



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**  
Centro Biomédico  
Faculdade de Odontologia

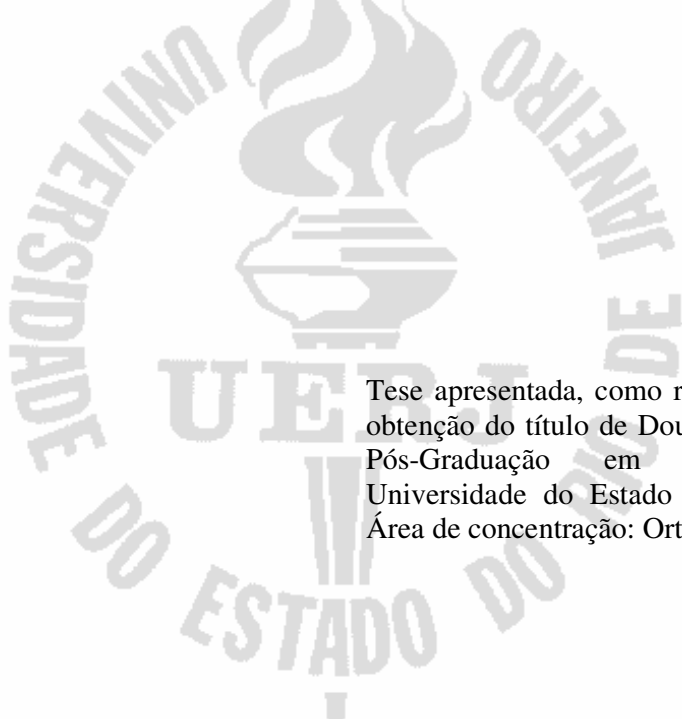
Mariana de Pinho Noronha

**Reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica, movimentados  
ortodonticamente: análise histológica e estereológica**

Rio de Janeiro  
2008

Mariana de Pinho Noronha

**Reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica, movimentados  
ortodonticamente: análise histológica e estereológica**



Tese apresentada, como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor, ao Programa de  
Pós-Graduação em Odontologia, da  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Área de concentração: Ortodontia.

Orientadores: Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuani

Rio de Janeiro  
2008

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/CBB

N789      Noronha, Mariana de Pinho.  
Reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica,  
movimentados ortodonticamente : análise histológica e estereológica /  
Mariana de Pinho Noronha. – 2008.  
82 f.

Orientador: Marco Antonio de Oliveira Almeida.  
Co-orientadora: Maria Bernadete Sasso Stuani.  
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Odontologia

1. Endodontia. 2. Ortodontia corretiva. 3. Reabsorção da raiz (Dentes).  
4. Periodontite. 5. Doenças periapicais. I. Almeida, Marco Antonio de  
Oliveira. II. Stuani, Maria Bernadete Sasso. III. Universidade do Estado do  
Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. IV. Título.

CDU  
616.314

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

---

Assinatura

---

Data

Mariana de Pinho Noronha

**Reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica, movimentados ortodonticamente: análise histológica e estereológica**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Aprovado em 18 de julho de 2008.

Orientadores:

---

Prof. Dr. Marco Antonio de Oliveira Almeida  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuari  
Faculdade de Odontologia da USP – Ribeirão Preto

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Álvaro de Moraes Mendes  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cátia Cardoso Abdo Quintão  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ione Helena Vieira Portella Brunharo  
Faculdade de Odontologia da UERJ

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mamie Misusaki Iyomasa  
Faculdade de Odontologia da USP – Ribeirão Preto

---

Prof. Dr. Tatsuko Sakima  
Faculdade de Odontologia da UNESP - Araraquara

Rio de Janeiro  
2008

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Élide e Paulo, pelo amor e apoio que sempre me dedicaram, por me fazerem tão feliz.

Ao meu irmão Fábio, pela amizade e companheirismo.

À minha avó Eny, por se preocupar comigo.

Ao Eduardo, por estar ao meu lado, pelo carinho e compreensão.

Eu amo vocês!

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Marco Antonio de Oliveira Almeida, meu orientador, confesso que é extremamente difícil para mim, através de poucas palavras, manifestar o meu reconhecimento pelo seu apoio durante todo o período de elaboração deste trabalho. Sua disponibilidade constante e segurança na orientação deram-me sempre a certeza de estar no caminho correto. Sinto-me extremamente honrada de ter tido a oportunidade de receber seus ensinamentos profissionais.

À Professora Doutora Maria Bernadete Sasso Stuani, minha orientadora, presença constante durante o desenvolvimento deste trabalho desde sua fase experimental. Você foi uma grande incentivadora, sempre pronta a, com entusiasmo, transmitir-me seus profundos conhecimentos. Muito me alegra saber que tenho você como amiga.

À professora Doutora Cátia Cardoso Abdo Quintão, Coordenadora do Curso de Doutorado, a quem tenho acompanhado com admiração, pela sua incansável preocupação em divulgar o nome da UERJ, tornando a instituição cada vez mais respeitada e conhecida, e pela constante busca da excelência dos trabalhos científicos realizados nesta instituição. Também sempre pude contar com seu irrestrito apoio e amizade.

Ao Professor Doutor Álvaro de Moraes Mendes, por sua competência e serenidade na transmissão de seus conhecimentos acadêmicos durante todos esses anos de convivência. Meus agradecimentos e admiração!

Ao Professor Doutor Jonas Capelli Júnior, sempre um exemplo de dedicação e competência, agradeço pelos ensinamentos recebidos desde a especialização.

Aos Professores Doutores Álvaro Francisco Carriello Fernandes, Antônio Carlos Peixoto da Silva, Flávia Raposo Gebara Artese, José Augusto Mendes Miguel, Maria Teresa de Andrade Goldner e Vera Lúcia Cosendey pelo carinho que sempre me dispensaram. À Professora Doutora Ione Helena Vieira Portella Brunharo, gosto muito de lembrar que você é minha amiga. Obrigada por tudo!

Às minhas colegas de Doutorado e amigas Andréa Sasso Stuani e Clarice Nishio - juntas vivemos dificuldades e alegrias e juntas realizamos conquistas. Andréa, sei que sempre posso contar com você!

Ao Professor Doutor Carlos Alberto Mandarin-de-Lacerda, chefe do Laboratório de Morfometria e Morfologia Cardiovascular do Instituto de Biologia do Centro Biomédico da UERJ, meus agradecimentos pela orientação quanto à metodologia de análise estereológica do trabalho e disponibilização do laboratório que foi essencial na obtenção dos resultados desta pesquisa.

À Doutora Gisele Faria, professora da disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, pela amizade, constante apoio e pela responsabilidade dos tratamentos endodônticos realizados no experimento.

À Professora Doutora Léa Assed Bezerra, pela fundamental e experiente participação no experimento.

Ao Edson Campos Rodrigues dos Santos, funcionário do biotério da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP, por sua dedicação no cuidado com os animais utilizados na pesquisa.

À Médica Veterinária Caroline Florento Baldo, pelo profissionalismo e cuidado com os animais.

À Mônica Christina de Souza Marques, secretária da Associação de Ex-alunos da UERJ, pela amizade, atenção e disponibilidade.

Aos funcionários técnicos administrativos da Pós-Graduação da FO-UERJ, Antonio Dias da Silva, Denise Muniz da Cruz e José Carlos Barbosa de Medeiros pela assistência prestada.

Honrar um pensador não é elogiá-lo, nem mesmo interpretá-lo, mas discutir sua obra, mantendo-o, dessa forma, vivo e demonstrando, em ato, que ele desafia o tempo e mantém sua relevância.

*Cornelius Castoriadis*



## RESUMO

NORONHA, Mariana de Pinho. **Reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica, movimentados ortodonticamente:** análise histológica e estereológica. 2008. 82f. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

O objetivo deste estudo foi determinar histologicamente, através de método estereológico, a incidência de reabsorção radicular em dentes de cães, com lesão periapical crônica experimentalmente induzida, submetidos a tratamento endodôntico, e movimentados ortodonticamente, imediatamente e após 40 dias da endodontia. Foram utilizados os pré-molares de 5 cães, totalizando 80 raízes, divididas em 5 grupos: Grupo I, dentes em que foram induzidas lesões periapicais e movimentação ortodôntica 40 dias após o tratamento endodôntico; Grupo II, dentes em que foram induzidas lesões periapicais, nos mesmos dias que no Grupo I, e não foi feita movimentação ortodôntica (controle positivo); Grupo III, dentes em que foram induzidas lesões periapicais e movimentação ortodôntica imediatamente após o tratamento endodôntico; Grupo IV, dentes em que foram induzidas lesões periapicais, nos mesmos dias que no Grupo III, e não foi feita movimentação ortodôntica (controle positivo) e Grupo V, dentes que foram mantidos hígidos (grupo controle). Todos os tratamentos endodônticos foram realizados com o emprego do curativo de demora com pasta à base de hidróxido de cálcio e os canais foram obturados com cones de guta-percha e cimento obturador *AH Plus*. Após o período experimental, os animais foram mortos por sobredose anestésica e, os espécimes obtidos, fixados e incluídos em parafina. Os cortes de 5µm, corados com hematoxilina e eosina foram submetidos à avaliação estereológica. A análise dos resultados foi feita através de modelos estatísticos lineares generalizados e o nível de significância considerado foi de 5%. Comparando-se as porcentagens de áreas de reabsorção dos Grupos I, II e V observou-se que o Grupo I apresentou maior proporção de reabsorção comparado com os outros dois grupos ( $p=0,0021$ ); comparando-se os Grupos III, IV e V, o Grupo III foi o que apresentou maior quantidade de áreas de reabsorção ( $p=0,0018$ ). Já comparando-se os Grupos I e III os resultados foram estatisticamente semelhantes para ambos os grupos ( $p=0,5924$ ). De acordo com os resultados, dentes com lesão periapical crônica, experimentalmente induzida, movimentados ortodonticamente imediatamente após o tratamento endodôntico apresentaram porcentagens de áreas com reabsorção radicular semelhantes àqueles movimentados 40 dias após o tratamento endodôntico. E ainda, a movimentação ortodôntica induziu um aumento na porcentagem de áreas de reabsorção radicular.

**Palavras-chaves:** Endodontia. Ortodontia. Reabsorção da raiz. Movimentação dentária. Periodontite periapical.

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine through stereologic analysis, the incidence of root resorption on dogs' teeth, with experimentally induced chronic periapical lesions, orthodontically moved immediately after the endodontic treatment and 40 days after the endodontic treatment. Premolars of 5 dogs, a total of 80 roots, were divided into 5 groups: Group I, teeth under induced chronic periapical lesions and orthodontically moved 40 days after the end of the endodontic treatment; Group II, teeth with chronic lesions induced at the same days as in Group I, that were not orthodontically moved (positive control group); Group III, teeth that underwent induced chronic lesions and were orthodontically moved immediately after the end of the endodontic treatment; Group IV, teeth with chronic lesions induced at the same days as in Group III, that were not orthodontically moved (positive control group) and Group V the hygid teeth (control group). In all cases the calcium hydroxide-based root canal dressing was used and the canals were filled with gutta-percha cones and AH Plus sealer. After the experimental period, the animals were killed by anesthetic overdose and the obtained specimens were fixed and embedded in paraffin. Stereological evaluation of root resorption was performed on the 5µm thick hematoxylin-eosin-stained sections. The results were submitted to statistical general linear models and the level of significance chosen was 5%. When comparing the resorption areas of Groups I, II and V, it was observed that Group I showed greater percentage of resorption areas ( $p=0.0021$ ); comparing the results of Groups III, IV and V, it was noticed that Group III showed more resorption areas ( $p=0.0018$ ). But there was no statistical difference when comparing the results of Groups I and III ( $p=0.5924$ ). According to the results, teeth presenting experimentally induced periapical lesion, orthodontically moved immediately after endodontic treatment had percentage areas of resorption similar to those moved 40 days after the endodontic treatment. Yet, the orthodontic movement increased the percentage of root resorption areas.

**Keywords:** Endodontics. Orthodontics. Root resorption. Tooth movement. Periapical periodontitis.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema das semelhanças e diferenças entre o tecido ósseo e o cimento .....	18
Figura 2 - Classificação das reabsorções apicais associadas à movimentação dentária induzida em graus de severidade: grau 0, sem reabsorção; grau 1 contorno apical irregular; grau 2, reabsorção moderada, redução de comprimento radicular de até 2 mm; grau 3, reabsorção acentuada, perda de aproximadamente 1/3 do comprimento da raiz; grau 4, reabsorção extrema, perda de mais de 1/3 do comprimento da raiz.....	24
Quadro 1 - Representação esquemática dos quadrantes das bocas dos cães e os diversos procedimentos realizados. ....	47
Figura 3 - Exodontia de terceiro pré-molar inferior: A) odontosseção com motor de alta rotação; B) dente seccionado; C) luxação e extração com fórceps cirúrgico; D) sutura após a extração. ....	49
Figura 4 - Indução de lesões periapicais: A) mechas de algodão inseridas nas entradas dos canais radiculares; B) selamento com cimento provisório; C) radiografia periapical padronizada, logo após selamento coronário.....	51
Figura 5 - Tomada radiográfica com o uso de posicionadores.....	52
Figura 6 - Preparo biomecânico: A) adaptação de grampo para isolamento absoluto; B) isolamento absoluto do campo operatório; C) remoção do selamento coronário e reabertura dos canais; D) irrigação/aspiração dos canais radiculares. ....	54
Figura 7 - Obturação dos canais radiculares: A) odontometria; B) secagem com pontas de papel absorvente e colocação do curativo de demora; C) inserção do cone de guta-percha principal; D) obturação dos canais. ....	56
Figura 8 - Aparelho ortodôntico: A) calibração da força; B) mola ativada. ....	58
Figura 9 - Radiografias periapicais: A) tomada radiográfica após cimentação das coroas metálicas; B) início da movimentação ortodôntica; C) término da movimentação ortodôntica (60 dias após o início); D) período de contenção (60 dias).....	58
Figura 10 - As lâminas histológicas foram analisadas ao microscópio óptico. Um sistema-teste de linhas foi utilizado para avaliar a porcentagem de reabsorção radicular presente. ....	61

Figura 11 - Imagens histológicas do terço apical das raízes dos diferentes grupos experimentais. ....	64
Gráfico 1 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo. ....	66
Gráfico 2 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo .....	68
Gráfico 3 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo .....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre os Grupos I vs Grupo II vs Grupo V, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor.....	64
Tabela 2 - Comparações entre os Grupos I, II e V com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas.....	65
Tabela 3 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança. ....	65
Tabela 4 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo. ....	66
Tabela 5 - Comparação entre os Grupos III vs Grupo IV vs Grupo V, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor.....	66
Tabela 6 - Comparações entre os Grupos III, IV e V com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas.....	67
Tabela 7 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança. ....	67
Tabela 8 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo. ....	68
Tabela 9 - Comparação entre os Grupos I e Grupo III, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor .....	68
Tabela 10 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança. ....	69
Tabela 11 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo. ....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu\text{m}$	- micrometro, equivale à milésima parte do milímetro
CEUA	- comitê de ética no uso de animais
cm	- centímetro
cN	- centi-newton (1cN equivale a 1 gf –grama-força)
CRD	- comprimento real do dente
CRT	- comprimento real de trabalho
EDTA	- etilenodiamino-tetracético
GL	- graus de liberdade
HE	- hematoxilina e eosina
IAF	- instrumento apical foraminal
IAI	- instrumento apical inicial
ISO	- International Organization for Standardization
kV	- kilovoltagem
Lv	- densidade de comprimento
mA	- miliamperagem
MHz	- MegaHertz
mL	- mililitro
NaCl	- cloreto de sódio
Nv	- densidade numérica
PMCC	- paramonoclorofenol canforado
P <sub>p</sub>	- pontos da estrutura
P <sub>T</sub>	- pontos totais
RRIOI	- reabsorção radicular inflamatória ortodonticamente induzida
s	- segundos
Sv	- densidade de superfície
Vs	- versus
Vv	- densidade de volume

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1 Cimento.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2 Reabsorção radicular .....</b>	<b>20</b>
<i>1.2.1 Reabsorção radicular ortodôntica .....</i>	<i>22</i>
<i>1.2.2 Causas da reabsorção radicular ortodôntica .....</i>	<i>26</i>
<i>1.2.3 Descrição histológica da reabsorção radicular ortodôntica .....</i>	<i>33</i>
<b>1.3 A movimentação dentária ortodôntica .....</b>	<b>34</b>
<b>1.4 A Ortodontia e a Endodontia.....</b>	<b>36</b>
<i>1.4.1 Tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical.....</i>	<i>39</i>
<i>1.4.2 Estereologia: método quantitativo em morfologia.....</i>	<i>41</i>
<b>2 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1 Procedimentos experimentais em cães .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2 Procedimentos de anestesia.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3 Intervenção cirúrgica.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4 Indução das lesões periapicais .....</b>	<b>49</b>
<b>3.5 Preparo biomecânico dos canais radiculares .....</b>	<b>50</b>
<b>3.6 Emprego do curativo de demora .....</b>	<b>54</b>
<b>3.7 Obturação dos canais radiculares .....</b>	<b>55</b>
<b>3.8 Montagem do aparelho ortodôntico e movimentação dentária.....</b>	<b>57</b>
<b>3.9 Processamento histológico .....</b>	<b>59</b>
<b>3.10 Avaliação histológica/esterológica .....</b>	<b>60</b>
<b>3.11 Análise estatística .....</b>	<b>61</b>

<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
<b>4.1 Histologia descritiva.....</b>	<b>63</b>
<b>4.2 Avaliação estereológica .....</b>	<b>64</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO A – Aprovação do projeto pelo Comitê de Ética no Uso de Animais .....</b>	<b>82</b>



## INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular externa é um fenômeno continuamente associado à movimentação ortodôntica (BREZNIAK e WASSERSTEIN, 1993a, 1993b; VLASKALIC, BOYD e BAUMRIND, 1998). Os fatores de risco para a reabsorção radicular, induzida pelo tratamento ortodôntico, têm sido objetos de inúmeras pesquisas e é geralmente dividida em: a) fatores relacionados ao paciente e b) fatores relacionados ao tratamento (REN, MALTHA e KUIJPERS-JAGTMAN, 2007). Estudos em humanos, estabelecendo a relação entre o tratamento ortodôntico e a reabsorção radicular, mostraram que forças excessivas ou constantes induziram mais reabsorção que forças leves e dissipantes, não sendo observadas diferenças quando diferentes modalidades de tratamento (ou técnicas) foram utilizadas (ALEXANDER, 1996; PARKER e HARRIS, 1998). Entretanto, a associação entre reabsorção radicular e quantidade de movimentação dentária é inconsistente (MALTHA *et al.*, 2004; LINGE e LINGE, 1991). Esta falta de consistência já foi atribuída a variações individuais genéticas de susceptibilidade à reabsorção radicular (HARRIS, KINERET e TOLLEY, 1997), mas estudos experimentais em animais geneticamente homogêneos também indicam uma grande diferença interindividual na velocidade de movimentação dentária, no recrutamento de osteoclastos e na incidência/severidade de reabsorção radicular (PILON, KUIJPERS-JAGTMAN e MALTHA, 1996).

Apesar de serem muitos os estudos que interrelacionam a reabsorção radicular e a ortodontia, poucos são aqueles que também associam estes temas a dentes com problemas endodônticos. Por algumas décadas, o tratamento ortodôntico se restringia a pacientes em crescimento e adultos jovens. A partir da década de 80, com o incremento do número de tratamentos ortodônticos em pessoas com mais idade e, conseqüentemente, com dentes submetidos a procedimentos prévios, as casuísticas de movimentação dentária em casos com tratamento endodôntico aumentaram (MELSEN, 1991; CONSOLARO, 2005). Dúvidas permaneceram em relação ao tempo que se deveria esperar para se movimentar um dente que foi tratado endodonticamente; se deve-se movimentar dentes com lesão periapical. E ainda, se haveria maior risco de ocorrer reabsorção radicular quando esses dentes são movimentados ortodonticamente.

De acordo com a literatura, as periapicopatias crônicas são os principais fatores biológicos envolvidos na etiopatogenia das reabsorções dentárias, especialmente os granulomas periapicais. Nessas alterações, o terço apical apresenta vários pontos de reabsorção, inclusive no canal cementário. Por isso, o conteúdo séptico do canal radicular deve ser removido com instrumentos endodônticos juntamente com soluções antibacterianas de irrigação (TANOMARU FILHO, LEONARDO e SILVA, 2002). Pesquisas mostram que, nos casos de necrose pulpar e lesão periapical crônica visível radiograficamente, os microorganismos, seus produtos e subprodutos somente serão eliminados com o uso de substâncias antibacterianas eficazes usadas topicamente entre sessões, denominadas curativo de demora. Nestes casos, só depois é que se deve proceder à obturação dos canais (TANOMARU FILHO, 2001).

A literatura não fornece respostas em relação às implicações de se induzir movimentação ortodôntica em um dente com lesão periapical crônica após seu tratamento endodôntico. E, esta informação é de extrema importância na clínica diária do ortodontista, uma vez que as alterações provocadas pela movimentação dentária induzida poderiam retardar o processo de reparo no ápice radicular ou até mesmo exacerbar o infiltrado inflamatório presente. Dúvidas em relação à influência da movimentação ortodôntica sobre a ocorrência de reabsorção radicular em dentes com lesão periapical tratados endodonticamente motivaram a realização da presente pesquisa.

## 1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1 Cimento

O cimento é um tecido conjuntivo duro, muito semelhante ao osso, que recobre as raízes dos dentes e tem como principal função a inserção das fibras do ligamento periodontal à raiz do dente. É formado por uma matriz orgânica constituída em grande parte de colágeno e substância amorfa e é 50% mineralizada com hidroxiapatita. Ao contrário do osso, o cimento não é vascularizado e não tem capacidade de remodelação, mas é geralmente mais resistente à reabsorção (Figura 1). A resistência do cimento à reabsorção é clinicamente importante, pois, se ele fosse reabsorvido tão facilmente como o osso, a aplicação das técnicas ortodônticas resultaria em perda das raízes dentárias (TEN CATE, 1988).

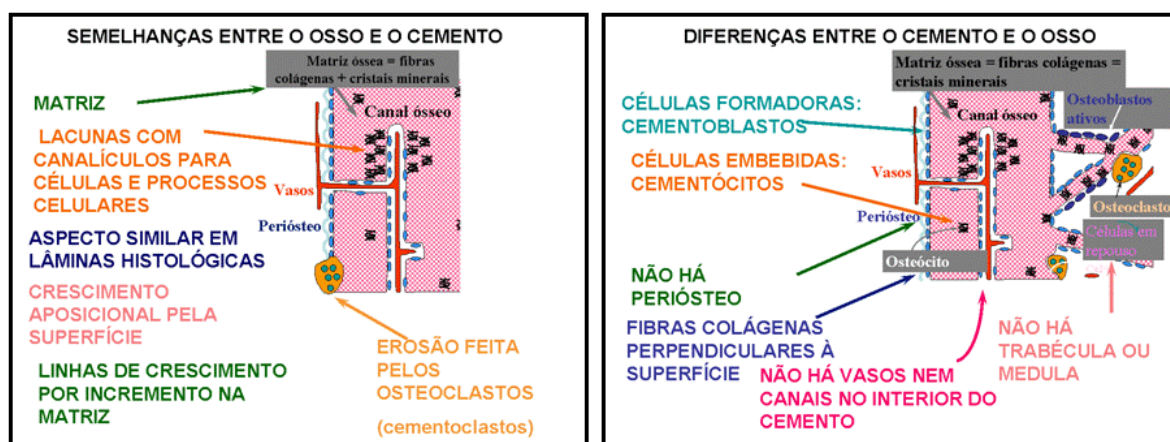


Figura 1 - Esquema das semelhanças e diferenças entre o tecido ósseo e o cimento

FONTE: BERESFORD, W.A. **Cementum**. 2007 - Modificado. Disponível em: <http://www.beresford.hsc.wvu.edu/cementum.ppt>.

Na altura da junção amelocementária, o cimento forma uma camada delgada (20 a 50µm) que se torna mais espessa em direção ao ápice da raiz (150 a 200µm). Em

aproximadamente 30% dos dentes, o cimento e o esmalte encostam-se formando uma evidente junção amelocementária topo a topo, na margem cervical; em 10% existe um espaço entre o cimento e o esmalte que expõe a dentina radicular e em 60% o cimento sobrepõe o esmalte (TEN CATE, 1988). A exposição da dentina radicular na margem cervical pode provocar sensibilidade nos colos dos dentes e cáries de raiz.

Como em todo tecido conjuntivo, as quantidades relativas de células, fibras e substância amorfa no cimento podem variar consideravelmente, até num mesmo dente. Classicamente, dois tipos de cimento têm sido descritos: acelular e celular. O cimento acelular é normalmente encontrado como uma delgada camada imediatamente adjacente à superfície dentinária da raiz, enquanto que o cimento celular geralmente cobre o terço apical da raiz e sobrepõe-se ao cimento acelular (MJÖR, FEJERSKOV, 1990).

As células associadas com o cimento são os cementoblastos e os cementócitos. Os cementoblastos formam o cimento e são encontrados revestindo a superfície da raiz, interpostos entre feixes e fibras do ligamento periodontal. Devido à sua localização, são freqüentemente considerados como fazendo parte da população de células do ligamento periodontal. Quando ativos, são células grandes, arredondadas, com citoplasma basófilo. A deposição de cimento persiste em fases durante a vida e cementoblastos em repouso podem ser vistos com frequência nos cortes histológicos. Quando em repouso, possuem núcleos de face achatada, fortemente corados e pouco citoplasma. À medida que o cimento acelular está sendo formado, os cementoblastos recuam em direção ao ligamento periodontal, deixando para trás a matriz do cimento. Quando o cimento celular está sendo formado, os cementoblastos ficam aprisionados em lacunas dentro da sua própria matriz e passam a chamar-se cementócitos (TEN CATE, 1988).

Os cementócitos possuem escassa quantidade de citoplasma e numerosos prolongamentos citoplasmáticos que ocupam canalículos na matriz mineralizada do cimento. Pelo fato de o cimento ser avascular, os cementócitos dependem da difusão, através do ligamento, para o suprimento dos seus nutrientes essenciais. Como consequência, na sua maioria, os prolongamentos citoplasmáticos dos cementócitos estão voltados para o ligamento. Outra consequência da não vascularização deste tecido é que, quanto mais cimento é formado, os cementócitos tornam-se progressivamente mais afastados da sua fonte nutritiva e, como consequência, entram em degeneração, deixando lacunas vazias no cimento mais profundamente situado (MJÖR, FEJERSKOV, 1990), denominadas de cementoplastos.

As fibras colágenas da matriz do cimento são de duas espécies: intrínsecas e extrínsecas; como resultado, o tecido é também classificado como cimento de fibras extrínsecas, cimento de fibras intrínsecas e cimento de fibras mistas. As fibras intrínsecas são aquelas formadas como resultantes da atividade do cementoblasto, enquanto que as extrínsecas são de feixes de fibras do ligamento periodontal que se tornaram incorporadas ao cimento à medida que este se depositou em torno delas. Em sua maioria, as fibras colágenas encontradas no cimento acelular são extrínsecas. Elas são completamente mineralizadas e indistinguíveis das fibras intrínsecas. O cimento celular, entretanto, tem uma proporção maior de fibras intrínsecas, sendo que cerca de 40 a 60% do colágeno da sua matriz deriva do colágeno do ligamento. Além disso, a maioria das fibras extrínsecas do ligamento que passam para o cimento celular mineraliza-se apenas na sua extremidade e mantém sua parte central não mineralizada. Porções de cimento consistindo de apenas fibras intrínsecas são encontradas entre as fibras de Sharpey muito afastadas entre si. As fibras de Sharpey são feixes de fibras colágenas que fazem parte do ligamento periodontal e estão profundamente incluídas no cimento e no osso alveolar. Devido à deposição contínua, mas em fases, do cimento, linhas de repouso podem ser vistas claramente em cortes histológicos como linhas basófilas, delimitando as várias fases de formação cementária. Outro efeito da deposição contínua do cimento, especialmente em torno do ápice da raiz, é que o comprimento total do dente é mantido, apesar da perda de esmalte pelo desgaste oclusal. Esta deposição de cimento em torno do ápice muitas vezes leva a uma constrição do forame apical e a uma alteração no número, no tamanho e na forma de tais forames. O efeito global é que em dentes mais velhos há um aumento na complexidade dos forames apicais, consequência que se precisa ter em mente quando se visa um tratamento endodôntico (TEN CATE, 1988).

## **1.2 Reabsorção radicular**

Apesar do mecanismo da reabsorção radicular estar sendo estudado há muitos anos, ainda não se tem o conhecimento exato dos processos que envolvem seu início, sua manutenção e seu fim. Os aspectos histológicos dos diferentes passos que levam à reabsorção radicular foram estudados por Brudvik e Rygh (1991, 1993) e serão, em seguida, descritos, assim como sua classificação.

Os tecidos duros de dentes permanentes não são normalmente reabsorvidos. A pré-dentina e os odontoblastos protegem a parte interna da raiz, enquanto que o pré-cimento e os cementoblastos cobrem a superfície radicular e impedem a reabsorção radicular (HAMMARSTRÖM, LINDSKOG, 1985). Como estes tecidos não são mineralizados, não podem ser alvos de células multinucleares. De acordo com Bosshardt e Selvig (1997), entretanto, uma análise profunda da superfície radicular mostra que 90,5% do dente apresenta lesões microscópicas com uma dimensão de aproximadamente 0,7 mm de comprimento e 0,1mm de profundidade que estão sendo constantemente reparadas por tecido cementário. De acordo com Lindskog, Blomlöf e Harmström (1987), a mineralização ou um dano mecânico ao pré-cimento pode ser o evento principal que permite a colonização pelas células multinucleadas das áreas mineralizadas ou desnudas da raiz, dando início ao processo de reabsorção radicular. Com a presença de células inflamatórias, a reabsorção instalada é chamada de reabsorção inflamatória da raiz e, de acordo com Andreasen (1985), ela pode ser classificada como transitória ou progressiva. A primeira, apresenta um processo auto-limitante e, em ausência de estímulo, ocorrerá reparo em 2 a 3 semanas. O pequeno tamanho destes defeitos faz com que sejam imperceptíveis radiográfica e clinicamente. A segunda, reabsorção inflamatória progressiva, é mais perigosa e pode levar a uma grande destruição radicular. Caso as células de reabsorção sejam estimuladas por carga mecânica, pressão ou infecção, a reabsorção inflamatória transitória pode evoluir para reabsorção radicular visível radiograficamente. Um claro exemplo de reabsorção radicular após uma perturbação mecânica é aquela observada como consequência de uma fratura radicular, na qual as extremidades pontiagudas dos fragmentos radiculares são seletivamente reabsorvidas. A típica reabsorção radicular devido à pressão é aquela observada durante a erupção dentária (por exemplo, quando um canino impactado reabsorve a raiz de um incisivo lateral ou quando um terceiro molar inclinado mesialmente reabsorve a raiz de um segundo molar permanente). A reabsorção radicular pode ainda ser induzida por um processo infeccioso (VERNA, 2002).

### ***1.2.1 Reabsorção Radicular Ortodôntica***

A literatura ortodôntica mostra que a reabsorção radicular que ocorre após a movimentação dentária induzida é um assunto de grande preocupação (BREZNIAK e WASSERSTEIN, 2002a, 2002b). Em uma revisão da literatura sobre a reabsorção radicular ocorrida em dentes que foram tratados ortodonticamente, Brezniak e Wasserstein (2002b) sugerem que, sendo a inflamação um componente fundamental no processo da reabsorção radicular, a mesma, quando causada pela movimentação dentária induzida, deveria ser chamada de “reabsorção radicular inflamatória ortodonticamente induzida” (RRIOI). Como proteção funcional ao início da reabsorção radicular os autores citaram os cementoblastos e a camada externa de cimento não calcificada.

Existem três graus de severidade da RRIOI:

- reabsorção cementária ou superficial com reparo. Nesse processo, apenas as camadas mais externas do cimento são reabsorvidas sendo depois, totalmente regeneradas ou reparadas. Este processo lembraria a remodelação óssea trabecular;
- reabsorção dentinária com reparo (reabsorção profunda). Nesse processo, o cimento e as camadas mais externas da dentina são reabsorvidas e geralmente reparadas com material cementário. A raiz, após essa reabsorção pode ou não apresentar a forma original;
- reabsorção radicular circunferencial. Nesse processo, há uma reabsorção radicular total dos tecidos duros formadores do ápice radicular e o encurtamento radicular é evidente. Diferentes graus de encurtamento radicular são, obviamente, possíveis. Quando a raiz perde material abaixo do cimento, ou seja, dentina, a regeneração não é mais possível. A reparação da reabsorção externa geralmente ocorre na camada cementária. Com o tempo, as bordas irregulares formadas são gradualmente niveladas. A anquilose não é uma seqüela comum em casos de RRIOI (BREZNIAK, WASSERSTEIN, 2002b).

Analisando-se a literatura epidemiológica pertinente, como fizeram Brezniak e Wasserstein (1993a), observa-se que a incidência (número de novos casos) e a prevalência

(número de casos existentes em uma dada população) de reabsorção radicular pode variar de 0 a 100%. Isto ocorre principalmente devido à falta de padronização de métodos de avaliação empregados. Ou seja, dependendo da fonte de informação a variação de prevalência de reabsorção radicular será alta. Nos trabalhos histológicos descritos na literatura o número de indivíduos que apresentam reabsorção radicular encontra-se próximo de 100%, já em trabalhos radiográficos este valor varia de 0 a 100%. Os resultados de pesquisas histológicas em pessoas não tratadas sugerem que uma certa quantidade de reabsorção apical seria um processo normal (VLASKALIC, BOYD, 2001).

Dentro da população tratada, o aumento da incidência de reabsorção radicular também varia muito. Lupi, Handelman e Sadowsky (1996) utilizaram radiografias periapicais de incisivos superiores e inferiores para medir reabsorção radicular apical. Os autores observaram que, dos 88 pacientes adultos de sua amostra de diferentes origens raciais, 15% apresentavam reabsorção antes do tratamento e que esta quantidade aumentou para 73% após pelo menos 12 meses de tratamento ortodôntico com aparelhos fixos. Além disso, observaram que antes do tratamento 2% dos dentes dos pacientes apresentavam reabsorções moderadas a severas. Após o tratamento 24,5% apresentaram esta severidade.

Outro ponto que deve ser levado em consideração ao lidar com reabsorção radicular ortodôntica são os potenciais de reparo das áreas atingidas e as conseqüências clínicas da reabsorção radicular. Um considerável potencial de reparo em indivíduos jovens foi encontrado por Owman-Moll, Kurol e Lundgren em 1995. Nessa pesquisa foi induzida movimentação ortodôntica durante seis semanas, com força constante de 50cN, em 64 pré-molares de 34 adolescentes. O período de contenção variou de uma a oito semanas. Através da análise dos cortes histológicos observou-se que houve reabsorção em todos os dentes do grupo experimental. O percentual de áreas de reabsorção que obtiveram sinais de reparo aumentou de 28% após uma semana de contenção para 75% após oito semanas. O cemento de reparo encontrado foi, quase exclusivamente, do tipo celular.

De acordo com Consolaro (2005), uma vez eliminada a sua causa, uma inflamação em qualquer parte do organismo evolui para o reparo em alguns dias. A reabsorção dentária inflamatória relacionada à movimentação cessa após uma semana de suspensão da força aplicada. Após a eliminação da causa e parada a reabsorção radicular, a superfície fica irregular, com áreas delineadas por bordas afiladas e cortantes para os tecidos periodontais vizinhos em decorrência dos constantes movimentos do dente no alvéolo durante a função



bucal, como a fala e a mastigação. Essas margens afiladas induzirão localmente estresse celular e inflamação focal com acúmulos restritos de mediadores, com conseqüente reabsorção e regularização da superfície.

As reabsorções radiculares durante o movimento dentário induzido ocorrem em todas as faces. A região apical não é a mais susceptível, apenas sua estrutura favorece a detecção mais precoce que as demais ao exame radiográfico. Nas faces laterais, as reabsorções radiculares são largas e rasas além de irregulares. A forma circunferencial da raiz e a superposição de imagem quase sempre acabam por “esconder” as reabsorções nas superfícies laterais da raiz (CONSOLARO, 2005).

Malmgren et al. (1982) apresentaram uma classificação de reabsorção dentária apical associada à movimentação ortodôntica dividindo-a em cinco graus de severidade (Figura 2):

0. raiz morfológicamente intacta, normal;
1. contorno apical irregular;
2. reabsorção apical com menos de 2mm de redução do comprimento radicular;
3. reabsorção apical com mais de 2 mm a um terço de redução do comprimento da raiz original;
4. reabsorção apical com redução maior que um terço do comprimento da raiz original.

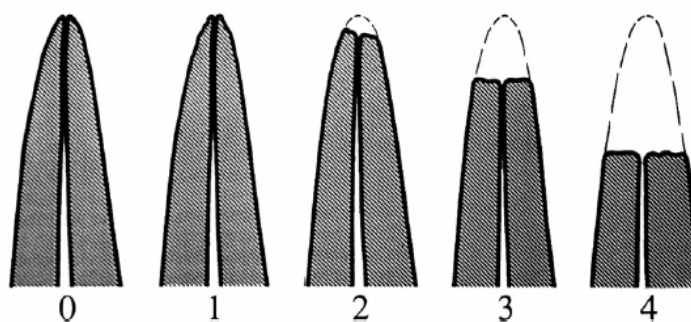


Figura 2 - Classificação das reabsorções apicais associadas à movimentação dentária induzida em graus de severidade: grau 0, sem reabsorção; grau 1 contorno apical irregular; grau 2, reabsorção moderada, redução de comprimento radicular de até 2 mm; grau 3, reabsorção acentuada, perda de aproximadamente 1/3 do comprimento da raiz; grau 4, reabsorção extrema, perda de mais de 1/3 do comprimento da raiz.

FONTE: MALMGREN, O. et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. Am J Orthod., v. 82, n. 6, p. 487-491, 1982.

A classificação de Malmgren et al. (1982) predomina em vários trabalhos e casuísticas pertinentes ao assunto, provavelmente por sua aplicabilidade imediata e facilidade de interpretação.

A quantidade de encurtamento radicular indicada nesta classificação reflete uma perda de substância radicular, mas não uma perda de longevidade do elemento dental avaliado. Apesar da maioria dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico poderem apresentar uma diminuição radicular apical durante o tratamento, eles não parecem experimentar riscos de perdas adicionais nem perdas dentárias no futuro. Entretanto, um pequeno número de pacientes apresenta um grau de perda radicular significativo a ponto de necessitar uma revisão no plano de tratamento ortodôntico para se evitar uma mobilidade dentária acentuada ou até mesmo uma perda dentária. Estes casos severos são exacerbados quando uma perda de osso alveolar ocorre em conjunto ou em consequência da reabsorção radicular, fazendo com que haja uma perda de inserção deste elemento dentário (VLASKALIC, BOYD e BAURIND, 1998).

Kalkwarf, Krejci e Pao (1986) analisaram, através de um sistema gráfico computadorizado, a quantidade de perda de inserção periodontal secundária à reabsorção radicular em um incisivo central. Os resultados indicaram que a ocorrência de até 4mm de reabsorção radicular implicaram em 20% de perda de inserção. Muitos estudos classificam 4mm ou mais, ou  $\frac{1}{4}$  ou mais de perda de comprimento radicular como reabsorção “severa”. Esta “severidade” pode refletir o grau de perda da estrutura radicular comparada com outros casos de reabsorção, mas não significa que a longevidade deste dente esteja ameaçada. Os estudiosos enfatizam que a reabsorção radicular é menos crítica em termos de suporte periodontal do que a diminuição da crista óssea alveolar.

De acordo com Brezniak e Wasserstein (2002b), a partir da década de 1990, a RRIOI tem sido crescentemente reconhecida como uma iatrogenia do tratamento ortodôntico e os ortodontistas devem tomar todas as medidas necessárias para prevenir este evento. Porém, como se desconhecem ainda as causas exatas e o curso da RRIOI, não se pode prevenir completamente sua ocorrência. Entretanto, pode-se utilizar alguns procedimentos em uma tentativa de minimizar as chances de sua ocorrência durante o tratamento ortodôntico:

- os novos fios retangulares com forças leves tornaram-se populares na última década. Mas, eles podem provocar movimentos de oscilação nos dentes, expondo suas raízes à RRIOI.

- longos intervalos entre as ativações são extremamente recomendáveis.
- a literatura não tem ainda conhecimento se tratamentos longos ou com extrações induziriam a uma maior RRIOL.
- após os seis primeiros meses de tratamento ortodôntico é sugerido que se façam radiografias periapicais dos dentes envolvidos no tratamento, principalmente dos incisivos superiores que, de acordo com a literatura, são os mais susceptíveis.
- quando o tratamento é longo e forem detectadas reabsorções radiculares, devem ser dadas alternativas de tratamento ao paciente como o fechamento protético de espaços, a retirada de fios ativos, desgastes interproximais ao invés de extrações dentárias e fixação precoce dos dentes reabsorvidos.

### **1.2.2 Causas da reabsorção radicular ortodôntica**

O osso renova-se a cada instante, mas os dentes não participam deste processo de remodelação constante. O processo de reabsorção óssea requer a ação de clastos, osteoblastos e de macrófagos, um conjunto denominado de unidade osteorremodeladora. Os “gerentes”, segundo Consolaro (2005), são os osteoblastos, que estão na superfície das corticais e trabéculas ósseas, estes recebem as informações, em forma de mediadores químicos indutores do processo, e repassam para as demais células. Alguns autores (NOMURA e TAKANO-YAMAMOTO, 2000), ressaltam também a importância dos osteócitos como mecanosensores nos estágios iniciais da remodelação óssea. Ao “perceberem” um estresse mecânico, os osteócitos produzem mediadores químicos que ativam os osteoblastos e osteoclastos.

Na superfície do cemento estão os cementoblastos, mas essas células não têm receptores para os mediadores químicos indutores da reabsorção óssea e, assim, não comandam unidades de reabsorção. Pelo fato de essas células serem “surdas” para os mediadores, outorga-se a elas o papel de “guardiões da integridade da raiz dentária”. A reabsorção radicular ocorre apenas quando os cementoblastos desaparecem da superfície do

cimento. Quando unidades osteorremodeladoras estão presentes na superfície radicular, foram osteoblastos vizinhos que nela se instalaram na ausência de cementoblastos (CONSOLARO, 2005).

Uma análise da literatura não permite a identificação de um único grupo de fatores que diretamente causariam a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico (VLASKALIC, BOYD e BAURIND, 1998). Muitos possíveis fatores de risco têm sido estudados e eles podem ser divididos em: fatores relacionados ao paciente (ou variáveis biológicas) e fatores relacionados ao tratamento (ou variáveis mecânicas).

Quando analisam-se os fatores relacionados ao paciente observa-se que a ocorrência de reabsorção radicular apresenta uma extrema variabilidade individual. Newman (1975) sugeriu, após avaliação radiográfica de toda a boca de 37 famílias, que existiria um componente genético para o encurtamento radicular, mas não se conseguiu identificar qual o modo de hereditariedade (se autossômico dominante, recessivo ou poligênico). Nesta mesma linha de investigação, Harris, Kineret e Tolley (1997) realizaram um estudo em irmãos e estimou que 70% das reabsorções radiculares tinham um componente hereditário. Um fator predisponente poderia então ser a ocorrência de reabsorção radicular em irmãos já tratados ortodonticamente.

A influência do equilíbrio hormonal na incidência de reabsorção radicular em ratos adultos foi estudada por Verna, Dalstra e Melsen (2003). Foram utilizados três diferentes grupos experimentais: um com alto *turnover* (hipertireoidismo), baixo *turnover* (hipotireoidismo) e outro normal. O desenho experimental utilizado foi o da boca dividida. Foi aplicada uma força de 25cN nos primeiros molares superiores esquerdos de todos os animais e, após três semanas de movimentação ortodôntica, os animais foram sacrificados. A quantidade de movimentação e o tipo de movimento foram estudados. Os resultados indicaram que o alto *turnover* levou a um aumento na quantidade de movimentação dentária. A avaliação histomorfométrica das porcentagens de superfícies de reabsorção indicaram que os dentes movimentados apresentaram mais reabsorção que os não tratados, mas esta diferença não foi influenciada pelas diferenças metabólicas. Entretanto, os dentes não movimentados com baixo *turnover* apresentaram mais superfícies radiculares reabsorvidas sugerindo que em indivíduos com hipotireoidismo uma maior quantidade de reabsorção radicular é esperada, mesmo sem a aplicação de força.

De acordo com a literatura, o efeito da administração de drogas do tipo bisfosfonatos (potentes inibidores da reabsorção óssea, utilizados no tratamento de diversas doenças como alguns tipo de cânceres, osteoporose e osteopenia) na incidência da reabsorção radicular é controverso. Igarashi *et al.* (1996) encontraram uma significativa inibição de reabsorção radicular dose-dependente em ratos após aplicação de força. Por outro lado, Alatlí e Hammarström (1996) observaram que injeções de 1-hydroxyethylidene-1-bisfosfonato em ratos induziram alterações na superfície do cemento inibindo a formação de cemento acelular de fibras extrínsecas e retardando a formação de cemento celular de fibras mistas. Rinchuse *et al.* (2007) alerta para o mais sério efeito colateral oral da administração de bisfosfonatos (principalmente intravenoso) que é o de osteonecrose da mandíbula ou da maxila. Outras complicações seriam a não cicatrização óssea e a inibição da movimentação dentária. Nestes casos os ortodontistas, segundo o autor, devem posicionar-se como profissionais da saúde e estabelecer uma perspectiva de risco/benefício para qualquer tratamento ortodôntico proposto.

Arias e Marquez-Orozco (2006) estudaram alguns medicamentos normalmente utilizados pelos pacientes ortodônticos como analgésicos. Os resultados mostraram que analgésicos antiinflamatórios não esteroidais tais como a aspirina e o ibuprofeno provocaram uma diminuição no número de osteoclastos, provavelmente pela inibição da secreção de prostaglandinas reduzindo, portanto, a movimentação ortodôntica. O acetaminofen (paracetamol) não afetou a movimentação ortodôntica em ratos e deve ser o medicamento de eleição para tratar sintomas dolorosos durante o tratamento ortodôntico.

Os estudos sobre a relação da idade na ocorrência de reabsorção radicular apresenta resultados variados. Um estudo experimental em ratos (jovens e adultos), com desenho padronizado, feito por Ren, Maltha e Kuijpers-Jagtman (2007) mostrou uma correlação positiva entre duração de movimentação dentária e reabsorção radicular, mas apenas em ratos adultos. Comparando-se com a velocidade e a quantidade de movimentação, a duração mostrou a maior correlação com a severidade da reabsorção radicular. No grupo de ratos jovens nenhuma correlação foi estatisticamente significativa.

Não existe uma opinião uniforme sobre a função do gênero na prevalência de reabsorção radicular. Consolaro (2005) afirma que as mulheres não são mais susceptíveis às reabsorções dentárias do que os homens, como já afirmaram outros autores com Newman em 1975.

Variáveis relacionadas à estrutura dentária, como presença de reabsorção radicular prévia, tipo de dente, e morfologia dentária e anomalias parecem ser sinais que podem identificar pacientes com risco de apresentar reabsorções radiculares. Levander, Malmgren e Eliasson (1994) avaliaram radiograficamente as raízes dentárias de dentes antes do tratamento ortodôntico, após 6 a 9 meses de tratamento (período inicial de tratamento) e após o término. Encontraram que o número de dentes com reabsorção radicular severa após o tratamento foi significativamente maior em dentes que apresentavam uma pequena reabsorção ou contorno radicular irregular após o período inicial de tratamento que em dentes sem tal reabsorção.

Dentes previamente traumatizados sem sinais de reabsorção não são mais reabsorvidos que dentes não traumatizados (MALMGREN *et al.*, 1982). Porém, dentes traumatizados podem exibir reabsorção radicular sem terem sido submetido ao tratamento ortodôntico (ANDREASEN, 1991) e dentes movidos ortodonticamente com reabsorção radicular prévia são mais sensíveis à maior perda de material radicular (GOLDSON e HENRIKSON, 1975). Alguns autores sugerem que o tratamento endodôntico teria um papel protetor (MIRABELLA e ARTUN, 1995). De acordo com Remington *et al.* (1989), o aumento na densidade da dentina nestes dentes daria resistência contra a reabsorção radicular, e a falta de células pulpares, que participariam do processo de reabsorção, fariam com que a resposta reabsortiva fosse mais lenta. Kaffe *et al.* (1984), em um estudo radiográfico, encontrou mais reabsorção em dentes que não tinham sido tratados endodonticamente.

Em 1990, Spurrier *et al.* realizaram movimentação ortodôntica em pacientes com tratamento endodôntico. Do ponto de vista estatístico, no final do tratamento, não houve qualquer diferença entre os dentes tratados ou não endodonticamente quanto ao índice de reabsorção encontrado. Houve casos em que dentes tratados endodonticamente se apresentaram com reabsorções menores (como se protegidos pela endodontia prévia) e os autores creditaram essa observação à possível maior densidade mineral e ao maior grau de dureza, sem submeterem os dentes a testes para verificar essas características.

As periapicopatias crônicas são os principais fatores biológicos envolvidos na etiopatogenia das reabsorções dentárias, especialmente os granulomas periapicais. Neste, o terço apical da raiz apresenta vários pontos de reabsorção, inclusive no canal cementário. Quase sempre, ao se analisar o ápice de dentes com granuloma periapical serão detectadas áreas de reabsorção que acabam com a nitidez do contorno e limites da raiz, pois são múltiplas (CONSOLARO, 2005).

Segundo Consolaro (2005), o tratamento ortodôntico em dentes com tratamento endodôntico pode gerar algumas situações que devem ser relevadas:

Pseudo-sobre-obturação: o dente obturado adequadamente pode apresentar, durante a movimentação, um menor ou maior grau de reabsorção apical e os cones de guta-percha permanecem na mesma posição, podendo passar a impressão de sobre-obturação. Os cimentos obturadores geralmente são fagocitáveis pelos macrófagos que, ao serem removidos, deixam apenas os cones livres. Entretanto, se o cimento for resinoso, toda a obturação permanecerá acima do limite apical do dente reabsorvido. Uma cirurgia paraendodôntica para remoção do excesso apical só se faz necessária caso o paciente apresente sintomas de desconforto constantes.

“Reativação” ou “recidiva” de lesões apicais crônicas: após a obturação, boa parte do sistema de canais está fechada total ou parcialmente, mas eventuais canalículos, canais acessórios e laterais não foram selados. Esse acontecimento é normal e não se tem como evitá-lo. Se houve uma limpeza adequada e desinfecção do sistema de canal, os cementoblastos na porção externa da abertura desses pequenos canais depositarão um tecido cementóide e um fechamento biológico terá lugar e algumas impurezas e bactérias podem ficar isoladas. Enfim, o que a obturação não conseguiu vedar ao longo do tempo o reparo apical pode propiciar, isto é, o fechamento das irregularidades e das aberturas de canais acessórios e laterais.

De acordo com Consolaro (2005), durante a movimentação dentária induzida do dente com a situação abordada no parágrafo anterior, se houver reabsorção apical em consequência do tratamento ortodôntico, durante ou após esse tratamento, pode-se ter a reativação ou reaparecimento de uma lesão periapical crônica. A reabsorção apical ortodôntica poderá promover uma desobturação biológica dos canais acessórios e laterais, das anfractuosidades e das áreas reabsortivas reparadas com tecido cementóide depositado durante o reparo da lesão periapical crônica anteriormente presente. Então bactérias, seus produtos e impurezas como raspas de dentina contaminada e restos necróticos voltarão a ter acesso aos tecidos periapicais, reativando a lesão. Se isso ocorrer, o retratamento endodôntico deve ser providenciado e o prognóstico é bom nestes casos. Essa situação, de acordo com o autor, não caracteriza culpa ou iatrogenia do endodontista e do ortodontista, apenas uma consequência da situação em que o paciente se apresentou para o tratamento ortodôntico.

Obturação do canal radicular durante e após o tratamento ortodôntico: segundo Consolaro (2005), em uma situação de necessidade de tratamento endodôntico durante a movimentação dentária induzida, o melhor momento para a obturação definitiva deve ser quando completado o tratamento ortodôntico, pois, assim, não haverá mais reabsorções apicais. Ao se obturar durante o tratamento, a reabsorção apical que pode vir a ocorrer dará a falsa impressão de sobre-obturação. A não obturação durante o tratamento ortodôntico e sua substituição por trocas periódicas de obturação temporária com hidróxido de cálcio até a conclusão do movimento dentário e sua posterior obturação definitiva permitirá um melhor resultado em todos os sentidos, muito embora isso possa incomodar o paciente pelas constantes abordagens endodônticas.

Nessas três situações de tratamento endodôntico, associado ou simultâneo ao tratamento ortodôntico, requer-se confiança e interação muito grande entre os dois especialistas. Independentemente da época em que se realiza um tratamento endodôntico com dentes que se submeteram a movimentação ortodôntica, o endodontista deve lembrar que as relações estruturais teciduais típicas do ápice dentário foram modificadas (CONSOLARO, 2005).

Uma outra variável que tem sido analisada em relação à reabsorção radicular é a densidade do osso alveolar. Estudos de diferentes pesquisadores são controversos. Muitas investigações encontraram mais reabsorção radicular em casos de ossos alveolares densos. Em casos de ossos menos densos há mais espaços medulares e mais células de reabsorção óssea ativas diminuindo os riscos de reabsorção radicular (BREZNIAK e WASSERSTEIN, 1993a). Wainwright (1973) realizou um estudo experimental no qual induziu movimentação ortodôntica no osso cortical e medular de macacos. O autor afirmou que a diferença das densidades ósseas afetou a velocidade da movimentação dentária, mas não a quantidade de reabsorção radicular. Dentre as variáveis mecânicas, os fatores relacionados ao tratamento, ou melhor, as variáveis relacionadas ao tratamento ortodôntico são levadas em consideração.

Considerando-se o tipo de tratamento, tem sido sugerido que aparelhos fixos seriam mais lesivos que aparelhos ortodônticos removíveis (LINGE e LINGE, 1991). Isto é confirmado pelos achados de Kennedy *et al.* (1983), que observaram que extrações seriadas sem tratamento ortodôntico causariam menos reabsorção radicular. Dentro do campo dos aparelhos fixos, um estudo de Parker e Harris (1998), para identificar uma possível técnica capaz de causar menos reabsorção radicular foi realizado comparando-se as técnicas de Begg,



Tweed e Roth. Não foi encontrada diferença relevante. Não foi também encontrada diferença em áreas de reabsorção radicular quando as técnicas do arco contínuo e arco seccionado foram comparadas (ALEXANDER, 1996).

A quantidade de força aplicada também tem sido considerada quando se estuda a reabsorção radicular ortodôntica. Foi sugerido que forças magnéticas poderiam diminuir o potencial de reabsorção radicular (BLECHMAN e SMILEY, 1978), mas Melsen, McNamara e Hoenie (1995) encontraram, em estudo histológico, um aumento na reabsorção. Costopoulos e Nanda (1996) encontraram áreas de reabsorção radicular com forças leves (15g por dente) de intrusão em adolescentes. De acordo com Owman-Moll, Kurol e Lundgren (1995), uma vez atingido um certo nível de força, o fato de se dobrar ou quadruplicar a força aplicada não implicará um aumento do risco de reabsorção radicular.

Em 2004, Maltha *et al.*, induzindo movimentos de corpo em dentes de cães com forças contínuas e intermitentes de 10, 25, 50, 100 e 200cN, observaram que as reabsorções radiculares aumentavam à medida que aumentava a duração da força aplicada. Também detectaram que quanto maior o deslocamento dos dentes (extensão de movimentação dentária), maior a frequência de reabsorções. Em seus resultados, as forças intermitentes provocaram menos reabsorções que as forças contínuas (tipo de força) e a intensidade das forças não influenciou na frequência e na gravidade da reabsorção radicular. As conclusões desses autores reforçam que, mais importante que a intensidade da força, é a sua distribuição (de acordo com o tipo de deslocamento ou movimento).

Considerando-se o tipo de movimento ou deslocamento, de acordo com a literatura, não há movimentação segura. Intrusão é, provavelmente, a movimentação mais deletéria (STENVIK e MJÖR, 1970), mas inclinação, torque, translação e disjunção palatal também provocam reabsorção. Os movimentos dentários de inclinação tendem a concentrar forças em uma das faces radiculares na região cervical e apical. No movimento de corpo, apesar de um inevitável grau de inclinação, as forças aplicadas são melhor distribuídas e reduzem a possibilidade de reabsorções dentárias (MALTHA *et al.*, 2004).

### ***1.2.3 Descrição histológica da reabsorção radicular ortodôntica***

A reabsorção de substância radicular durante a movimentação ortodôntica é mais freqüentemente observada na presença de áreas de hialinização. Histologicamente, hialinização é uma área de necrose estéril, caracterizada pela falta de células no local e apresenta-se como uma típica e inevitável consequência da carga mecânica ao ligamento periodontal. Brudvik e Rygh (1991) descreveram um padrão típico de reabsorção caracterizado pela iniciação do processo realizado pelas células mais próximas situadas na circunferência do tecido necrótico hialinizado. Uma vez iniciado o processo pela periferia, a área central de tecido hialinizado é reabsorvido após 3 a 4 dias, devido à falta de células nessa área hialinizada. A condição para a ocorrência de reabsorção radicular é o desaparecimento dos cementoblastos e a exposição do cimento mineralizado. Similarmente à reabsorção óssea, os cementoclastos provenientes do ligamento periodontal penetram no cimento mineralizado e iniciam a reabsorção radicular. Essas células, provavelmente, são originárias da circulação sanguínea.

A diferença estrutural, organizacional e funcional entre os dentinoclastos, cementoclastos e osteoclastos são insignificantes, ainda que detectáveis (HAMMARSTRÖN e LINDSKOG, 1985). Para Sasaki (2003), depois de estudar essas células de modo comparativo na microscopia eletrônica e imunoenzimaticamente, não há diferença entre elas e podem ser referidas simplesmente como clastos.

A atividade dos clastos nas superfícies ósseas e dentárias promove depressões superficiais e múltiplas. Essas depressões constituem-se nas lacunas de Howship (VAES, 1988). Essas lacunas promovem, na superfície dentária, a exposição das aberturas dos canalículos dentinários no compartimento periodontal, por onde, caso haja necrose pulpar, chegam produtos necróticos ou microbianos e medicamentos. Essa exposição dos túbulos dentinários no ligamento periodontal decorre da fina e delicada espessura do cimento, especialmente na porção média e cervical do dente, em média de 20 a 50 micrometros (CONSOLARO, 2005).

A atividade dos clastos nos tecidos mineralizados cessa quando algumas das condições ideais para sua função sofrem alterações significantes, como o pH da área e, conseqüentemente, do seu micro-ambiente. Isso ocorre no processo de alcalinização

dentinária pela aplicação de medicamentos, como o hidróxido de cálcio intracanal em casos de dentes com reabsorções externas. O pH alcalino impede a ação enzimática necessária para a dissolução dos tecidos mineralizados, em especial, da collagenase e da fosfatase ácida. No processo inflamatório, o pH encontra-se normalmente ácido; com a eliminação da causa, a remoção do exsudato, a migração do infiltrado e o reparo, o pH retorna próximo à neutralidade (CONSOLARO, 2005).

### **1.3 A movimentação dentária ortodôntica**

O osso alveolar está entre os tecidos do corpo humano no qual a modelação é evidente até mesmo em adultos. Os dentes e seus respectivos alvéolos não estão em uma posição estática e sim em permanente migração em relação às suas bases ósseas. A migração dos dentes e a modelação do osso alveolar tornam-se mais marcantes durante a movimentação ortodôntica, com o propósito de se melhorar a oclusão do indivíduo (CATTANEO, 2003).

A movimentação ortodôntica é definida como sendo o resultado de uma resposta biológica a uma interferência ao estado fisiológico de equilíbrio no complexo dentofacial por uma força externa (PROFFIT, WHITE JR. e SARVER, 2003). Na literatura clássica (REITAN, 1967; REITAN e RYGH, 1994), as descrições das reações teciduais a estímulos mecânicos provocados por forças ortodônticas estão baseadas em estudos histológicos. Reitan, ao descrever seus estudos experimentais em animais e seres humanos, diferenciou claramente zonas de tração e de compressão. Os tecidos na direção da movimentação dentária são comprimidos e a primeira reação é geralmente uma hialinização dessa área do ligamento periodontal que está sob máxima tensão. Uma vez removido o tecido hialinizado, a reabsorção óssea na direção da movimentação dentária poderá, caso a força seja leve, continuar como uma reabsorção direta através de osteoclastos agindo diretamente na parede alveolar ou, em caso de força mais pesada, serão criadas novas áreas de hialinização e uma reabsorção indireta nos espaços medulares vizinhos.

Além dessa teoria clássica, existem também outras que explicam o fenômeno da movimentação dentária induzida (MELSEN, 2001). Epker e Frost (1965) sugeriram que a mudança da superfície curva das paredes alveolares controlaria a localização das áreas de

reabsorção e neoformação óssea. Durante a movimentação dentária, o chamado lado de compressão torna-se menos côncavo e o lado oposto tende a se tornar mais côncavo, conforme é tracionado pelas fibras periodontais. Na superfície óssea que se torna menos côncava (compressão), as atividades de reabsorção tenderiam a prevalecer; nas superfícies que se tornarem mais côncavas (tração) geralmente ocorrerá formação óssea. A reabsorção direta pode ser interpretada como resultante de uma diminuição da carga normal de tração funcional do ligamento periodontal, o que pode dar início à remodelação. A remodelação óssea indireta pode ser interpretada como uma inflamação estéril na tentativa de remover o tecido ósseo isquêmico sob o tecido hialinizado. A aposição pode então, de acordo com a nova hipótese, ser entendida como resultado do dobramento da parede alveolar produzida pela tração das fibras de Sharpey (MELSEN, 1999).

Pilon, Kuijpers-Jagtman e Maltha (1996) realizaram um experimento para determinar a relação entre a magnitude de uma força ortodôntica constante e a quantidade de movimentação dentária de translação. No estudo experimental com cães foi mostrado que diferentes forças (de 50 e 100cN), exercidas em segundos pré-molares inferiores nos lados direito e esquerdo de um mesmo cão, muito freqüentemente resultavam em um mesmo grau de movimentação dentária. Entretanto, foram encontradas diferenças quando dois cães foram comparados. Uma explicação para tal fato poderia ser que cada animal apresenta sua própria força ótima para movimentação dentária.

Em 1999, Van Leeuwen, Maltha e Kuijpers-Jagtman, realizaram um estudo em cães dos quais foram extraídos os dois terceiros pré-molares inferiores e, posteriormente, foi realizada a distalização dos segundos pré-molares inferiores. Nesse estudo, foi demonstrado que as curvas de deslocamento para os segundos pré-molares poderiam ser divididas em quatro fases. A primeira fase compreenderia um período de 24 horas a dois dias e representaria o movimento inicial do dente dentro do alvéolo; a segunda fase consistiria em um período de repouso de 20 a 30 dias. Esse período de paralisação é, geralmente, atribuído à hialinização do ligamento periodontal. A terceira e quarta fases compreenderiam o movimento dental real. Após a remoção do tecido hialinizado, a movimentação dentária seria acelerada na terceira fase o que continuaria durante a quarta fase.

Ruellas e Bolognese (2000) realizaram uma pesquisa experimental em cães para comparar a eficiência entre molas de níquel-titânio e molas de aço inoxidável na movimentação dentária. Verificaram movimentação mais rápida sob ação das molas de

níquel-titânio. Com essas molas, contudo, foram observadas reabsorções radiculares mais profundas, envolvendo grande extensão da dentina, enquanto com as molas de aço inoxidável as reabsorções radiculares foram mais superficiais.

De acordo com Consolaro (2005), as forças aplicadas sobre os dentes, para serem eficientes na movimentação, devem promover um certo grau de tensão nos tecidos periodontais. Mas a força “ótima ou ideal”, ainda hoje, segundo o autor, não passa de um conceito teórico, visto que não há tecnologia disponível para tal mensuração e calibragem. Na prática clínica ortodôntica, sobre a relação força e reabsorção dentária, deve-se ressaltar que o mais importante não é a intensidade, mas sim a distribuição dessa força nas estruturas dentárias e periodontais. Quanto maior a área de atuação da força, menor a possibilidade de reabsorção radicular.

Von Böhl et al. (2004) realizaram um estudo para avaliar as diferenças morfológicas entre as estruturas periodontais de cães apresentando diferentes padrões de movimentação dentária sob condições experimentais idênticas. Foi instalado um aparelho ortodôntico nos segundos pré-molares e primeiros molares inferiores, aplicando uma força contínua e recíproca entre os dois dentes. Os cães foram sacrificados após 1, 4, 20, 40 e 80 dias para avaliação histológica. Após 24 horas, as atividades osteoblásticas e osteoclásticas já tinham aumentado, tanto nas áreas de compressão quanto de tração e, em algumas amostras, foram encontradas áreas de hialinização. Nos dentes que se moveram mais rapidamente, foram encontradas áreas de reabsorção óssea direta no lado de compressão e deposição trabecular no lado de tração durante todo o experimento. Nos dentes que tiveram um pequeno movimento, foram encontradas pequenas áreas de hialinização no lado de compressão. Tal fenômeno foi encontrado em ambos os molares e pré-molares. Os autores desse estudo afirmaram então que a presença de pequenas áreas de hialinizações focais podem ser fatores que explicariam diferenças individuais no grau de movimentação dentária.

#### **1.4 A Ortodontia e a Endodontia**

A movimentação ortodôntica de dentes tratados endodonticamente tornou-se uma prática comum devido ao aumento do número de pacientes adultos nos consultórios

ortodônticos. Entretanto, ainda hoje, permanece a dúvida que Wickwire et al. (1974) levantaram: “existe uma falta de informações documentadas no que diz respeito ao prognóstico de dentes tratados endodonticamente e que estão sendo submetidos ao tratamento ortodôntico”. Os referidos autores, em um estudo retrospectivo, fizeram uma avaliação radiográfica e clínica de 53 dentes de 45 pacientes provenientes de diferentes consultórios ortodônticos, que tinham sido tratados endodonticamente. Os autores observaram que os dentes tratados endodonticamente moveram-se tão prontamente quanto dentes vitais. Constataram, ainda, que dentes tratados endodonticamente apresentaram uma maior frequência de reabsorções radiculares que os dentes do grupo controle.

Em 1983, Mattison, Ghoston e Boyd, apresentaram um caso clínico em que o tratamento ortodôntico levou a uma reabsorção radicular externa de incisivos superiores, que continuou mesmo após o período de tratamento ortodôntico ativo. Com o intuito de impedir o avanço da reabsorção radicular foi realizada terapia endodôntica com hidróxido de cálcio e foi colocado um *splint* anterior para estabilização. O curativo era trocado a cada três meses durante o período de um ano. Após esse período, com redução da reabsorção radicular comprovada radiograficamente, o canal foi obturado definitivamente com guta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol. De acordo com os autores, a reabsorção radicular em ortodontia apresenta diversos fatores etiológicos, dentre eles, a magnitude e a duração da força, o tipo de movimentação dentária, a idade do paciente, tamanho e localização do dente, característica do cimento radicular e relação de contato oclusal.

Mattison et al. (1984), em um estudo experimental com seis gatos, movimentou ortodonticamente 11 caninos vitais e 9 tratados endodonticamente. Após 120 dias, os animais foram perfundidos e sacrificados. Os caninos dos animais foram removidos em blocos e posteriormente foram feitos os cortes e preparos histológicos. A reabsorção radicular ocorrida foi analisada quantitativamente através de um microscópio óptico. O estudo mostrou que não houve diferença significativa entre a reabsorção radicular externa nos dentes tratados endodonticamente e nos vitais quando ambos foram submetidos a forças ortodônticas.

Em 1986, Anthony demonstrou um caso de apicificação de um incisivo central superior, de um garoto de 15 anos, realizada durante a fase ativa do tratamento ortodôntico. O referido paciente compareceu ao consultório ortodôntico para avaliação, apresentando o dente 11 com polpa não vital, lesão periapical crônica e ápice ainda aberto. Foi então iniciado o tratamento endodôntico através de instrumentação do canal e trocas de curativo de pasta à

base de hidróxido de cálcio para induzir o processo de fechamento do ápice radicular. Durante a fase de apicificação foi iniciado o tratamento ortodôntico nesse paciente com aparelho fixo completo. Dez meses após o início dos procedimentos para indução da apicificação e constatação da formação de uma barreira de tecido duro na região de ápice radicular, foi realizada a obturação definitiva do dente em questão e o tratamento ortodôntico prosseguiu. De acordo com o resultado desse caso clínico, o autor relatou que não há contra-indicações para a realização simultânea de procedimentos ortodônticos e de apicificação.

Gruedeman, Weyne e Janik (1994) descreveram um caso clínico no qual a terapia endodôntica com curativo à base de hidróxido de cálcio foi utilizada anteriormente ao tratamento ortodôntico. Uma paciente do sexo feminino apresentando apinhamento anterior necessitava de tratamento ortodôntico. Através de radiografias periapicais identificou-se que o incisivo superior direito apresentava reabsorção radicular avançada em sua porção distal. Foi iniciada terapia de curativo com hidróxido de cálcio, com trocas periódicas do material. Aproximadamente um ano após, houve recalcificação da área atingida, o canal foi obturado definitivamente com cones de guta-percha e cimento Sealapex e só então foi colocado o arco ortodôntico de fechamento de espaços. O tratamento ortodôntico durou dois anos e não houve danos ao dente recalcificado. Os autores ressaltaram, nesse caso, a importância da terapia à base de hidróxido de cálcio prévia ao tratamento ortodôntico.

Em um trabalho experimental em roedores realizado por Mah, Holland e Pehowich (1996), foi avaliada a efetividade em se movimentar ortodonticamente dentes tratados endodonticamente, assim como a quantidade de reabsorção radicular causada. Nesse experimento, foi realizado tratamento endodôntico nos caninos inferiores de um dos lados de 12 animais. Em seguida, foram montados aparelhos ortodônticos na arcada inferior dos animais, sendo que em apenas 6 deles o aparelho foi ativado. As avaliações foram feitas através de modelos de gesso, radiografias e cortes histológicos. Os resultados mostraram que os dentes vitais apresentaram a mesma quantidade de movimentação que os dentes não vitais, quando submetidos à mesma quantidade de força para a movimentação. E, ainda, dentes não vitais apresentaram maior perda de cemento após a movimentação dentária do que os dentes vitais ( $p < 0.05$ ), mas não houve diferença significativa entre os tamanhos radiculares vistos radiograficamente.

Drysdale, Gibbs e Ford (1996) realizaram uma revisão da literatura com o objetivo de nortear os ortodontistas, frequentemente preocupados com o prognóstico de dentes que foram

tratados endodonticamente, particularmente nos casos em que extrações estão previstas no tratamento ortodôntico. Os autores observaram que, devido ao aumento de pacientes adultos buscando tratamento ortodôntico, aumentou o número de dentes tratados endodonticamente e movimentados. Apontaram ainda que existe dúvida quanto ao tempo que se deve esperar entre o final do tratamento endodôntico e o início do tratamento ortodôntico. Em casos de tratamento endodôntico por lesões de cárie e sem perda óssea periapical, o movimento ortodôntico pode ser iniciado a qualquer momento. Em casos de perda óssea periapical, o movimento ortodôntico deverá ser retardado até que haja sinal radiográfico de reparo da área, sendo que o tempo mínimo recomendado é de seis meses. Os autores também ressaltam a necessidade de um controle radiográfico a cada seis meses dos dentes movimentados e tratados endodonticamente, sendo que, se o dente apresentar algum sinal de reabsorção, esse período deve ser de três meses.

Bender, Byers e Mory (1997) mostraram, através de dois casos clínicos e uma revisão de outros 43 casos clínicos, que dentes tratados endodonticamente apresentaram uma menor frequência e severidade de reabsorção radicular que aqueles não tratados. A função da polpa vital na reabsorção radicular ainda não foi determinada, mas uma explicação hipotética é que o hidróxido de cálcio utilizado no tratamento endodôntico pode ter alguma função na diminuição da reabsorção radicular por substituição.

Em 2006, Noronha realizou um trabalho experimental em cães com o objetivo de comparar, radiograficamente, se o reparo de lesões periapicais crônicas de dentes de cães, movimentados imediatamente após o tratamento endodôntico era similar àqueles movimentados 40 dias após a endodontia. Para isto, utilizou radiografias periapicais padronizadas em todas as etapas do experimento e foram medidas as alterações de tamanho das lesões periapicais através de um programa de medição de áreas (*Image J 1.28u – National Institutes of Health, EUA*). Comparando-se os resultados dos diferentes grupos observou que, radiograficamente, a movimentação ortodôntica não implicou em um aumento da lesão, tampouco retardou sua regressão.

#### ***1.4.1 Tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical***

Até o início da década de 70, a maioria dos estudos da microbiota endodôntica



indicava o predomínio de bactérias anaeróbias facultativas. Entretanto, anos depois, com o desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas de isolamento e cultivo de anaeróbios estritos, foi gerado um interesse considerável quanto ao papel desses microrganismos na patogênese das doenças endodônticas (LEONARDO e LEAL, 1998).

Segundo Siqueira Junior (1997), na dinâmica de uma infecção endodôntica, anaeróbios estritos são invasores secundários, sendo que, nos estágios iniciais, as bactérias facultativas prevalecem. Contudo, em aproximadamente sete dias, 50% da microbiota já é composta por anaeróbios. Em três meses, a proporção de anaeróbios pode chegar a 85% da microbiota. Após seis meses, há mesmo um predomínio acentuado de anaeróbios estritos, que é ainda maior quando se considera apenas o terço apical do canal radicular.

Siqueira Junior et al. (1998) relataram que o canal radicular contendo polpa necrosada, sem suprimento sanguíneo, torna-se um verdadeiro “santuário” de bactérias e seus produtos. Ao contrário de outras infecções do corpo humano, devido à ausência de circulação sanguínea na polpa necrosada, os agentes infecciosos localizados no interior dos canais radiculares estão protegidos dos mecanismos de defesa do hospedeiro, bem como da ação de antibióticos administrados por via sistêmica. Devido a sua localização anatômica, as infecções endodônticas são tratadas através de meios químicos e mecânicos. Assim, o tratamento endodôntico apresenta três etapas principais de combate à infecção: o preparo químico-mecânico, a medicação intracanal e a obturação do sistema de canais radiculares. Durante o preparo químico-mecânico, limas endodônticas promovem a remoção mecânica de bactérias, seus produtos e tecidos degenerados, auxiliadas por uma solução irrigadora, que, além de maximizar a remoção de detritos através do fluxo e refluxo, também pode possuir ação antibacteriana. A solução irrigadora mais empregada no tratamento endodôntico de dentes com necrose pulpar é o hipoclorito de sódio, nas mais diversas concentrações, que possui atividade antibacteriana pronunciada contra as bactérias comumente isoladas de infecções endodônticas. Tendo em vista o papel das bactérias no início e perpetuação das lesões pulpares e perirradiculares, sintomáticas ou não, torna-se evidente a necessidade de um combate eficaz à infecção endodôntica, visando ao reparo das estruturas perirradiculares e o restabelecimento da função dentária normal.

As melhores respostas ao tratamento endodôntico têm sido encontradas quando é utilizado um curativo de demora no interior do canal radicular do que quando é feita a obturação imediata. Tanomaru Filho (2001) avaliou o reparo periapical após o tratamento

endodôntico de dentes com polpa necrótica e com reação periapical crônica. Foram utilizados 72 canais radiculares os quais, após indução de reações periapicais crônicas, foram instrumentados empregando-se como solução irrigadora a solução de hipoclorito de sódio a 5,25% ou a solução de digluconato de clorexidina a 2%. A obturação foi realizada imediatamente após o preparo biomecânico ou após o curativo de demora com pasta à base de hidróxido de cálcio (Calen/PMCC), mantida no canal radicular durante 15 dias, definindo-se os quatro grupos experimentais, sendo utilizada técnica da condensação lateral ativa e o cimento endodôntico Sealapex. Decorrido o período de 210 dias, os animais foram sacrificados e as peças submetidas ao processamento histológico, sendo os cortes obtidos corados pela hematoxilina e eosina. Os resultados da análise histopatológica demonstraram que os grupos que receberam curativo de demora apresentaram melhores resultados de reparo apical e periapical do que aqueles obturados em sessão única. Entre os grupos que não receberam curativo de demora, o que empregou solução de clorexidina durante o preparo biomecânico apresentou melhor reparo do que o grupo da solução de hipoclorito de sódio. Nesse estudo, o curativo de demora apresentou importância fundamental no processo de reparo apical e periapical após tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical. Além desse, outros estudos (BONETTI FILHO, 2000; TANOMARU FILHO, 2001; TANOMARU FILHO, LEONARDO e SILVA, 2002; DE ROSSI *et al.*, 2005) também encontraram melhores resultados com o uso do curativo de demora.

#### ***1.4.2 Estereologia: método quantitativo em morfologia***

Tradicionalmente, morfologistas estão interessados na forma e composição das estruturas tanto macro, meso e microscopicamente quanto ultraestruturalmente. Nos últimos anos, estes estudiosos têm se beneficiado do uso de técnicas genéticas e moleculares para ajudar no entendimento de seus problemas e conseguir avanços em suas pesquisas. Entretanto, questões que envolvem alterações quantitativas de tecidos, células e organelas celulares (que freqüentemente ocorrem na adaptação, evolução ou em uma patologia do organismo), assim como uma melhor correlação entre morfologia e função, necessitam de uma abordagem quantitativa para serem melhor entendidas. O objetivo da Estereologia é determinar

parâmetros quantitativos tridimensionais de estruturas anatômicas a partir de cortes bidimensionais. Para isso vale-se da geometria e da estatística. A maior parte dos estudos estereológicos obtém dados diretamente da microscopia óptica e eletrônica. Como resultado, a composição quantitativa de tecidos e células pode ser conhecida. Isto tem propiciado, nos últimos anos, um impulso importante ao conhecimento morfológico com aplicação imediata no aprimoramento do diagnóstico patológico (MANDARIM-DE-LACERDA, 2003).

A *International Society for Stereology* foi fundada em 1962 por Hans Elias. Desde então, expandiu-se pelo mundo, arregimentando adeptos e disseminando as idéias básicas da quantificação morfológica tridimensional.

Apesar das constantes discussões sobre a nomenclatura, morfometria e estereologia não poderiam denominar o mesmo método (AHERNE e DUNNIL, 1982). A maioria dos autores considera a morfometria um método quantitativo bidimensional que utiliza um paquímetro para fazer as medições. Já o método estereológico não utiliza paquímetro, nem instrumento algum para medições diretas, utiliza apenas um sistema-teste, geralmente composto por pontos-testes ou linhas-testes colocado sobre uma área-teste. A morfometria determina comprimentos, perímetros, áreas e se beneficia de softwares de análises de imagens. A estereologia estima densidades: densidade de volume ( $V_v$ ), densidade de comprimento ( $L_v$ ), densidade de área ou superfície ( $S_v$ ) e densidade numérica ( $N_v$ ), sendo a densidade por volume a medida mais interessante.

Um sistema-teste é um conjunto de linhas (retas ou curvas) e pontos. Este deve ser superposto à imagem morfológica para contagem estereológica. Com o objetivo de extrapolar os resultados obtidos em algumas secções planas para um material tridimensional é essencial que estas secções (lâminas histológicas) sejam típicas ou representativas (GUNDERSEN, 1988). Existem duas maneiras de garantir sua acuracidade:

- assumir que qualquer secção é típica (assumir que o material é completamente homogêneo;
- selecionar, aleatoriamente, alguns exemplares da amostra.

A primeira abordagem é aquela utilizada na estereologia clássica. Extrapolar-se de uma amostra para um material tridimensional é assumir que o material é homogêneo. Este método é chamado de inferência amostral baseada no modelo. A segunda abordagem é

utilizada na estereologia moderna. Neste método extrapola-se de uma amostra e é chamado de inferência amostral baseada no desenho (Stereology, 2008).

## **2 PROPOSIÇÃO**

A partir de uma amostra constituída por dentes de cães, com lesão periapical crônica (experimentalmente induzida), o objetivo deste trabalho foi verificar, através da estereologia e da histologia descritiva, a ocorrência de reabsorção radicular nestes dentes - quando são ortodonticamente movimentados - imediatamente e 40 dias após o tratamento endodôntico.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Procedimentos experimentais em cães

O presente estudo foi desenvolvido de acordo com as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade de São Paulo – Campus de Ribeirão Preto, que aprovou o projeto através do protocolo número 04.1.763.53.0 (Anexo A). Os cuidados com o bem-estar dos animais experimentais foram realizados de acordo com a especificação nº 10993-2 da ISO.

Iniciou-se a seleção dos animais experimentais através de uma radiografia periapical da região de pré-molares inferiores, tomada pela técnica da bissetriz, para esse procedimento os animais foram sedados e anestesiados de acordo com protocolo a ser descrito posteriormente. Foram radiografados 12 cães, dentre os quais cinco foram selecionados por apresentar dentes permanentes com formação radicular completa e canais radiculares com diâmetros semelhantes. Esses cães apresentavam entre 12 e 18 meses de idade, raça indefinida, de ambos os sexos e pesavam de 10 a 15 quilos, no início do experimento.

Anteriormente às intervenções endodônticas, os cães passaram por um período de aclimação de quarenta dias, no qual foram avaliados por um médico veterinário e receberam vacinação (v10 – Duramune Max – Fort Dodge), vermífugo (Edental – praziquantel 50mg – Schering Plough S.A. – SP) e suplemento vitamínico (Vitagold – Vit A; D3; E; B1; B2; B6; B12 e nicotinamida – Tortuga Companhia Zootécnica Agrária – SP), para que adquirissem condições necessárias à realização da pesquisa. Receberam, ainda, aplicação tópica de parasiticida (Frontline-spray, Rhodia – Mérieux Veterinária Ltda) mensalmente, para o controle de parasitas do pêlo. Durante todo o período experimental, os cães permaneceram no biotério da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Campus de Ribeirão Preto, em baias individuais e foram assistidos por um tratador de animais e um médico veterinário. A dieta constituiu-se de ração moída para cães (Deli Dog – Purina), duas vezes ao dia e água *ad libitum*. O cuidado especial em se manter a alimentação pastosa durante todo o

experimento foi realizado a fim de se evitar danos ao aparelho ortodôntico que será descrito posteriormente.

Nos cinco animais experimentais, foi utilizada a técnica da boca dividida, de maneira que o mesmo animal recebesse todos os grupos experimentais (Quadro 1). Para avaliação das condições periapicais de cada elemento dentário foram feitas radiografias padronizadas, em todas as etapas, de cada um dos grupos da pesquisa.

Em cada animal, seus dentes foram divididos a saber:

Grupo I (grupo experimental mediato): segundos e quartos pré-molares inferiores direitos. Dentes em que foram induzidas lesões periapicais e movimentação ortodôntica 40 dias após o tratamento endodôntico;

Grupo II (controle positivo do Grupo I): terceiros pré-molares superiores direitos. Dentes em que foram induzidas lesões periapicais, nos mesmos dias que no Grupo I, e não foi feita movimentação ortodôntica após o tratamento endodôntico;

Grupo III (grupo experimental imediato): segundos e quartos pré-molares inferiores esquerdos. Dentes em que foram induzidas lesões periapicais e movimentação ortodôntica imediatamente após o tratamento endodôntico;

Grupo IV (controle positivo do Grupo III): segundos pré-molares superiores direitos. Dentes em que foram induzidas lesões periapicais, nos mesmos dias que no Grupo III, e não foi feita movimentação ortodôntica após o tratamento endodôntico.

Grupo V (grupo controle negativo): segundos e terceiros pré-molares superiores esquerdos. Dentes mantidos hígidos.

QUADRANTE SUPERIOR DIREITO	QUADRANTE SUPERIOR ESQUERDO
<p><b>Grupo II</b></p> <p>Terceiro pré-molar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lesão periapical (experimentalmente induzida);</li> <li>- não foi induzida movimentação ortodôntica</li> </ul> <p><b>Grupo IV</b></p> <p>Segundo pré-molar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lesão periapical (experimentalmente induzida);</li> <li>- não foi induzida movimentação ortodôntica</li> </ul>	<p><b>Grupo V</b></p> <p>Segundo e terceiro pré-molar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dentes mantidos hígidos;</li> <li>- não foi induzida movimentação ortodôntica</li> </ul>
QUADRANTE INFERIOR DIREITO	QUADRANTE INFERIOR ESQUERDO
<p><b>Grupo I</b></p> <p>Exodontia do terceiro pré-molar:</p> <p>Segundo e quarto pré-molares:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lesões periapicais (experimentalmente induzidas);</li> <li>- movimentação ortodôntica 40 dias após o tratamento endodôntico</li> </ul>	<p><b>Grupo III</b></p> <p>Exodontia do terceiro pré-molar:</p> <p>Segundo e quarto pré-molares:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- lesões periapicais (experimentalmente induzidas);</li> <li>- movimentação ortodôntica imediatamente após o tratamento endodôntico</li> </ul>

Quadro 1 – Representação esquemática dos quadrantes das bocas dos cães e os diversos procedimentos realizados.

### 3.2 Procedimentos de anestesia

Passado o período de quarentena, foram realizados os procedimentos cirúrgicos e clínicos. Antes de cada intervenção, foram realizados dois níveis diferenciados de anestesia: sedação e anestesia profunda.

Para a realização dos procedimentos tais como: obtenção das radiografias intra-orais, moldagens, exodontias, tratamentos endodônticos, montagem e ativação dos aparelhos ortodônticos, nos quais foi necessário um tempo maior na manipulação dos animais, estes foram submetidos à anestesia profunda com pré-anestesia utilizando-se injeção intramuscular



de cloridrato de dehidrotiazina (Rompun – Bayer S/A – Produtos veterinários – Ind. Bras. – RS), na relação de 3,0 mg/kg de peso, 30 minutos antes do ato operatório. Em seguida, por via endovenosa, os animais receberam anestesia geral com solução de Thiopental sódico a 3% (Thionembutal – Abbot Laboratórios do Brasil Ltda. - SP) na dosagem de 30mg/kg de peso, até a perda do reflexo óculo-palpebral. Durante o procedimento experimental, os animais foram mantidos com solução isotônica de cloreto de sódio com 2,5% de glicose (Darrow lab. S/A – RJ) aplicada na veia tibial anterior de uma das pernas anteriores, efetuando-se, quando necessário, a suplementação anestésica, por essa via.

### **3.3 Intervenção cirúrgica**

A primeira intervenção intra-oral realizada nos animais, caso apresentassem gengivite e/ou cálculos gengivais, foi a raspagem supra-gengival dos elementos dentários com curetas Gracey de número 5/6 cabo fino (HuFriedy TM , Chicago, IL, USA) profilaxia e polimento dentário com taças de borracha (Viking - KG Sorensen Ind e Com Ltda - Brasil) montadas no contra-ângulo do motor de baixa rotação (Kavo do Brasil Ind e Com Ltda) e pasta de pedrapomes (SS White Artigos Dentários Ltda) e água, para controle da inflamação, seguida das exodontias dos terceiros pré-molares inferiores.

As exodontias foram realizadas da seguinte maneira: após a anestesia geral, foi realizada anestesia infiltrativa local (Citanest 3% com Octapressin – Astra Química e Farmacêutica – SP) no fundo de saco do vestíbulo do dente a ser extraído. Em seguida, foi feita a sindesmotomia da gengiva inserida utilizando-se sindesmótomo (Duflex Ind. Bras.) e a odontosecção desse elemento dentário com broca cilíndrica diamantada nº 3113 (Metalúrgica Fava Ind. e Com. Ltda) montada em motor de alta rotação (Kavo do Brasil Ind. e Com. Ltda) refrigerado com água. Foi inserida uma espátula nº7 (Duflex Ind. Brás.) entre as raízes do dente para certificação da separação do elemento dental em dois fragmentos. Em seguida, foi utilizado fórceps nº150 (Quinelato Ind. e Com. Ltda) adaptado à cervical de cada hemi-coroa e, com movimentos de luxação no sentido vestíbulo-lingual e de rotação, os segmentos

dentários foram extraídos. Após a exodontia, foi realizada sutura contínua no local com fio de seda nº3.0 (Johnson e Johnson Produtos Profissionais Ltda) com o auxílio de um porta-agulha tipo Mathieu (Duflex Ind. Bras.) (Figura 3).

Os terceiros pré-molares inferiores foram extraídos com o objetivo de obter-se espaço na arcada inferior para posterior movimentação dos dentes adjacentes (segundos e quartos pré-molares inferiores). As exodontias foram realizadas um mês antes de serem induzidas as lesões periapicais.

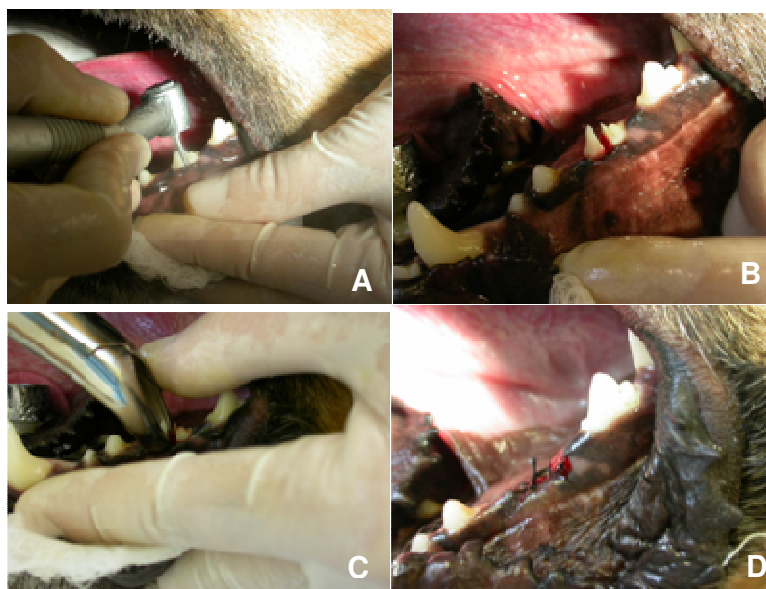


Figura 3 - Exodontia de terceiro pré-molar inferior: A) odontosseção com motor de alta rotação; B) dente seccionado; C) luxação e extração com fórceps cirúrgico; D) sutura após a extração.

### 3.4 Indução das lesões periapicais

Trinta dias após a exodontia dos terceiros pré-molares inferiores, foram realizadas induções de lesões periapicais nos segundos e quartos pré-molares inferiores direitos (Grupo I), e terceiros pré-molares superiores direitos (Grupo II – controle positivo do Grupo I). As

induções de lesões periapicais nos segundos e quartos pré-molares inferiores esquerdos (Grupo III) e segundos pré-molares superiores direitos (Grupo IV – controle positivo do Grupo III) foram feitas 40 dias após as primeiras induções. Os segundos e terceiros pré-molares superiores esquerdos foram deixados hígidos, como grupo controle negativo (Grupo V).

Essa diferença de quarenta dias para indução de lesões nos Grupos I e II, e Grupos III e IV se fez necessária para verificar-se a necessidade ou não de se aguardar um período de cicatrização das lesões periapicais crônicas antes de se iniciar movimentação ortodôntica.

Para indução das lesões, adotou-se o seguinte protocolo: primeiramente, foi realizada a abertura coronária dos dentes com o auxílio de pontas diamantadas esféricas (nº1012 e nº1013 – KG Sorensen – SP), montadas em turbina de alta velocidade, sob refrigeração ar/água, complementadas com pontas diamantadas cônicas de extremidade inativa (nº3083, KG Sorensen – SP), de modo a obter-se duas aberturas oclusais, uma mesial e outra distal, mantendo íntegra a ponte de esmalte vestibulo-lingual, com o objetivo de prevenir fraturas coronárias (Figura 4). Com base na radiografia para diagnóstico, foi efetuada a exploração do canal radicular com uma lima do tipo K nº15 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A. – Ballaigues – Suíça) até o platô apical, situado de 1,5 a 2mm do ápice. O platô apical foi o referencial adotado para determinação do nível da remoção do tecido pulpar, que seria realizada com uma lima do tipo Hedströen nº30 (Dentsply – Maillefer Instruments S.A. – Ballaigues – Suíça).

Os canais radiculares permaneceram expostos ao meio bucal durante sete dias, com o objetivo de permitir a contaminação dos mesmos. Decorrido esse período, também sob anestesia geral, foi realizada irrigação/aspiração da câmara pulpar com soro fisiológico. Após secagem, mechas de algodão foram inseridas na entrada dos canais radiculares, sendo as aberturas coronárias seladas com cimento provisório à base de óxido de zinco e eugenol, de presa rápida (Pulposan – Andrade e Filhos Ltda, Juiz de Fora) (Figura 4).

Decorridos 30 dias do selamento provisório, controles radiográficos foram realizados quinzenalmente, até que fossem observadas imagens radiolúcidas sugestivas de reação periapical crônica, as quais ocorreram, em média, após 60 dias das induções.

Para o controle da dor foi administrado por via intramuscular, 5 ml de analgésico injetável (D500 – dipirona sódica – Fort Dodge), no dia da abertura e após o fechamento dos

canais com óxido de zinco e eugenol. Tal procedimento também foi realizado durante o período de sete dias pós selamento provisório e no pós-cirúrgico (exodontia dos terceiros pré-molares inferiores). Durante todo o período experimental os cães foram monitorados e não foi observada alteração alguma quanto ao comportamento desses animais.

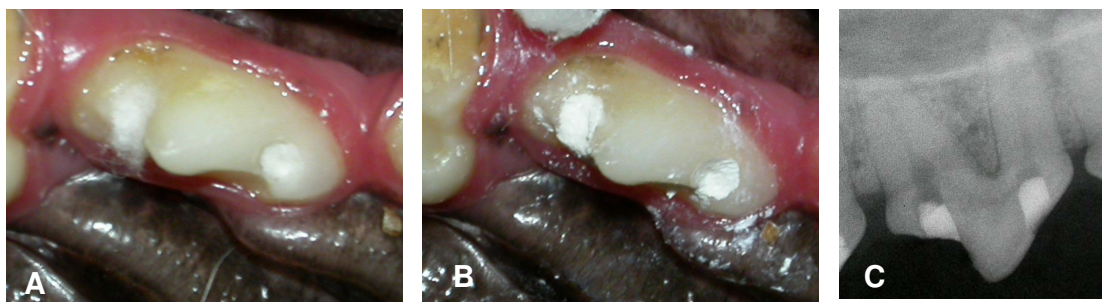


Figura 4 – Indução de lesões periapicais: A) mechas de algodão inseridas nas entradas dos canais radiculares; B) selamento com cimento provisório; C) radiografia periapical padronizada, logo após selamento coronário.

Para possibilitar o acompanhamento das lesões periapicais induzidas experimentalmente foi utilizado um posicionador radiográfico específico para cães, desenvolvido por Cordeiro *et al.* (1995). O posicionador radiográfico permitiu manter a distância focal fixa, ou seja, tornou constante a disposição entre foco, corpo de referência e filme, evitando efeitos sobre a imagem. Para tanto, a extremidade do cilindro do aparelho de raios X foi sempre posicionado o mais próximo possível do anel do posicionador radiográfico (Figura 5).

Também foram padronizados os filmes radiográficos utilizados (Ultraspeed – Eastman Kodak Comp. – Rochester – NY – USA), o aparelho de Rx (Heliodont – Siemens – EUA) e o processamento radiográfico em câmara escura, pelo método temperatura/tempo. Os fatores de exposição utilizados (kilovtagem, miliamperagem e tempo de exposição) foram: 60 kV, 10 mA e 0,4s, respectivamente.



Figura 5 - Tomada radiográfica com o uso de posicionadores.

### 3.5 Preparo biomecânico dos canais radiculares

Após a comprovação radiográfica da existência de lesões periapicais crônicas (60 dias após as induções), foi feito o isolamento dos dentes de um quadrante com dique de borracha (Figuras 6 A e B), anti-sepsia do campo operatório, seguida da neutralização com solução de digluconato de clorexidina a 2% (Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – SP) e foi removido o selamento coronário com broca esférica em baixa velocidade e a mecha de algodão da câmara pulpar com o auxílio de uma pinça clínica (Figura 6 C) e de uma lima tipo Hedströen nº40 (Dentsply – Maillefer Instruments S. A. – Ballaigues – Suíça). Em seguida, foi realizada a neutralização progressiva do conteúdo séptico-tóxico de acordo com a técnica clássica, preconizada por Leonardo e Leal (1998), no sentido coroa-ápice, sem pressão, sendo as limas tipo K (Dentsply – Maillefer Instruments S.A. – Ballaigues – Suíça) progressivamente introduzidas no canal radicular, associadas ao hipoclorito de sódio a 2,5% como solução irrigadora, previamente titulada e acondicionada em tubetes anestésicos esterilizados. Esses tubetes foram mantidos em recipiente fechado, ao abrigo da luz, em temperatura de 4°C durante no máximo um mês, conforme sugerido por Piskin e Turkun (1995). Essa solução foi introduzida no canal radicular com uma seringa carpule provida de agulha descartável longa calibre 27 (Gengibrás – 27G Ibras CBO – Ind. Bras. – SP), (Figura 6 D). A seguir, com base nas radiografias para diagnóstico, uma lima tipo K nº 30 foi introduzida no canal radicular até o platô apical, para a realização da odontometria (Figura 7

A), determinando-se o Comprimento Real de Trabalho (C.R.T.). De posse da medida odontométrica e determinação do Comprimento Real do Dente (C.R.D.) foi realizado o arrombamento do forame apical, de acordo com a técnica descrita por Bonetti Filho (2000), empregando limas tipo K, de forma seqüencial, de nº 15 a 30 (Instrumento Apical Foraminal – I.A.F.), sendo esta última utilizada para padronização do diâmetro da abertura apical dos dentes em estudo. Após confirmação radiográfica do arrombamento apical, o preparo biomecânico foi efetuado por meio da técnica clássica de instrumentação empregando-se limas do tipo K no C.R.T., o qual situa-se aproximadamente a 1,5mm do ápice radiográfico. Os canais radiculares foram ampliados, a partir do Instrumento Apical Inicial (I.A.I.) até a lima tipo K nº 70 (batente apical). Após a utilização de cada instrumento, o canal radicular foi irrigado com 2ml da solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, com simultânea sucção e posterior inundação.

Ao término do preparo biomecânico, foi realizada irrigação/aspiração dos canais radiculares com 2ml de soro fisiológico, secagem dos mesmos e posterior inundação com solução de ácido etilenodiamino-tetracético (EDTA – Odahcam, Herpo Produtos dentários Ltda., São Paulo, SP), mantida sob agitação durante três minutos com auxílio de uma lima tipo K nº 40. Em seguida, foi feita nova irrigação/aspiração com 2ml de soro fisiológico, sendo que a secagem dos canais radiculares foi efetuada por meio de pontas de papel absorvente esterilizadas (Tanari Industrial Ltda., Manaus, AM).

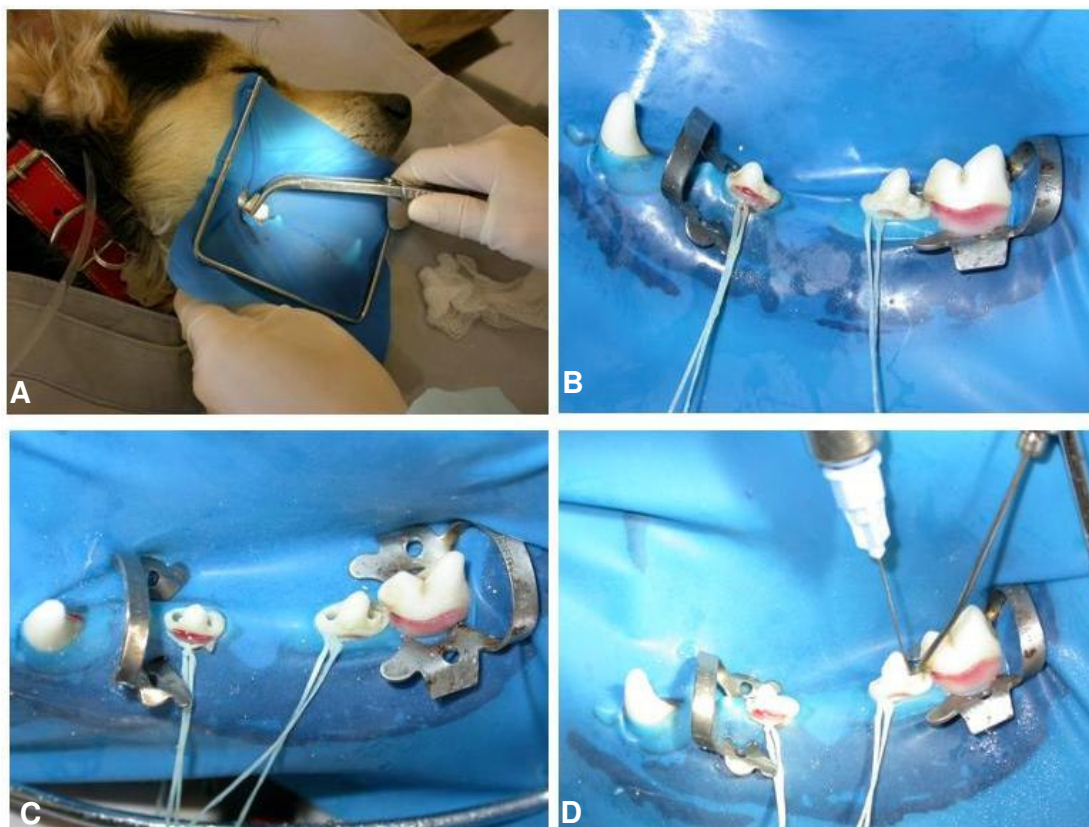


Figura 6 - Preparo biomecânico: A) adaptação de grampo para isolamento absoluto; B) isolamento absoluto do campo operatório; C) remoção do selamento coronário e reabertura dos canais; D) irrigação/aspiração dos canais radiculares.

### 3.6 Emprego do curativo de demora

Após a secagem, os canais radiculares foram preenchidos com uma pasta à base de hidróxido de cálcio associada ao paramonoclorofenol canforado (Calen PMCC – S.S. White – Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ), (Figura 7 B). A pasta à base de hidróxido de cálcio foi levada ao canal radicular por meio da seringa com êmbolo rosqueável ML (S.S. White – Artigos Dentários Ltda, Rio de Janeiro, RJ), provida de agulha longa G 27 (BD – Becton Dickson, Ind. Cirúrgicas Ltda., Juiz de Fora, MG), até a medida do CRT, demarcado na agulha com *stop* de borracha. Após o preenchimento do canal radicular, uma mecha de algodão foi introduzida na entrada da câmara pulpar sob ligeira pressão no sentido apical. O correto preenchimento do canal radicular, assim como o pequeno extravasamento da pasta para a região periapical, foram constatados por meio de avaliação radiográfica. As aberturas

coronárias foram seladas com cimento de óxido de zinco e eugenol de presa rápida (Pulposan – Andrade & Filhos, Juiz de Fora, MG), posicionado sobre uma mecha de algodão colocada na câmara pulpar.

### **3.7 Obturação dos canais radiculares**

A obturação dos canais radiculares foi realizada decorridos 15 dias da colocação do curativo de demora. Para tanto, os animais foram anestesiados e, após novo isolamento do campo operatório e remoção do selamento provisório, a pasta de hidróxido de cálcio foi removida por meio de irrigação/aspiração com soro fisiológico e pela utilização das limas tipo K nº 60 no CRT, e lima tipo K nº 30 no CRD.

Em seguida, foi realizada a secagem dos canais radiculares, e o preenchimento dos mesmos com solução de EDTA por três minutos, mantida sob agitação com lima tipo K nº 40 empregada até o CRT. Após nova irrigação/aspiração com 2 ml de soro fisiológico e secagem final dos canais radiculares com auxílio de cones de papel absorvente esterilizados (Tanari Industrial Ltda., Manaus, AM), foi efetuada a seleção dos cones de guta-percha principais (Tanari Industrial Ltda, Manaus, AM), de diâmetro correspondente ao último instrumento empregado na confecção do batente apical (lima K nº60 ou nº70), seguida de confirmação radiográfica.

Após a seleção do cone principal, a obturação dos canais radiculares foi realizada com cones acessórios de guta-percha e cimento Sealapex (Sybron Kerr, Romulus, MI, USA).

Para a obturação dos canais radiculares, o cone de guta-percha principal foi envolto pelo cimento obturador em toda a sua extensão, inclusive na sua extremidade e levado ao canal radicular até o batente apical no Comprimento Real de Trabalho (Figura 7 C). Após a colocação do cone principal, a condensação lateral ativa foi realizada com o auxílio de espaçador (Finger Spreader – Dentsply Maillefer S.A., Suíça) tamanho C, com 21 mm de



comprimento, sendo colocados cones auxiliares de guta-percha (Tanari Industrial Ltda., Manaus, AM) tamanho XF e FF, até a completa obturação do canal radicular (Figura 7 D), confirmada radiograficamente.

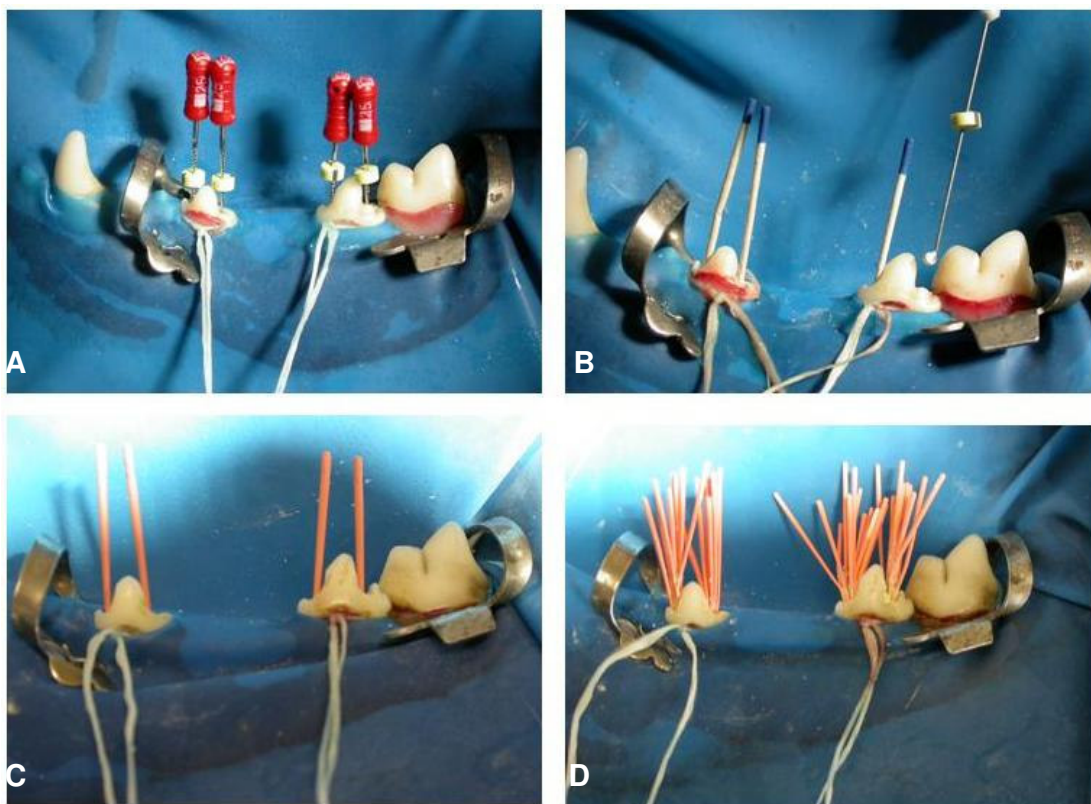


Figura 7 - Obturação dos canais radiculares: A) odontometria; B) secagem com pontas de papel absorvente e colocação do curativo de demora; C) inserção do cone de guta-percha principal; D) obturação dos canais.

Realizadas as obturações dos canais radiculares, o excesso de guta-percha e de material obturador foi removido até o nível cervical com condensador vertical aquecido, sendo as aberturas coronárias restauradas com amálgama de prata (Velvalloy – S.S. White Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ), condensado sobre uma base de cimento de fosfato de zinco (S.S. White – Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro, RJ).

### 3.8 Montagem do aparelho ortodôntico e movimentação dentária

Foram instalados dispositivos ortodônticos para movimentação dos segundos e quartos pré-molares nos dois quadrantes inferiores de todos os animais. No quadrante inferior direito (Grupo I) aguardaram-se 40 dias após a obturação dos canais para o início da movimentação ortodôntica; no quadrante inferior esquerdo (Grupo III), a movimentação ortodôntica foi iniciada imediatamente após a obturação dos canais (ou término do tratamento endodôntico). Nos grupos de números II, IV e V não foi induzida movimentação ortodôntica.

Antes da montagem do aparelho ortodôntico, foi necessário o preparo das superfícies dentárias com brocas cilíndricas diamantadas de nº 3069 (Viking - KG Sorensen Ind e Com Ltda - Brasil) montadas em motor de alta rotação (Kavo do Brasil) com refrigeração, para que fosse feito um pequeno desgaste do esmalte e um término em bisel, criando-se então uma retenção mecânica, para posterior cimentação de coroas metálicas fundidas. Para a realização de tal procedimento, os animais foram sedados e mantidos com a boca aberta com um abridor metálico de uso veterinário, adaptado à região dos dentes caninos superiores e inferiores.

Após o preparo das superfícies dentárias, os dentes dos animais foram moldados com moldeiras feitas com resina acrílica (Orto Class - Artigos Odontológicos Clássico Ltda) e silicona de condensação (Optosil/Xantopren – Bayer). Sobre a moldagem foi vazado, com auxílio de vibrador odontológico (Sofly Gnatus-Brasil), gesso pedra melhorado para confecção de troquéis.

De posse dos troquéis, foi feito o enceramento e foram obtidas coroas fundidas com liga de prata, nas quais foi incluído um tubo ortodôntico de calibre 0.022” X 0.028” (Dental Morelli Ltda) na face vestibular. As coroas foram cimentadas com cimento resinoso dual (Enforce - Dentsply Ind e Com Ltda – Petrópolis, RJ) nos segundos e quartos pré-molares inferiores direito e esquerdo, previamente tratados endodonticamente e adjacentes aos terceiros pré-molares extraídos (Figura 8 A e B).

Posteriormente, foram adaptados pequenos segmentos de fio de aço, de calibre 0,019” x 0,025” (Dental Morelli Ltda), e encaixados nos tubos, sob a forma de braços de alavanca, fazendo com que a ação da força estivesse mais próxima do centro de resistência dos dentes (na altura da bifurcação) sendo, assim, possível a obtenção de um movimento próximo ao de

translação ou de corpo. Foi induzido um movimento dentário de aproximação desses dentes para o espaço da extração, através de molas de níquel-titânio de 9 mm (Dental Morelli Ltda), sendo a força de ativação de 100cN (Figura 9). O tempo de movimentação ortodôntica foi de 60 dias para os Grupos I e III.

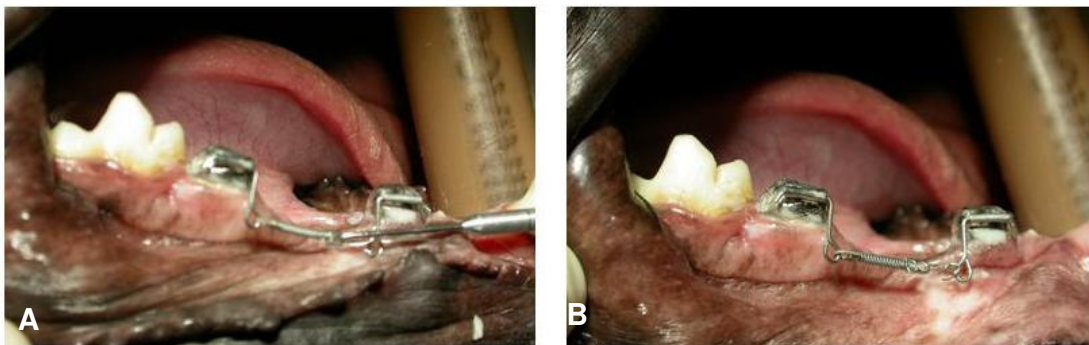


Figura 8 - Aparelho ortodôntico: A) calibração da força; B) mola ativada.

Após essa fase ativa, os dentes movimentados foram mantidos em contenção por um período de 60 dias. A contenção foi realizada substituindo-se a mola por um segmento de fio de aço, de calibre 0,019" x 0,025" (Dental Morelli Ltda) dobrado passivamente, de maneira que se mantivessem as posições dentárias obtidas após a movimentação (Figura 9 D).

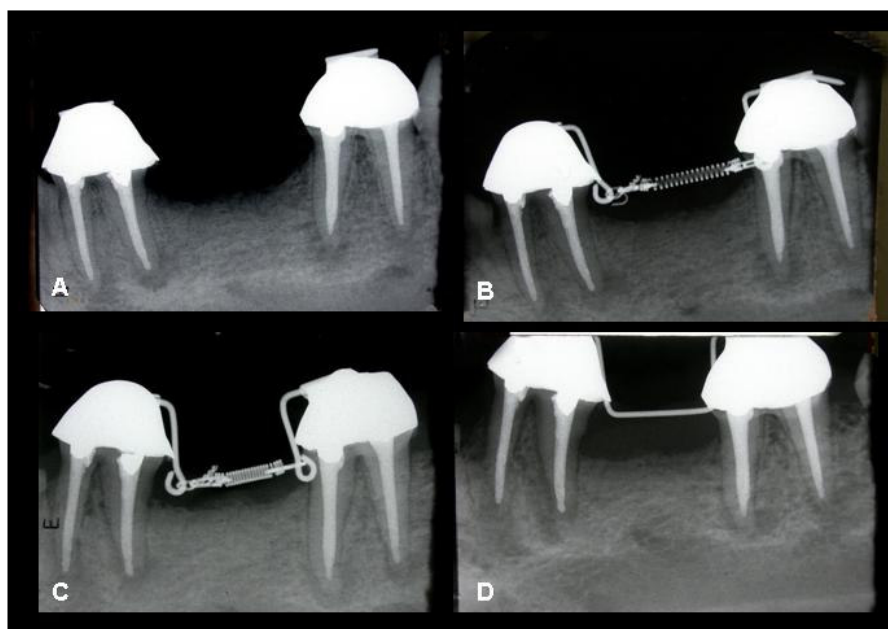


Figura 9 – Radiografias periapicais: A) tomada radiográfica após cimentação das coroas metálicas; B) início da movimentação ortodôntica; C) término da movimentação ortodôntica (60 dias após o início); D) período de contenção (60 dias).

### 3.9 Processamento histológico

Os animais foram mortos através de anestesia profunda com pentobarbital (Nembutal Sódico – Fontoura – Wyeth), dose letal de 0,5ml/kg de peso corporal, e perfundidos. Para isso, foi feito amplo acesso na cavidade torácica, para se posicionar, por via intra-cardíaca, uma cânula de infusão, na aorta ascendente. A perfusão foi iniciada com um litro de solução salina (NaCl 10%) a 38°C seguida de igual volume de solução fixadora de formaldeído a 4%. Durante esse procedimento, os animais foram mantidos com a boca em abertura máxima, para se facilitar a posterior remoção da mandíbula e maxila, objetos de interesse do presente estudo. Após a perfusão, a maxila e a mandíbula foram dissecadas com auxílio de bisturi cirúrgico nº3 (Duflex Ind Bras), portando lâmina nº11 (BD – Becton Dickson Ind), reduzidas em seu volume e lavadas em água corrente, radiografadas e seccionadas com discos diamantados, sob constante refrigeração com água, sendo obtidos blocos das peças anatômicas contendo raízes mesiais e distais, separadamente. A seguir, foi realizada a fixação das peças, as quais foram colocadas em recipientes plásticos, devidamente identificados, contendo solução à base de glutaraldeído a 25% (Mallinckrodt – 5 mL), sacarose (Mallinckrodt – 50g) e cacodilato de sódio 98% (Sigma 1L), onde permaneceram por 24 a 48 horas na temperatura ambiente. Após fixação, as peças foram colocadas em um recipiente de vidro imerso em uma solução à base de EDTA (EDTA sal dissódico – Merck – 93,05g; cacodilato de sódio 98% - solução tamponada – pH 7,2 – 280 mL, água destilada – 200 mL, hidróxido de sódio 0,1 N) e submetidas a desmineralização, acelerada pela ação do microondas. Para a realização deste procedimento, o recipiente contendo as peças foi parcialmente imerso em uma cuba de vidro com água e gelo, para retardar o aumento de temperatura e, conseqüentemente, incrementar o tempo de atuação das microondas. Este conjunto foi colocado no microondas, regulado para operar em potência média/máxima até atingir a temperatura de 30° C, para evitar alterações teciduais. O forno de microondas utilizado foi o SHARP MW-615A, operando na frequência de trabalho de 2450 MHz, correspondendo a uma frequência de onda no vácuo de 12,2 cm, potência máxima nominal de 700 W e com termômetro próprio removível para controle de temperatura. A solução a base de EDTA foi trocada a cada novo ciclo de operação, num total de aproximadamente quatro horas diárias, sendo que a cada troca de solução as peças foram lavadas com solução tampão

de cacodilato de sódio a 98%. Nos intervalos entre os dias, o material permaneceu na solução desmineralizadora sem agitação, na temperatura ambiente.

O grau de descalcificação das estruturas mineralizadas foi testado por meio da penetração mecânica de uma agulha nos tecidos, para verificação da sua consistência (FLOWER, 1951), seguida de comprovação radiográfica da completa descalcificação, a qual ocorreu aproximadamente após 100 dias.

Após a descalcificação, as peças foram submetidas à técnica histológica de rotina, sendo lavadas em água corrente por 24 horas, desidratadas em álcool de concentrações crescentes, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Os blocos contendo as raízes dentárias foram seccionados no sentido mésio-distal em cortes de seis micrometros de espessura. Para a análise histopatológica os cortes foram corados pelo método de hematoxilina e eosina (HE) e observados ao microscópio óptico.

### **3.10 Avaliação histológica/esterológica**

Foi realizada uma descrição do cimento radicular e identificada a presença ou a ausência de áreas de reabsorção radicular e reparo. Cinco cães foram utilizados no estudo e, em cada cão, oito dentes foram avaliados. Cada dente pertencia a um dos cinco grupos experimentais.

Estudou-se a densidade de volume (Vv) das áreas de reabsorção radicular. Com o Vv analisou-se a ocupação relativa de ocorrência de reabsorção nas estruturas do cimento radicular na área-teste da seguinte forma: foram observadas cinco lâminas, não-sequenciais escolhidas aleatoriamente, de cada raiz dos grupos experimentais. Nessas lâminas foi realizada avaliação estereológica da porcentagem de reabsorção radicular. As imagens da porção apical das raízes foram projetadas em um campo branco no computador com magnificação de 4x (Figura 10). Um sistema-teste de linhas, com intervalos de linhas a cada

15 mm, era posicionado, aleatoriamente, sobre a imagem da raiz e o número de intersecções da superfície radicular afetada por reabsorções foi contado, assim como o número de intersecções totais do sistema com a raiz. A reabsorção radicular era identificada sempre que se observassem superfícies com recortes (ou depressões, irregularidades) com ou sem células de reabsorção ou reparo. O  $V_v$  foi, portanto, determinado por contagem de pontos, considerando-se os pontos que tocavam as áreas de reabsorção radicular ( $P_p$  - estrutura) e a raiz dentária ( $P_T$  - total) de acordo com a seguinte fórmula:

$$V_{v(estrutura)} = \frac{P_{p(estrutura)}}{P_T}$$

Os valores médios obtidos nas cinco observações de cada raiz foram submetidos à análise estatística.

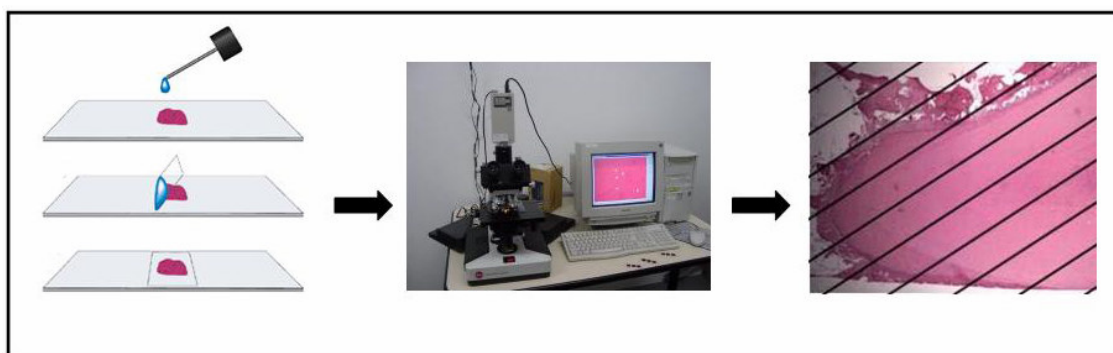


Figura 10 - As lâminas histológicas foram analisadas ao microscópio óptico. Um sistema-teste de linhas foi utilizado para avaliar a porcentagem de reabsorção radicular presente.

### 3.11 Análise estatística

Foram comparados, através do teste Qui-quadrado de Pearson, os seguintes grupos: a) Grupo I vs Grupo II vs Grupo V; b) Grupo III vs Grupo IV vs Grupo V; c) Grupo I vs Grupo III.

A análise foi realizada através de modelos lineares generalizados com distribuição binomial (NELDER e WEDDERBURN, 1972) em que as comparações de interesse foram

testadas. A distribuição postulada para as respostas foi binomial pois ela está baseada na ocorrência ou não do evento de interesse (reabsorção). As medidas de reabsorção foram realizadas repetidamente (em cinco lâminas, não sequenciais) em cada cão e cada dente. Foram obtidas porcentagens estimadas de reabsorção, pois esta leva em consideração o modelo, ou seja, controlando pela variação do cão e do dente (isto porque em unidades experimentais tem-se medidas repetidas que são fonte de variabilidade) permitindo-se avaliar somente o efeito tratamento. Do contrário, esta variação pode influenciar na porcentagem de reabsorção.

A porcentagem estimada não necessariamente é igual à média encontrada na amostra (média bruta), pois esta varia devido a valores discrepantes.

Por esse modelo, as proporções de reabsorção foram estimadas por grupo. Calculou-se, também, o erro padrão e os intervalos de confiança de 95%, que refletem a variabilidade da estimativa. O nível de significância considerado foi de 5%.

Os cálculos foram feitos com o sistema SAS 9.2 (SAS Institute, Cary, NC), sob sistema operacional Windows.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Histologia descritiva

Pela histologia descritiva observou-se que as estruturas radiculares dos dentes dos Grupos II, IV e V utilizados, como controles positivos e controle, respectivamente apresentavam características compatíveis com a normalidade (Figura 11). De modo geral, a superfície radicular apresentou-se envolta por cemento e se distribuiu numa camada delgada ao longo do terço apical observado.

As raízes dos Grupos I e III apresentaram, em geral, tanto áreas características de reabsorções dentárias paralisadas (menos freqüente) quando áreas reparadas (mais freqüente). Áreas de reabsorção paralisadas caracterizam-se por uma superfície de tecido dentário ainda irregular, mas marcado por uma linha basofílica, demarcatória de uma reversão de atividade reabsortiva para uma fase reparatória. Tal padrão morfológico resulta da síntese e deposição de matriz orgânica a ser mineralizada com a finalidade de regularizar ou repor a área perdida. Áreas de reabsorção reparadas apresentam uma regularidade na superfície reabsorvida preenchida totalmente por nova matriz depositada. Neste caso, a superfície reabsorvida foi recomposta pela deposição de novo tecido cementóide pelas células cementoblásticas justapostas à superfície e é possível notar-se as demarcações das linhas de reversão do processo de reabsorção.



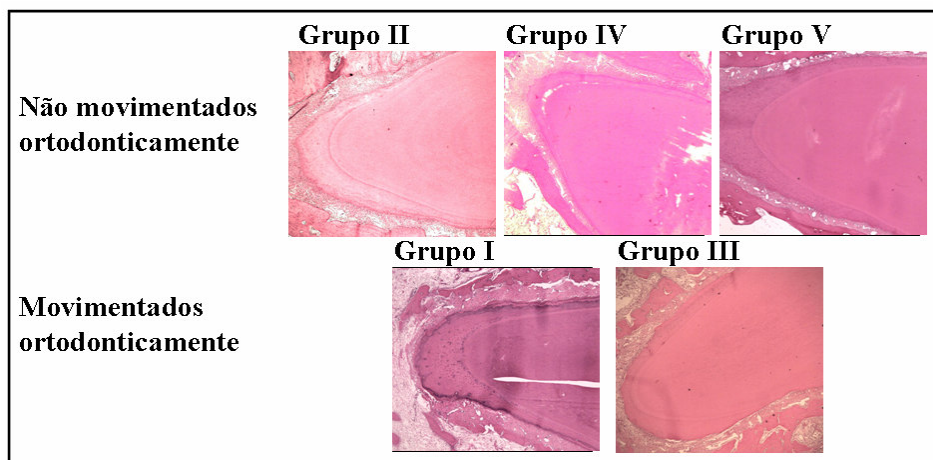


Figura 11 - Imagens histológicas do terço apical das raízes dos diferentes grupos experimentais.

#### 4.2 Avaliação estereológica

As áreas de reabsorção radicular foram avaliadas, segundo método estereológico, e foram feitas as seguintes comparações através dos dados obtidos:

a) comparação entre os Grupos I vs Grupo II vs Grupo V:

Tabela 1 - Comparação entre os Grupos I vs Grupo II vs Grupo V, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor.

Fonte	GL	Qui-Quadrado	P-valor
Grupo	2	12,36	0,0021

De acordo com a Tabela 1, houve evidência de efeito de grupo ( $p=0,0021$ ). Desta forma, a proporção de reabsorção depende do grupo. A Tabela 2 apresenta as comparações entre grupos com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas. Através desta tabela pode-se notar que a diferença está no Grupo I. Na Tabela 3 pode-se ver

que o Grupo I apresentou porcentagem estimada de reabsorção estatisticamente maior que os outros grupos. A Tabela 4 e Gráfico 1 ilustram as porcentagens estimadas de respostas de reabsorção por grupo.

Tabela 2 - Comparações entre os Grupos I, II e V com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas.

Comparações entre grupos	P-valor ajustado
Grupo I vs Grupo II	0,002
Grupo I vs Grupo V	0,005
Grupo II vs Grupo V	0,214

Tabela 3 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança.

Grupos	% estimada de reabsorção	Erro padrão	Limite inferior 95%	Limite superior 95%
Grupo I - movimentação ortodôntica 40 dias após tratamento endodôntico	0,078	0,0108	0,061	0,099
Grupo II - Controle positivo Grupo I	0,016	0,0038	0,011	0,024
Grupo V - Controle Negativo	0,028	0,0117	0,016	0,051

Tabela 4 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo.

Grupos	Reabsorção	
	Não	Sim
	% estimada	% estimada
Grupo I – movimentação ortodôntica 40 dias após endodontia	92	8
Grupo II - controle positivo Grupo I	98	2
Grupo V - Controle Negativo	97	3

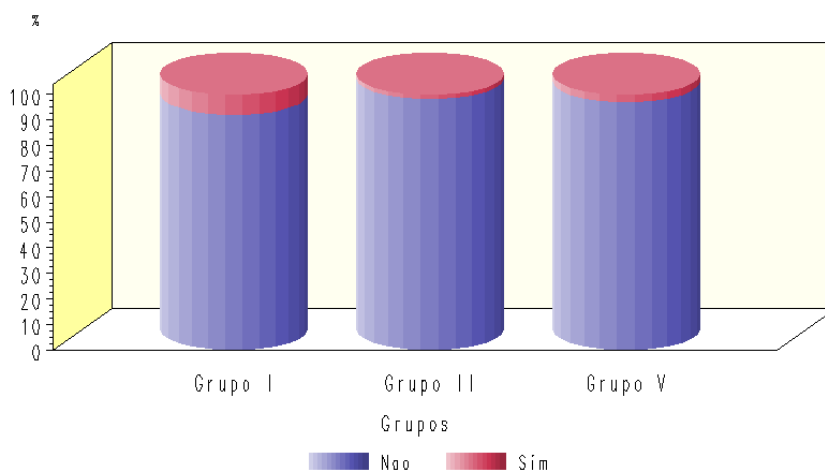


Gráfico 1 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo.

b) comparação entre os Grupos III vs Grupo IV vs Grupo V

Tabela 5 - Comparação entre os Grupos III vs Grupo IV vs Grupo V, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor.

Fonte	GL	Qui-quadrado	P-valor
Grupo	2	12,60	0,0018

De acordo com a Tabela 5, houve evidência de efeito de grupo ( $p=0,0018$ ). Desta forma, a proporção de reabsorção depende do grupo.

A Tabela 6, a seguir, apresenta as comparações entre os Grupos III, IV e V com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas evidenciando que a diferença estava no Grupo III. Na Tabela 7 observa-se que o Grupo III apresentou uma porcentagem estimada de reabsorção estatisticamente maior que os demais grupos. A Tabela 8 e Gráfico 2 ilustram as porcentagens estimadas de respostas de reabsorção por grupo.

Tabela 6 - Comparações entre os Grupos III, IV e V com os seus níveis de significância corrigidos para comparações múltiplas.

Comparações entre grupos	P-valor ajustado
Grupo III vs Grupo IV	0,004
Grupo III vs Grupo V	0,004
Grupo IV vs Grupo V	0,781

Tabela 7 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança.

Grupos	% estimada de reabsorção	Erro padrão	Limite inferior 95%	Limite superior 95%
Grupo III - movimentação ortodôntica imediatamente após endodontia	0,085	0,0096	0,069	0,104
Grupo IV - controle positivo Grupo III	0,026	0,0037	0,020	0,033
Grupo V - Controle Negativo	0,028	0,0117	0,016	0,051

Tabela 8 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo.

Grupos	Reabsorção	
	Não	Sim
	% estimada	% estimada
Grupo III - movimentação ortodôntica imediatamente após endodontia	92	8
Grupo IV - controle positivo Grupo III	97	3
Grupo V - Controle Negativo	97	3

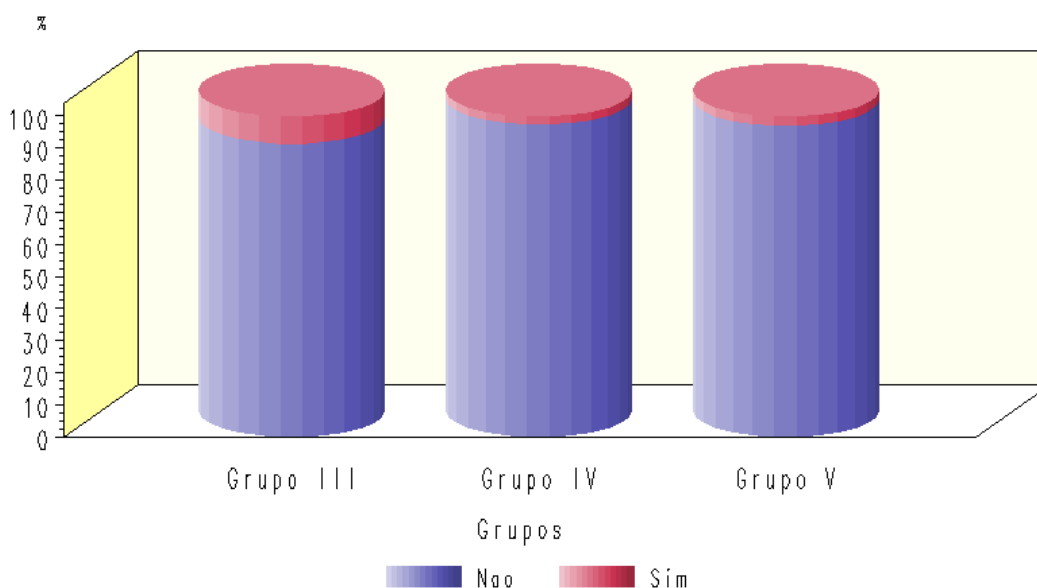


Gráfico 2 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo

c) comparação entre os Grupos I e Grupo III

Tabela 9 - Comparação entre os Grupos I e Grupo III, GL (grau de liberdade), qui-quadrado e p-valor.

Fonte	GL	Qui-quadrado	P-valor
Grupo	1	0,29	0,5924

Analisando-se a Tabela 9, nota-se que não foi encontrada evidência de efeito de grupo ( $p=0,5924$ ), não havendo diferença na proporção de reabsorção para os dois grupos, ou seja, a

porcentagem de reabsorção do Grupo I foi semelhante à do Grupo III. A Tabela 10 mostra porcentagens estimadas de reabsorção bastante semelhantes. A Tabela 11 e Gráfico 3 mostram as porcentagens estimadas de respostas de reabsorção de ambos os grupos.

Tabela 10 - Porcentagens estimadas de respostas para reabsorção por grupo e seus respectivos intervalos de confiança.

Grupos	% estimada de reabsorção	Erro padrão	Limite inferior 95%	Limite superior 95%
Grupo I -movimentação ortodôntica 40 dias após endodontia	0,078	0,0108	0,061	0,099
Grupo III - movimentação ortodôntica imediatamente após endodontia	0,085	0,0096	0,069	0,104

Tabela 11 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo.

Grupos	Reabsorção	
	Não	Sim
	% estimada	% estimada
Grupo I - movimentação ortodôntica 40 dias após endodontia	92	8
Grupo III - movimentação ortodôntica imediatamente após endodontia	92	8

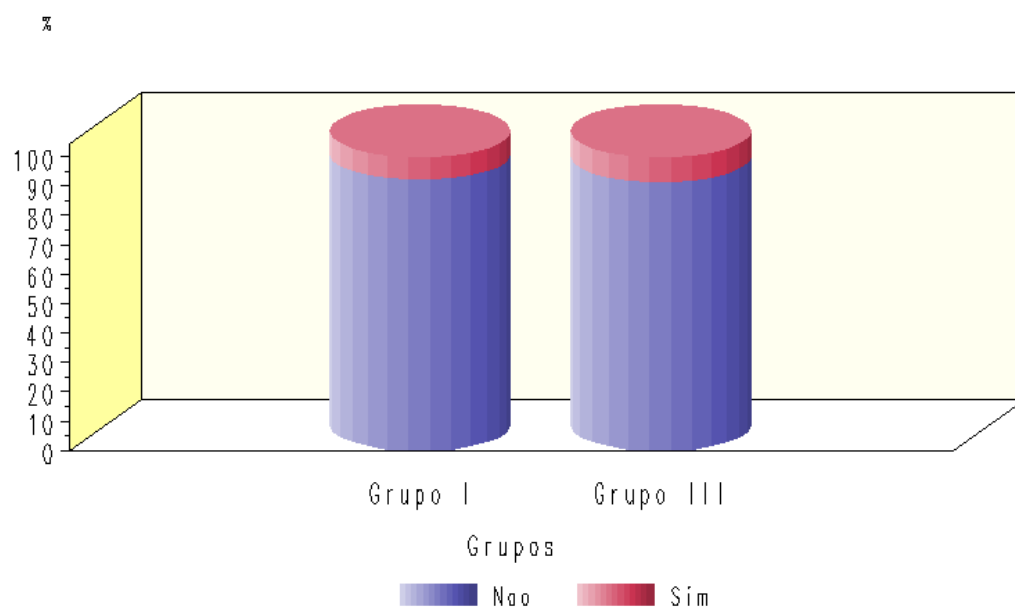


Gráfico 3 - Porcentagens estimadas de respostas por grupo

## 5 DISCUSSÃO

A reabsorção radicular é uma consequência iatrogênica muito freqüente do tratamento ortodôntico e, por esse motivo, muitas pesquisas são realizadas com o objetivo de identificar fatores de risco para sua ocorrência e formas de diagnóstico precoce.

Estudos em humanos, com resultados clínico-radiográficos, nem sempre correspondem à real condição histomorfológica da região radicular. Por isso, quando esta última observação é necessária, torna-se essencial a utilização de um modelo experimental animal que permita o exame microscópico do ambiente periapical (BROWNE, 1994). O efeito biológico de diferentes técnicas, procedimentos e materiais utilizados durante o tratamento dos canais radiculares de dentes decíduos e permanentes vem sendo investigado, fundamentalmente, pela resposta dos tecidos apicais e periapicais frente a avaliações radiográficas e histopatológicas. Com base em inúmeros trabalhos que encontraram semelhança no processo de reparo apical e periapical dos dentes de cães e seres humanos (HOLLAND *et al.*, 1978; PITT FORD, 1984; BONETTI FILHO, 2000; TANOMARU FILHO, 2001; TANOMARU FILHO, LEONARDO e SILVA, 2002), foi escolhida a utilização do cão como modelo experimental para a presente pesquisa.

O principal meio de diagnóstico da reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico é através de uma radiografia periapical. Newman (1975) recomendou que fossem realizadas tomadas radiográficas periódicas de todos os pacientes que apresentassem, ao início do tratamento ortodôntico, raízes curtas. Brezniak e Wasserstein (1993b) propuseram a realização de radiografias periapicais dos incisivos superiores uma vez ao ano, durante o tratamento ortodôntico ativo. Os mesmos autores, em 2002, aconselharam uma tomada radiográfica dos incisivos superiores seis meses após o início do tratamento e um acompanhamento mais rigoroso caso seja detectada reabsorção radicular expressiva (BREZNIAK e WASSERSTEIN, 2002b). Levander e Malmgren, já em 1988, afirmaram, através de estudos, que o controle radiográfico deveria ser realizado 6-9 meses após o início do tratamento ortodôntico. Isto porque os autores observaram que em 38 por cento dos incisivos que apresentavam reabsorção radicular inicial em seus estudos, tiveram severa



reabsorção pós-tratamento. Nestes casos, a tomada radiográfica anual, preconizada por outros autores, seria insuficiente.

Sabe-se, através de estudos histológicos, que o processo de reabsorção também ocorre em outras áreas da superfície radicular e não apenas no ápice (VLASKALIC e BOYD, 2001) podendo, em alguns casos, não apresentar um encurtamento radicular, sendo as áreas de reabsorção evidentes apenas histologicamente (VERNA, DALSTRA e MELSEN, 2003). Este aspecto também foi constatado no presente estudo, no qual a reabsorção radicular ocorreu em outras áreas e não somente no ápice, resultando em diminuição do comprimento radicular.

Na literatura, a maioria dos trabalhos histológicos existentes sobre efeitos de diferentes tratamentos na região radicular é descritiva e não quantitativa. O método estereológico de avaliação da porcentagem de reabsorção radicular, utilizada no presente estudo, é um método quantitativo acurado, tridimensional, simples e sem viés. A área-teste estudada é formada obedecendo a critérios que asseguram que todos os objetos sejam contados com a mesma probabilidade (MANDARIM-DE-LACERDA, 2003).

A literatura que discute a inter-relação da ortodontia com a endodontia é escassa, até o ano de 2008. Encontra-se apenas que deve existir cautela quando o tratamento ortodôntico envolve dentes com lesão periapical crônica. Em casos de lesões periapicais resultantes de uma infecção pulpar e conseqüente necrose, o tecido inflamatório ao redor do ápice pode causar reabsorção de dentina e cemento apical (TRONSTAD, KRESTOOL e BARNETT, 1990) e para se evitar possíveis riscos de um agravamento dessa reabsorção radicular externa, alguns autores (ANDREASEN e ANDREASEN, 1991) recomendam que dentes que necessitem de tratamento endodôntico durante a movimentação ortodôntica sejam previamente descontaminados, instrumentados e que seja colocado curativo de hidróxido de cálcio o qual deverá ser mantido durante todo o período de tratamento ortodôntico. Anthony (1986) também descreveu um caso clínico em que utilizou a troca do curativo de demora de hidróxido de cálcio até que se completasse o processo de apicificação de um incisivo central, o que foi realizado com sucesso, concomitantemente ao tratamento ortodôntico. Mattison *et al.* (1984) não observaram diferença significativa na reabsorção radicular externa entre dentes tratados endodonticamente (utilizando-se material obturador definitivo e não trocas de curativo de demora) e dentes vitais, quando ambos foram submetidos a forças ortodônticas. Drysdale, Gibbs e Ford (1996) sugeriram, em uma revisão de literatura, que o tratamento endodôntico de dentes com reabsorção óssea periapical deveria ser realizado inicialmente e o

movimento ortodôntico, retardado até que houvesse ausência de sinais clínicos e radiográficos, sendo o tempo mínimo recomendado de seis meses. A grande desvantagem desse procedimento é o aumento do tempo de tratamento do paciente. Os achados do trabalho de Noronha (2006) parecem não indicar uma necessidade de se aguardar um período de reparo da lesão para se dar início ao tratamento ortodôntico pois os resultados encontrados indicaram boa regressão das lesões periapicais crônicas mesmo durante o tratamento ortodôntico, com canais com obturação definitiva. Entretanto, não haviam sido feitas medições de possíveis alterações radiculares. No presente trabalho, os resultados da comparação das porcentagens de reabsorção radicular dos Grupos I (grupo em que se aguardou 40 dias para o início da movimentação ortodôntica) e Grupo III (grupo em que a movimentação ortodôntica foi realizada imediatamente após endodontia) não indicaram uma diferença significativa, sustentando a hipótese de que aguardar-se um período de reparo após o tratamento endodôntico de um dente com lesão periapical crônica não diminuiria suas chances de apresentar áreas de reabsorção.

O que se observa na literatura é que não há trabalhos experimentais que testem esta mesma hipótese tornando-se difícil a comparação exata destes resultados.

É importante ressaltar que pode ter havido uma contribuição do tipo de tratamento endodôntico utilizado neste estudo, que resultou porcentagens estimadas de reabsorção semelhantes para os Grupos II, IV e V. Esse achado sugere que o tratamento endodôntico realizado no estudo foi eficaz, pois nos dentes dos Grupos II e IV foram induzidas lesões periapicais crônicas e, no final do experimento, apresentavam áreas de reabsorção radicular compatíveis com as de dentes hígidos que nada sofreram. A técnica de tratamento endodôntico realizada em duas sessões, com a utilização de hidróxido de cálcio como curativo de demora (preconizado nos casos de tratamento endodôntico de dentes com lesão periapical visível radiograficamente), realizada neste estudo, corrobora os achados de vários autores (TANOMARU FILHO, 2001; TANOMARU FILHO, LEONARDO e SILVA, 2002, DE ROSSI *et al.*, 2005). Esse material, utilizado como curativo de demora apresenta excelente capacidade de auxiliar no reparo das lesões periapicais, de possuir ação anti-exsudativa, indutora de mineralização e de possuir efeitos antimicrobianos nos canais radiculares, em razão de suas ações bacteriana e bacteriostática.

O presente estudo demonstrou a interação entre a movimentação ortodôntica de dentes com lesão periapical crônica e a ocorrência de reabsorção radicular. Os resultados apontaram

que a movimentação ortodôntica produziu um aumento na porcentagem de reabsorção radicular. Isto porque nos Grupos I (grupo em que se aguardou 40 dias após término do tratamento endodôntico para dar início a movimentação ortodôntica) e III (grupo em que a movimentação ortodôntica foi iniciada imediatamente após tratamento endodôntico) as porcentagens estimadas de reabsorção radicular foram estatisticamente maiores que de seus respectivos grupos controles positivos (Grupos II e IV) e controle negativo (Grupo V), embora nos três grupos controles também tivessem sido encontradas áreas de reabsorção.

Estes achados corroboram os da literatura (BREZNIAK e WASSERSTEIN, 1993a; LUPI, HANDELMAN e SADOWSKY, 1996) que afirma que apesar da reabsorção apical ocorrer também em indivíduos que nunca realizaram tratamento ortodôntico, a incidência entre os indivíduos tratados é significativamente maior, muito embora o tipo de movimento realizado na presente pesquisa tenha sido o de translação (com a força próxima ao centro de resistência do dente) e não os de inclinação, intrusão ou torque que, segundo autores (STEVIK e MJÖR, 1990), seriam considerados mais deletérios às raízes por não permitirem as distribuições das tensões e trações geradas.

Devido à complexidade das reações envolvidas na movimentação dentária induzida e dos poucos conhecimentos sobre a interrelação entre a Ortodontia, a Endodontia e a ocorrência de reabsorção radicular, novos estudos são necessários para o melhor entendimento dessa associação.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos achados histológicos e da análise estatística, concluiu-se que:

- dentes com lesão periapical crônica, experimentalmente induzida, movimentados ortodonticamente imediatamente após o tratamento endodôntico apresentaram porcentagens de áreas com reabsorção radicular semelhantes àqueles movimentados 40 dias após a endodontia;

- a movimentação ortodôntica induziu um aumento na porcentagem de áreas de reabsorção radicular.

## REFERÊNCIAS

- AHERNE, W.A.; DUNNIL, M.S. **Morphometry**. London: Edward Arnold, 1982.
- ALATLI, I.; HAMMARSTRÖM, L. Root surface defects in rat molar induced by 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. **Acta Odontol Scand.**, v. 54, n. 1, p. 59-65, 1996.
- ALEXANDER, S.A. Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 110, n. 3, p. 321-324, 1996.
- ANDREASEN, J.O. External root resorption: its complication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. **Int Endod J.**, v. 18, n. 2, p. 109-118, 1985.
- ANDREASEN, J.O.; ANDREASEN, F.M. **Essentials of traumatic injuries to the teeth**. Copenhagen: Munksgaard, 1991.
- ANTHONY, D. R. Apixification during active orthodontic movement. **J Endod**, v. 12, n. 9, p. 419-421, 1986.
- ARIAS, O.R.; MARQUEZ-OROZCO, M.C. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: Their effects on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 130, n. 3, p. 364-370, 2006.
- BENDER, I. B.; BYERS, M.R.; MORY, K. Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. **J Endod.**, v. 23, n. 12, p. 768-773, 1997.
- BERESFORD, W.A. **Cementum**. 2007. Disponível em: <http://www.beresford.hsc.wvu.edu/cementum.ppt>. Acesso em: 2 ago. 2007.
- BLEACHMAN, A.M.; SMILEY, H. Magnetic force in orthodontics. **Am J Orthod.**, v. 74, n. 4, p. 435-443, 1978.
- BONETTI FILHO, I. **Tratamento de canal radicular de dentes de cães com necrose pulpar e lesão periapical crônica induzida, realizado em sessão única e duas sessões, utilizando três diferentes curativos de demora: avaliação radiográfica, histopatológica e histomicrobiológica** [Tese Livre-docência]. Araraquara: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.
- BOSSHARDT, D.; SELVIG, K.A. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. **Periodontol 2000.**, v. 13, p. 41-75, 1997.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1 Literature Review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2 Literature Review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 103, n. 2, p. 138-146, 1993b.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. **Angle Orthod.**, v. 72, n. 2, p. 175-179, 2002a.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: the clinical aspects. **Angle Orthod.**, v. 72, n. 2, p. 180-184, 2002b.
- BROWNE, R.M. Animal test for biocompatibility of dental materials: relevance, advantages and limitations. **J Dent.**, v. 22, n. 2, p. 21-24, 1994.

- BRUDVIK, P.; RIGH, P. Root resorption after local injection of prostaglandin E2 during experimental tooth movement. **Eur J Orthod.**, v. 13, n. 4, p. 255-263, 1991.
- BRUDVIK, P.; RIGH, P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hyalinized zones. **Eur J Orthod.**, v. 15, n. 6, p. 467-480, 1993.
- CATTANEO, P.M. **Orthodontic aspects of bone mechanics and bone remodeling** [thesis]. Aarhus: Royal Dental College, Aarhus University; 2003.
- CONSOLARO, A. **Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas**. 2. ed. Maringá: Dental Press; 2005.
- CORDEIRO, R.C.L. et al. Desenvolvimento de um dispositivo para padronização de tomadas radiográficas em cães. **R.P.G. Revista de Pós-graduação da FOU SP**, v. 2, n. 3, p. 138-140, 1995.
- COSTOPOULOS, G.; NANDA, R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 109, n. 5, p. 543-548, 1996.
- DE ROSSI, A. et al. Effect of rotary or manual instrumentation, with or without a calcium hydroxide/1% chlorhexidine intracanal dressing, on the healing of experimentally induced chronic periapical lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 99, n. 5, p. 628-636, 2005.
- DRYSDALE, C.; GIBBS, S.L.; FORD, T.R.P. Orthodontic management of root-filled teeth. **Br J Orthod.**, v. 23, n. 3, p. 255-60, 1996.
- EPKER, B.N.; FROST, H.M. Correlation of bone resorption and formation with the physical behaviour of loaded bone. **J Dent Res**, v. 44, p. 33-41, 1965.
- FLOWER, G.C. Notes on electrophoretic decalcification of bone. **J Med Technol.**, v. 9, p. 106-107, 1951.
- GOLDSON, L.; HENRIKSON, C.O. Root resorption during Begg treatment; a longitudinal roentgenologic study. **Am J Orthod.**, v. 68, n. 1, p. 55-66; 1975.
- GRUENDEMAN, G.W.; WEINE, F.S.; JANIK, J.M. Combined orthodontic-endodontic therapy: case report of orthodontic movement of a recalcified lateral incisor. **J Endod.**, v. 20, n. 5, p. 258-262, 1994.
- GUNDERSEN, H.J. The nucleator. **J Microsc.**, v. 111, p. 219-277, 1988.
- HAMMARSTRÖM, L.; LINDSKOG, S. General morphological aspects of resorption of teeth and alveolar bone. **Int End J.**, v. 18, n. 2, p. 93-108, 1985.
- HARRIS, E.F.; KINERET, S.E.; TOLLEY, E.A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 111, n. 3, p. 301-309, 1997.
- HOLLAND, R.; SOUZA, V.; NERY, M.J.; MELLO, W.; BERNABÉ, P.F.E.; OTOBONI FILHO, J.A. Root canal treatment of pulpless teeth with cavity or zinc oxide-eugenol, in one or two sittings. **Rev Fac Odontol Araçatuba**, v. 7, n. 39, p. 47-51, 1978.
- IGARASHI, K.; ADACHI, H.; MITANI, H.; SHINODA, H. Inhibitory effect of the topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on root resorption incident to orthodontic tooth movement in rats. **J Dent Res.**, v. 75, n. 9, p. 1644-1649, 1996.
- IMAGE J [computer program]. Version 1.33u for Windows: National Institutes of Health; Java 1.3-03. Disponível em: <http://rbs.info.nih.gov/ij/>.

- KAFFE, I. et al. A radiographic survey of apical root resorption in pulpless permanent teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 58, n. 1, p. 109-112, 1984.
- KALKWARF, K.L.; KREJCI, R.F.; PAO, Y.C. Effect of apical root resorption on periodontal support. **J Prosthet Dent.**, v. 56, n. 3, p. 317-319, 1986.
- KENNEDY, D.B.; JOONDEPH, D.R.; OSTERBERG, S.K.; LITTLE, R.M. The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support. **Am J Orthod.**, v. 84, n. 3, p. 183-190, 1983.
- LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. **Endodontia**: tratamento de canais radiculares. 3. ed. São Paulo: Panamericana, 1998.
- LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. **Eur J Orthod.**, v. 10, n. 1, p. 30-38, 1988.
- LEVANDER, E.; MALMGREN, O.; ELIASSON, S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. **Eur J Orthod.**, v. 16, n. 3, p. 223-228, 1994.
- LIDSKOG, S.; BLOMLÖF, L.; HARMSTRÖM, L. Cellular colonization of denuded root surfaces in vivo: cell morphology in dentin resorption and cementum repair. **J Clin Periodontol.**, v. 14, n. 7, p. 390-395, 1987.
- LINGE, L.; LINGE, B. O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 99, n. 1, p. 35-43, 1991.
- LUPI, J.E.; HANDELMAN, C.S.; SADOWSKY, C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 109, n. 1, p. 28-37, 1996.
- MAH, R.; HOLLAND, G.R.; PEHOWICH, E. Periapical changes after orthodontic movement of root-filled ferret canines. **J Endod.**, v. 22, n. 6, p. 298-303, 1996.
- MALMGREN, O.; GOLDSOHN, L.; HILL, C.; ORWIN, A.; PETRINI, L.; LUNDBERG, M. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. **Am J Orthod.**, v. 82, n. 6, p. 487-491, 1982.
- MALTHA, J.C. et al. Incidence and severity of root resorption in orthodontically moved premolars in dogs. **Orthod Craniofacial Res.**, v.7, n.2, p. 115-121, 2004.
- MANDARIM-DE-LACERDA, C.A. Stereological tools in biomedical research. **An Acad Bras Ciênc.**, v. 75, n. 4, p. 1, 2003.
- MATTISON, G. D.; GHOLSTON, L.R.; BOYD, P. Orthodontic external root resorption – endodontic considerations. **J Endod.**, v. 9, n. 6, p. 253-6, 1983.
- MATTISON, G.D.; DELIVANIS, H.P.; DELIVANIS, P.D.; JOHNS, P.I. Orthodontic root resorption of vital and endodontically treated teeth. **J Endod.**, v.10, n.8, p. 354-8, 1984.
- MELSEN, B. Limitations in adult orthodontics. In: MELSEN, B. (Ed.) **Current controversies in orthodontics**. Chicago: Quintessence, 1991. Cap. 7, p. 147-180.
- MELSEN, B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. **Angle Orthod.**, v. 69, n. 2, p. 151-158, 1999.
- MELSEN, B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement – a new paradigm. **Eur J Orthod.**, v. 23, n. 6, p. 671-681, 2001.

- MELSEN, B.; McNAMARA, J.A.J.; HOENIE, D.C. The effect of bite-blocks with and without repelling magnets studied histomorphometrically in rhesus monkey (*Macaca mulatta*). **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 108, n. 5, p. 500-509, 1995.
- MIRABELLA, A.D.; ARTUN, J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. **Am J Dentofacial Orthop**, v. 108, n. 1, p. 48-55, 1995.
- MJÖR, I.; FEJERSKOV, O. Embriologia e histologia oral humana. 1 ed. São Paulo: Panamericana; 1990.
- NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized Linear Models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 135, p. 370-384, 1972.
- NEWMAN, W.G. Possible etiologic factors in external root resorption. **Am J Orthod.**, v. 67, n. 5, p. 522-539, 1975.
- NOMURA, S.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Molecular events caused by mechanical stress in bone. **Matrix biology**, v. 19, n. 2, p. 91-96, 2000.
- NORONHA, M.P. **Avaliação radiográfica dos efeitos da movimentação ortodôntica no processo de reparo dos tecidos periapicais de dentes de cães, com lesão crônica, tratados endodonticamente.** [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2006.
- OWMAN-MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDREN, D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. **Angle Orthod.**, v. 65, n. 6, p. 403-408, 1995.
- PARKER, R.J.; HARRIS, E.F. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 114, n. 6, p. 677-683, 1998.
- PILON, J.J.G.M.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.M., MALTHA, J.C. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement: an experimental study in beagle dogs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 110, n. 1, p. 16-23, 1996.
- PISKIN, B.; TURKUN, M. Stability of various sodium hypochlorite solutions. **J Endod**, v.21, n. 5, p.253-255, 1995.
- PITT FORD, T.R. The radiographic detection of periapical lesions in dogs. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 57, n. 6, p. 662-667, 1984.
- PROFFIT, W.R.; WHITE, R.P. Jr.; SARVER, D.M. Biomechanics and mechanics. In: PROFFIT, W.R. (Ed.) **Contemporary treatment of dentofacial deformity**. Saint Louis: Mosby, 2003.
- REITAN, K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. **Am J Orthod**, v. 53, n. 10, p. 721-745, 1967.
- REITAN, K.; RYGH, P. Biochemical principles and reactions. In: GRABER, T.M.; VANARSDALL JUNIOR, R.L. **Orthodontics: current principles and techniques**. 2. ed. Saint Louis: Mosby, 1994.
- REMINGTON, D.N.; JOONDEPH, D.R.; ARTUN, J. RIEDEL, R.A.; CHAPKO, M.K. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 96, n. 1, p. 43-46, 1989.
- REN, Y.; MALTHA, J.C.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. Tooth movement characteristics in relation to root resorption in young and adult rats. **Eur J Oral Sci.**, v. 115, n.6, p. 449-453, 2007.



- RINCHUSE, D.J. et al. Orthodontic treatment of patients using bisphosphonates: a report of 2 cases. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 131, n. 3, p. 321-326, 2007.
- RUELLAS, A.C.O.; BOLOGNESE, A.M. Mola de níquel-titânio x mola de aço inoxidável – comparação do movimento dentário. **J Bras Ortodon & Ortop Fac.**, v.27, p. 45-50, 2000.
- SASAKI, T. Differentiation and functions of osteoclasts and odontoclasts in mineralized tissue resorption. **Microsc Res Tech.**, v. 61, n. 6, p. 483-495, 2003.
- SIQUEIRA JUNIOR, J.F. **Tratamento das infecções endodônticas**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1997.
- SIQUEIRA JUNIOR, J.F.; BATISTA, M.M.D.; FRAGA, R.C.; UZEDA, M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. **J Endod.**, v. 24, n. 6, p. 414-416, 1998.
- SPURRIER, S.W. et al. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 97, n. 2, p. 130-134, 1990.
- STEREOLOGY. 2008. Disponível em:<<http://en.wikipedia.org/wiki/Stereology>>. Acesso em: 11 jan. 2008.
- STENVIK, A.; MJÖR, I. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. **Am J Orthod.**, v. 57, n. 4, p. 370-385, 1970.
- TANOMARU FILHO, M. **Reparo apical e periapical após tratamento endodôntico em dentes com reação periapical crônica em função da solução irrigadora e do curativo de demora. Estudo em cães. Resposta inflamatória após injeção de diferentes soluções irrigadoras. Estudo em camundongos** [tese livre-docência]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2001.
- TANOMARU FILHO, M.; LEONARDO, M.R.; SILVA, L.A. Effect of irrigation solution and calcium hydroxide root canal dressing on the repair of apical and periapical tissues of teeth with periapical lesion. **J Endod.**, v. 28, n. 4, p. 295-299, 2002.
- TEN CATE, A.R. **Histologia Bucal: desenvolvimento, estrutura e função**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988.
- TRONSTAD, L.; KRESTOOL, D.; BARNETT, F. Microbiological monitoring and results of treatment of extraradicular endodontic infection. **Endod Dent Traumatol.**, v. 6, n. 3, p. 129-136, 1990.
- VAES, G. Cellular biology and biochemical mechanism of bone resorption: a review of recent developments on the formation, activation and mode of action of osteoclasts. **Clin Orthop Relat Res.**, v. 231, p. 239-271, 1988.
- VAN LEEUWEN, E.J.; MALTHA, J.C.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. **Eur J Oral Sci.**, v. 107, n.6, p.468-474, 1999.
- VERNA, C. **Root resorption during orthodontic tooth movement under different metabolic conditions in rats** [thesis]. Aarhus: Royal Dental College, Aarhus University; 2002.
- VERNA, C.; DALSTRA, M.; MELSEN, B. Bone turnover rate in rats does not influence root resorption induced by orthodontic treatment. **Eur J Orthod.**, v. 25, n. 4, p. 359-363, 2003.

VLASKALIC, V.; BOYD, R.L. Root resorption and tissue changes during orthodontic treatment. In: BISHARA, S.E. **Textbook of orthodontics**. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2001.

VLASKALIC, V.; BOYD, R.L.; BAUMRIND, S. Etiology and sequelae of root resorption. **Sem Orthod.**, v. 4, n. 2, p. 124-131, 1998.

VON BÖHL, M. et al. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v.125, n. 5, p.615-623, 2004.

WAINWRIGHT, W.M. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. **Am J Orthod.**, v. 64, n. 3, p. 278-302, 1973.

WICKWIRE, N. A. et al. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. **Angle Orthod.**, v. 44, n. 3, p. 235-242, 1974.

## ANEXO A – APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS




UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Campus de Ribeirão Preto  
Comissão de Ética no Uso de Animais

### CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho (Protocolo nº 04.1.763.53.0), intitulado: "Alterações Histológicas e radiográficas do cimento radicular submetido a forças ortodônticas de dentes tratados endodonticamente", de autoria de **Mariana de Pinho Noronha**, por estar de acordo com os **Princípios Éticos na Experimentação Animal** adotado pela **Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)** do *Campus* de Ribeirão Preto – USP, foi aprovado em reunião da CEUA de 14.09.2004.

Ribeirão Preto, 17 de setembro de 2004

  
Presidente da CEUA  
Prof. Dr. José Clóvis do Prado Junior

  
Secretária da CEUA  
Maria Angélica S. Depiro