

UFBA

Universidade Federal da Bahia  
Instituto de Ciências da Saúde

RODRIGO PIMENTEL LINS

PROCESSOS INTERATIVOS  
DOS ÓRGÃOS E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO • ICS • UFBA



**ANÁLISE DA DESINFECÇÃO DO CANAL  
RADICULAR PREPARADO EM TRÊS DIFERENTES  
COMPRIMENTOS DE TRABALHO, UTILIZANDO  
MOVIMENTO ROTATÓRIO CONTÍNUO OU  
RECÍPROCANTE: ESTUDO *IN VITRO***

Salvador  
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



RODRIGO PIMENTEL LINS

Análise da desinfecção do canal radicular preparado em três diferentes comprimentos de trabalho, utilizando movimento rotatório contínuo ou recíprocante: estudo *in vitro*

RODRIGO PIMENTEL LINS

Análise da desinfecção do canal radicular preparado em três diferentes comprimentos de trabalho, utilizando movimento rotatório contínuo ou recíprocante: estudo *in vitro*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção de grau de Mestre em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas

Orientador: Prof. Dr. Roberto Paulo Correia de Araújo

Co-orientador: Prof. Dr. Sílvio José Albergaria da Silva

Salvador

2016

Lins, Rodrigo Pimentel.

Análise da desinfecção do canal radicular preparado em três diferentes comprimentos de trabalho, utilizando movimento rotatório contínuo ou reciprocante: estudo *in vitro*. / [Manuscrito]. Rodrigo Pimentel Lins. – Salvador, 2016.

80 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Paulo C. de Araújo.

Co-Orientador: Prof. Dr. Sílvio José Albergaria da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas, Salvador, 2016.

1. Tratamento do Canal Radicular. 2. Endodontia. 3. *Enterococcus Faecalis*.  
I. Araújo, Roberto Paulo C. de. II. Silva, Sílvio José Albergaria da. III.  
Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciência da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas. IV. Título

CDD 617.634 2- 21. ed.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



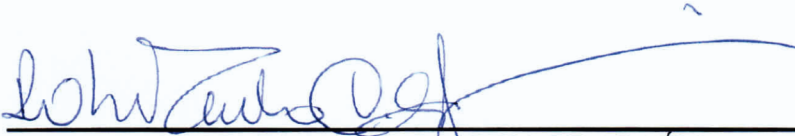
**TERMO DE APROVAÇÃO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO**

RODRIGO PIMENTEL LINS

**ANÁLISE DA DESINFECÇÃO DO CANAL RADICULAR PREPARADO EM TRÊS  
DIFERENTES COMPRIMENTOS DE TRABALHO, UTILIZANDO MOVIMENTO  
ROTATÓRIO CONTÍNUO OU RECÍPROCANTE: ESTUDO *IN VITRO***

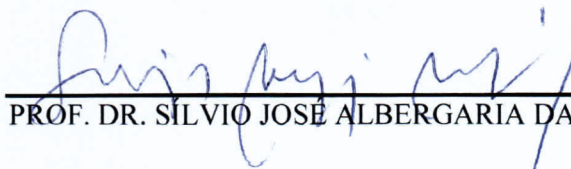
Salvador, Bahia, 21 de dezembro de 2016

COMISSÃO EXAMINADORA:



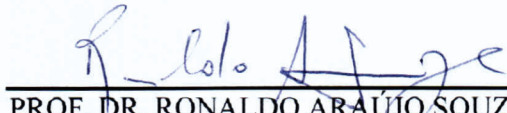
---

PROF. DR. ROBERTO PAULO CORREIA DE ARAÚJO (Orientador)



---

PROF. DR. SÍLVIO JOSÉ ALBERGARIA DA SILVA (Examinador Interno)



---

PROF. DR. RONALDO ARAÚJO SOUZA (Examinador Externo)

"O passado é história, o futuro é mistério e hoje é uma dádiva. Por isso é chamado de presente!".

(Provérbio chinês)

Dedico este trabalho a todos os pesquisadores na área da endodontia que, através de suas inquietações, buscam o conhecimento necessário para o aprimoramento do saber científico indispensável ao aperfeiçoamento das intervenções endodônticas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus o dom da vida, a saúde, a lucidez e a oportunidade de iniciar minha trajetória no mundo da pesquisa científica.

Agradeço imensamente a meus pais por sempre me apoiarem quando foi preciso, proporcionando-me a educação necessária para meu crescimento como ser humano e profissional.

A Larissa, minha esposa, serei eternamente grato por todos momentos vividos e por me estimular a ingressar neste programa de Pós-graduação. Foram anos marcantes nas nossas vidas.

Tenho muita gratidão a meu querido professor Dr. Roberto Paulo, por me orientar nesta pesquisa e por me apoiar sempre quando necessário. Sou muito grato também aos professores Dr. Sílvio Albergaria e Dra. Joice Neves por sanarem minhas dúvidas e incertezas durante a elaboração e execução da pesquisa.

Agradeço a todos os colegas do mestrado por toda convivência harmoniosa durante o curso. A sintonia da turma tornou suaves, momentos que relativamente seriam estressantes. Tenho certeza de que formei amizades para toda minha vida!

Por fim, quero agradecer também a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desta dissertação. Sem a colaboração de todos, a execução desta pesquisa não seria possível.



LINS, Rodrigo Pimentel. Análise da desinfecção do canal radicular preparado em três diferentes comprimentos de trabalho, utilizando movimento rotatório contínuo ou recíprocante: estudo *in vitro*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

## RESUMO

O preparo do canal radicular, em especial o terço apical, é fundamental para o sucesso da terapia endodôntica, pois abriga o forame radicular, local que comunica o endodonto com os tecidos perirradiculares. A presente pesquisa avaliou a instrumentação do canal radicular em três comprimentos distintos, através de dois tipos de instrumentação automatizada: rotatória contínua ou recíprocante. Foram selecionados 66 pré-molares superiores birradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas e raízes separadas, totalizando 132 corpos de prova (CP). Na primeira fase, foram estabelecidos por sorteio seis grupos experimentais divididos de acordo com o comprimento de instrumentação (aquém, além e no forame radicular) e o tipo de instrumentação (rotatória contínua ou recíprocante), tendo como irrigante o hipoclorito de sódio. Na segunda fase, foi repetido o mesmo protocolo, utilizando-se como irrigante o cloreto de sódio. Para ratificar os resultados encontrados, foram criados dois grupos-controle: positivo e negativo, cada um com seis CP. Não foram encontradas diferenças entre os grupos com instrumentação rotatória contínua ou recíprocante, nos seus diversos comprimentos de instrumentação, respeitando-se o mesmo irrigante. Os grupos irrigados com hipoclorito não apresentaram crescimento bacteriano, enquanto os irrigados com soro permaneceram contaminados após a instrumentação. A escolha do tipo da cinemática dos instrumentos endodônticos (rotatória contínua ou recíprocante) não influencia significativamente a redução de bactérias no interior dos canais radiculares e instrumentações que variam de um milímetro aquém até um milímetro além do forame também não apresentaram diferenças na redução de bactérias nesta pesquisa.

**Palavras-chave:** Tratamento do Canal Radicular. Endodontia. *Enterococcus Faecalis*.

LINS, Rodrigo Pimentel. Analysis of root canal disinfection prepared in three different working lengths using continuous or reciprocating rotational movement: in vitro study. Thesis (Master) – Institute of Health Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, 2016.

## **ABSTRACT**

The preparation of the root canal is fundamental for the success of endodontic therapy, especially the apical third, since it contains the root foramen, where the endodontium and the periradicular tissues communicate. The present study evaluated the root canal instrumentation in three different lengths, through two types of automated instrumentation: continuous or reciprocating rotating. Sixty-six premolar biradicular premolars were selected, which had their crowns removed and roots separated, totaling 132 specimens. In the first phase, six experimental groups were divided according to the length of instrumentation (before, beyond and in the radicular foramina) and the type of instrumentation (continuous or reciprocating rotatory) with sodium hypochlorite as irrigator. In the second phase the same protocol was repeated, using sodium chloride as the irrigant. In order to confirm the results, two control groups were created: positive and negative, each with six specimens. For the same irrigant, no differences were found between the groups with continuous or reciprocating rotational instrumentation in their different working lengths. The groups irrigated with hypochlorite showed no bacterial growth, whereas those irrigated with serum remained contaminated after instrumentation. The choice of kinematic type of endodontic instruments (continuous or reciprocating rotatory) does not significantly influence the reduction of bacteria within the root canals and instrumentations ranging from one millimeter before to one millimeter beyond the foramen also did not present differences in the reduction of bacteria in this research.

**Keywords:** Root Canal Therapy. Endodontics. Enterococcus Faecalis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES E FIGURAS

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES, FIGURAS E TABELAS

	Página
Figura 1 – Radiografias para análise dos critérios de exclusão .....	40
Quadro 1 – Distribuição dos grupos experimentais .....	41
Quadro 2 – Distribuição dos grupos controles .....	42
Figura 2 – Microplaca de acrílico .....	43
Figura 3 – Distribuição dos corpos de prova nas placas de acrílico .....	43
Figura 4 – Microplaca de acrílico vedada .....	44
Figura 5 – Câmara asséptica .....	44
Figura 6 – Avaliação da presença de <i>E. faecalis</i> .....	47
Figura 7 – Avaliação semiquantitativa do número de bactérias .....	47
Tabela 1 – Distribuição dos grupos experimentais de acordo .....	50
com a turvação dos tubos de ensaio	
Tabela 2 – Distribuição dos grupos de controle de acordo .....	50
com a turvação dos tubos de ensaio	
Tabela 3 – Distribuição dos grupos experimentais de acordo .....	51
com a contagem do número de UFC/mL	
Tabela 4 - Distribuição dos grupos de controle de acordo com a .....	51
contagem do número de UFC/mL	

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CP = corpo de prova

MEV = Microscópio Eletrônico de Varredura

NaCl 0,9%= Solução salina 0,9%

NaOCl = Hipoclorito de Sódio

NiTi = Níquel-Titânio

# = lima manual número

## SUMÁRIO

# SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO .....	16
JUSTIFICATIVA .....	20
HIPÓTESES .....	22
OBJETIVOS .....	24
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	26
MATERIAIS E MÉTODOS .....	37
RESULTADOS .....	49
DISCUSSÃO .....	52
LIMITAÇÃO DO ESTUDO .....	62
CONCLUSÃO .....	64
REFERÊNCIAS .....	66
ANEXOS .....	72



## 1. INTRODUÇÃO

## INTRODUÇÃO

A determinação do limite apical de instrumentação é um tema muito discutido na endodontia. O terço apical do canal radicular comunica-se com os tecidos periapicais através do forame e pode abrigar um grande número de microrganismos que infectam e promovem inflamação perirradicular persistente. De acordo com Siqueira JÚNIOR e Rôças (2008), para obter êxito no tratamento endodôntico, populações bacterianas dentro do canal radicular devem ser eliminadas, ou pelo menos significativamente reduzidas para níveis que são compatíveis com a cicatrização dos tecidos periapicais.

Durante procedimentos endodônticos, o comprimento de trabalho corresponde à medida da distância mais extrema da coroa em relação ao posicionamento mais apical do instrumento endodôntico, equivalente à distância de atuação dos instrumentos endodônticos. A constrição apical era defendida como a parte final de instrumentação e obturação, e o canal dentinário deveria ser o local de atuação do endodontista, como é defendido por Ricucci e Langeland (1998). Esses autores afirmaram que a instrumentação do canal cementário pode atrasar o processo de reparo, podendo interferir no sucesso da terapia endodôntica. Contudo não se deve aceitar que existe um padrão pré-estabelecido do comprimento de trabalho em um a dois milímetros aquém do vértice radiográfico, onde teoricamente se encontraria essa constrição, pois ainda em 1984, Dummer, McGINN e Rees demonstraram que a distância da constrição apical varia em função das diferentes topografias. Esse entendimento compromete adoção do comprimento de trabalho "ideal" como sendo um milímetro aquém do vértice radiográfico.

O acúmulo de raspas de dentina e restos pulpares na região apical pode obliterar o canal radicular, atuando como barreira mecânica. Essa possibilidade, certamente, interfere na ação das substâncias químicas auxiliares ou da medicação intracanal, principalmente na região de canal cementário, podendo ser evitada com a realização da manutenção da patência do forame apical

durante a modelagem do canal radicular. Já há algum tempo, a manutenção da patência apical é recomendada durante os procedimentos de modelagem e limpeza. A manutenção da patência é um procedimento no qual a porção apical do canal é mantida livre de detritos através da recapitulação com um instrumento de fino calibre na região foraminal, devendo ser realizada regularmente durante a modelagem e limpeza do canal radicular. Esse instrumento deve ser compatível e proporcional ao diâmetro foraminal, movimentado passivamente através da constrição apical, sem ampliá-la.

A limpeza passiva do canal cementário com instrumentos que não ampliam a constrição apical é uma prática possível de ser realizada durante o tratamento endodôntico. Contudo, a ampliação do forame apical com instrumentos mais calibrosos que o instrumento de patência, objetiva permitir maior sanificação da região, bem como pode favorecer a invaginação dos tecidos periapicais (BENATTI et al., 1985). Além disto, essa prática endodôntica evita o acúmulo de raspas de dentina contaminada, remanescentes pulpares e microrganismos nessa região. A ampliação foraminal também contribui para que um número maior de paredes dessa região seja tocado durante a instrumentação e, conseqüentemente, elas sejam limpas, favorecendo o processo de reparo após o tratamento endodôntico.

Com o surgimento das limas de Níquel-Titânio (NiTi), nas quais o módulo de elasticidade e a capacidade de corte foram otimizados, a instrumentação do terço apical pôde ser realizada até o forame com menores riscos de desvios apicais e fraturas de instrumentos (SILVA, 2013; YARED, 2008). Inicialmente, essas limas eram utilizadas em movimentos rotatórios contínuos, o que, em casos de uso incorreto, poderia travar seu movimento em áreas mais constrictas, causando torções ou até mesmo fraturas. As limas de NiTi sofreram constantes aprimoramentos, com o surgimento de *designs* inovadores e novas ligas metálicas, objetivando conciliar menor risco de fratura e melhorar a capacidade de corte. Por conta do aperfeiçoamento dos sistemas automatizados de instrumentação, dos bons resultados proporcionados por eles dentre outras vantagens, o uso de sistemas de instrumentação exclusivamente com limas manuais foi reduzido drasticamente. Na instrumentação com sistemas

automatizados, as limas manuais, antes responsáveis pela maior parte da instrumentação durante o tratamento endodôntico, passaram a ser limas auxiliares no tratamento, exercendo funções como cateterismo e (ou) pré-alargamento.

Em 2008, Yared, baseado no movimento alternado de Roane, (ROANE; SABALA; DUNCANSON, 1985), propôs o uso de uma única lima de NiTi em movimento oscilatório, o qual passou a ser chamado de movimento recíprocante. Simultaneamente ao surgimento do uso de limas de NiTi em movimento recíprocante, foi criada a liga de NiTi tratada termomecanicamente, denominada liga M-Wire<sup>®</sup>. Segundo os fabricantes, a liga M-Wire<sup>®</sup> oferece maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica do que as tradicionais ligas de NiTi, proporcionando uma melhor centralização do preparo, com menor incidência de desvio ou transporte do forame apical.

Mais recentemente, foi executada uma abordagem única no processamento de fio que aumenta a resistência à fadiga cíclica das limas de NiTi, em comparação com o NiTi padrão. Essa transformação viabilizou o controle de curvatura dessas limas, ou seja, podem ser ligeiramente curvadas antes mesmo de se iniciar a instrumentação.

Considerado o fato de que a patência foraminal auxilia o acesso das substâncias químicas, para alcançarem mais profundamente a região apical, bem como a incerteza de que os instrumentos endodônticos, com instrumentação rotatória ou recíprocante, promovam uma maior desinfecção do terço apical, é essencial o desenho de protocolos experimentais que visem avaliar a influência de diferentes métodos de preparo dos canais radiculares em diferentes comprimentos de instrumentação, tendo-se em conta a possibilidade de contaminação apical.

## 2.JUSTIFICATIVA

## JUSTIFICATIVA

Na atual literatura, não é consensual a eficácia da ampliação foraminal no que diz respeito ao grau de desinfecção do terço apical radicular. O insucesso de tratamentos endodônticos pode advir da presença de biofilme maduro formado no periápice radicular, com origem em microrganismos procedentes do sistema de canais radiculares.

Muitos profissionais realizam a manutenção da patência foraminal, mas não promovem a ampliação por acreditar que apenas a substância química desinfetante é capaz de remover todo o conteúdo tóxico e as raspas de dentina da região apical, assim como, por acreditar, também, que o surgimento de desvios apicais no canal radicular pode provocar falhas na obturação. Há também os que não realizam esse procedimento devido à possibilidade de extravasamento de cimento ou da substância irrigante. Contudo, existem profissionais que executam a ampliação foraminal, pois afirmam que remanescentes pulpares, raspas de dentina contaminada e microrganismos serão alcançados pela irrigação, favorecendo o processo de desinfecção e até mesmo promovendo a remoção mecânica dos microrganismos, maximizando a limpeza do forame com vistas a contribuir para o êxito do tratamento. Ainda existe também a possibilidade de invaginação dos tecidos perirradiculares em direção ao canal cementário, após a finalização das terapias endodônticas que utilizam a ampliação do forame.

Acredita-se que a homeostasia dos tecidos da região periapical pode ser alcançada extinguindo ou reduzindo a infecção local em níveis considerados mínimos. São essenciais, entretanto, novas abordagens sobre o tema, baseadas na análise da desinfecção do terço apical radicular através da realização de diversos protocolos de instrumentação em diferentes comprimentos de trabalho. O desenvolvimento experimental do estudo, ora proposto, poderá contribuir para a validação da eficácia da ampliação foraminal.

### 3. HIPÓTESES

## HIPÓTESES

Resguardada a relevância da ação farmacológica produzida pelas medicações intracanaís e substâncias empregadas no tratamento endodôntico, dentre as quais, o hipoclorito de sódio, pode-se afirmar que:

- canais instrumentados além do forame apical, ou até mesmo no seu limite apical, estariam mais desinfetados, ao serem comparados àqueles instrumentados aquém do forame, em decorrência de uma ação mais efetiva dos instrumentos nas paredes do canal em toda sua extensão, inclusive no canal cementário.
- canais instrumentados com o uso do sistema rotatório contínuo teriam como resultado melhor desinfecção, comparativamente àqueles submetidos à ação do sistema reciprocante, em virtude do maior número de instrumentos utilizados e conseqüentemente maior tempo de permanência da substância irrigadora auxiliar para os grupos que utilizarem o hipoclorito de sódio.



## 4. OBJETIVOS

#### 4.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar, *in vitro*, a ocorrência da descontaminação do terço apical do canal radicular de dentes humanos preparados endodonticamente, através da execução de protocolos em diferentes comprimentos de trabalho com instrumentação rotatória contínua ou recíproca.

#### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar, *in vitro*, a ocorrência da descontaminação do terço apical de dentes preparados endodonticamente, através do sistema de instrumentação rotatório contínuo ou recíproca, considerados, individualmente, três comprimentos de trabalho.
- Avaliar, *in vitro*, a ocorrência da descontaminação do terço apical de dentes preparados endodonticamente, num mesmo comprimento de trabalho, ao serem empregados, individualmente, os sistemas de instrumentação rotatório contínuo ou recíproca.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ao analisar a anatomia do terço apical das unidades dentárias, Green (1956) pôde concluir que o estudo das áreas apicais é de grande importância, pois elas são a porta de entrada dos sistemas circulatórios e nervosos.

Em 1960, Green realizou estudos com o objetivo de estabelecer, com maior precisão, a morfologia apical dos canais radiculares, vindo a concluir que, em muitos casos, não existe um único forame principal comunicando-se com o tecido periodontal, verificando-se, na realidade, a presença de forames acessórios e deltas apicais nessa região.

Visando a determinar a distância entre o vértice apical e o forame apical, assim como sua distância para a constrição apical, Dummer, McGINN e Rees (1984) analisaram 270 dentes extraídos de humanos com idades desconhecidas. Esses autores também estudaram a topografia da região apical do canal radicular sob ampliação, com aumento de 20 vezes. Constataram, em sua pesquisa, que a distância média entre o vértice apical e o forame foi de 0,38 mm, enquanto a média da distância entre o vértice apical e a constrição apical foi de 0,89 mm. Contudo é importante salientar que, nessa pesquisa, foi observada uma ampla gama de valores. Quatro tipos distintos de constrição apical foram rotineiramente encontrados e, assim, os pesquisadores concluíram que é impossível estabelecer com absoluta segurança a posição da constrição apical dos canais radiculares durante o tratamento endodôntico. Por fim, os autores indicaram que uma combinação de métodos para determinação da localização da constrição apical pode ser mais bem sucedida do que a dependência de um único.

No ano de 1992, Mizutani, Ohno e Nakamura investigaram anatomicamente o terço apical do canal radicular dos dentes anteriores superiores humanos. Observaram que o vértice apical e o forame coincidiram em 16,7% dos centrais e dos caninos e em 6,7% dos incisivos laterais. A média do diâmetro vestibulo-lingual do canal radicular na constrição apical dos incisivos centrais, incisivos laterais e caninos foi de 0,425 mm; 0,369 mm e

0,375 mm respectivamente. As distâncias verticais entre o vértice e a constrição apical foram 0,863 mm, 0,825 mm e 1.010 mm, respectivamente.

Em um estudo com uso do microscópio eletrônico de varredura (MEV), 140 dentes humanos permanentes extraídos foram examinados, com o objetivo de determinar o número de forames, suas distâncias ao vértice apical e suas localizações. Os resultados demonstraram que, na maior parte dos espécimes, os canais radiculares eram desviados para um dos lados, terminando aquém dos vértices radiculares. Alguns espécimes mostraram aberturas inter-radiculares; outros tinham aberturas na parte superior dos ápices (GUTIERREZ; AGUAYO, 1995).

Mauger, Schindler e Walker (1998) examinaram cem incisivos inferiores selecionados aleatoriamente, no intuito de avaliar a prevalência e a localização de dois canais e descrever a anatomia dos canais que podem ser encontrados durante a cirurgia apical. A prevalência de dois canais foi de 2% a um milímetro, 0% a dois milímetros e 1% a três milímetros. Quatro tipos de canais distintos foram observados: redondo, oval, oval longo e em fita. Os autores verificaram que, em 75% dos dentes, a forma do canal varia de um nível para o outro e quanto mais coronariamente o corte no canal for feito, mais alongado ele tende a se tornar.

Ao investigar o diâmetro do terço apical de dentes humanos, Wu et al. (2000) determinaram a prevalência e a extensão dos canais ovais longos em 25% dos casos analisados. Em alguns grupos de dentes, entretanto, a porcentagem deste tipo de anatomia excedeu a 50%. Os autores concluíram que o canal oval longo é comum nos cinco milímetros apicais de dentes humanos e que muitos destes quando estreitos não seriam completamente instrumentados sem perfurar ou enfraquecer significativamente as raízes. Portanto, os pesquisadores aconselharam que cuidados maiores devem ser tomados na limpeza e modelagem quando encontrada esta anatomia.

Oliveira et al. (2016) avaliaram por microscopia eletrônica de varredura a região apical de pré-molares com canal único, em relação ao número de saídas foraminais que comunicam o endodonto ao periodonto e encontraram os seguintes resultados: 64,21% dos dentes possuíam apenas uma saída; 22,11%

possuíam duas; 7,37% possuíam três; 3,16% possuíam quatro; 1,05% possuíam cinco e 2,10% possuíam seis. Os autores concluíram que pré-molares com canal único exibem uma complexa anatomia apical, fato que deve ser considerado durante o preparo e obturação dos canais radiculares.

A influência do alargamento intencional do forame na reparação periapical foi estudada por Benatti et al. (1985). Os pesquisadores puderam observar, em cães, que o alargamento dos forames apicais permitiu o crescimento interno de tecido conjuntivo no canais radiculares, formação de uma espessa camada de cimento nos canais radiculares apicais e a formação óssea ocorreu com o crescimento do osso alveolar no interior do canal apical.

Já em 1987, Souza Filho, Benatti e Almeida expuseram os canais radiculares de pré-molares de cães à contaminação para o desenvolvimento de inflamação periapical ao longo de um período de 45 dias. Os canais radiculares foram sobreinstrumentados dois milímetros além do forame com o lima #60 e foram subobturados dois e três milímetros aquém do ápice radiográfico. Concluíram que, em casos de necrose pulpar, o diâmetro do forame radicular e a intensidade da contaminação do canal são fatores determinantes na reparação dos tecidos periapicais.

Ricucci e Langeland (1998) verificaram, em um estudo histológico *in vivo*, que os tecidos periapicais, após o tratamento endodôntico, demonstraram condições histológicas mais favoráveis quando a instrumentação e a obturação permaneceram aquém da constrição apical. Isso em casos de polpas vitais ou necróticas. Observaram também que, quando o cimento e (ou) a guta-percha foram extruídos para o tecido periapical, para os canais laterais e para as ramificações apicais, houve sempre uma reação inflamatória severa, incluindo uma reação de corpo estranho, apesar da ausência clínica de dor.

Ao avaliar a preservação de tratamentos endodônticos, Friedman, Abitbol e Lawrence (2003) concluíram que não houve diferença no sucesso do tratamento quando se realizou alargamento apical.

Em 2008, ao avaliar através do MEV a adaptação do instrumento endodôntico ao forame apical de 20 primeiros pré-molares, Fonseca concluiu que nenhum instrumento apresentou adaptação a todo o perímetro do forame

apical, mesmo após alargamento da constrição apical um calibre acima do diâmetro anatômico. Os pesquisadores também afirmaram que o travamento da lima no canal não ocorre no nível do forame apical, mas sim em alguma região de maior constrição na parte interna do sistema de canais radiculares.

Em 2010, Aragão e Souza Filho avaliaram a patência e a ampliação dos forames apicais com instrumentos manuais, trabalhando um milímetro além do comprimento do canal. A ampliação do forame apical foi executada com três ou cinco limas tipo K. Os forames apicais foram avaliados por três vezes em microscópio eletrônico de varredura: antes da instrumentação, depois da ampliação com três limas e após o uso de mais dois instrumentos – totalizando cinco limas. A análise dos resultados indicou que os forames apicais foram regularizados pela ampliação com três limas e com cinco limas, em ambas as situações. Os autores também afirmam que a regularização com cinco limas não foi benéfica em alguns dentes, nem demonstrou melhores resultados que a ampliação com três limas, e que curvaturas radiculares mais acentuadas, principalmente no terço apical, influem negativamente na regularização dos forames apicais.

Brunson et al. (2010) estudaram o efeito que o tamanho da preparação apical e a conicidade do preparo tiveram sobre o volume da substância irrigante, que alcançou o comprimento de trabalho de um preparo do canal radicular. Os dados demonstraram que um aumento no tamanho de preparação apical e na conicidade resultou num aumento estatisticamente significativo no volume de irrigante. Além disso, um alargamento apical para ISO # 40, com uma conicidade 0,04mm, vai permitir a preservação da estrutura do dente e o volume máximo de irrigação no terço apical quando se utiliza o sistema de irrigação por pressão negativa apical.

Adorno, Yoshioka e Suda (2010) avaliaram o efeito do comprimento de trabalho e técnicas de preparo do canal radicular no desenvolvimento de fissuras na parede apical do canal radicular. Os autores utilizaram 70 raízes de dentes pré-molares mandibulares, dividindo-os em sete grupos com 10 unidades cada. A hipótese nula desse estudo era de que nem a técnica de preparo do canal nem o comprimento de trabalho influenciam no

desenvolvimento de fissuras apicais na parede do canal. Contudo os pesquisadores puderam concluir, através de seus achados, que, independentemente da técnica utilizada (coroa-ápice ou ápice coroa, manual ou rotatória), as forças laterais produzidas pela instrumentação podem resultar no desenvolvimento de fendas na parede do canal radicular e que trabalhar um milímetro aquém do forame pode potencialmente produzir menos rachaduras na região apical.

Ao avaliar a influência do alargamento foraminal e do limite de instrumentação na alteração da anatomia apical e na capacidade de selamento após obturação, Silva (2011) mostrou que o canal cementário foi preservado quando a instrumentação foi realizada um milímetro aquém do forame apical; no que se refere à qualidade da ampliação foraminal, não houve diferença estatística entre a ampliação realizada no limite do forame e a ampliação efetuada um milímetro além do forame. Os pesquisadores concluíram, com a análise em MEV, que uma melhor qualidade de selamento apical foi obtida nos grupos em que o alargamento foraminal foi realizado. No entanto, o modelo experimental de infiltração bacteriana utilizando *Enterococcus faecalis* não revelou diferenças entre os grupos experimentais.

Um estudo *in vitro*, em 2012, no qual foi avaliado o selamento apical após obturação endodôntica, em dentes humanos preparados com e sem ampliação do forame apical com uso do sistema rotatório Mtwo<sup>®</sup>, concluiu que os dentes sobreinstrumentados apresentaram maior diâmetro foraminal que os instrumentados no forame e que houve diferença estatisticamente significativa quanto ao transporte do forame (WINOCUR, 2012). Quanto ao selamento apical, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo que, no grupo sobreinstrumentado, ocorreu selamento em 100% dos espécimes analisados.

Em 2012, Markvart et al. compararam a eficácia de duas técnicas de instrumentação híbrida rotatória, com foco na ampliação apical em molares. Quantificaram a eficácia da instrumentação em áreas dos canais radiculares com complexidade diferente. Os autores concluíram que os istmos não alteraram significativamente a proporção das áreas não instrumentadas. Canais



radiculares distais e palatinos tiveram níveis maiores de áreas não instrumentadas, independentemente das duas técnicas de instrumentação analisadas.

As escolhas dos endodontistas na realização do desbridamento foraminal em casos de necrose pulpar, com e sem lesão periapical, bem como na definição do momento considerado oportuno para a realização dessa manobra operatória foram avaliadas por Carvalho et al. em 2013. A partir dos dados coletados, os autores concluíram que a maioria dos especialistas, na sua população de estudos, tinha mais de 20 anos de formada e, quando lhes foi perguntado se realizam o desbridamento foraminal, 97,3% responderam que sim. Quanto à situação clínica em que realizam o desbridamento foraminal, apenas 25,3% responderam que o faziam em todos os tratamentos endodônticos e 54,9% em todos os casos de necrose. Os autores concluíram que, nessa população de estudo, a manutenção da patência está consolidada.

Silva et al. no ano de 2013, avaliaram a alteração ou não da anatomia do forame apical após o alargamento foraminal com três diferentes sistemas de instrumentação (limas manuais, limas de níquel-titânio em movimento rotatório e limas NiTi em movimento reciprocante). Todos os grupos foram preparados com o nível de instrumentação um milímetro além do ápice radicular. Os resultados demonstraram um maior desvio apical no grupo instrumentado com lima manual, quando comparado com o grupo instrumentado com o sistema reciprocante. No que se refere à qualidade da ampliação foraminal, não houve diferença estatística entre nenhum dos grupos testados. Os autores concluíram que houve um menor desvio apical para o grupo no qual foi realizada a instrumentação com ampliação foraminal utilizando o sistema reciprocante.

Já em 2016, Moreira et al. avaliaram a eficácia das manobras de desbridamento durante o preparo químico-mecânico (PQM), observando limpeza e desinfecção no terço apical em molares humanos. Foram estudados cinco grupos, todos instrumentados com Protaper, sendo um controle, dois com desbridamento de forame com lima Kerr #10 e dois #15. Além disso, dos grupos que sofreram desbridamento de forame, em dois foi aplicada medicação intracanal de hidróxido de cálcio e nos outros não. Os autores concluíram que

o desbridamento com as limas Kerr #10 e #15 não apresentou diferença significativa quanto à redução das colônias de *E. faecalis*, em comparação com o grupo em que não se realizou o desbridamento, além de verificar que os espécimes onde se aplicou a medicação intracanal, o desbridamento com a lima Kerr #15 foi mais eficiente do que com a lima Kerr #10.

Ao avaliar a dor pós-operatória em dentes vitais uni ou birradiculares, submetidos ou não ao alargamento foraminal até a lima #30, Gurgel-Filho et al. concluíram, em 2010, que o alargamento do forame apical não aumentou a incidência de dor, com base nos resultados relatados pelos pacientes.

Em um estudo clínico randomizado, prospectivo e controlado, Silva et al. (2013) investigaram se a instrumentação e o alargamento foraminal, durante o tratamento endodôntico, estão associados a mais dor pós-operatória, em comparação com preparos sem alargamento apical. Os autores concluíram que o alargamento foraminal e as técnicas de não alargamento resultaram na mesma intensidade de dor pós-operatória e na necessidade de medicação analgésica. Afirmaram ainda que isso poderia sugerir que o alargamento foraminal deve ser realizado para previsibilidade endodôntica, sem aumentar a dor pós-operatória.

Hoskinson et al. (2002) realizaram um estudo retrospectivo, comparando o resultado do tratamento de canal radicular realizado por um endodontista que usou diferentes protocolos e avaliaram a influência de fatores que afetam o resultado. Os autores concluíram que o estado pré-operatório da polpa e a presença e a extensão da periodontite periapical foram importantes determinantes prognósticos de resultado do tratamento, nesse estudo.

Infecções secundárias e persistência de bactérias são as etiologias das falhas no tratamento endodôntico. Esse fato foi constatado por Siqueira Júnior e Rôças, em 2004, ao investigarem a presença de várias espécies microbianas em casos de falhas da terapia endodôntica por meio da reação em cadeia da polimerase (PCR). Concluíram que os microrganismos estavam presentes em todos os casos de dentes obturados com lesões perirradiculares e que o *E faecalis* foi a espécie mais prevalente.

Numa revisão de literatura, em 2008, Siqueira JÚNIOR e Rôças concluíram que os melhores protocolos de tratamento são aqueles que reduzem as contagens de bactérias para níveis abaixo de um limiar conhecido, compatíveis com o tecido de cicatrização perirradicular. Por falta de uma abordagem mais confiável, os resultados dos estudos de cultura ainda são recomendados como parâmetros de substituição para estudos de longo prazo de desfecho clínico.

Ferrer-Luque et al. (2014) compararam a redução químico-mecânica e a sobrevivência de *Enterococcus faecalis* com o uso de sistemas rotatórios e reciprocantes no preparo do canal radicular. Utilizaram como irrigantes, nos diferentes grupos, água destilada e hipoclorito de sódio. Concluíram que sistemas reciprocantes e rotatórios resultaram em redução percentual semelhante de *E. faecalis*, com o uso de água destilada ou solução de hipoclorito, e que, ao longo do tempo, o sistema Mtwo<sup>®</sup> foi mais eficaz em relação à desinfecção.

Fukumoto et al.(2006) avaliaram a eficácia de uma nova técnica de irrigação e aspiração intracanal na remoção da camada de *smearlayer*. Os autores concluíram que a irrigação com a técnica de aspiração intracanal permitiu a remoção mais eficaz de *smearlayer* do que a realizada pelo método convencional.

Gulabivala et al. (2010) demonstraram como o conhecimento dos processos físicos no fluxo dos fluidos dentro dos sistemas de canais pode ajudar a interpretar e explicar melhor os resultados das pesquisas microbiológicas *ex vivo* e estudos clínicos. Os autores destacaram alguns dos processos físicos, como agitação ultrassônica do irrigante, o limite de alcance do fluxo da irrigação e o uso de pontas de agulhas específicas para irrigação, que podem ajudar a elucidar dúvidas sobre a irrigação do canal radicular.

Baca et al. 2011 avaliaram a atividade antimicrobiana residual de quatro regimes de irrigação final em canais radiculares contaminados com *E. faecalis*. Através dos resultados obtidos, verificaram que a irrigação final com a mistura de clorexidina 2% e cetramida 0,2% inibiu o crescimento de bactérias nos canais radiculares de forma mais eficaz do que a irrigação final com hipoclorito.

Ribeiro et al. (2013) avaliaram a eficácia do desbridamento tecidual do protocolo de uso da lima autoajustável (SAF) no terço apical de canais ovais de incisivos inferiores, em comparação com uso de um sistema rotatório de níquel-titânio. Após a execução com os dois protocolos de instrumentação (SAF e rotatório), os terços apicais dos espécimes foram submetidos a processamento histológico e analisados por microscopia óptica em relação à percentagem de remoção de detritos em paredes do canal radicular relacionados a um maior número de instrumentos utilizados. No grupo que usou a SAF, os espécimes ficaram completamente livres de detritos, ao passo que, no grupo rotatório, 53% dos canais apresentaram detritos. Concluíram que a SAF tinha significativamente mais contato com as paredes de dentina e removeu mais detritos de instrumentação rotatória no terço apical dos incisivos inferiores.

Tanomaru-Filho et al. (2014) avaliaram a influência do diâmetro foraminal, o tipo e a profundidade de penetração da agulha e a velocidade do fluxo de irrigação nos parâmetros limpeza e extrusão apical. Doze dentes incisivos inferiores humanos com canal único foram instrumentados e ampliados com diferentes diâmetros. Os canais radiculares foram preenchidos com solução de contraste radiológico e irrigados com dois tipos de agulhas, dois fluxos de irrigação e com penetração das agulhas em duas profundidades. Antes e após irrigação, os dentes foram radiografados utilizando um sistema radiográfico digital e submetidas à subtração de imagens obtendo o percentual de limpeza e de extrusão. Os autores não encontraram diferença estatística, concluindo que todos os protocolos de irrigação avaliados proporcionaram limpeza do canal radicular e pequena extrusão apical da solução irrigadora.

Em 2015, Bortoluzzi et al. afirmaram que a desinfecção do sistema de canais radiculares não deve ser focada apenas em uma abordagem mecanicista. Em vez disso, a escolha racional de um sistema de instrumentação automatizada deve ser combinada com a utilização de soluções irrigantes antimicrobianas bem testadas e técnicas de irrigação e agitação, para se estabelecer um protocolo de debridamento químico-mecânico clinicamente realista.

A comparação da eficácia de diferentes protocolos de desinfecção na redução de bactérias em biofilme de *Enterococcus faecalis*, em dentes com grandes canais radiculares, foi realizada em 2016 por Pladisai, Ampornaramveth e Chivatxaranukul. Cinco grupos experimentais e um de controle foram divididos da seguinte forma: instrumentação mecânica (usando limas tamanho 60-90), apenas irrigação com NaOCl 2,5%, irrigação com NaOCl 2,5% e uso de irrigação passiva intermitente ultrassônica, irrigação com solução salina e o grupo de não intervenção. Os autores concluíram que instrumentação e irrigação com hipoclorito de sódio era o método mais eficaz para desinfetar grandes canais radiculares. Embora a ativação de ultrassom tenha melhorado a eficácia da irrigação do canal radicular, não poderia substituir a instrumentação mecânica, mesmo em grandes canais radiculares com acesso ilimitado do irrigante à porção apical.

Kato et al. em 2016, compararam a eficácia da irrigação ultrassônica passiva (PUI) com um novo sistema de ativação da irrigação, que utiliza movimento recíprocante do instrumento Easy Clean<sup>®</sup>. Através dos resultados obtidos, os autores concluíram que a ativação do irrigante com o instrumento Easy Clean<sup>®</sup> promoveu a remoção mais eficaz de detritos das regiões mais apicais do canal radicular, quando comparada com PUI.

Lins et al. (2016) avaliaram a exatidão e a precisão de régua milimetradas comercializadas no Brasil, pois erros nesses instrumentos podem resultar em possíveis mensurações e interpretações incorretas, capazes de comprometer o êxito da terapia endodôntica como, por exemplo, as subinstrumentações, as subobturações, as sobreinstrumentações e as sobreobturações. Os autores concluíram que as régua endodônticas milimetradas, uma vez analisadas, não se mostraram precisas e exatas, devendo o profissional utilizar a mesma régua durante todo o tratamento.

## 6. MATERIAIS E MÉTODOS

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 EQUIPAMENTOS, INSTRUMENTAIS, MATERIAIS E SUBSTÂNCIAS

Todos os equipamentos, instrumentais, materiais de consumo e substâncias que foram utilizados neste estudo estão explicitados em Anexos.

### 6.2 FATORES EM ESTUDO

São os seguintes os fatores de estudo: infecção bacteriana *versus* comprimento de trabalho *versus* sistema de instrumentação.

### 6.3 SELEÇÃO, PREPARO DAS AMOSTRAS E DA SUSPENSÃO BACTERIANA

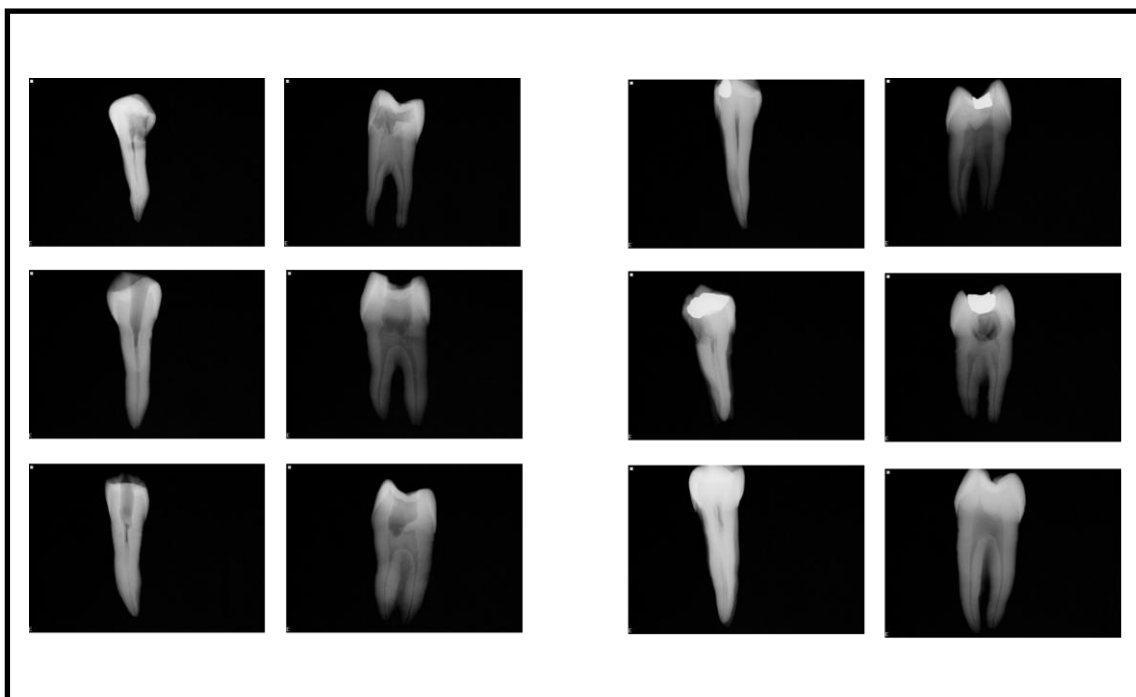
#### 6.3.1 Critérios de inclusão das amostras

Foram doados 110 pré-molares superiores birradiculares pelo Banco de dentes da União Metropolitana de Educação e Cultura e o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto das Ciências da Saúde da Universidade Federal da Bahia protocolado sob número 1.852.064, sendo incluídos na pesquisa em tela, dentes pré-molares superiores de humanos, birradiculares (hígidos, restaurados ou cariados), cujas raízes deveriam estar completamente formadas e sem presença de fraturas radiculares.

#### 6.3.2 Critério de exclusão das amostras.

Primeiramente, cada dente foi radiografado no sistema de radiografia digital FONA (Sirona Dental Systems – Schick Technologies Inc., Long Island City, NY, Estados Unidos), com incidência sentido vestibulo/palatino e mesio/distal, a fim de confirmar a viabilidade de sua utilização para o estudo, observando-se os critérios de exclusão: mais de um canal por raiz, canais fusionados, presença de material obturador no canal, medicação intracanal,

perfurações e presença de instrumentos fraturados e (ou) calcificações. Foram excluídos também, durante o preparo da amostra, dentes que não obtiveram a patência do forame, dentes que possuíam diâmetro do forame maior que 0,25 milímetros, dentes com o forame localizado a mais de três milímetros do vértice apical e dentes com comprimento inferior a 16mm.



**Figura 1** – Radiografias para análise dos critérios de exclusão

### 6.3.3 Acondicionamento das unidades dentais

Todos os dentes selecionados pelo pesquisador responsável foram armazenados em solução de timol a 0,1% e mantidos a 4°C (FERRER-LUQUE et al., 2014) até o momento do experimento, quando então foram lavados e colocados em soro fisiológico para a devida reidratação.

### 6.3.4 Preparo das amostras

Após verificar a compatibilidade com os critérios de inclusão preestabelecidos, foi feita a remoção dos tecidos cariados (quando existentes) com brocas Carbide multilaminada n°3 KG®Sorensen (Medical Burs Indústria e



Comércio de Produtos Abrasivos Ltda., São Paulo, Brasil). Em seguida, as câmaras pulpares foram acessadas através do uso de brocas de alta rotação, esféricas, diamantadas nº1014 KG<sup>®</sup>Sorensen, realizando-se a forma de conveniência com uso de brocas diamantadas de pontas inativas nº3082 KG<sup>®</sup>Sorensen. Foi feita uma breve irrigação com um mililitro de Cloreto de sódio 0,9% (Samtec Biotecnologia Ltda., São Paulo, Brasil) e realizado o cateterismo com lima K-file #10 (Maillefer Instruments Holding Sarl, Ballaigues, Suíça).

Após a localização do forame apical radicular com a lima #10, foi inserida uma lima #25, observando-se se atingiria o forame radicular. Nos casos em que a lima #25 não atingiu o forame, prosseguiu-se o preparo das amostras. Os forames radiculares foram ajustados no plano axial mediante o uso de limas K-Flexofile #10, #15 e #20 sequencialmente, irrigados com Cloreto de Sódio (NaCl) 0,9%. Dessa forma, os forames passaram a ter diâmetros de 0,20mm. Só então os canais radiculares foram aspirados, preenchidos com solução de EDTA a 17% (MIn Farmácia de Manipulação Ltda. – Epp, Bahia, Brasil), durante um minuto, e recapitulados com a lima #10. A seguir, foram irrigados com seis mililitros de solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, NaOCl, (Indústria Anhembi, São Paulo, Brasil), durante 30 segundos, recapitulados com #10 e mais seis mililitros de NaCl 0,9%. Por fim, os canais foram secos com cones de papel absorvente esterilizados.

As coroas foram removidas com o uso de discos diamantados dupla face nº7016 KG<sup>®</sup>Sorensen, e as raízes separadas para obtenção dos corpos de prova (CP), isto é, amostras, com, no mínimo 16 mm, de comprimento a partir de seu forame radicular. A demarcação da linha de secção foi feita utilizando-se um compasso de ponta seca e grafite, com a ponta seca posicionada no forame radicular e a ponta grafite delimitando onde foi feito o corte em torno da raiz e coroa.

Todos os dentes foram numerados e, após a separação das raízes, além da numeração, os CP passaram a ser sinalizados como vestibular (V) ou palatino (P).

### 6.3.5 Preparo da suspensão bacteriana

A espécie microbiológica escolhida para a realização desta pesquisa foi a cepa de *Enterococcus faecalis* (com a seguinte identificação: ATCC 29212), cedida pelo Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, a partir de uma subcultura preparada com caldo de infusão (BHI). Em seguida, foi feita o preparo desta cepa em solução salina 0,9%, a fim de se obter uma concentração equivalente à escala 0,5 McFarland e suspensão bacteriana inicial com cerca de  $1,5 \times 10^8$  Unidades Formadoras de Colônias por Mililitro (UFC/ml).

## 6.4 GRUPOS DE ESTUDO

Após verificar compatibilidade com os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 66 pré-molares superiores humanos birradiculares cujas raízes separadas totalizaram 132 corpos de prova (CP), distribuídos por sorteio em dez unidades para cada um dos grupos experimentais e seis unidades em cada um dos grupos de controle, de acordo com os Quadros 1 e 2, sendo que cada grupo possuía metade de suas amostras sorteadas em raízes vestibulares e a outra metade sorteadas em raízes palatinas. É importante relatar que, após a distribuição dos corpos de prova, foi feito um novo sorteio para definição dos grupos de estudo.

**Quadro 1** – Distribuição dos grupos experimentais

Grupos	Número amostras	Protocolo de instrumentação
1	10	Protaper Next a um milímetro aquém, irrigação com NaOCl 2,5%
2	10	Protaper Next no forame, irrigação com NaOCl 2,5%
3	10	Protaper Next a um milímetro além, irrigação com NaOCl 2,5%
4	10	WaveOne®Gold a um milímetro aquém, irrigação com NaOCl 2,5%
5	10	WaveOne®Gold no forame, irrigação com NaOCl 2,5%
6	10	WaveOne®Gold a um milímetro além, irrigação com NaOCl 2,5%
7	10	Protaper Next a um milímetro aquém, irrigação com NaCl 0,9%
8	10	Protaper Next no forame, irrigação com NaCl 0,9%
9	10	Protaper Next a um milímetro além, irrigação com NaCl 0,9%
10	10	WaveOne®Gold a um milímetro aquém, irrigação com NaCl 0,9%
11	10	WaveOne®Gold no forame, irrigação com NaCl 0,9%
12	10	WaveOne®Gold a um milímetro além, irrigação com NaCl 0,9%

**Quadro 2** – Distribuição dos grupos de controle

Grupos	Número amostras	Protocolo
13	06	Controle positivo, sem intervenção e com contaminação.
14	06	Controle negativo, sem intervenção e sem contaminação.

## 6.5 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

## ETAPA I – Esterilização dos corpos de prova, instrumentais, substâncias e materiais

Após o preparo das amostras, todos os materiais, instrumentais e substâncias que necessitavam ser esterilizados foram acondicionados em papel grau cirúrgico e filme laminado poliéster/polipropileno e autoclavados. A esterilização foi realizada a 121°C e 1 atm, durante 20 minutos. Foram feitas desinfecções com álcool 70°G em todas superfícies e materiais não passíveis de esterilização.

Para cada CP a ser instrumentado foram utilizados exclusivamente: uma pinça, uma gaze, um par de luvas de procedimento, uma ponta de irrigação Navitip, uma régua endodôntica milimetrada e uma lima #10, todos devidamente esterilizados, além da lima Easy Clean e as Protaper Next (X1/X2) ou WaveOne<sup>®</sup>Gold (Primary) já esterilizadas em suas embalagens de fábrica.

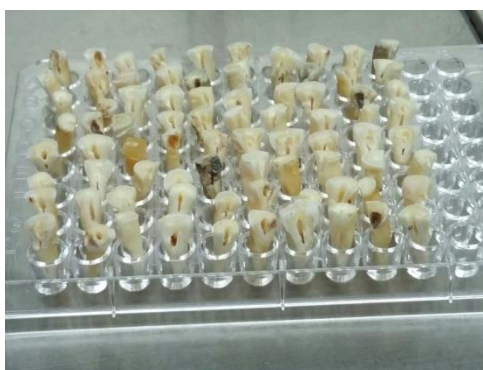
## ETAPA II – Montagem dos sistemas de cultura bacteriana

Utilizou-se, para o cultivo das bactérias nos corpos de prova, microplacas de acrílico esterilizadas.



**Figura 2** – Microplaca de acrílico

Foram inseridos 10 $\mu$ L de caldo de infusão, com uso do pipetador em dez poços de cada grupo experimental e em seis poços de cada grupo de controle. Só então, cada CP esterilizado foi removido do papel grau cirúrgico e colocado no seu respectivo poço. Os corpos de prova dos grupos experimentais e do grupo de controle positivo foram infectados individualmente com um microlitro da suspensão bacteriana contendo *E. faecalis*, inserida com uso do pipetador.



**Figura 3** – Distribuição dos corpos de prova nas placas de acrílico

Essas microplacas foram tampadas e, para garantir um maior vedamento, foi utilizado filme PVC em torno da placa e, por fim, elas foram colocadas em uma estufa microbiológica a 37°C por 96 horas.



**Figura 4** – Microplaca de acrílico vedada

É importante salientar que todas as etapas descritas anteriormente foram realizadas em câmara asséptica e realizadas por um profissional devidamente capacitado.



**Figura 5** – Câmara asséptica

### ETAPA III – Preparo químico mecânico dos grupos experimentais

Para instrumentação de cada corpo de prova foram utilizadas limas de único uso.

Nos grupos de instrumentação rotatória contínua, as amostras foram instrumentadas com a sequência de limas Protaper Next<sup>®</sup> X1 e X2, seguindo-se as recomendações do fabricante.

Para cada CP do Grupo 1, inicialmente foi feita a obtenção do comprimento de patência com a lima #10 e, a partir de então, foi empregada a lima Protaper Next<sup>®</sup> X1 (017/04) ao longo da via do canal, em uma ou duas passagens, até se atingir o comprimento de trabalho determinado em um

milímetro aquém do forame. Sempre que encontrava algum tipo de resistência à penetração da lima, ela era removida, limpa com uma gaze esterilizada, e o canal irrigado, realizando-se a manutenção da patência com a lima #10. Logo após, foi utilizada a lima Protaper Next<sup>®</sup> X2 (25/06), exatamente como foi descrito para a lima Protaper Next X1, até que o comprimento de trabalho fosse atingido de forma passiva. Durante o uso de cada lima, o canal radicular foi irrigado com cinco mililitros de NaOCl 2,5%, totalizando 10mL dessa substância.

No grupo 2, o comprimento de trabalho foi determinado no limite do forame, empregando-se o mesmo protocolo do grupo 1.

Utilizou-se o mesmo protocolo dos grupos anteriores para o Grupo 3, obedecendo-se o limite de instrumentação em um milímetro além do forame.

Para os grupos 4, 5 e 6, foram utilizados, respectivamente, os mesmos limites de instrumentação dos grupos 1, 2 e 3, tendo como protocolo de instrumentação as limas WaveOne<sup>®</sup>Gold PRIMARY(25.07), obedecendo-se às recomendações do fabricante, com movimentos suaves e curtos (com dois a três milímetros de amplitude) em direção apical, para avançar passivamente o instrumento, mantendo a trajetória do canal radicular. Ao remover a lima, foi feito o pincelamento das paredes do canal radicular, com o próprio instrumento. A limpeza da lima com gaze esterilizada era sempre feita após cada ampliação, juntamente com a manutenção da patência com a lima #10 e irrigação do canal. A irrigação foi realizada com um total de 10ml de NaOCl 2,5%.

Os Grupos 7, 8, 9, 10, 11 e 12 seguiram, respectivamente, os mesmos protocolos dos Grupos de 1 a 6, alterando-se apenas a substância irrigadora, que, nesses grupos, foi o Cloreto de Sódio 0,9%.

Em todos os grupos de estudo, a irrigação foi realizada mediante o uso de seringas descartáveis (Descarpack Descartáveis do Brasil Ltda., São Paulo, Brasil) com pontas NaviTip<sup>®</sup> (25mm - 30ga) (Ultradent, South Jordan, Utah, EUA) esterilizadas e colocadas a quatro milímetros aquém do forame. Para todos os grupos, inclusive os grupos em que o limite apical foi aquém do forame, foi realizada a manutenção da patência com uso de lima #10.

Concluída a instrumentação e a irrigação dos corpos de prova, respeitando-se o limite de quatro milímetros do forame, foi aplicado o seguinte protocolo para irrigação final, repetido duas vezes: um mililitro de EDTA a 17%, sob agitação pela Easy Clean<sup>®</sup> (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brasil) em movimento recíprocante no motor VDW Silver Reciproc<sup>®</sup>, durante 20 segundos, considerado o limite de dois milímetros aquém do comprimento de trabalho. Igualmente à aplicação do EDTA, procedeu-se à irrigação com um mililitro da substância empregada na instrumentação de cada grupo, sob agitação pela Easy Clean<sup>®</sup>, durante 20 segundos, considerado o mesmo limite anterior.

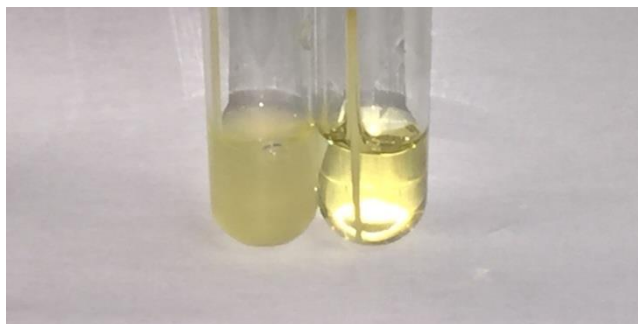
Processada a irrigação final, as amostras foram secas com o auxílio do sugador endodôntico esterilizado Flex Suctor Endodôntico, com ponta de aspiração EndoTips 0.014 (Angelus Ind. de Prod. Odont. SA, Paraná, Brasil), penetrando a dois milímetros do comprimento de trabalho. Em seguida, foram preenchidas com um microlitro NaCl 0,9% esterilizado que, em caso de excesso, foi sugado. Por fim, a secagem final de cada CP foi feita com cones de papel Endo Points esterilizados (Endopoints Industrial da Amazônia LTDA, Manacapuru, Amazonas, Brasil), empregados na seguinte sequência: cone de calibre 55 no terço cervical, cone de calibre 40 para o terço médio e cone 20 para o terço apical.

Nenhum tipo de instrumentação foi feita nos grupos de controles positivo e negativo. Nesses grupos, cada CP foi preenchido com um microlitro NaCl 0,9%, seguindo-se o mesmo protocolo de secagem final descrito anteriormente.

#### ETAPA IV – Avaliação da presença de *E. faecalis* nos Grupos de Estudo

Apenas foram utilizados para análise microbiológica, os cones de calibre 20 (denominados cones P), referentes aos conteúdos coletados nos terços apicais. Esses cones foram introduzidos em tubos de ensaio com caldo de infusão para avaliação do crescimento microbiano, sendo armazenados em estufa microbiológica por 12 horas. Após esse período, dois observadores

avaliaram a turvação dos tubos de ensaio e registraram-na, de acordo com a Tabela 1 e 2.



**Figura 6** – Avaliação da presença de *E. faecalis*

ETAPA V – Quantificação do número de unidades formadoras de colônia por mililitro (UFC/ml)

Para a avaliação semiquantitativa do número de bactérias, 0,1mL de cada diluição foi semeada em duplicata em placas de Petri com 20 mL do meio de ágar BHI, para, em seguida, serem incubadas a 37 ° C, durante 48 horas. É importante salientar que os grupos de controle foram submetidos aos mesmos protocolos de avaliação microbiológica dos grupos experimentais.

Decorridos 48 horas de armazenamento desse material em estufa microbiológica a 37°C, dois pesquisadores contaram o número de Unidades Formadoras de Colônias por mililitro.



**Figura 7** – Avaliação semiquantitativa do número de bactérias

ETAPA VI – Avaliação da pureza das infecções dos corpos de prova e descarte do material



A partir das colônias formadas nas placas, foram feitos testes de catalase, teste da biliesculina e teste com caldo hipercloretado, para descartar a possibilidade de contaminação secundária dos corpos de prova. Através desses testes, pôde-se comprovar que não houve contaminação exógena das amostras.

O descarte de todo material utilizado foi feito no lixo do laboratório, específico para descartes de materiais com riscos biológicos, sendo este coletado por empresa especializada.

## 7. RESULTADOS

## RESULTADOS

A presença de crescimento do *E. faecalis* nos diversos grupos de estudo pode ser verificada nas Tabelas 1 e 2. Observa-se que, em praticamente todos os CPs irrigados com hipoclorito de sódio, assim como no grupo de controle negativo não houve crescimento bacteriano. Já na maioria dos CPs irrigados com cloreto de sódio, percebe-se o crescimento bacteriano.

Tabela 1 – Distribuição dos grupos experimentais de acordo com a turvação dos tubos de ensaio (N=120)

CP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grupo										
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
11	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
12	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+

+ presença de turvação no tubo de ensaio  
 – ausência de turvação no tubo de ensaio

**Tabela 2** – Distribuição dos grupos de controle de acordo com a turvação dos tubos de ensaio (N=12)

CP	1	2	3	4	5	6
Grupo						
13	+	+	+	+	+	+
14	-	-	-	-	-	-

+ presença de turvação no tubo de ensaio  
 – ausência de turvação no tubo de ensaio

A quantificação do número de unidades formadoras de colônias por mililitro das amostras, nos diversos grupos de estudo, permitiu verificar que todos os CPs irrigados com NaCl e controle positivo possuíam mais de  $10^5$  UFC/mL. Para o controle negativo e os grupos irrigados com NaOCl 2,5%, não foi encontrado crescimento bacteriano, com exceção de uma amostra do grupo 3.

**Tabela 3** – Distribuição dos grupos experimentais de acordo com a contagem do número de UFC/mL (N=120)

CP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grupo										
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	>10 <sup>5</sup>	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
8	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
9	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
10	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
11	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
12	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>

0 - ausência de UFC/mL

>10<sup>5</sup> – presença de mais 100.000 UFC/mL**Tabela 4** – Distribuição dos grupos de controle de acordo com a contagem do número de UFC/mL(N=12)

CP	1	2	3	4	5	6
Grupo						
13	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
14	0	0	0	0	0	0

0 - ausência de UFC/mL

>10<sup>5</sup> – presença de mais 100.000 UFC/mL

## 8. DISCUSSÃO

## DISCUSSÃO

A desinfecção do terço apical dos canais radiculares é primordial para o sucesso das intervenções endodônticas, pois, em casos de infecção, o forame apical radicular permite que microrganismos tenham acesso a substratos fundamentais para sua sobrevivência. A eficácia da terapia endodôntica ocorre quando eliminamos ou reduzimos a microbiota existente para níveis abaixo de um limiar compatível com o reparo dos tecidos perirradiculares (SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS, 2008). Microrganismos podem abrigar-se no interior dos canais radiculares e, em certas situações, permanecem por muito tempo, como por exemplo, em casos de necrose pulpar. Isto ocorre devido à ausência da ação do sistema imunológico nesse local, porque, quando os tecidos pulparestão necrosados, não existem vasos sanguíneos no interior do canal radicular para transportar as células de defesa e o sistema complemento, responsáveis pelo combate à infecção. Sendo assim, em casos como esse, o sistema imunológico terá sua ação limitada em torno do ápice radicular, que passa a ser uma área crítica no tratamento dessas infecções.

As pesquisas desenvolvidas na área da endodontia são realizadas por diversos métodos e seus resultados também são analisados de diferentes formas, sejam por avaliação da anatomia (GREEN, 1956; GREEN 1960; DUMMER; MCGIN REES, 1984; MIZUTANI; OHNO; NAKAMURA, 1992) por análises histológicas (BENATTI et al., 1985; SOUZA FILHO; BENATTI; ALMEIDA, 1987; RICUCCI; LANGELAND, 1998; RIBEIRO et al., 2013), por MEV (GUTIERREZ; AGUAYO, 1995; FONSCECA, 2008; ARAGÃO; SOUZA FILHO, 2010; SILVA, 2011; RIBEIRO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016), por métodos de cultura (BACA et al., 2011; FERRER-LUQUE et al., 2014; PLADISAI; AMPORNARAMVETH; CHIVATXARANUKUL, 2016), por aspectos clínicos (HOSKINSON et al. 2002; FRIEDMAN; ABITBOL; LAWRENCE, 2003; GURGEL-FILHO et al., 2010; SILVA et al., 2013) dentre tantos outros. A concepção desta pesquisa está de acordo com o que Siqueira Júnior e Roças preconizaram em 2008, quando constataram, em sua revisão de literatura, que os resultados dos

estudos de cultura ainda são recomendados por falta de uma abordagem mais confiável.

Com os diversos sistemas de instrumentação já existentes e o surgimento de tecnologias inovadoras, que visam a aprimorar o tratamento endodôntico, são necessários estudos que avaliem essas tecnologias, comprovando ou não a sua eficácia. Esta pesquisa avaliou, *in vitro*, a ocorrência da descontaminação do terço apical do canal radicular através da efetivação de protocolos com instrumentos lançados recentemente, utilizando, para o movimento rotatório contínuo, as limas Protaper Next e, para o movimento reciprocante, a lima WaveOne<sup>®</sup>Gold assim como Ferrer-Luque et al., 2014, utilizaram para análise do movimento rotatório contínuo as limas Mtwo ou Twisted-File e para o reciprocante a WaveOne, limas estas já fabricadas na época deste estudo.

O comprimento de trabalho é um tema ainda muito discutido na endodontia, devido à diversidade de resultados encontrados nas pesquisas publicadas sobre esse tema. Ricucci e Langeland, em 1998, preconizaram que a instrumentação deveria ser realizada respeitando-se o limite do canal dentinário. Adorno, Yoshioka e Suda (2010) defendem que a instrumentação deva ser realizada aquém do forame, evitando-se, assim, o surgimento de fendas na parede do canal radicular ou rachaduras na região apical. Outros pesquisadores indicam que o forame deve ser instrumentado e ampliado, afirmando trazer melhorias nos resultados do tratamento (BENATTI et al., 1985; BRUNSON et al., 2010; GURGEL-FILHO et al., 2010; SILVA, 2011; SILVA et al., 2013; SOUZA FILHO; BENATTI; ALMEIDA, 1987). Contudo deve-se levar em conta que o uso de limas manuais para ampliação do forame pode influir negativamente, como é relatado por alguns pesquisadores (ARAGÃO; SOUZA FILHO, 2010; SILVA, 2013) sendo este um dos fatores que influenciaram a ausência de grupos com instrumentação manual na presente pesquisa. Os resultados encontrados para a presente pesquisa estão de acordo com alguns estudos que não verificaram diferenças significativas quando comparados grupos com e sem ampliação foraminal (FRIEDMAN; ABITBOL; LAWRENCE, 2003; SILVA, 2013), pois o número de bactérias presentes após o preparo

químico-mecânico dos corpos-de-prova nos grupos eram semelhantes, levando-se em conta o mesmo irrigante.

Para realização da ampliação foraminal deve-se levar em consideração o tamanho inicial do forame, pois como pôde ser visto por Aragão e Souza Filho (2010) o alargamento excessivo do forame influi negativamente na regularização dos forames apicais. Seguindo este raciocínio, o diâmetro inicial do forame nos CPs foi de 0,20mm após a aplicação de métodos pré-estabelecidos e durante o protocolo experimental, não houve alargamento sobejo do forame em nenhum dos grupos instrumentados, considerando-se o diâmetro inicial.

O volume-padrão da substância irrigadora para todos os grupos experimentais foi de dez mililitros, não havendo, assim, diferença entre os diversos grupos. Pesquisas demonstram que certas áreas do canal radicular podem não ser tocadas pelos instrumentos endodônticos (MAUGER; SCHINDLER; WALKER, 1998; WU et al.,2000) e, conseqüentemente, permanecerem infectadas. Por conta disto, foi realizada neste estudo a ativação da irrigação.

Segundo alguns autores (BORTOLUZZI et al., 2015; GULABIVALA et al., 2010; KATO et al., 2016), através dos diversos tipos de ativação da irrigação, podemos promover a dispersão da substância irrigadora por toda a extensão do sistema de canais radiculares, permitindo que ela alcance os microrganismos não removidos pela insinstrumentação mecânica. Portanto, acredita-se que na atual pesquisa, nos grupos irrigados com o NaOCl 2,5% a ativação da irrigação com uso da Easy Clean<sup>®</sup> favoreceu a ação bactericida da substância irrigante, possibilitando resultados negativos de cultura e contagem de bactérias, como podem ser vistos nas tabelas 1 e 3.

Apesar de não possuir ação química sobre as cepas bacterianas, o cloreto de sódio também foi agitado, com o objetivo de mimetizar o protocolo de irrigação final e favorecer a remoção mecânica das bactérias e *smear layer*, não removidos pela instrumentação mecânica, através da geração de uma corrente de fluxo como preconizado por alguns autores (GULABIVALA et al.2010, KATO et al., 2016). Contudo, com os resultados encontrados nas



tabelas 1 e 3, o fluxo gerado através da agitação da substância irrigadora não foi capaz de eliminar, por si só, as bactérias existentes no interior dos canais radiculares da presente pesquisa.

Para equiparar o grau de instrumentação entre os dois sistemas, foram escolhidas limas com a ponta do instrumento e a conicidade parecidas: Protaper NextX2 (25.06) e WaveOne®Gold Primary (25.07). Contudo, para seguir as recomendações dos fabricantes, foi necessário incluir o uso da lima Protaper NextX1 (17.04) previamente à X2.

O número de amostras para cada grupo, nesta pesquisa, foi determinado de acordo com a quantidade de dentes doados pelo Banco de Dentes e após o cumprimento dos critérios de exclusão estabelecidos. Assim, restaram 66 pré-molares birradiculares que se encontravam dentro desses critérios. Podemos afirmar que o número amostral utilizado assemelha-se ao de estudos que também analisaram *in vitro* a presença de microrganismos (FERRER-LUQUE et al., 2014; MOREIRA et al., 2016; SILVA, 2011).

Para esta pesquisa, foi definido que cada grupo de estudo teria metade de suas amostras sorteadas entre as raízes vestibulares e a outra metade em raízes palatinas. Assim, eliminou-se a possibilidade de existir uma maior quantidade de um mesmo tipo de raiz em determinados grupos. Houve sorteio tanto para a escolha de cada CP, como também de cada grupo do estudo, anulando-se a possível de escolha subjetiva por parte do pesquisador.

Objetivando maximizar a padronização das amostras, os forames radiculares foram ajustados mediante o uso de limas K-Flexofile de #10 a #20 e, conseqüentemente, aqueles com menores diâmetros passaram a ter amplitude de 0,20mm. Também foram excluídas raízes que possuíam forames radiculares maiores que 0,25 milímetros. Assim, pode-se afirmar que o diâmetro do forame de cada amostra estava padronizado, não interferindo nos resultados encontrados.

O preparo das amostras conjuntamente com a irrigação, feitos previamente à contaminação dos corpos de prova, favoreceram a remoção de restos necróticos pulpares, remanescentes microbianos e a lama dentinária. Caso essas interferências não fossem removidas, possivelmente se tornariam

uma barreira para a progressão da contaminação no nível apical, desejada nas amostras, durante a ETAPAIII do protocolo experimental e, conseqüentemente influenciariam os resultados. Portanto, objetivando assegurar a similaridade na contaminação dos corpos de prova, as amostras foram previamente preparadas, como foi descrito no item 6.3.4.

O canal radicular termina no forame, porém nem sempre está localizado na extremidade apical da raiz. Em mais de 54% (DUMMER; MCGINN; REES, 1984) dos casos, não está localizado no ápice radicular, podendo ser essa distância de 0,2 a 3,8mm (GUTIERREZ; AGUAYO, 1995, MIZUTANI; OHNO; NAKAMURA, 1992). A partir desse conhecimento, foram excluídas as unidades dentárias que possuíam o forame cementário localizado a mais de três milímetros do vértice apical, evitando-se, assim, grandes variações da localização do forame referente ao vértice apical.

A espécie bacteriana escolhida para contaminar os CPs foi o *Enterococcus faecalis*, uma vez que a literatura científica demonstra que essa é a espécie mais comumente encontrada nos dentes tratados com a necessidade de reintervenção endodôntica (SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS, 2004), além de ser consensual o seu uso em estudos *in vitro*, devido ao rápido crescimento e à fácil manipulação durante o experimento (BACA et al., 2011; FERRER-LUQUE et al., 2014; MOREIRA et al., 2016; SILVA, 2011).

Segundo Siqueira JÚNIOR e Roças (2008), o objetivo do tratamento endodôntico é suprimir as populações bacterianas a níveis não detectáveis, através de procedimentos de cultura (indiscutivelmente menor que  $10^4$ UFC/mL). Assim sendo, nesta pesquisa, considerou-se como relevante para designar resultados favoráveis ou desfavoráveis, do ponto de vista técnico, os grupos que apresentaram o número de colônias maior que  $10^4$ UFC/mL.

Para a execução de pesquisas envolvendo avaliações microbiológicas, o pesquisador deve estar extremamente atento aos possíveis erros durante a execução do experimento. Portanto, deve ser feito um planejamento criterioso e minucioso, a fim de se evitarem resultados não condizentes com a realidade investigada. Por conta desse raciocínio, esta pesquisa foi totalmente concebida buscando-se evitar qualquer tipo de interferência nos resultados. Pode-se

observar que, desde o princípio da execução, houve um preparo prévio das amostras, eliminando-se possíveis interferências que existiriam, como já foi mencionado anteriormente nesta discussão. Além disso, verifica-se que todos os instrumentais passíveis de esterilização foram esterilizados e foi feita a desinfecção daqueles não passíveis de esterilização. É importante observar também que, para cada instrumentação dos corpos de prova, foram utilizados apenas uma vez os materiais (pinça, gaze, limas, luvas, pontas de aspiração, pontas de irrigação, Easy Clean<sup>®</sup>, cones de papel e régua endodôntica) devidamente esterilizados, manipulados dentro de uma câmara asséptica no laboratório de Farmacologia da Universidade Federal da Bahia. Além disso, para cada preparo dos CPs, foi utilizada a mesma régua, como é recomendado por Lins et al. (2016), evitando-se, assim, erros de mensuração.

A contaminação dos CPs, a avaliação da presença de *E. faecalis*, a quantificação do número de bactérias e a avaliação da pureza nas infecções dos CPs foram realizadas por um profissional experiente na área de microbiologia clínica. Todas as outras etapas foram executadas pelo pesquisador especialista em endodontia. Assim, pode-se afirmar que, em seus diversos momentos de execução, a pesquisa foi conduzida pelo profissional mais capacitado.

Sabe-se que toda instrumentação produz *debris*, umas em maior quantidade outras em menor, mas o importante mesmo é saber que devem ser removidos durante o preparo químico mecânico. Para esta pesquisa, utilizou-se o EDTA 17% em todos os grupos experimentais, inclusive nos irrigados com NaCl 0,9%, para manter semelhança do protocolo de irrigação final, não interferindo nos resultados a serem encontrados.

Como apenas o cone de papel 20 poderia alcançar o forame apical nos grupos instrumentados aquém, ele foi utilizado para avaliação da presença de bactérias ao final do protocolo experimental. Os cones 40 e 55 não foram analisados, pois o maior interesse é avaliar a redução do número de bactérias do terço apical, local que não foi alcançado em sua totalidade por esses cones. Nos grupos onde a instrumentação foi realizada aquém do forame, o cone de papel 20 alcançou o forame, pois eles já estavam calibrados em 0,20mm.

Os resultados encontrados no grupo de controle positivo confirmaram a eficácia do protocolo de infecção dos CPs e a pureza das amostras. Já os resultados do grupo de controle negativo demonstraram a eficácia dos processos de esterilização dos CPs, bem como a ausência de infecção secundária durante o período de incubação.

Após a análise do crescimento bacteriano nos tubos de ensaio, foram constatados alguns resultados negativos em diversos grupos de estudo desta pesquisa. Mesmo assim, foi feita a semeadura desses exemplares em placas de petri com meio ágar, para comprovar os resultados encontrados, diferentemente de Ferrer-Luque et al., 2014, que em estudo semelhante analisou apenas os grupos que obtiveram turvação do seu meio de cultura. Para esta pesquisa, foi confirmada a ausência de bactérias nos grupos irrigados com hipoclorito de sódio, mas, nos grupos irrigados com cloreto de sódio, as amostras, aparentemente negativas, possuíam, na realidade, um número de unidades formadoras de colônias por mililitro acima de cem mil.

Assim como no estudo de Ferrer-Luque et al., 2014, para manter e ratificar os resultados da presente pesquisa, foram feitas as avaliações da pureza das infecções dos corpos de prova, na qual se pôde perceber que não houve contaminação secundária entre as amostras ou delas com o meio ambiente. Foi observada uma exceção desse fato, pois a terceira amostra do grupo 3 demonstrou estar infectada por outro tipo de bactéria e, portanto, não pôde ser incluída na análise final dos resultados.

Os resultados desta pesquisa estão de acordo com os achados de Ferrer-Luque, et al., 2014, ao verificar que a cinemática da lima (rotatório contínuo ou reciprocante) não interferiu de forma significativa na redução do número de bactérias existentes, pois, ao comparar os grupos instrumentados num mesmo comprimento de trabalho e com a mesma substância irrigadora foram encontrados resultados semelhantes.

Ao analisar os CPs irrigados com cloreto de sódio, verificamos que todos apresentaram mais de  $10^5$  UFC/mL, o que, conseqüentemente, representa resultados desfavoráveis ao sucesso do tratamento endodôntico. Já a irrigação com hipoclorito de sódio apresentou resultados favoráveis segundo o critério

estabelecidos nesta pesquisa. Ao confrontar os resultados encontrados entre si, ratificamos a importância do uso de substâncias irrigadoras bactericidas, como o hipoclorito de sódio, durante o tratamento endodôntico, pois todos os CPs irrigados com o hipoclorito de sódio evidenciaram resultados negativos para o crescimento das bactérias. Percebeu-se, a partir desses resultados que apenas a ação mecânica do instrumento endodôntico ou do fluxo da irrigação, não eliminou ou reduziu o volume de bactérias a níveis considerados mínimos para obtenção do sucesso na terapia endodôntica, seja em movimentos rotatórios contínuos ou reciprocantes, independentemente do limite estabelecido. Portanto, para obter sucesso no tratamento endodôntico deve-se utilizar substâncias com capacidade bactericida.

A manutenção da patência é um procedimento comumente realizado por especialistas na área, como pôde ser visto no estudo de Carvalho et al. (2013). Contudo, Moreira et al. (2016) concluíram, em seus estudos, que o desbridamento foraminal não apresentou diferença significativa quanto à redução das colônias de *E. faecalis*, quando comparado ao do grupo em que não se realizou o desbridamento. Mesmo assim, durante o preparo dos grupos experimentais instrumentados desta pesquisa, foi realizada a manutenção da patência, como é indicado por Gulabivala et al. (2010), evitando-se o acúmulo de *semeiar layer*, facilitando o fluxo e o alcance da substância irrigadora ao forame, mas não desgastando suas paredes.

O insucesso de tratamentos endodônticos pode advir da presença de biofilme maduro, formado no periápice radicular, com origem em microrganismos procedentes do sistema de canais radiculares. Recentemente, várias pesquisas vêm apresentando resultados favoráveis a procedimentos que promovem a ampliação do forame radicular (BRUNSON et al., 2010; GURGEL-FILHO et al., 2010; SILVA, 2011; SILVA et al., 2013). Entretanto, na presente pesquisa não foi constatada uma desinfecção significativa do terço apical, mesmo nos casos de sobreinstrumentação, pois os resultados demonstraram-se semelhantes para a redução do número de bactérias, independentemente do comprimento de trabalho utilizado, levando em consideração um mesmo irrigante.

Na literatura recente, não é consensual a eficácia da ampliação foraminal no que diz respeito ao grau de desinfecção do terço apical radicular (FRIEDMAN; ABITBOL; LAWRENCE, 2003). Levando-se em consideração os resultados desta pesquisa, onde não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos instrumentados aquém, além ou no forame radicular e baseado na literatura existente, na qual alguns autores defendem a instrumentação aquém do forame (BENATTI et al., 1985; SOUZA FILHO; BENATTI; ALMEIDA, 1987; RICUCCI; LANGELAND, 1998) outros defendem a ampliação do forame (BRUNSON et al., 2010; GURGEL-FILHO et al., 2010; SILVA, 2011; SILVA et al., 2013), constata-se a necessidade da elaboração de mais pesquisas sobre este tema para estabelecer qual protocolo trará melhores resultados ou se realmente não há diferenças significativas na redução de bactérias entre esses diferentes protocolos de instrumentação.

As incertezas sobre qual melhor comprimento de trabalho e a dúvida sobre o tipo de movimento (rotatório contínuo ou recíprocante) que promove maior desinfecção do endodonto durante o preparo químico-mecânico estimularam, na presente pesquisa, a aplicação de métodos que buscam responder esses questionamentos. Sendo assim, os resultados apresentados após o desenvolvimento experimental deste estudo contribuíram para a expansão do conhecimento sobre a instrumentação do terço apical, pois foram aplicadas novas abordagens na análise da desinfecção do terço apical radicular, através da realização de diversos protocolos de instrumentação em comprimentos de trabalho distintos.

## 9. LIMITAÇÃO DO ESTUDO

## LIMITAÇÃO DO ESTUDO

Não foram feitas análises microbiológicas dos corpos de provas em tempos distintos.



## 10. CONCLUSÃO

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que no momento imediato após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares:

1 – A instrumentação do forame ou sua ampliação não promoveram melhores resultados quando comparadas à instrumentação a um milímetro do forame com manutenção da patência, independentemente do tipo de movimento de instrumentação (rotatório contínuo ou recíprocante).

2 – A ação de instrumentos com movimento rotatório contínuo não apresentou resultados melhores quando comparada à ação em movimento recíprocante. Os dois tipos de movimento apresentaram resultados semelhantes quanto à presença de unidades formadoras de colônia por mililitro, após os protocolos experimentais.

## 11. REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

ADORNO, C. G.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. The effect of working length and root canal preparation technique on crack development in the apical root canal wall. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 43, n. 4, p. 321-327, Apr. 2010.

ARAGÃO, E. M. de.; SOUZAFILHO, F. J. de. **Avaliação da forma do forame apical apos sua patencia e ampliação com instrumentos endodonticos.** 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, SP, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000478718&fd=y>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

BACA, P. et al. Residual Effectiveness of Final Irrigation Regimens on *Enterococcus faecalis*-infected Root Canals. **J. endod.**, Baltimore, v. 37, n. 8, p. 1121-1123, 1 ago. 2011.

BENATTI, O. et al. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. **J. endod.**, Baltimore, v. 11, n. 10, p. 428-434, Oct. 1985.

BORTOLUZZI, E. A. et al. Efficacy of 3D conforming nickel titanium rotary instruments in eliminating canal wall bacteria from oval-shaped root canals. **J. Dent.**, Irã, v. 43, n. 5, p. 597-604, May 2015.

BRUNSON, M. et al. Effect of Apical Preparation Size and Preparation Taper on Irrigant Volume Delivered by Using Negative Pressure Irrigation System. **J. endod.**, Baltimore, v. 36, n. 4, p. 721-724, 1 Apr. 2010.

CARVALHO, R. L. S. et al. Debridamento foraminal no protocolo de atendimento dos endodontistas. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 53, n. 2, p. 15-18, 4 Mar. 2013.

DUMMER, P. M. H.; MCGINN, J. H.; REES, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 192-198, Oct. 1984.

FERRER-LUQUE, C. M. et al. Reduction in *Enterococcus faecalis* counts – a comparison between rotary and reciprocating systems. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 47, n. 4, p. 380-386, Apr. 2014.

FONSCECA, O. H. S. **Avaliação por microscopia eletrônica de varredura da adaptação do instrumento endodôntico de patência ao forame apical**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4433717-Avaliacao-por-microscopia-eletronica-de-varredura-da-adaptacao-do-instrumento-endodontico-de-patencia-ao-forame-apical.html>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

FRIEDMAN, S.; ABITBOL, S.; LAWRENCE, H. P. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study. Phase 1: Initial Treatment. **J. endod.**, Baltimore, v. 29, n. 12, p. 787-793, Dec. 2003.

FUKUMOTO, Y. et al. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 93-99, Feb. 2006.

GREEN, D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. **Oral surg. oral med. oral pathol.**, St. Louis, v. 9, n. 11, p. 1224-1232, Nov. 1956.

GREEN, D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. **Oral surg. oral med. oral pathol.**, St. Louis, v. 13, p. 728-733, June 1960.

GULABIVALA, K. et al. The fluid mechanics of root canal irrigation. **Physiol. meas.**, Bristol, v. 31, n. 12, p. R49, 2010.

GURGEL-FILHO, E. D. et al. Avaliação in vivo da dor pós-operatória em dentes vitais após o alargamento do forame apical. **RFO - UPF**, Passo Fundo, v. 15, n. 2, Dec. 2010.

GUTIERREZ, J. H.; AGUAYO, P. Apical foraminal openings in human teeth: Number and location. **Oral surg. Oral med. Oral pathol. Oral radiol. endod.**, St Louis, v. 79, n. 6, p. 769-777, June 1995.

HOSKINSON, S. E. et al. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. **Oral surg. Oral med. Oral pathol. Oral radiol. endod.**, St Louis, v. 93, n. 6, p. 705-715, June 2002.

KATO, A. S. et al. Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study. **J. endod.**, Baltimore, v. 42, n. 4, p. 659-663, Apr. 2016.

LINS, R. P. et al. Exatidão e precisão das régua milimetradas utilizadas durante procedimentos endodônticos. **Rev. ciênc. méd. biol.**, Salvador, BA, v. 14, n. 3, p. 286-292, fev. 2016.

MARKVART, M. et al. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. **Int. endod.j.**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 273-281, Mar. 2012.

MAUGER, M. J.; SCHINDLER, W. G.; WALKER, W. A. An evaluation of canal morphology at different levels of root resection in mandibular incisors. **J. endod.**, Baltimore, v. 24, n. 9, p. 607-609, Sept. 1998.

MIZUTANI, T.; OHNO, N.; NAKAMURA, H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. **J. endod.**, Baltimore, v. 18, n. 7, p. 344-347, July 1992.

MOREIRA, A. L. B. et al. Eficácia das manobras de desbridamento no preparo químico-mecânico quanto à desinfecção no terço apical em molares humanos. **Rev. odontol. UNESP**, Marília, v. 45, n. 1, p. 27-32, 2016.

OLIVEIRA, C. de et al. Morfologia apical de pré-molares com canal único : estudo de microscopia eletrônica de varredura. **Revistas**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 1-2, p. 20, jan. 2016.

PLADISAI, P.; AMPORNARAMVETH, R. S.; CHIVATXARANUKUL, P. Effectiveness of Different Disinfection Protocols on the Reduction of Bacteria in Enterococcus faecalis Biofilm in Teeth with Large Root Canals. **J. endod.**, Baltimore, v. 42, n. 3, p. 460-464, Mar. 2016.

RIBEIRO, M. V. DE M. et al. Comparison of the Cleaning Efficacy of Self-Adjusting File and Rotary Systems in the Apical Third of Oval-shaped Canals. **J. endod.**, Baltimore, v. 39, n. 3, p. 398-401, Mar. 2013.

RICUCCI, D.; LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 31, n. 6, p. 394-409, Nov. 1998.

ROANE, J. B.; SABALA, C. L.; DUNCANSON, M. G. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. **J. endod.**, Baltimore, v. 11, n. 5, p. 203-211, 1 May 1985.

SILVA, D. H. da. **Avaliação da anatomia do forame apical durante o alargamento foraminal utilizando diferentes sistemas de instrumentação**. 2013. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, SP, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000918348&opt=1>> Acesso em: 20 set. 2013.

SILVA, E. J. N. L. et al. Postoperative Pain after Foraminal Enlargement in Anterior Teeth with Necrosis and Apical Periodontitis: A Prospective and Randomized Clinical Trial. **J. endod.**, Baltimore, v. 39, n. 2, p. 173-176, Feb. 2013.

SILVA, J. M. da. **Influência do alargamento foraminal na anatomia apical e na qualidade de selamento após obturação.** 2011. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, SP, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000796069>>. Acesso em: 1 maio 2016.

SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. N. Polymerase chain reaction-based analysis of microorganisms associated with failed endodontic treatment. **Oral surg. Oral med. Oral pathol. Oral radiol. endod.**, St Louis, v. 97, n. 1, p. 85-94, Jan. 2004.

SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; RÔÇAS, I. N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. **J. endod.**, Baltimore v. 34, n. 11, p. 1291-1301.e3, Nov. 2008.

SOUZA FILHO, F. J. de.; BENATTI, O.; ALMEIDA, O. P. DE. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. **Oral surg. Oral med. Oral pathol.**, St. Louis, v. 64, n. 4, p. 480-484, Oct. 1987.

TANOMARU-FILHO, M. et al. Influência do diâmetro foraminal do canal radicular, do tipo e da penetração de agulha, e do fluxo da solução irrigadora na limpeza e na extrusão apical. **Rev. Odontol. UNESP**, Araraquara, v. 43, n.2, p. 91-97, mar./abr.2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rounesp/v43n2/1807-2577-rounesp-43-02-00091.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2016.

WINOCUR, E. M. D. de. **Avaliação do selamento e transporte apical em dentes humanos com canais preparados com o sistema rotatório MTWO® com e sem ampliação foraminal:** estudo in-vitro. 2012. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, SP, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000849866>>. Acesso em: 1 maio 2016.

WU, M. K. et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral surg. Oral med. Oral pathol. Oral radiol. endod.**, St Louis v. 89, n. 6, p. 739-743, June 2000.

YARED, G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. **Int. endod. j.**, Oxford, v. 41, n. 4, p. 339-344, Apr. 2008.



## 12. ANEXOS

## ANEXOS

EQUIPAMENTO	FINALIDADE
Aparelho emissor de Raios X	Emissão de Raios X.
Sistema de radiografia digital	Captção de imagens radiográficas.
Motor VDW Silver®	Realizar instrumentação automatizada.
Câmara asséptica	Execução do protocolo experimental.
Peça-reta	Secção de raízes dentárias.
Micromotor	Secção de raízes dentárias.
Mandril	Secção de raízes dentárias.
Aparelho de Mc Flarand	Avaliar concentração bacteriana.
Estufa	Armazenar os CP em temperatura estável.
Bomba a vácuo	Promover a sucção das substâncias irrigadoras.
Bico Busen	Controle da contaminação de ambiente experimental

**EQUIPAMENTOS**

INSTRUMENTAL	FINALIDADE
Lima K-Flex (#10)	Manutenção de patência do conduto radicular.
Lima K-Flexofile (#15/#20/#25)	Preparação prévia do conduto radicular.
Lima Protaper Next® (X1 e X2)	Preparação do CP pelo sistema rotatório.
Lima WaveOne® Gold PRIMARY	Preparação do CP pelo sistema recíprocante.
Easy Clean®	Agitação de irrigação endodôntica.
Compasso de ponta seca/grafite	Demarcação da linha de secção das raízes.
Disco diamantado	Secção de raízes dentárias.
Régua milimetradas	Mensuração dos comprimentos de preparo.
Seringa descartável	Irrigação dos CPs.
Ponta de irrigação <i>NaviTip</i> ®	Irrigação dos CPs.
Sugador endodôntico	Sugar o irrigante.
Pinça	Pinçar o cone de papel.
Tubo de ensaio	Recipiente para análise bacteriológica.
Placa de Petri	Recipiente para análise bacteriológica.

Pipetador	Mensuração dos líquidos contaminantes.
-----------	----------------------------------------

**INSTRUMENTAIS**

MATERIAL DE CONSUMO	FINALIDADE
Papel grau cirúrgico	Acondicionamento durante a esterilização
Gaze	Limpeza das limas
Cone de papel	Secagem dos canais e coleta bacteriana
Luvas descartáveis	Manipulação durante o protocolo experimental.

**MATERIAIS DE CONSUMO**

SUBSTÂNCIA QUÍMICA OU ORGÂNICA	FINALIDADE
Cloreto de sódio 0,9%	Irrigação
Álcool 70°GL	Agente desinfetante
Hipoclorito de sódio	Irrigação
Timol 0,1%	Agente desinfetante
EDTA 17%	Agente quelante
Caldo de infusão	Meio de cultura
Ágar	Meio de cultura
<i>Enterococcus faecalis</i>	Cepa bacteriana para contaminação e análise

**SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS OU ORGÂNICAS**



Instituto de Ciências da Saúde  
Programa de Pós Graduação  
Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas  
Avenida Reitor Miguel Calmon s/n - Vale do Canela. CEP: 40110-100  
Salvador, Bahia, Brasil

<http://www.ppgorgsistem.ics.ufba.br>