornecem suporte científico para uso quase o unânime de tal agente intracanal (ATHANASSIADIS; ABBOTT; WALSH, 2007). O uso prolongado de tal medicação contribuiu muito no tratamento de perfurações, reabsorções radiculares, lesões periapicais, elementos com rizogênese incompleta, fraturas na porção radicular e outras (AASTHA; GEETA; GIRISH, 2009).

Historicamente o Hidróxido de Cálcio sendo utilizado pela primeira vez na Odontologia, em meados de 1838, para tratamento de fístula dental, por Nygren. Em 1851 as amputações radiculares de polpas vivas eram tratadas por Codman utilizando tal agente. Porém, apenas 1920 o Hidróxido de Cálcio foi cientificamente pesquisado e seu uso difundido em forma de pasta, por Bernhard W. Hermann na Alemanha (FARHAD; MOHAMMADI, 2005; LOPES; SIQUEIRA JR., 2015).

Quimicamente o Hidróxido de Cálcio é classificado como uma Base forte de fórmula química  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , que possui peso molecular de 74,08, Potencial Hidrogeniônico (pH) elevado em torno de 12,5 a 12,8 e baixa solubilidade em água. Essa baixa solubilidade contribui para a permanência de tal substância em meio aos tecidos dentais por mais tempo, retardando assim sua solubilização. É encontrado sob a forma de pó em uma cor branca totalmente inodoro (FARHAD; MOHAMMADI, 2005).

Por se tratar de um pó, por vezes se torna imprescindível associar um veículo a tal agente, para que o mesmo entre em íntimo contato com as reentrâncias dos condutos e com as particularidades anatômicas de cada elemento dental. Além disso o mesmo possui extrema importância, pois favorece a dissociação global dos íons sendo determinante na velocidade da dissociação iônica. E essa dissociação será responsável pela taxa de solubilização do Hidróxido de Cálcio quando em contato com os tecidos dentinários e periapicais (MOHAMMADI; DUMMER, 2011). A liberação e difusão dos íons  $(\text{OH})^-$  e  $(\text{Ca})^{+2}$  leva a um ambiente altamente alcalino, não favorecendo a sobrevivência de microrganismos, e contribuindo na ação terapêutica e atividade antimicrobiana do Hidróxido de Cálcio (ATHANASSIADIS; ABBOTT; WALSH, 2007).

Os veículos podem ser classificados quanto a atividade antimicrobiana e quanto as suas características físico-químicas. Do ponto de vista antimicrobiano são conhecidos os veículos inertes que possuem biocompatibilidade mas não influem de forma significativa na propriedade antimicrobiana do Hidróxido de Cálcio, e os biologicamente ativos que proporcionam efeitos adicionais à pasta de Hidróxido de Cálcio. Como exemplo do primeiro temos a Água Destilada, o Soro Fisiológico, Soluções Anestésicas, Glicerina, Propilenoglicol e etc.; já o segundo temos como exemplo o PMCC e Clorexidina. Quanto ao fator físico-químico os veículos são ditos hidrossolúveis e oleosos. Aquele refere-se ao compostos miscíveis em água, os quais podem ser divididos em aquosos e viscosos; e este se refere aos compostos muito pouco solúveis em água, conferindo a pasta de Hidróxido de Cálcio pouca solubilidade e difusão nos tecidos dentário (LOPES; SIQUEIRA JR., 2015). Segundo Schafer e Albehaissi (2000) os veículos hidrossolúveis do tipo aquosos permitem uma liberação de íons Cálcio mais rápida, quando em

contato com os fluidos teciduais, e submetidos a comparações com veículos do oleosos ou viscosos.

Conhecer os tipos de veículos, bem como suas indicações, é de suma importância para o profissional na vida clínica, pois estes irão potencializar, retardar, ou acelerar a dissociação iônica do Hidróxido de Cálcio, e isso irá repercutir nas trocas periódicas da medicação intracanal para que seja alcançado o objetivo do tratamento endodôntico.

### 2.3 Estudos sobre a variação de pH após o uso de medicação intracanal

Vários trabalhos foram realizados, nos últimos anos, com o intuito de verificar as variações de pH na superfície externa de elementos dentais, sejam eles humanos ou de animais.

Nerwich, Figdor, Messer (1993) estudaram as alterações de pH, em especial o pH máximo, e o tempo necessário para atingir esse máximo na dentina interna e externa, durante 4 semanas, nos níveis cervical e apical da raiz do dente, após aplicação de um curativo de Hidróxido de Cálcio. A amostra foi composta por 12 dentes permanentes (nove caninos, um incisivo central superior e dois pré-molares inferiores) extraídos de pacientes com menos de 35 anos de idade, os quais foram divididos em um grupo experimental (composto por 10 dentes) e um grupo controle (composto por 2 dentes). Antes do experimento os tecidos aderentes ao dente foram removidos com uma pinça e os dentes foram armazenados a 4°C em uma solução salina de 0,05%. As medições foram realizadas por 4 semanas através de um microelétrodo colocado em pequenas cavidades nos níveis apical e cervical. Nas regiões interna e externa. Os resultados revelaram que o pH aumentou muito dentro de horas, chegando a níveis de 10,8 na região cervical e 9,7 na apical. Porém, na primeira semana não houve alteração significativa na dentina radicular externa, vindo a atingir níveis de 9,3 na cervical e 9,0 na apical apenas na segunda e terceira semana. Os autores concluíram que os íons hidroxila derivados do Hidróxido de Cálcio, se difundem mais rapidamente e alcançam níveis mais altos, na região cervical do que na apical. Além disso a permeabilidade e a

capacidade de tamponamento da dentina são fatores cruciais que minimizam a difusão dos íons hidroxilas pelos túbulos dentinários.

Esberard, Carnes Jr, Del Tio (1996) em seu estudo, avaliaram a variação do pH, na superfície externa de dentes humanos, em locais onde foram confeccionados cavidades nas regiões cervical, média e apical, quando obturados com Hidróxido de Cálcio. Foram utilizados 40 dentes uniradiculares, recentemente extraídos e instrumentados. As cavidades obedeceram um padrão de confecção, contendo 1.5mm de diâmetro e 0.75mm de profundidade. Esses elementos dentais foram divididos, aleatoriamente, em quatro grupos: um grupo controle, um grupo com Hidróxido de Cálcio aquoso, um grupo contendo Hidróxido de Cálcio misturado com PMCC (Paramoclorofenol-Canforado), e pastas Pulpdent. A abertura cervical e o forame apical foram fechados com Cavit, e cada dente foi armazenado individualmente em um frasco contendo soro fisiológico isotônico. O pH foi medido nas cavidades cervical, média e apical no primeiro, terceiro, sétimo, decimo quarto, vigésimo primeiro, vigésimo oitavo, quadragésimo quinto, sexagésimo, nonagésimo, centuagésimo vigésimo dias. Os resultados revelaram que íons hidroxila derivados do Hidróxido de Cálcio se difundiram através dos túbulos dentinários em todas as regiões durante os 120 dias de análise. A variação apresentou um padrão semelhante em todas as regiões da raiz independente do grupo contendo Hidróxido de Cálcio. O pH teve um rápido aumento nos 3 primeiros dias, de 7,6 para 9,5, seguido de uma baixa para 9,0 nos 18 dias seguintes, antes de aumentar para valores em torno de 10,0 no restante do período analisado. A única exceção foi observada no grupo da pasta Pulpdent na região apical, que aumentou uma unidade abaixo dos outros grupos. Os pesquisadores concluíram que, para todas as pastas testadas, o aumento do pH é mantido na superfície radicular pelo menos nos 120 dias após o tratamento do canal.

Miñana, Carnes Jr, Walker (2001) compararam as alterações de pH nas superfícies apical e cervical da dentina radicular após obturação do conduto com material à base de Óxido ou Hidróxido de Cálcio e a exposição ao CO<sub>2</sub> na superfície radicular. Um total de 36 caninos humanos foram instrumentados, e confeccionadas perfurações de 1mm de profundidade e 1.5mm de diâmetro nas regiões apical e cervical da face vestibular. Os dentes foram divididos,

aleatoriamente, em dois grupos e obturados com Óxido ou Hidróxido de Cálcio. A medição do pH nos locais foram realizadas em intervalos de tempos variáveis até 48 dias após o tratamento. Antes da obturação o pH foi de 8,37, havendo uma elevação significativa no primeiro e segundo dia (pH = 10,3 a 10,6) , decrescendo após o terceiro. Nos grupos controle e óxido de cálcio o pH permaneceu estável (9,2 a 9,5) até o dia 48. Após a medição do pH no dia 48 a amostra foi colocada em frascos envolvidos por algodão e irrigada com CO<sub>2</sub>, e o pH diminuiu significativamente na região apical ( $\Delta\text{pH}=0,5$ ) e na cervical ( $\Delta\text{pH}=0,6$ ). Após isso, o pH foi medido novamente nos dias 53 e 68, diminuindo progressivamente, sem diferença estatística. Os resultados apontaram um padrão semelhante de aumento de pH após o tratamento com o Hidróxido e Óxido de Cálcio, e caiu significativamente após a exposição ao CO<sub>2</sub> em ambos os grupos. Dessa forma, os autores concluíram que os íons hidroxila, tanto do Óxido como do Hidróxido de Cálcio, quando reagem com água, se difundem pelos túbulos dentinários até a superfície radicular de maneira similar.

Ardesheva e Qualtrough (2000), se propuseram a medir e comparar alterações nos valores de pH no terços apical e cervical da superfície radicular externa de elementos extraídos, utilizando Hidróxido de Cálcio em duas formulações diferentes. Foram usados 45 dentes humanos, monorradiculares, os quais foram acessados e instrumentados com limas rotatórias, e confeccionados cavidades padrão nos referidos terços à serem analisados. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos, o primeiro grupo apenas com cones de Hidróxido de Cálcio, o segundo grupo com uma pasta aquosa de Hidróxido de Cálcio, e o terceiro grupo representou o Controle ficando vazio. Os resultados mostraram que o grupo contendo cones de Hidróxido de Cálcio obteve valor médio de pH de 10,38 no terço apical após 3 semanas e 10,63 no terço cervical após 2 semanas. No grupo contendo pasta aquosa de Hidróxido de Cálcio o valor médio de pH, após 3 semanas, foi 11,24 no terço apical, e 11,57 cervicalmente após 2 semanas. No grupo controle, os valores médios de pH foram, no início do estudo, no terço cervical foi de 7,61 e apical de 7,6. Dessa forma o segundo grupo, que continha pasta aquosa de Hidróxido de Cálcio, apresentou maiores valores de pH na dentina radicular em ambos os terços analisados, quando comparado aos outros dois grupos. E

justificam por conta da maior dissociação e difusão do Hidróxido de cálcio, nos túbulos dentinários, quando associado a veículo aquoso.

Solak e Öztan, em 2003, estudaram os valores de pH das misturas de Hidróxido de Cálcio em combinação com alguns veículos: água destilada, duas soluções anestésicas locais diferentes, e solução salina fisiológica. Foi utilizado um medidor de pH digital para aferir o pH de cada veículo antes da mistura com o Hidróxido de Cálcio. As medições foram realizadas em 3 minutos, 10 minutos, 1 hora, 1 dia, 2 dias, 3 dias e 7 dias. Os valores de pH foram menores para as pastas formadas pela mistura de hidróxido de cálcio com anestésico local, até 24h (pH = 11,5), do que com água destilada com hidróxido de cálcio (pH = 11.89) e pastas salinas com hidróxido de cálcio (pH = 11.85 ). Mas eles mostraram maiores aumentos nos valores de pH em comparação com água destilada (pH = 11.43) e misturas salinas (pH = 11.5) no sétimo dia (pH = 11.8). Os resultados apontaram para similaridade entre pH nos quatro tipos de veículos, variando entre 11 e 12, quando misturados com Hidróxido de Cálcio.

Pacios et al. (2004) analisou a influencia do veículo no pH de pastas contendo Hidróxido de Cálcio após o uso em pacientes e *in vitro*. 180 incisivos superiores, de pacientes entre 20 e 50 anos de idade, com polpa em estado necrótico e lesão periapical crônica compuseram a amostra. Os canais foram instrumentados e preenchidos com pastas de Hidróxido de Cálcio associados aos seguintes veículos: Água Destilada, Clorexidina 0,2%, Propilenoglicol, Solução Anestésica, Paramonoclorofenol Canforado e Paramonoclorofenol em conjunto com Propilenoglicol. Até o momento das medições, que foram feitas em 7,14 e 21 dias, os espécimes ficaram armazenados em tubos estéreis à temperatura ambiente. Para realizar as medições toda a pasta foi removida do conduto radicular e imediatamente foi feita a mensuração. Foi visto que o pH de todas as substancias permaneceu praticamente constante ao longo das medições. Porém, a pasta que continha o veículo Água Destilada mostrou valores de pH significativamente maiores (pH = 12,3) quando comparados aos outros veículos. E em análise comparativa os veículos Solução anestésicas, PMCC e PMCC com Propilenoglicol, apresentaram maiores índices de pH quando *in vitro*,  $\Delta\text{pH} = 1,0$  ,  $\Delta\text{pH} = 0,4$ ,  $\Delta\text{pH} = 0,5$ , respectivamente. Como conclusão foi visto que o tipo de veículo influencia no valor final do pH, porem a

alcalinidade de todas as composições usadas foi mantida constante durante todo o experimento.

Tsesis et al. (2005) estudou as alterações do pH na superfície externa da dentina radicular em diferentes profundidades após ativação eletroforética do Hidróxido de Cálcio em canais radiculares. Utilizou 20 dentes bovinos, os quais foram confeccionados 60 cavidades em três superfícies radiculares para obtenção da espessura de dentina remanescente de 0.3mm, 0.7mm e 1.0mm. um microeletrodo foi usado para aferir o pH, após a inserção da pasta de Hidróxido de Cálcio e ativação eletroforética após 30 dias. Os resultados apresentaram maiores valores de pH à medida que a cavidade se aproximava mais da parede do canal, ou seja, em espessura de 0.4mm o pH atingiu 11,3, e na espessura de 1.0mm alcançou 9,3.

Camargo et al. (2006) avaliou o pH e a liberação dos íons Cálcio, em dentes humanos e bovinos, após utilização de pasta de Hidróxido de Cálcio associadas a veículos diferentes. Foram utilizados 92 raízes de elementos dentais humanos (46 pré-molares) e bovinos (46 incisivos centrais), as quais foram instrumentadas com comprimento de trabalho 1mm aquém e confeccionadas um preparo cavitário externo padronizado através do diâmetro da broca diamantada utilizada, dispostos em grupos com diferentes veículos. O Grupo 1 continha como veículo o Detergente, Grupo 2 – Solução Salina, Grupo 3 – Polietilenoglicol + Paramonoclorofenol Canforado (PMCC), e o Grupo 4 – Polietilloglicol + Furanona Paramonoclorofenol (FPMC). As raízes foram armazenadas à temperatura ambiente e imersos em soro fisiológico. Após 7 e 14 dias foi realizada a medição do pH e Cálcio, e os resultados revelaram que não houve diferença estatística entre os dentes Humanos e Bovinos, porém os dentes Bovinos apresentaram maior liberação iônica de Cálcio do que os elementos dentais Humanos. O grupo 3, cujo veiculo era o PMCC, foi mais eficaz no aumento do pH e liberação de íons Cálcio em todas as medições realizadas (pH = 8,53 em 7 dias e pH = 8,89 ao fim do 14 dia), seguido do FPMC (pH = 8,31 em 7 dias e pH = 8,05 ao fim do 14 dia), e da Solução Salina (pH = 7,72 em 7 dias e pH = 7,94 ao fim do 14 dia). Em relação as medições, o décimo quarto dia apresentou melhores resultados do que o sétimo dia, exceto para o Grupo 4.

Zmener, Pameijer, Banegas (2007) realizou estudo *in vitro* das mudanças de pH, em um período de 30 dias, usando uma mistura de Hidróxido de Cálcio e Água destilada, e dois produtos comerciais contendo Hidróxido de Cálcio: Ultracal XS e Calasept. Foi simulado um ambiente periapical em tubos de vidro fechados e inserido os materiais, permanecendo um grupo Controle sem medicação. As medições aconteceram em 1 hora, 24 horas, 15 dias e 30 dias. Os resultados apontaram aumento significativo de pH em todos os materiais entre 1 hora e 24 horas, seguido por aumento contínuo, porém gradual, de 15 a 30 dias. Os autores concluíram, ao fim da pesquisa, que as propriedades alcalinizantes da Calasept (pH = 11,77) e do Ultracal XS (pH = 11,82) foram significativamente maiores do que a pasta Hidróxido de Cálcio + Água Destilada (pH = 11,27).

Mori et al. (2009) avaliou a capacidade de difusão das pastas de Hidróxido de Cálcio com diferentes veículos através do túbulos dentinários. Para isso utilizou 60 dentes humanos unirradiculares, no qual suas coroas foram removidas e seus canais devidamente instrumentados. A amostra foi dividida em quatro grupos de acordo com o veículo usado em associação com a pasta Hidróxido de Cálcio: Grupo 1 – Água destilada, Grupo 2 – Propilenoglicol, Grupo 3 – Clorexidina a 0,2%, Grupo 4 – Clorexidina a 2%. Logo após a inserção da medicação os espécimes foram selados e armazenados em frascos contendo Água deionizada. A medição do pH ocorreu em 1, 2, 7, 15, 30, 45 e 60 dias com o intuito de determinar a difusão da pasta pelos túbulos dentinários. Resultados mostraram que as pastas apresentam semelhante capacidade de difusão. Porém, os grupos 1 e 4 apresentaram melhor difusão quando comparados com os grupos 2 e 3, e a Clorexidina a 2% pode ser usada como um veículo em pastas contendo Hidróxido de Cálcio.

Chamberlain, Kirkpatrick, Rutledge (2009) analisaram a possível diferença de pH na superfície externa da dentina humana, no terço apical, quando o canal estava preenchido por Hidróxido de Cálcio, a 3 ou 5mm do forame apical. Para isso foi utilizados dentes anteriores unirradiculares, que foram limpos e instrumentados após a seleção. Uma reabsorção simulada foi confeccionada com aproximadamente 0,5 mm de profundidade e 1,0 mm de largura localizadas a 1,3, e 5 mm do ápice. Essa amostra foi dividida em quatro grupos aleatoriamente: grupo com pasta a 1mm, 3mm, 5mm e um grupo controle

deixado vazio. A leitura do pH foi realizada ao longo de 28 dias. Os resultados revelaram que a maior mudança de pH na superfície externa da raiz foi obtida no grupo em que o canal foi preenchido a 1 mm do forame ( pH = 9.1), quando comparado ao de 3 mm ( pH = 9.07) e 5 mm ( pH = 9.0), além disso a confirmação de que o Hidróxido de Cálcio, na forma de íons hidroxila, se difundem através dos túbulos dentinários até a superfície radicular externa.

Forghani et al. (2014) comparou, in vitro, as alterações de pH induzidas pela aplicação de pasta enriquecida com Cálcio e a pasta contendo Hidróxido de Cálcio em raízes com reabsorções simuladas. Foram selecionados 21 dentes pré-molares humanos, os quais foram cortados a um comprimento de 14mm do ápice, e seu canal foi preparado com o sistema *ProTaper*. As cavidades foram preparadas na superfície externa da raiz aproximadamente 5mm do ápice, contendo 0.7mm de profundidade e 1.4mm de diâmetro. Foi inserido, em metade dos dentes, a pasta enriquecida com Cálcio, e na outra metade, uma pasta convencional de Hidróxido de Cálcio. Além disso cinco elementos serviram de grupo controle negativo, os quais foram preenchidos com solução salina normal. Os dentes foram radiografados como forma de garantia de qualidade. O pH foi medido na cavidade, através de um microeletrodo, em intervalos de 20 minutos, 3 horas, 1, 7, 14, 21 e 28 dias após o preenchimento com as pastas. Como resultado foi verificado uma variação no pH médio de ambos os grupos, sendo o grupo do Hidróxido de Cálcio significativamente maior em todas medições (  $\Delta\text{pH} = 8,72$ ). Porém não foi observada diferença entre o pH do grupo do Hidróxido de Cálcio e do Controle nas medições referentes a 7 e 14 dias, nem em relação ao grupo com pasta enriquecida com Cálcio e o Controle nos 7, 21, 28 dias. Assim, os autores concluíram que a pasta enriquecida com Cálcio pode ser um material inadequado no tratamento da reabsorção radicular externa, visto que quando comparado com o grupo do Hidróxido de Cálcio, dificilmente manteve o pH alcalino durante o primeiro mês de análise.

De Freitas et al. (2017) estudou a atividade antibiofilme bacteriano composto por *Enterococcus faecalis*, in vitro, e o pH do Hidróxido de Cálcio associado a diferentes Antinflamatórios não Esteroidais (AINES) e Antibiótico. Para analisar a atividade microbiana, foi utilizado 30 blocos de dentina bovina estéril, no qual foi induzida a formação do biofilme. Para análise do pH a

amostra contendo Hidróxido de Cálcio e associados, foi dividida em cinco grupos: Grupo 1: Pasta de Hidróxido de Cálcio com Propilenoglicol; Grupo 2: Pasta de Hidróxido de Cálcio com Propilenoglicol + 5% de Diclofenaco de Sódio; Grupo 3: Pasta de Hidróxido de Cálcio com Propilenoglicol + 5% de Ibuprofeno; Grupo 4: Pasta de Hidróxido de Cálcio com Propilenoglicol + 5% de Ciprofloxacina; Grupo 5: sem medicação. Para análise do pH, as pastas foram introduzidas no interior de tubos, os quais foram imersos em frascos com Água ultrapura. A medição do pH aconteceu em 3 horas, 24 horas, 72 horas e 7 dias através de um medidor de pH devidamente calibrado. Logo após os 7 dias as pastas foram inseridas nos blocos de dentina com biofilme por 7 dias e depois removidas através de irrigação com Água estéril. Sua análise foi feita através de Microscópio Confocal de varredura a laser. Os resultados apontaram para valores maiores de pH no grupo do Hidróxido de Cálcio associado a Ciprofloxacina em todos os períodos analisados ( pH = 11,99 em três horas, 12,75 em um dia, 12,4 em 3 dias, 12,84 ao fim do sétimo dia). E ainda o aumento da ação antimicrobiana da pasta Hidróxido de Cálcio associado a AINES ou Antibióticos contra a formação do biofilme de *Enterococcus faecalis*.

Ascendino (2017) estudou a influência da clorexidina como veículo para o Hidróxido de Cálcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ , na alteração de pH da superfície radicular em reabsorções externas simuladas. Fez uso de 100 dentes unirradiculares, que tiveram suas coroas foram seccionadas, comprimento de raízes padronizados e o preparo químico- mecânico realizado. As reabsorções simuladas se localizaram no terço médio da raiz e apresentavam 3 mm de diâmetro. Os espécimes foram divididos em 5 grupos experimentais: grupo I -  $\text{Ca(OH)}_2$  + Soro Fisiológico; grupo II -  $\text{Ca(OH)}_2$  + Clorexidina líquida 2%; grupo III -  $\text{Ca(OH)}_2$  + Clorexidina gel; grupo IV-  $\text{Ca(OH)}_2$  + Clorexidina gel + Óxido de Zinco e grupo controle (sem medicação). As mensurações de pH na superfície radicular externa, ocorreram após a inserção das medicações, e foram realizadas por meio de um microeletrodo, respeitando os períodos de 3 horas, 24 horas, 1, 2, 3 e 4 semanas. Os resultados evidenciaram que o grupo IV apresentou o maior pH em todos os tempos avaliados, e o pico máximo de pH nos grupos I ( pH = 9.5) e II ( pH = 9.92) foi alcançado na primeira semana e no grupo 3 ( pH = 9.99) na segunda semana. Assim, a autora concluiu que a clorexidina, em solução ou em gel, manteve o pH alcalino do hidróxido de

cálcio (pH em torno de 9,0) e a medicação que associa clorexidina gel 2%, hidróxido de cálcio e óxido de zinco apresentou os valores de pH mais elevados (pH em torno de 9,5), revelando ser uma medicação eficiente para manutenção do pH alcalino na área da reabsorção.

#### 2.4 Ultrassom em Endodontia

A Ultrasonografia é uma onda acústica ou vibração da mesma natureza do som, porém com uma frequência muito maior do que o ouvido humano pode perceber, que é de aproximadamente 20 KHz. Para se produzir a onda ultrasônica, existem dois métodos: por magnetostricção, que converte energia eletromagnética em energia mecânica; e o método baseado no princípio piezoelétrico, o qual contém um cristal que muda de tamanho e se deforma produzindo oscilação mecânica sem produzir calor, quando uma carga elétrica é aplicada. O primeiro método não é interessante para o uso endodôntico por produzir calor e necessitar de resfriamento. Já o segundo método, além de produzir maiores ciclos (40 KHz contra 24KHz), realiza movimentos lineares de trás para frente como um pistão, que são ideias para o uso endodôntico (LAIRD; WALMSLEY, 1991; MOZO; LLENA; FORNER, 2012; PLOTINO et al., 2007).

Historicamente o Ultrassom foi utilizado na Odontologia, de uma forma geral, associado a pasta abrasiva na preparação de cavidades. Em 1955, Zinner, utilizou tal equipamento para remover cálculos da superfície dentária. Porém, só em 1957, Richman introduziu o Ultrassom para fins endodônticos (SERAFINO et al., 2006). Seu uso tem sido difundido, na prática da Endodontia, nas últimas três décadas, embora seja mais evidente sua aplicação, racionalização e compreensão dos seus efeitos e propriedades físicas bem mais recente (MOZO; LLENA; FORNER, 2012; VAN DER SLUIS et al., 2007).

É usado na especialidade Endodôntica em procedimentos de abertura coronária, exposição de condutos e agitação ou remoção do Hidróxido de Cálcio no seu interior. Esse instrumento age promovendo uma agitação maior das moléculas da solução irrigadora, fazendo com que a mesma penetre mais profundamente nos túbulos dentinários e em locais anatômicos de difícil

acesso, favorecendo uma maior desinfecção e limpeza. No caso da medicação intracanal a base de Hidróxido de Cálcio, tal penetração das moléculas proporciona um aumento no valor de pH, bem como na liberação de cálcio na região radicular externa (DUARTE et al., 2012).

Muitos estudos corroboram com essa aceitação e utilização do Ultrassom na Endodontia. Duarte et al. (2012) analisou a influência da ativação ultrassônica de pastas de Hidróxido de Cálcio no pH, e a liberação de íons cálcio em reabsorções radiculares externas simuladas. Foram utilizados 46 dentes bovinos, os quais passaram por limpeza e instrumentação dos condutos, além da confecção de defeitos no terço médio externo das raízes. Os elementos foram impermeabilizados na sua superfície externa, exceto na área defeituosa e foram divididos em 4 grupos cada um com 10 amostras: primeiro grupo: Propilenoglicol sem ativação ultrassônica; segundo grupo: Água destilada sem ativação ultrassônica; terceiro grupo: Propilenoglicol com ativação ultrassônica; e quarto grupo: Água destilada com ativação ultrassônica. Assim, os dentes foram tratados e preenchidos com Hidróxido de Cálcio, restaurados e imersos em água ultrapura. Os dentes foram avaliados após 7, 15 e 30 dias através de um medidor de pH, e a liberação de Cálcio foi medida por um espectrofotômetro de absorção atômica. Os resultados revelaram que em todos os períodos analisados, o nível de pH foi maior quando o Hidróxido de Cálcio foi ativado com Ultrassom, bem como a maior liberação de íons Cálcio. Os autores concluíram que a ativação ultrassônica do Hidróxido de Cálcio favoreceu o aumento do pH e a liberação de íons Cálcio no interior da reabsorções simuladas,

Arias et al. (2016) avaliou o efeito antimicrobiano da agitação ultrassônica de pastas de Hidróxido de Cálcio em dentina bovina infectada, e avaliou sua penetrabilidade através de microscopia confocal de varredura a laser e cultura microbiológica. Os autores infectaram cinquenta e dois dentes bovinos com *Enterococcus faecalis*, e em seguida inseriram o Hidróxido de Cálcio. A amostra foi dividida em dois grupos: com agitação ultrassônica e sem agitação ultrassônica. A agitação foi realizada com inserção de ponto simples, por 1 minuto. Os resultados, após 15 dias, revelaram que o grupo com agitação ultrassônica apresentou melhores resultados. Os autores concluíram que a

pasta de Hidróxido de Cálcio obteve melhor ação antimicrobiana (30%) e penetrabilidade nos túbulos dentinários quando ativadas com o Ultrassom.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

- Verificar a influência da ativação ultrassônica de medicações intracanaís à base de Hidróxido de Cálcio na alteração do pH da superfície radicular em reabsorções radiculares externas simuladas.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência do Ultracal XS<sup>®</sup> na variação do pH radicular em reabsorções externas simuladas.

- Avaliar a eficácia da ativação ultrassônica na variação do pH, em reabsorções externas simuladas, quando tratadas com medicação à base de Hidróxido de Cálcio (Ultracal XS<sup>®</sup>).

## 4 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com número de protocolo 44722715.4.0000.5188 (Anexo I), vinculado ao Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal da Paraíba.

### 4.1 Seleção e preparo das amostras

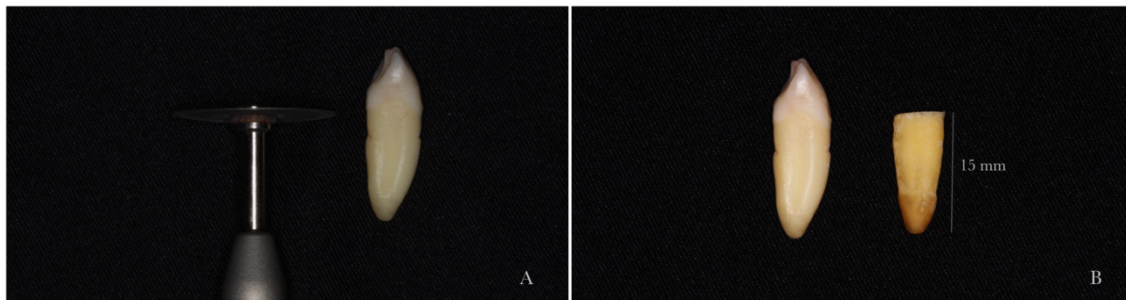
A metodologia desta pesquisa foi adaptada dos estudos de Duarte et al. (2012) e Forghani et al. (2014). Para isso, foram selecionados 35 dentes anteriores unirradiculares, esterilizados e armazenados em solução estéril de Cloreto de Sódio a 0,9% até o preparo dos mesmos.

Inicialmente os elementos dentais passaram por um pré-escanamento para que fosse realizada uma análise bidimensional a fim de certificar que tais elementos possuíam um único canal. Para isso foi utilizado a Microtomografia Computadorizada com o aparelho Skyscan1172 (Bruker, Bélgica). A figura 1 mostra o padrão de dentes incluídos nesta pesquisa.



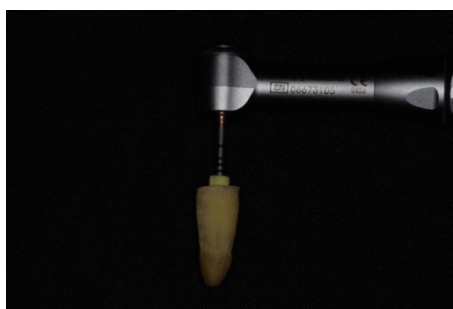
**Figura 1:** Padrão de dentes incluídos nesta pesquisa

A coroa dos dentes foi removida por meio de um disco diamantado dupla face (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil) acionado em baixa rotação (Figura 2A), restando apenas um remanescente radicular de 15 mm de comprimento, o qual compôs os espécimes (Figura 2B). A confirmação do comprimento das raízes foi realizada utilizando paquímetro digital modelo MTX® Digital Caliber.



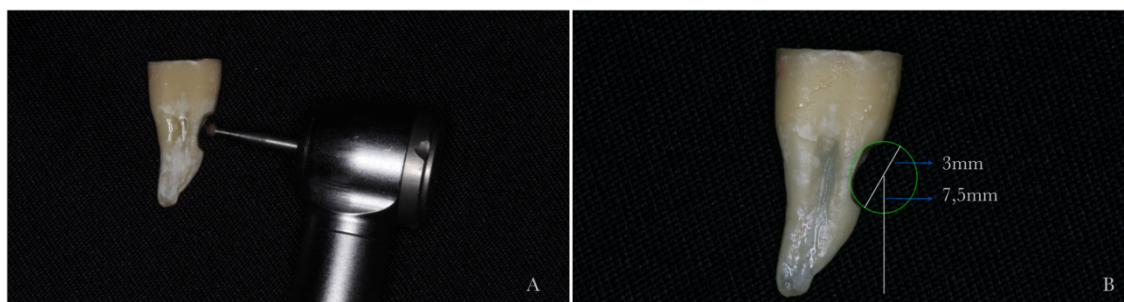
**Figura 2:** A) Elemento dental ao ser cortado com disco diamantado dupla face. B) Espécime com 15mm de porção radicular.

O Preparo Químico-Mecânico dos canais radiculares foi realizado por meio da técnica Crown-Down com o instrumento RECIPROC® 50.05 (VDW, Munique, Alemanha) (Figura 3), acionadas no motor X SMART-PLUS® (Dentsply - Maillefer Instruments SA, Ballaigues, Suíça), na função RECIPROC. O comprimento de trabalho foi estabelecido em 15 mm. Tal instrumento avançou no conduto progressivamente, de acordo com as recomendações do fabricante. A cada três bicadas, o instrumento era removido do canal e realizada uma irrigação com 5ml de hipoclorito de sódio a 2,5%, utilizando uma seringa de 5ml com agulha ENDO-EZE® (Ultradent Products Inc, South Jordan, Utah, USA). Este procedimento foi repetido até que o instrumento atingisse o comprimento de trabalho de 15 mm. Posteriormente, os canais foram irrigados com 3 ml de EDTA 17% e a lavagem final foi realizada com 5 ml de Água Destilada, ambos com seringas descartáveis estéreis e agulhas de 13x3,8mm.



**Figura 3:** Preparo químico-mecânico dos espécimes.

As reabsorções externas simuladas foram realizadas com pontas diamantadas 1014 (KG SORENSEN<sup>®</sup>, Cotia, SP, Brasil), acionadas em alta rotação. Como forma de padronização clínica do diâmetro das cavidades, foi inserido toda a ponta ativa da broca desgastando a superfície radicular (Figura 4A). A cavidade foi realizada a 7,5mm acima do ápice radicular e apresentou diâmetro de 3mm (Figura 4B). Após o preparo, foi realizado a irrigação, com 3ml de EDTA 17%, por um minuto, para remoção da *Smear Layer*.



**Figura 4:** A) Desgaste feito com Broca diamantada 1014, sendo inserida toda a ponta ativa da broca. B) Padrão de confecção da Reabsorção externa simulada.

Após a confecção das reabsorções e do Preparo Químico-Mecânico dos espécimes, foi realizado uma nova análise em todas as amostras através da Microtomografia Computadorizada, com o objetivo de padronizar a distância do centro da cavidade confeccionada à parede do conduto radicular. Para isso foi utilizado a Microtomografia Computadorizada com o aparelho Skyscan1172 (Bruker, Bélgica). Foi realizado um Flat-Field Correction do aparelho, com o intuito de minimizar e diminuir os artefatos na imagem. O quadro 1 descreve os parâmetros utilizados para aquisição das imagens.

Quadro 1 – Parâmetros utilizados na obtenção das imagens no Microtomógrafo

Skyscan1172	Parâmetros
Pixel	24,91
Potência	100 kV

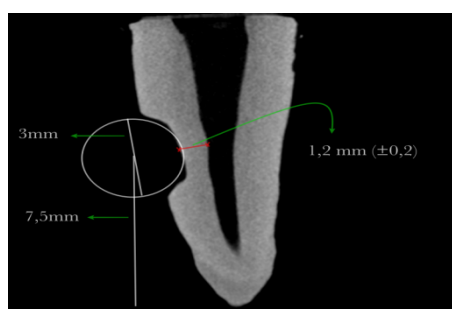
Corrente	100 mA
Passo de rotação	0,6
Filtro	Cu + Al
Averaging Frame	2

As imagens produzidas foram reconstruídas utilizando o Software NRecon como os seguintes parâmetros:

Quadro 2 – Parâmetros utilizados na reconstrução das imagens do Microtomógrafo

Software Nrecon	Parâmetros
Smoothing	5
Ring Artefact Correction	5
Beam-Hardening Correction	25%

Apenas dentes que apresentavam distância de 1,2 mm (+/- 0,2 mm) foram incluídos na pesquisa (Figura 5). Com isso, 17 elementos foram descartados e não fizeram parte amostra, restando 18.



**Figura 5:** Espessura do remanescente dentinário.

#### 4.2 Divisão dos grupos experimentais e inserção da medicação intracanal

Os espécimes foram divididos nos grupos experimentais descritos na tabela 1:

Tabela 1- Divisão dos grupos experimentais

Grupos	Medicação	Ativação	Número
Grupo Controle	Sem medicação	-	06
Grupo 1	Ca(OH) <sub>2</sub>	-	06
Grupo 2	Ca(OH) <sub>2</sub>	Ultrassom	06

A medicação intracanal utilizada foi uma pasta de Hidróxido de Cálcio, a 35% com veículo aquoso, ULTRACAL XS<sup>®</sup> (ULTRADENT, São Paulo, SP, Brasil), inserida no conduto com ponta de inserção NAVITIP<sup>®</sup> (ULTRADENT, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 6).

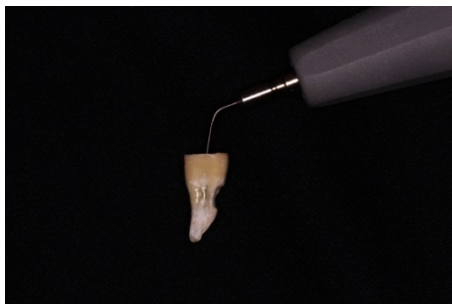


**Figura 6:** A) Ultracal XS<sup>®</sup>. B) Ponta de inserção NAVITIP<sup>®</sup>. C) Inserção do Ultracal XS<sup>®</sup> no conduto radicular.

#### 4.3 Ativação da medicação intracanal

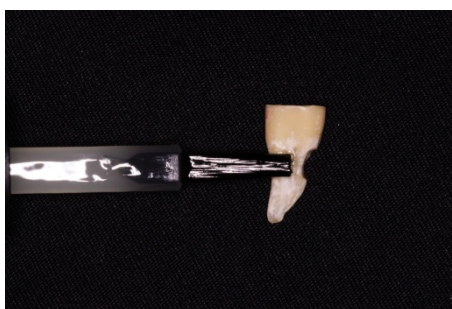
No grupo 2 a ativação da medicação foi realizada por meio de agitação ultrassônica (CV Dentus, São José dos Campos, SP, Brasil). Após a inserção,

a pasta de Hidróxido de Cálcio foi ativada através do inserto TOS-E2 (CV Dentus, São José dos Campos, SP, Brasil) (Figura 7), executando-se 3 ciclos de 20 segundos, onde ao fim de cada ciclo era preenchido novamente com a pasta de Hidróxido de Cálcio, e ao término, o canal era preenchido novamente com a medicação.



**Figura 7:** Ativação da medicação intracanal.

Após a inserção da medicação intracanal, o forame apical foi vedado com Cianocrilato (SuperBonder, Düsseldorf, Alemanha) na forma gel de apresentação. À porção cervical do conduto foi aplicado COLTOSOL<sup>®</sup> (VIGODENT, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e selado com resina composta (FILTEK Z350<sup>®</sup>, 3M, Sumaré, SP, Brasil). Todo o restante do dente foi impermeabilizado com Esmalte para unha (Figura 8).



**Figura 8:** Impermeabilização dos espécimes.

#### 4.4 Avaliação do pH radicular

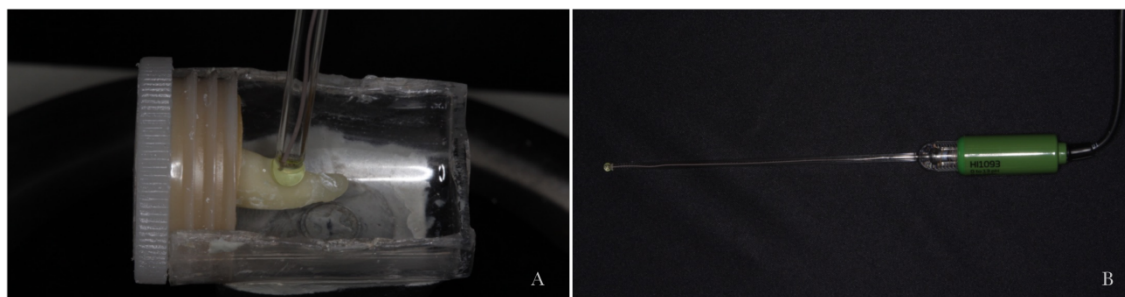
Os dentes foram adaptados em posição individual, onde sua porção cervical foi aderida à superfície interna da tampa do dispositivo utilizando cera pegajosa (Figura 9A). Logo, os espécimes foram inseridos em dispositivos

plásticos individuais, contendo solução estéril de Cloreto de Sódio a 0,9%, de modo que sua porção apical não ficasse submersa à solução, até o momento da mensuração do pH na superfície radicular (Figura 9B).



**Figura 9:** A) espécimes adaptados a tampas de dispositivos utilizando cera pegajosa. B) Terço cervical e médio do espécime imerso em Cloreto de Sódio a 0,9%.

Previamente à medição, o Microeletrodo HI1093 (Hanna instruments, São Paulo, SP, Brasil) foi devidamente calibrado utilizando soluções de pH 7, 4 e 11. No momento de avaliação do pH os espécimes eram removidos dos dispositivos plásticos, colocados em suporte criado por este autor (Figura 10A e 10B), e à reabsorção simulada era adicionada um a gota de água destilada, conforme descrito por Forghani et al. (2014). Após decorridos 10 minutos, era iniciada a avaliação do pH na cavidade confeccionada, por meio do Microeletrodo acoplado ao pHmetro digital Orion 290+ (Thermo Electron Corporation, Beverly, U.S.A). A mensuração foi realizada após 3 horas, 6 horas, 9 horas, 12 horas, 1 dia, 3 dias, 5 dias, 7 dias, 10 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após a inserção da medicação intracanal. Todos os procedimentos foram realizados na temperatura de 16°C.



**Figura 10:** A) dispositivo fixo de acomodação dos elementos no momento da mensuração do pH. B) Microeletrodo usado na mensuração do pH.

#### 4.5 Análise estatística

Os resultados deste estudo foram tabulados e a análise estatística realizada por meio do software SPSS, versão 24.0 (SPSS, Chicago, USA). A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância pelo teste de Levene. Após confirmadas, a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foram aplicados para verificar se houveram diferenças estatísticas entre os grupos nos diferentes tempos avaliados (com intervalo de confiança de 95%).

## 5 RESULTADOS

A média dos valores de pH, o desvio padrão e as diferenças estatísticas encontradas neste trabalho, estão expressas na Tabela 2 .

Verificou-se que o grupo controle (sem medicação) apresentou maiores valores de pH nas medições de 3 horas, 5 dias, 7 dias, 14 dias, e 28 dias. Entretanto, só foram observadas diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) nas medições de 5 dias e 7 dias, quando comparado ao grupo I (com medicação sem ativação).

O grupo II (com medicação e com ativação ultrassônica) quando confrontado com o Grupo I (com medicação e sem ativação) revela valores maiores de pH em todas as medições analisadas, exceto na referente ao Vigésimo Primeiro dia. Nas medições, onde o pH foi maior não foi observada diferença estatisticamente significativa nas medições referente a 12 horas, 24 horas e 14 dias.

Tabela 02 - Média (desvio padrão) do pH nos diferentes grupos.

Tempo	Grupo Controle	Grupo 1	Grupo 2	p*
3 horas	7.41 (0.17) a	7.36 (0.23) a	7.76 (0.9) b	0.01
12 horas	7.6 (0.9) a	7.81 (0.6) ab	7.93 (0.6) b	0.02
24 horas	7.4 (0.14) a	7.73 (0.06) b	7.78 (0.4) b	0.001
72 horas	7.36 (0.42) a	7.5 (0.8) a	7.76 (0.4) b	0.001
5 dias	7.78 (0.31) a	7.4 (0.51) b	7.7 (0.83) a	0.25
7 dias	7.76 (0.84) a	7.53 (0.66) b	7.83 (0.66) a	0.011
14 dias	7.9 (0.2) a	7.71 (0.2) a	7.8 (0.2) a	.32
21 dias	7.78 (0.21) a	7.91 (0.18) a	7.78 (0.14) a	0.37
28 dias	7.75 (0.15) a	7.68 (0.14) a	7.95 (0.83) b	0.008

\*ANOVA / Teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ )

\*\* Diferentes letras indicam que houve diferença estatística entre os grupo

## 6 DISCUSSÃO

Em Endodontia medicações intracanaís à base de Hidróxido de Cálcio são rotineiramente utilizadas, em especial no tratamento das reabsorções inflamatórias externas (CHAMBERLAIN; KIRKPATRICK; RUTLEDGE, 2009; PACIOS et al., 2004). O objetivo de se utilizar o Hidróxido de Cálcio para o tratamento dessas lesões é a obtenção de um pH alcalino no canal radicular e na reabsorção inflamatória externa, visto que esse aumento é desfavorável para o crescimento microbiano e atividade de células clásticas (ARDESHNA; QUALTROUGH, 2000), e isso é obtido pela difusão de íons hidroxilas através dos túbulos dentinários (ZMENER; PAMEIJER; BANEGAS, 2007).

Vários trabalhos demonstraram que tal medicação tem influenciado na variação de pH na superfície radicular em reabsorções inflamatórias externas (ARDESHNA; QUALTROUGH, 2000; CAMARGO et al., 2006; CHAMBERLAIN; KIRKPATRICK; RUTLEDGE, 2009; DE FREITAS et al., 2017; ESBERARD; CARNES JR; DEL TIO, 1996; FORGHANI et al., 2014; MINANA; CARNES JR; WALKERIII, 2001; MORI et al., 2009; NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; PACIOS et al., 2004; SOLAK; OZTAN, 2003; ZMENER; PAMEIJER; BANEGAS, 2007). Estudos apontam que medicações à base de Hidróxido de Cálcio associadas a veículos viscosos atuam em uma liberação iônica mais lenta (ASCENDINO, 2017; GUERREIRO-TANOMARU et al., 2013). Em contra partida as associações com veículos aquosos promovem uma dissociação iônica mais efetiva nos primeiros dias (ARDESHNA; QUALTROUGH, 2000; MINANA; CARNES JR; WALKERIII, 2001; MORI et al., 2009), mas em ambos os tipos de veículos são obtidos elevados valores de pH (PACIOS et al., 2004).

Esse trabalho se prezou a analisar a influência de uma pasta à base de Hidróxido de Cálcio, comercialmente conhecida como Ultracal XS<sup>®</sup>, na variação do pH da superfície radicular, quando ativadas por Ultrassom. Zmener, Pameijer, Banegas (2007), compararam as mudanças de pH, durante 30 dias, da pasta que associa Hidróxido de Cálcio e Água destilada e o Ultracal XS<sup>®</sup>, concluindo que este último alcançou valores alcalinos bem mais altos ao fim do período analisado. Chamberlain et al. (2009) também utilizou como medicação intracanal o Ultracal XS<sup>®</sup> na verificação do pH em reabsorções externas simuladas, e concluiu que valores de pH mais altos eram obtidos quando tal medicação era inserida em todo o

comprimento do canal. Tais estudos corroboram e justificam com a escolha do Ultracal XS® neste trabalho.

Os valores de pH, tanto no grupo controle quanto nos grupos com a medicação intracanal, permaneceram na faixa da neutralidade, variando entre 7,76 e 7,95 durante todo o período analisado, o que diferiu do trabalho publicado por Duarte et al. (2012) que apresentou valores de pH em torno de 8,5 nos primeiros 15 dias de análise, e 8,9 ao fim do trigésimo dia. Isso pode ser explicado pelas diferenças metodológicas entre os estudos. Nesta pesquisa, os espécimes foram submetidos a análise em Microtomografia Computadorizada, com o objetivo de se padronizar a distância entre o canal radicular e a área de reabsorção, o que geralmente não é realizado nas pesquisas tradicionais sobre variação de pH na superfície radicular. Nesses trabalhos, a padronização é realizada por meio de um critério clínico, observado apenas pela profundidade de penetração da broca na dentina (ARDESHNA; QUALTROUGH, 2000; CAMARGO et al., 2006; DUARTE et al., 2012; TSESIS et al., 2005; ZMENER; PAMEIJER; BANEGAS, 2007).

Outro fator a ser considerado é que, na presente pesquisa, os espécimes apresentaram 1,2 mm (+/- 0,2 mm) de dentina remanescente. Um estudo de Tsesis et al. (2005), avaliou a taxa de permeabilidade dentinária à pastas de Hidróxido de Cálcio, medindo as alterações de pH na superfície externa em diferentes profundidades, e concluíram que à espessura de 0,4mm apresentou maiores valores de pH, chegando a 11.3, e na espessura de 1mm alcançou 9.4, em um período de 30 dias. Tal estudo sugere que, quanto maior a espessura de dentina, menor os valores de pH na superfície radicular. Segundo Haenni et al. (2003), o pH na área da reabsorção externa depende da distância entre a parede do canal à reabsorção, ou seja, o percurso do túbulo dentinário que os íons precisam percorrer.

Outra causa que pode justificar os resultados dessa pesquisa refere-se a sensibilidade do Microeletrodo utilizado. Esta pesquisa fez uso do Microeletrodo HI1093 (Hanna instruments) acoplado ao pHmetro digital para as aferições do pH nas reabsorções externas simuladas, o mesmo utilizado por Ascendino (2017). Tal autora testou a variação de pH na superfície radicular após o uso de medicações intracanaís de hidróxido de cálcio cujo veículo era a clorexidina. Contudo, em seu trabalho, não foi aferido a quantidade de dentina remanescente entre a reabsorção simulada e o canal radicular. Portanto, sugere-se quando a espessura dentinária é superior a 1mm, tal microeletrodo não seja tão sensível as variações de pH.

O uso do ultrassom em endodontia é uma realidade clínica. Tal equipamento é utilizado em todas as fases do tratamento endodôntico: do acesso a obturação (PLOTINO et al., 2007). Uma de suas principais finalidades refere-se a ativação de substâncias químicas auxiliares, potencializando seus efeitos no interior do canal (VAN DER SLUIS et al., 2007). Uma outra sugestão para o uso do ultrassom seria o de ativar medicações de hidróxido de cálcio. Duarte et al. (2012), em um estudo pioneiro, realizaram um estudo para verificar o efeito da ativação do hidróxido de cálcio associado a água destilada na variação do pH em reabsorções externas simuladas e verificou que tal ação pode elevar o pH. Diferentemente, na presente pesquisa, a ativação ultrassônica não melhorou os resultados do pH. Tal fato pode ser explicado pelos motivos descritos anteriormente, relacionados a espessura de dentina e sensibilidade do microeletrodo utilizado e, também, porque medicações diferentes foram utilizadas em ambos os estudos.

Apesar dos resultados encontrados não serem compatíveis com os da literatura, acredita-se que o rigor metodológico aplicado nessa pesquisa deva ser adotado por outras, fazendo uso do escaneamento Microtomográfico dos elementos analisados, com foco na padronização da quantidade, forma e anatomia dos condutos radiculares, bem como na determinação de faixas volumétricas de remanescentes dentinários entre o canal e a reabsorção externa simulada. É igualmente sugerido o uso de Microeletrodos mais sensíveis à detecção da variação de pH em estruturas dentinárias, para isso novas marcas e formas de apresentação devem ser postas em análise.

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados dessa pesquisa e da literatura analisada, conclui-se que:

- A ativação ultrassônica de uma medicação à base de Hidróxido de Cálcio não influenciou a elevação do pH da superfície radicular em reabsorções externas simuladas.
- Os valores de pH em todos os grupos permaneceram na faixa de 7, sugerindo que novas pesquisas devam ser realizadas para verificar a real alteração nos níveis de pH em reabsorções externas simuladas

## REFERÊNCIAS

AASTHA, B.; GEETA, A.; GIRISH, P. An in vitro comparison of pH changes of roots following canal dressing with calcium hydroxide points, conventional calcium hydroxide paste and commercial calcium hydroxide pasta. **Endodontology**, n. 1981, p. 239–244, 2009.

ABBOTT, P. Prevention and management of external inflammatory resorption following trauma to teeth. **Australian Dental Journal**, v. 61, n. 1, p. 82–94, 2016.

ARDESHNA, S. M.; QUALTROUGH, A. J. E. A comparison of the pH changes in root dentine following root canal dressing between calcium hydroxide gutta-percha points and a conventional calcium hydroxide suspension. **International Endodontic Journal**, v. 33, n. 3, p. 292–292, 2000.

ARIAS, M. P. C. et al. Effect of ultrasonic streaming on intra-dental disinfection and penetration of calcium hydroxide paste in endodontic treatment. **Journal of Applied Oral Science**, v. 24, n. 6, p. 575–581, 2016.

ASCENDINO, J. F. **Hidróxido de cálcio na variação do ph da superfície radicular em reabsorções externas simuladas**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2017.

ATHANASSIADIS, B.; ABBOTT, P.; WALSH, L. The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. **Australian Dental Journal**, v. 52, n. 1, p. 64–82, 2007.

BÖTTCHER, D. E.; RAHDE, N. DE M.; GRECCA, F. S. Calcium hydroxide removal: effectiveness of ultrasonic and manual techniques. **Revista Odontologia**, v. 27, n. 2, p. 152–155, 2012.

CAMARGO, C. H. R. et al. Vehicle influence on calcium hydroxide pastes diffusion in human and bovine teeth. **Dental Traumatology**, v. 22, n. 6, p. 302–306, 2006.

CHAMBERLAIN, T. M.; KIRKPATRICK, T. C.; RUTLEDGE, R. E. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. **Dental Traumatology**, v. 25, n. 5, p. 470–474, 2009.

DE FREITAS, R. P. et al. Effect of the Association of Nonsteroidal Anti-inflammatory and Antibiotic Drugs on Antibiofilm Activity and pH of Calcium Hydroxide Pastes. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 1, p. 131–134, 2017.

DUARTE, M. A. H. et al. Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 6, p. 834–837, 2012.

ESBERARD, R. M. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. **Journal of Endodontics**, v. 22, n. 8, p. 402–405, 1996.

FARHAD, A.; MOHAMMADI, Z. Calcium hydroxide: a review. **International Dental Journal**, v. 55, n. 5, p. 293–301, 2005.

FAVA, L. R.; SAUNDERS, W. P. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. **International endodontic journal**, v. 32, n. 4, p. 257–282, 1999.

FORGHANI, M. et al. Comparison of pH Changes Induced by Calcium Enriched Mixture and Those of Calcium Hydroxide in Simulated Root Resorption Defects. **Journal of Endodontics**, v. 40, n. 12, p. 2070–2073, 2014.

FREIRES, I. D. A.; CAVALCANTI, Y. W. Proteção do complexo dentinopulpar : indicações , técnicas e materiais para uma boa prática clínica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v. 13, n. 4, p. 69–80, 2011.

FUSS, Z.; TESIS, I.; LIN, S. Root resorption - diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. **Dental Traumatology**, v. 19, n. 4, p. 175–182, 2003.

GUERREIRO-TANOMARU, J. M. et al. Use of nanoparticulate zinc oxide as intracanal medication in endodontics: pH and antimicrobial activity. **Acta odontologica latinoamericana : AOL**, v. 26, n. 3, p. 144–8, 2013.

LACERDA-SANTOS, J. T. et al. External root resorption of second molars caused by impacted third molars: an observational study in panoramic radiographs. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 47, n. 1, p. 25–30, 2018.

LAIRD, W. R. E.; WALMSLEY, A. D. Ultrasound in dentistry. Part 1- biophysical interactions. **Journal of Dentistry**, v. 19, n. 1, p. 14–17, 1991.

LOPES, HÉLIO PEREIRA; SIQUEIRA JR., J. F. **Endodontia - Biologia e Técnica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MINANA, M.; CARNESJR, D.; WALKERIII, W. pH Changes at the Surface of Root Dentin after Intracanal Dressing with Calcium Oxide and Calcium Hydroxide. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 1, p. 43–45, 2001.

MOHAMMADI, Z.; DUMMER, P. M. H. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 8, p. 697–730, 2011.

MORI, G. G. et al. Evaluation of the diffusion capacity of calcium hydroxide pastes through the dentinal tubules. **Brazilian Oral Research**, v. 23, n. 2, p. 113–118, 2009.

MOTTA, M.C.; CIPELLI, S.R.; MOURA, A.A.M. Reabsorção Radicular: Etiologia, Patogênese, Classificação e Manifestações Clínicas. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 13, n. 1, p. 23-28, 1995.

MOZO, S.; LLENA, C.; FORNER, L. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, v. 17, n. 3, p. e512–e516, 2012.

NE, R. F.; WITHERSPOOTI, D. E.; GUTMAFIN, B. M. L. Tooth resorption. *Quintessence International*, v. 30, n. 1, p. 9-25, 1999.

NERWICH, A.; FIGDOR, D.; MESSER, H. H. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. ***Journal of Endodontics***, v. 19, n. 6, p. 302–306, 1993.

PACIOS, M. G. et al. Influence of different vehicles on the pH of calcium hydroxide pastes. ***Journal of Oral Science***, v. 46, n. 2, p. 107–111, 2004.

PLOTINO, G. et al. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. ***Journal of Endodontics***, v. 33, n. 2, p. 81–95, 2007.

POPESCU, S. M. et al. Radiological and optical coherence tomography aspects in external root resorption. ***Romanian Journal of Morphology and Embryology***, v. 58, n. 1, p. 131–137, 2017.

SCHAFER, E.; ALBEHAISSI, A. pH Changes in Root Dentin after Root Canal Dressing with Gutta-Percha Points Containing Calcium Hydroxide. ***Journal of Endodontics***, v. 26, n. 11, p. 665–667, 2000.

SERAFINO, C. et al. Ultrasound Effects after Post Space Preparation: An SEM Study. ***Journal of Endodontics***, v. 32, n. 6, p. 549–552, 2006.

SOLAK, H.; OZTAN, M. D. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. ***Journal of Oral Rehabilitation***, v. 30, n. 4, p. 436–439, 2003.

TSESIS, I. et al. Dentinal pH changes following electrophoretically activated calcium hydroxide ions in the root canal space of bovine teeth. ***Dental Traumatology***, v. 21, n. 3, p. 146–149, 2005.



VAANANEN, K. Mechanism of osteoclast mediated bone resorption—rationale for the design of new therapeutics. ***Advanced Drug Delivery Reviews***, v. 57, n. 7, p.

959–971, 2005.

VAN DER SLUIS, L. W. M. et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 6, p. 415–426, 2007.

ZMENER, O.; PAMEIJER, C. H.; BANEGAS, G. An in vitro study of the pH of three calcium hydroxide dressing materials. **Dental Traumatology**, v. 23, n. 1, p. 21–25, 2007.

## ANEXO I

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
<b>Título da Pesquisa:</b> INFLUÊNCIA DE MEDICAÇÕES INTRACANAIAS NA VARIAÇÃO DO PH DA SUPERFÍCIE RADICULAR EM REABSORÇÕES EXTERNAS SIMULADAS	
<b>Pesquisador Responsável:</b> Thiago Farias Rocha Lima	
<b>Área Temática:</b>	
<b>Versão:</b> 3	
<b>CAAE:</b> 44722715.4.0000.5188	
<b>Submetido em:</b> 09/07/2017	
<b>Instituição Proponente:</b> Centro De Ciências da Saúde	
<b>Situação da Versão do Projeto:</b> Aprovado	
<b>Localização atual da Versão do Projeto:</b> Pesquisador Responsável	
<b>Patrocinador Principal:</b> Financiamento Próprio	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_959092	