

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ENDODONTIA

CYNTHIA MIREYA JARA PINTOS

**INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO APICAL NO REPARO DAS  
PERIODONTITES APICAIS: ESTUDO EM RATOS.**

Porto Alegre  
2016

CYNTHIA MIREYA JARA PINTOS

**INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO APICAL NO REPARO DAS  
PERIODONTITES APICAIS: ESTUDO EM RATOS.**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre na área de Endodontia pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Linha de Pesquisa: Etiopatogênese e tratamento das doenças periodontais e Periapicais

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Poli de Figueiredo

Porto Alegre  
2016

CYNTHIA MIREYA JARA PINTOS

**INFLUÊNCIA DO ALARGAMENTO APICAL NO REPARO DAS  
PERIODONTITES APICAIS: ESTUDO EM RATOS.**

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre na área de Endodontia pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. José Antonio Poli de Figueiredo

---

Prof. Dr. Gilson Blitzkow Sydney

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana Beltrami Gonçalves Waltrick

Porto Alegre  
2016

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** pelas oportunidades recebidas. Obrigada por me rodear de pessoas extraordinárias e encontrar sempre uma maneira de me surpreender.

Aos meus pais, **Julia Pintos** e **Armín Jara**, por me ensinar que com esforço e dedicação, tudo é possível. Obrigada por me oferecerem o amor mais puro que existe e fazer de mim a pessoa mais feliz do mundo. Vocês são os meus exemplos de vida. Meu coração é seu.

A minha irmã, **Belén Jara** e meu sobrinho **Lucas**, mesmo na distância, são a alegria dos meus dias.

A todos os meus tios, primos e avó, pelas palavras de incentivo, pelos conselhos, pelos sorrisos, muito obrigada!

Ao meu orientador, **José Antonio Poli de Figueiredo**, por ter feito o possível para que eu ingressasse em uma universidade tão prestigiada. Obrigada por ter confiado em mim; por me ajudar a cumprir meus sonhos; por aumentar meu carinho pela pesquisa todos os dias; por me formar como docente; por me formar como pessoa. Gratidão infinita.

Aos meus colegas e amigos (e em muitos casos também professores) **Thayana Salgado de Souza**, **Rafael Hartmann** e **Daiana Bottcher**, pela ajuda incondicional desde o primeiro dia nesta longa travessia. Obrigada por fazer muito mais fácil e engraçado o percorrido. Vocês são a minha mão direita, pés e cérebro.

Às professoras **Roberta Scarparo**, **Silvana Beltrami**, **Maria Martha Campos** e **Maristela Borba** pela contribuição intelectual, pelas críticas construtivas, pelas aulas, ensinamentos, pela paciência. São uma verdadeira inspiração para mim.

A todos os demais professores e colegas da PUCRS, agradeço pelos momentos agradáveis que passamos juntos e pela troca de conhecimento.

A todos os funcionários da PUCRS, secretários e enfermeiras, agradeço a simpatia, ajuda e dedicação que nos oferecem dia a dia.

Aos meus amigos, residentes em Porto Alegre (paraguaios e brasileiros), por ser minha segunda família. Obrigada por me cuidar sempre, pela diversão e também pelos momentos de estudo. Seria muito difícil sem vocês! Na verdade, seria quase impossível.

Aos meus amigos do Paraguai, a palavra saudade (que não existe no nosso idioma) é perfeita para descrever o que sinto quando penso em vocês. Agradeço à tecnologia por me permitir falar lhes todos os dias.

Finalmente quero agradecer de todo o meu coração à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de realização deste Mestrado.

Obrigada! Gracias! Aguije!

Mude suas opiniões, mantenha seus princípios. Troque suas folhas, mantenha suas raízes.

Victor Hugo (1802-1885)

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUÇÃO .....	10
CONCLUSÃO .....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	17

## RESUMO

**Introdução:** A instrumentação é considerada uma das etapas mais importantes no tratamento endodôntico. A literatura é inconclusiva quanto ao alargamento ideal de preparação apical, propondo diferentes protocolos e técnicas de instrumentação, principalmente no que tange ao seu efeito no reparo de lesões periapicais. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do alargamento apical no reparo dos tecidos periapicais de ratos com periodontite apical induzida. **Métodos:** Foram utilizados 24 ratos Wistar distribuídos em 03 grupos experimentais. A primeira fase consistiu na indução da formação das lesões periapicais nos primeiros molares inferiores de ambos os lados, deixando os canais radiculares expostos ao meio oral por três semanas. A seguir, no Grupo 01 o preparo pela técnica seriada foi realizado até o instrumento #20, no grupo 02 até #25 e no Grupo 03 até #30. Os canais foram obturados 0,5 mm aquém do forame apical, pela técnica do cone único de gutapercha e cimento AH Plus e posteriormente selados com cimento de ionômero vidro. Após três semanas foi realizada a eutanásia. O reparo periapical foi avaliado através de radiografias digitais e análises histológica e os dados obtidos foram analisados por meio dos testes de ANOVA e Kruskal-Wallis com o objetivo de determinar se o aumento progressivo da preparação apical fornece um benefício adicional na reparação apical. **Resultados:** Foi observada uma diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no reparo a favor de todos os grupos experimentais quando comparando aos seus respectivos controles. Estes resultados foram respaldados pela análise histológica. Radiograficamente, observou-se leve tendência de melhora na cicatrização periapical para o maior alargamento apical (grupo 3).

**Conclusão:** Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os três grupos experimentais, mas foi possível apreciar radiograficamente uma tendência de melhora no grupo de maior instrumentação (grupo 3: # 30).

**Palavras-chave:** Endodontia; Lesão periapical; Instrumentação endodôntica; Reparo apical; Reparação; Radiografia digital.

## ABSTRACT

**Introduction:** Instrumentation is considered one of the most important steps in endodontic treatment. The literature is controversial with regards to the optimal apical enlargement, especially as to the repair of periapical lesions, proposing different protocols and instrumentation techniques. This study aimed to evaluate the influence of apical enlargement in the process of apical repair in rats. **Methods:** 24 Wistar rats were divided into 03 experimental groups. Periapical lesion of the first molars on both sides was induced, leaving the root canals exposed to the oral cavity for three weeks. Group 01 consisted of preparation until a #20 file, Group 02 until #25 and Group 03 until #30 file. One molar has been instrumented, while the opposite side was a negative control for apical repair. Root canals were filled 0.5 mm from the apex, with single cone technique of gutta-percha and sealer. After three weeks, the animals were euthanized. Periapical repair was evaluated by digital radiographs and optical microscopy of histological sections (HE) and the data were analyzed using ANOVA test and Kruskal-Wallis test, aiming to establish whether the progressive increase of apical preparation provides an additional benefit in apical repair. **Results:** Periapical repair was evaluated using digital radiographs. Radiographic limits of the lesions were marked, finding a significant difference ( $p \leq 0.05$ ) in the repair in favor of all groups compared to their respective controls. These results were supported by histological analysis. There was a trend towards improvement in the periapical healing for the larger apical enlargement (group 3). **Conclusion:** No significant difference was found between the three experimental groups, but it was possible to appreciate radiographically an improving trend for the group of more instrumentation (third group: #30).

**Keywords:** Endodontic; Apical periodontitis; Endodontic instrumentation; Apical repair; Repair; Digital radiography.

## INTRODUÇÃO

O papel das bactérias na iniciação, propagação e persistência da periodontite apical é conhecido, assim como a importância da desinfecção do canal radicular para a regressão das lesões periapicais estabelecidas <sup>1,2</sup>. Uma vez infectado, o espaço do canal radicular parece atuar como uma câmara de incubação seletiva para as bactérias <sup>3</sup>, assim, um melhor prognóstico é visto quando não há lesão apical presente <sup>4</sup>.

A necessidade de se prevenir e ou controlar a infecção endodôntica, visando o reparo das estruturas perirradiculares e o restabelecimento da função dentária normal e da saúde bucal, forma a base sólida na qual se fundamenta a Endodontia Contemporânea. Para atingir este objetivo, o tratamento endodôntico apresenta três etapas principais de controle da infecção: o preparo químico- mecânico, a medicação intracanal e a obturação do sistema de canais radiculares <sup>5</sup>. Das três fases mencionadas, é a primeira, na qual vai ser mantido o foco do presente estudo.

A preparação do sistema de canais radiculares é considerada como uma das etapas mais importantes no tratamento endodôntico <sup>6,7</sup>. Em 1974, Schilder <sup>6</sup> já enfatizava a necessidade de limpeza do sistema de canais radiculares, com instrumentos e irrigação abundante e cunhou o axioma "o que sai é tão importante quanto o que se coloca". Esta etapa inclui a remoção do tecido vital e necrótico do sistema de canais radiculares, juntamente com a dentina radicular infectada e, em casos de retratamento, a remoção de materiais metálicos e não metálicos com o objetivo de preparar o espaço do canal radicular para facilitar a desinfecção por irrigantes e medicamentos. Assim, o preparo do canal é a fase essencial que elimina a infecção, evitando deste modo uma futura patologia periapical.

Em dentes infectados, os microrganismos podem ser encontrados nos túbulos dentinários adjacentes ao canal radicular <sup>8</sup>. Uma maior limpeza do canal radicular é obtida com uma instrumentação progressivamente maior, portanto, é recomendável remover a camada mais densamente infectada da dentina <sup>9</sup>. Ainda assim, nenhuma

técnica de instrumentação assegura a eliminação de todos os detritos e bactérias<sup>10,11</sup>.

Em canais retos, é um processo bastante simples, no entanto, em canais curvos, representa uma tarefa difícil. O tamanho em que o canal será ampliado constitui um dos temas mais controversos da endodontia<sup>12</sup>. Nas últimas décadas, a atenção centrou-se na forma ideal de instrumentação, em particular na porção mais apical, a fim de diminuir a carga microbiana, favorecer a configuração do canal para a obturação e o consequente reparo. As dificuldades para atingir estes objetivos se encontram relacionadas à complexidade da anatomia apical, à posição e a topografia do mesmo<sup>13,14</sup>.

Com base nos achados de que o diâmetro pré-operatório do forame apical é aproximadamente 500-680 µm, uma média de preparação apical de 300-350 µm, o equivalente a limas #25-35, tem sido recomendado<sup>15-17</sup>. No entanto, este conceito tem sido questionado fundamentalmente por estudos histológicos que demonstraram que 15-30% das paredes dos canais radiculares permanecem intactas e não preparadas, mesmo quando utilizados os calibres de instrumentos recomendados<sup>18</sup>.

Diante a incerteza ao exposto, foram propostos dois conceitos diferentes. O primeiro tem por objetivo manter o diâmetro apical pequeno. Schilder propõe manter a preparação apical tão pequena quanto prática<sup>6,7</sup>. O segundo conceito tem como objetivo a remoção periférica total da dentina infetada<sup>19</sup>. A regra tradicional tem sido de preparar três tamanhos além da primeira lima que trava no comprimento de trabalho<sup>20</sup>. Estudos posteriores até mesmo analisam a necessidade de ampliar com um número de limas pelo menos seis a oito vezes maiores à inicial<sup>21,22</sup>.

Com base na primeira teoria, encontramos na literatura um estudo clássico desenvolvido por Yared e Bou Dagher<sup>23</sup> onde foi avaliada a influência do alargamento apical em 60 dentes unirradiculares de pacientes adultos. Não houve diferença estatisticamente significativa na redução bacteriana entre os grupos instrumentados com limas #25 ou #40. Seguindo a mesma linha de pensamento, encontramos os resultados de Souza *et al.*<sup>24</sup>, no qual 80 dentes com lesões

periapicais foram tratados. A análise estatística não revelou diferenças significativas entre os grupos que foram alargados com até 03 limas maiores do que a lima inicial, e o grupo que recebeu instrumentação de até 04 limas.

Ullmann *et al.*<sup>25</sup> avaliaram *in vitro* a presença de transporte apical em 60 raízes mesiais de molares inferiores, observando que instrumentos de tamanhos #35 e #40 causavam transporte apical significativo. Assim também, Brito-Junior *et al.*<sup>26</sup> avaliaram o transporte apical associado ao sistema rotatório ProTaper Universal. Os instrumentos do sistema foram utilizados no comprimento de trabalho seguindo a sequência do fabricante (S1, S2, F1, F2, F3). Radiografias foram tomadas após a utilização dos instrumentos F1, F2 e F3, com cada instrumento inserido no canal radicular. As imagens radiográficas foram sobrepostas e, com ajuda de um software verificou-se que o tamanho do instrumento afetava significativamente o transporte apical. O instrumento F3 (#30) mostrou o maior transporte apical. Os autores concluíram que o transporte apical em canais curvos foi menor quando as limas de preparo apical de menor diâmetro foram utilizadas no preparo. Assim, este conceito de alargamento apical mínimo tem sido sugerido para conservar a estrutura do dente e limitar a extrusão de materiais de obturação.

As rachaduras ou trincas observadas no periápice, e que poderiam ser a causa de fracasso do tratamento endodôntico, também foram atribuídas como consequência de uma instrumentação exagerada. Adorno *et al.*<sup>27</sup> compararam os efeitos de limas níquel-titânio (NiTi) utilizadas em diferentes diâmetros (#25-30-35), sobre o início de rachaduras profundas apicais, encontrando que a maior quantidade de trincas pertencia ao grupo instrumentado com lima #35.

Com uma análise crítica sobre os conceitos acima mencionados, Spångberg<sup>28</sup> expõe seu desconforto sobre as novas práticas de técnicas *crown-down* (coroa-ápice), que segundo ele, esqueceram-se da importância da preparação apical adequada. Argumenta que os instrumentos rotatórios de níquel-titânio, comercializados nos últimos tempos, defendem o uso de pequenas preparações apicais, para reduzir assim o número total de instrumentos utilizados, o que se torna um atrativo para os

consumidores. Deste modo, conjuntos de instrumentos de 04 ou 05 limas com um tamanho apical final ISO #20 ou #25 estão sendo distribuídos.

Kerekes e Tronstad <sup>29-31</sup> através do microscópio óptico investigaram o diâmetro real dos canais radiculares. Foi observado que tanto em dentes anteriores, pré-molares e molares o diâmetro apical é muito maior do que muitas vezes se supõe o que leva a pensar que os instrumentos utilizados na clinica diária não têm o calibre suficiente para efetuar uma limpeza adequada.

Apoiando o conceito da instrumentação do terço apical com limas de maior calibre, se encontram estudos descrevendo que quanto maior a instrumentação, melhor é a limpeza e remoção dos detritos do interior do canal, como consequência de uma melhor penetração do líquido irrigante. Assim, Albrecht *et al.* <sup>32</sup> avaliaram o efeito da utilização de limas GT Profile tamanho #20 ou #40 na remoção dos detritos dentinários de 48 dentes extraídos (incisivos, caninos e pré-molares). Os resultados sugeriram que o detrito foi removido com maior efetividade nos canais instrumentados com lima de tamanho #40. Marinho *et al.* <sup>33</sup> observaram através de seu estudo que a redução da endotoxina *Escherichia coli* inoculada em 30 pré-molares inferiores extraídos foi significativamente maior nos grupos instrumentados com limas #35 #40 quando comparado com o grupo instrumentado só até lima #25.

Card *et al.* <sup>34</sup> analisaram se a instrumentação com diâmetros maiores que o padrão ISO seria mais eficaz para remover bactérias cultiváveis do canal. Para isso, 40 pacientes com evidência clínica e radiográfica de lesão periapical foram recrutados. A amostragem bacteriana foi realizada durante e depois de cada uma das instrumentações. A primeira instrumentação utilizou 1% de NaOCl e limas rotatórias ProFile ® de 0.04 de conicidade. A segunda instrumentação utilizou limas LightSpeed ® e irrigação com NaOCL 1%. Os molares foram instrumentados com limas de tamanho #60 e caninos/pré-molares com limas de tamanho #80. Diferenças significativas foram encontradas entre a amostra inicial e as amostras após a primeira e segunda instrumentação, mas, as diferenças entre as amostras que se seguiram os dois regimes de instrumentação não foram significativas. Concluíram

que o sistema de canais radiculares pode tornar-se livre de bactérias quando a preparação deste tipo (#60-80) é utilizada.

A literatura aponta diversas pesquisas discorrendo sobre o alargamento ideal de preparação apical, propondo diferentes protocolos e técnicas de instrumentação (**Tabela 1**).

O maior alargamento apical é ainda tema controverso na Endodontia. Nenhum estudo até agora mostrou uma relação definitiva entre a dilatação apical e o sucesso ou fracasso na clínica diária. Os defensores de preparações apicais maiores sugerem este como a forma mais previsível de limpar e desinfetar. No entanto, demonstrou-se que a irrigação com hipoclorito de sódio a 5.25% seguido de EDTA é capaz de produzir superfícies limpas mesmo em canais radiculares não corretamente instrumentados <sup>35</sup>, também se encontra o estudo de Coldero *et al.* <sup>36</sup> onde não encontraram diferença significativa na redução bacteriana intracanal entre o grupo que foi instrumentado até o ápice radicular e o grupo que só foi preparado até o terço médio.

Considerando a insuficiência de estudos neste aspecto e a necessidade de uma melhor compreensão dos fatores que afetam o resultado do tratamento endodôntico, o objetivo deste estudo foi elucidar a influencia do alargamento apical sobre o processo de cicatrização dos tecidos.

**Tabela 1.** Resumo de evidências sugerindo diferentes diâmetros de preparação apical. Observa-se a discordância entre muitos dos resultados.

Tamanho	Autor (ano)	Conclusão	Desenho experimental
.....	Schilder (1974)	Preparação apical tão pequeno quanto prático	.....
#25-35	Ingle <i>et al</i> (1994) Kuttler (1955) Senia (2001)	Com base nos achados de que o diâmetro pré-operatório do forame apical é aprox. 500-680 µm, uma média de preparação apical de 300-350 µm tem sido recomendado pela ISO.	.....
#25-30	Walton (1976)	15-30% das paredes dos canais radiculares permaneceram intactas e não preparadas, mesmo quando utilizados os calibres de instrumentos ISO recomendados	<i>In situ</i> (pacientes)
#45	Hulsmann <i>et al</i> (2001) Paque <i>et al</i> (2005) Rödig <i>et al</i> (2007)	Mais de 25% do diâmetro despreparado utilizando diferentes sistemas rotatórios NiTi de tamanho #45	<i>In vitro</i>
#40-50 #60-70	Hecker <i>et al</i> (2010)	Pré-molares com 1 canal até #60-70 e de 2 canais até #40-50	<i>In vitro</i>
#25 ou #40	Yared e Dagher (1994)	Não houve diferença estatisticamente significativa na redução bacteriana entre os dois grupos	<i>In vitro</i>
.....	Souza <i>et al</i> (2012)	Não revelou diferenças significativas entre grupos que foram alargados com até 03 limas maiores do que a lima inicial, e o grupo com instrumentação de até 04 limas	<i>In situ</i> (pacientes)
< #35 e #40	Ullmann <i>et al</i> (2008)	Instrumentos de tamanhos #35 e #40 já causavam transporte apical significativo.	<i>In vitro</i>
#40	Albrecht <i>et al</i> (2004)	Os detritos foram removidos com maior efetividade com lima de tamanho #40 quando comparando com a lima #20.	<i>In vitro</i>
#35-40	Marinho <i>et al</i> (2012)	Maior redução da endotoxina <i>Escherichia coli</i> nos grupos instrumentados com lima #35-40 quando comparando com a lima #25	<i>In vitro</i>
.....	Coldero <i>et al</i> (2002)	Não encontraram diferença significativa na redução bacteriana entre o grupo que foi instrumentado até o ápice radicular e o grupo que foi preparado até o terço médio.	<i>In vitro</i>
#60 #80	Card <i>et al</i> (2002)	Concluíram que o sistema de canais radiculares pode tornar-se livre de bactérias quando a preparação deste tipo é utilizada. #60 para molares e #80 para caninos e pré-molares.	<i>In situ</i> (pacientes)
<#35	Adorno <i>et al</i> (2011)	Encontraram um maior número de trincas periapicais instrumentando com lima #35 quando comparando com limas #25-30.	<i>In vitro</i>
<#40	Çapar <i>et al</i> <sup>37</sup> (2015)	O início e a propagação de trincas foram associados a instrumentos F2 (#25) e F4 (#40), respectivamente.	<i>In vitro</i>
>#25	Plotino <i>et al</i> <sup>38</sup> (2014)	Preparações apicais mais limpas com instrumentações superiores a lima #25	<i>In vitro</i>

## **CONCLUSÃO**

A avaliação histológica e radiológica apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na diminuição da lesão periapical, quando compararam os grupos experimentais com os controles.

Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os três grupos experimentais, mas foi possível apreciar radiograficamente uma tendência de melhoria no grupo de maior instrumentação (grupo 3: # 30)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg* 1965;20:3409.
2. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod* 2000;26:751-5.
3. Fabricius L, Dahlen G, Ohman A, Moller AJ. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. *Scand J Dent Res* 1982;9:134-44.
4. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498–504.
5. Siqueira JF JR. Strategies to treat infected root canals. *J Calif Dent Assoc* 2001;29(12):825-37.
6. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-296.
7. Ruddle C. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO: Mosby 2002:231–292.
8. Ando N, Hoshino E. Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentin. *Int Endod J* 1990;23:20-7.

9. Wu MK, Barkis S, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 2002;35:264-267.
10. Dalton BC, Ørstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel - titanium rotary instrumentation. *J Endod* 1998;24:763-7.
11. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 2004;30:110-112.
12. Hulsmann M, Peters O, Dummer P. Mechanical preparation of root canals:shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005;10:30-76
- 13.Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960;13:728-733.
- 14.Chapman CE. A microscopic study of the apical region of human anterior teeth. *J of the British Endod Society* 1969;3:52-58.
15. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 1955;50:544-552
16. Ingle JI, Bakland LK, Peters DL, Buchanan LS, Mullaney TP. Endodontic cavity preparation. In: Ingle JI, Bakland LK, eds. *Endodontics*. 4th Edn. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994:92-227.
17. Senia ES. Canal diameter: the forgotten dimension. *Dent Today* 2001;20(5):58-62

18. Walton RE. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. *J Endod* 1976;2:304-311
19. Rollison S, Barnett F, Stevens RH. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surg* 2002;94:366-71.
20. Weine F S. *Endodontic Therapy*, 5th ed, St. Louis: Mosby, 1996
21. Weiger R, Bartha T, Kalwitzki M, Löst C. A clinical method to determine the optimal apical preparation size. Part I. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:686-9.
22. Hecker H, Bartha T, Löst C, Weiger R. Determining the apical preparation size in premolars: part III. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radio Endod* 2010;110(1):118-124.
23. Yared GM, Dagher FE. Influence of apical enlargement on bacterial infection during treatment of apical periodontitis. *J Endod* 1994;20:535-537.
24. Souza RA, Dantas JC, Brandão PM, Colombo S, Lago M, Duarte MA. Apical third enlargement of the root canal and its relationship with the repair of periapical lesions. *Europ J Dent* 2012;6:385-388.
25. Ullmann F, Vianna E, Camargo V, Branco F, Só M V, Soares F. Apical Transportation: A Comparative Evaluation of Three Root Canal Instrumentation Techniques with Three Different Apical Diameters. *J Endod* 2008;34(12):1545-1548.

26. Brito-Junior M, Faria-e-Silva AL, Camilo CC, Pereira RD, Braga MA, Souza Neto MD. Apical transportation associated with ProTaper® universal F1, F2 and F3 instruments in curved canals prepared by undergraduate students. *J Appl Oral Sci.* 2013 Nov;22(2):98-102.
27. Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *J Endod* 2011;37:522–5.
28. Spangberg L. The wonderful world of rotary root canal preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radio Endod* 2001;92:479.
29. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human anterior teeth. *J Endod* 1977;3:24-9.
30. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human premolars. *J Endod* 1977;3:74-9.
31. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod* 1977;3:114-8.
32. Albrecht L, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of Apical Debris Removal Using Various Sizes and Tapers of ProFile GT Files. *J Endod* 2004;30(6):425-428.
33. Marinho A, Martinho F, Zaia A, Ferraz C, Gomes B. Influence of the apical enlargement size on the endotoxin level reduction of dental root Canals. *J Appl Oral Sci* 2012;20(6):661-6.

34. Card S, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The Effectiveness of Increased Apical Enlargement in Reducing Intracanal Bacteria. *J Endod* 2002;28(11):779-783.
35. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscope evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 1987;13:147–57.
36. Coldero L, McHugh S, MacKenzie D, Saunders W. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int Endod J* 2002;35:437-446.
37. Çapar I, Uysal B, Ok E, Arslan H. Effect of the Size of the Apical Enlargement with Rotary Instruments, Single-cone Filling, Post Space Preparation with Drills, Fiber Post Removal, and Root Canal Filling Removal on Apical Crack Initiation and Propagation. *J Endod* 2015;41(2):253-256.
38. Plotino G, Grande N, Tocci L, Testarelli L, Gambarini G. Influence of Different Apical Preparations on Root Canal Cleanliness in Human Molars: a SEM Study. *J Oral Maxillofac* 2014;5(2):1-8.
39. Scarparo RK, Dondoni L, Bottcher DE, Grecca FS, Rockenbach MI, Batista EL Jr. Response to intracanal medication in immature teeth with pulp necrosis: an experimental model in rat molars. *J Endod* 2011;37(8):1069-73.
40. Duarte P, Gomes-Filho J, Ervolino E, Sundefeld M, Wayama M, Lodi C, Junior ED, Cintra LTA. Histopathological Condition of the Remaining Tissues after Endodontic Infection of Rat Immature Teeth. *J Endod* 2014;40(4):538-42.

41. Tuncer Ak, Gerek M. Effect of Working Length Measurement by Electronic Apex Locator or Digital Radiography on Postoperative Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2014;40(1):38-41.
42. Kim E1, Lee SJ. Electronic apex locator. *Dent Clin North Am.* 2004 Jan;48(1):35-54.
43. Brandão P. Influência da instrumentação do canal cementário e do cimento obturador no reparo de lesões periapicais: estudo em ratos. 2014. Dissertação de mestrado em endodôntia. Private practice, Bahia, BRAZIL.
44. Wolfson EM, Seltzer S. Reaction of rat connective tissue to some gutta-percha formulations. *J Endod* 1975;1:395-402.
45. Leonardo MR, Salgado AAM, Silva LAB, Tanomaru Filho M. Apical and periapical repair of dogs' teeth with periapical lesions after endodontic treatment with different root canal sealers. *Pesquisa Odontológica Brasileira* 2003;17(1):69-74.
46. Reis, Magda de Sousa. Efeito biológico do Biodentine® e do MTA sobre exposição de tecido pulpar e periodontal da furca: estudo em ratos. Tese (Doutorado em Odontologia) - PUCRS, Fac. de Odontologia 2015. 90 f
47. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International Dental Journal* 2008;58(6):329-342.