



Universidade Estadual Paulista "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia  
Área de concentração - Ortodontia

**Carlos Alberto Aiello**

**Avaliação da reabsorção de raízes com  
diferentes dimensões, utilizando forças  
contínua, contínua interrompida e  
intermitente**

**ARAÇATUBA – SP**

**2011**

**Carlos Alberto Aiello**

**Avaliação da reabsorção de raízes com  
diferentes dimensões, utilizando forças  
contínua, contínua interrompida e  
intermitente**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia  
do Campus de Araçatuba - UNESP, para a  
obtenção do Grau de “Doutor em Odontologia” -  
Área de Concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Adj. Osmar Aparecido Cuoghi

Co-orientador: Prof. Titular Alberto Consolaro

**ARAÇATUBA – SP**

**2011**

Catálogo na Publicação (CIP)  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

A288a Aiello, Carlos Alberto.  
Avaliação da reabsorção de raízes com diferentes dimensões, utilizando forças contínua, contínua interrompida e intermitente / Carlos Alberto Aiello. -Araçatuba : [s.n.], 2011  
56 f.: il. + 1 CD-ROM

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2011

Orientador: Prof. Adj. Osmar Aparecido Cuoghi

Co-orientador: Prof. Titular Alberto Consolaro

1. Reabsorção da Raiz 2. Movimentação Dentária 3. Ratos

Black D4  
CDD 617.643

## Dados Curriculares

### CARLOS ALBERTO AIELLO

NASCIMENTO	18 de junho de 1964 São Manuel - SP
FILIAÇÃO	Nilcéia da Silva Aiello Luiz Antonio Aiello
1984 - 1987	Graduação em Odontologia Faculdades Integradas de Marília
1991 - 1993	Residência Odontológica e Especialização em Ortodontia pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo e Sociedade de Promoção Social do Fissurado Lábio- Palatal - PROFIS
2002 - 2005	Curso de Mestrado em Ciências da Reabilitação - Área de Concentração: Fissuras Orofaciais e Anomalias Relacionadas Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo.
2008 - 2011	Curso de Doutorado - Área de Concentração Ortodontia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia Faculdade de Odontologia de Araçatuba Universidade Estadual Paulista - UNESP
1995 - Atual	Professor do Curso de Ortodontia Preventiva e Interceptiva Sociedade de Promoção Social do Fissurado Lábio-Palatal
1998 - Atual	Ortodontista Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo - USP

# Dedicatória

À minha mãe Nilcéia, de quem herdei a fé, perseverança e a garra para  
vencer a vida com o bem;

O fruto do meu trabalho é também seu fruto, pois me deu a vida e a coragem  
para vivê-la.

Agradeço a Deus por me dar a oportunidade de ser seu filho.

A senhora, que soube ser mãe, pai e irmã, tudo reunido em uma só pessoa.

Alma singela, humana, de uma beleza que todos os bons adjetivos do dicionário Aurélio  
seriam poucos para defini-la.

Dedico à senhora, não só este título, mas todos os que me proporcionou.

Saiba que todos são seus, e não meus, porque um dia você abdicou de todos, para que eu  
pudesse obtê-los.

O amor que sinto pela senhora é inimaginável, vai além do além. É algo que transcende o  
tudo e o todo.

Mais que me dar à luz é ser a luz que conduz a minha vida.

A Senhora é tudo que pedi a Deus.

**“Eu te amo”**

# Dedicatória

Ao meu pai Luiz Antonio (in memoriam), de quem herdei a determinação, a organização e a alegria de viver, embora Deus o tenha levado tão cedo.

À minha irmã Maria Cristina (in memoriam), uma linda menina de olhos azuis da cor do céu. Um anjo que, todos os dias, certamente intercede por mim junto a Deus.

“Um dia nos encontraremos  
e juntos  
estaremos para todo o sempre”

# Dedicatória

**A meus avós maternos Luiz Romualdo (in memoriam) e Júlia, por serem meus segundos pais e pela contribuição na minha educação;**

**"Avô Luiz, nunca me esquecerei dos seus ensinamentos";**

**"Avó Júlia, parte do meu ser se deve à senhora".**

**A meus avós paternos Ângelo (in memoriam) e Elisa (in memoriam), pelo exemplo de vida e luta;**

**"Avô Ângelo, que a sua alegria de viver se perpetue em mim";**

**"Avó Elisa, que as suas rezas continuem me abençoando".**

**A meus tios irmãos José Carlos, Nilda Maria, Nilza Regina, Luíz Marcos, Claudio Roberto e Antonio Carlos:**

**"Presentes de Deus. Com vocês aprendi o verdadeiro amor de irmão".**

**A meus tios, tias, primos e primas que vieram depois, mas na hora certa para concretizar aquilo que se denomina "uma verdadeira família".**

**À Família Souza Freitas, meu querido tio Gastão, minha querida tia Sueli, filhos, filhas, genros, noras e netos: o meu muito obrigado, pelo carinho filial, pela ajuda nos momentos difíceis e amizade ao longo desses anos.**

**"Tenho todos vocês guardados no meu coração"**

# Agradecimentos especiais

**Ao meu Orientador Prof. Dr. Osmar Aparecido Cuoghi**, pela orientação dedicada, competente e extremo profissionalismo e, ainda, pela paciência, disponibilidade e amizade, contribuindo não só para a realização desta pesquisa, mas também para a minha formação profissional. Sua capacidade de síntese muito me auxiliou na fase final desta pesquisa. Por mais que me expresse, minhas palavras não seriam capazes de traduzir a gratidão e o respeito que tenho pela sua pessoa. Tenho a certeza de que não fui um aluno à altura de seu conhecimento, mas saiba que por meio da sua orientação novos horizontes se abriram para "aquilo que os olhos não podem ver".

**Ao meu Co-orientador Professor Dr. Alberto Consolaro**, pela atenção e pelos conselhos num momento importante da minha vida. Sua co-orientação, em parte, por meio de sua obra "Reabsorções Dentárias nas especialidades clínicas", e a sua reconhecida capacidade como pesquisador foram de fundamental importância para a conclusão deste trabalho.

Agradeço a oportunidade de unir dois renomados pesquisadores de natureza distinta, de um lado o pesquisador clínico, de outro, o literário, na minha formação. Hoje, enriquecida de muito saber sobre um tema tão complexo e importante na especialidade de Ortodontia. Espero, assim, nunca decepcioná-los ao repassar esses conhecimentos, ensinados de forma tão consistente.

"A vocês meu eterno agradecimento"

# Agradecimentos especiais

A toda equipe de Ortodontia do Departamento de Odontologia Infantil e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP: Prof. Dr. Francisco Antonio Bertoz, Prof. Dr. Osmar Aparecido Cuoghi, Prof. Dr. Marcos Rogério de Mendonça e Prof. Dr. Eduardo César Almada Santos, por me receberem nessa casa como um verdadeiro filho e conduzirem todos os seus esforços, de maneira ética e profissional, para consolidar minha formação em Ortodontia.

# Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Francisco Antonio Bertoz e ao Prof. Dr. Marcos Rogério de Mendonça, que, sempre sensíveis às dificuldades de um simples aluno como eu, souberam de forma magistral oferecer conselhos que viabilizaram direta e indiretamente a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Tetuo Okamoto e ao Prof. Dr. Celso Koogi Sonoda e, também, aos amigos: Pedro, Yesselin, Márcio, Juliana, Carla, Dirce, Mariana e Luciana, pela ajuda no desenvolvimento da parte experimental desta pesquisa, sem a qual, esta jamais seria realizada com tanto primor.

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Padovani, do Instituto de Biociências, Departamento de Bioestatística da UNESP - Campus Botucatu, pela eficiência e colaboração no desenvolvimento das análises estatísticas desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris, do Departamento de Odontologia Social e Preventiva da Universidade de São Paulo (USP), pela ajuda e contribuição na fase inicial das análises estatísticas desta pesquisa.

À minha querida tia Profa. Dra. Nilza Regina e ao meu querido tio Prof. Me. Antonio Carlos, pelo auxílio incessante nas sugestões e correções deste trabalho.

À minha secretária Mary, pela incansável presteza e pela paciência demonstrada ao longo desses anos ao meu lado. Você é um exemplo de dedicação e companheirismo. Ao seu esposo Almir, sou grato pela compreensão.

Às minhas amigas Mazé, Ana Regina e Elaine e ao meu amigo Márcio, pela ajuda e auxílio técnico na formatação desta tese. Vocês são pessoas muito especiais, verdadeiros amigos, com quem sempre poderei contar a qualquer momento.

Aos meus queridos colegas de pós-graduação: Omar, Pedro, Túlio, Rosely, Nicholas, Lilian, Henrique, Márcio, Laércio, José Roberto, Juliana, Aubrey, Ana Carolina, Lídia, Derly e Renato. Jamais esquecerei os bons momentos de aprendizado que vocês me proporcionaram; especialmente a você Pedro, pelos ensinamentos no manejo dos murinos.

Aos queridos amigos Lidinho e Bertolina, pelo carinho e prontidão oferecidos sempre de maneira tão gentil.

À Valéria e toda equipe da secretaria de pós-graduação, pela prestatividade e profissionalismo.

Aos queridos professores: Prof. Dr. Leopoldino, Me. Omar, Ma. Arlete, Prof. Dra. Terumi, Prof. Dr. Reinaldo, Profa. Sílvia e Ma. Araci, por ensinarem-me, em cada etapa de minha trajetória, por meio da palavra e do exemplo, que a busca do conhecimento deve ser contínua e nunca interrompida. Pode até ser intermitente, mas sempre contínua...

Aos meus colegas do Centrinho e da Profis: Ma. Rita, Me. Flávio, Me. Túlio, Prof. Dra. Daniela, Thiago, Rogério, Me. Adriano, Gleise, Celeste, Priscila, Vanessa e Caricati. Constituímos uma equipe que segue os mandamentos e fundamentos de nosso mestre maior. Agradeço a vocês pela amizade, cumplicidade e união, que nos torna únicos.

Às auxiliares: Denise, Sônia, Leila, Solange, Rosângela, Suzana, Celina, Marisaura e Letícia, pelo profissionalismo, suporte e prestatividade sempre demonstrados.

Aos alunos e alunas do Centrinho e da Profis, que me ensinam mais do possam imaginar.

# Agradecimentos Institucionais

A Faculdades Integradas de Marília, o início de toda minha carreira na Odontologia, onde aprendi que o mais importante depende de nós.

Ao Centrinho - Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo - e aos pacientes desta Instituição, aos quais devo toda minha formação e aprendizado. "Nesta Instituição aprendi muito além da Ortodontia, aprendi que antes de tudo vem o ser humano".

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Araçatuba, em especial ao Departamento de Odontologia Infantil e Social (Ortodontia), que permitiu que eu atingisse mais um passo em minha vida.

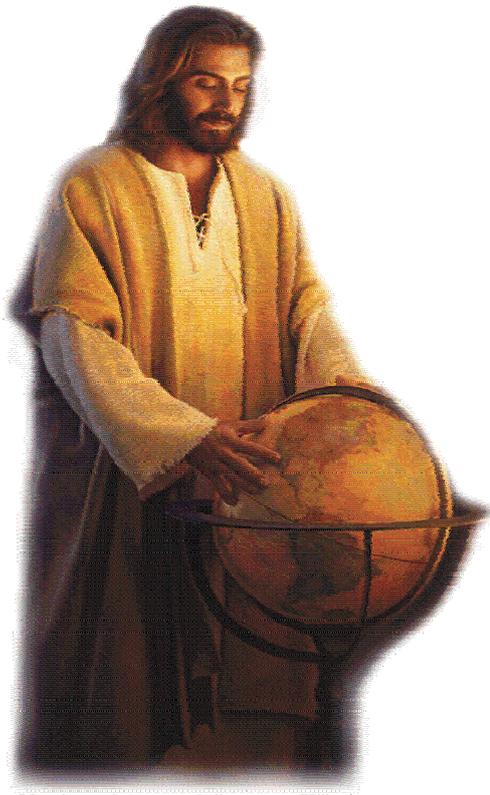
À Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (Fundunesp), pelas verbas concedidas para o desenvolvimento desta pesquisa.

Às bibliotecas da UNESP e do Centrinho-USP, pelo apoio acadêmico e suporte científico ao longo desta pesquisa.

# Epígrafe

“Tudo posso naquele que me fortalece”

(Filipenses 4:13)



**DEUS** - Princípio e Fim - Obrigado por me permitir  
alcançar mais este objetivo em minha vida!

**MARIA** - Senhora da Cruz e da Esperança - Apoio  
Incondicional. Obrigado pelo suporte!

Aiello CA. Avaliação da reabsorção de raízes com diferentes dimensões, utilizando forças contínua, contínua interrompida e intermitente [tese]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2011.

## Resumo

**Introdução:** A reabsorção radicular é um fenômeno de ocorrência variável na movimentação dentária induzida (MDI), dependente de fatores intrínsecos da morfologia radicular e da crista óssea alveolar, bem como de fatores extrínsecos impostos pela mecanoterapia ortodôntica. Este estudo objetivou avaliar, por meio de análise histométrica, a predominância da reabsorção radicular entre raízes de diferentes dimensões, após a MDI com diferentes tipos de forças e intervalos de tempo. **Material e Métodos:** Foram utilizados 54 ratos, divididos em três grupos quanto ao tipo de força - contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI), em períodos de cinco, sete e nove dias. Verificou-se o percentual de reabsorção entre as raízes mesiovestibular, de maior dimensão, e intermediária, de menor dimensão. As avaliações foram realizadas por meio do programa *AxioVision* e utilizou-se a análise de variância não-paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, formados pelo esquema de dois fatores e complementada com o teste de Dunn ao nível de 5% de significância. **Resultados:** A raiz intermediária apresentou maior percentual de reabsorção com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) no grupo de FC nos intervalos de tempo de sete e nove dias e no grupo de FI aos nove dias. Na análise intragrupo, observou-se diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os períodos de cinco e nove dias para a raiz intermediária no grupo de FC. **Conclusões:** A raiz intermediária apresentou maior percentual de reabsorção quando comparada à raiz mesiovestibular. Também foram observados, na raiz intermediária, maior valor percentual de reabsorção no período de nove dias após o emprego de FC e um aumento gradativo da reabsorção nos períodos analisados para os três tipos de forças.

Palavras-chave: Reabsorção da Raiz, Movimentação Dentária, Ratos.

Aiello CA. Evaluation of resorption of roots of different dimensions by using continuous, continuous interrupted and intermittent forces [thesis]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2011.

## **Abstract**

**Introduction:** Root resorption is a phenomenon of variable occurrence in induced tooth movement (ITM), depending on intrinsic factors of root morphology and alveolar bone crest as well as extrinsic factors related to orthodontic mechanotherapy. This study aimed to evaluate, by histometric analysis, the predominance of root resorption between roots of different dimensions, after ITM with different types of forces and time intervals. **Material and Methods:** The study was conducted on fifty four rats divided into three groups regarding the type of force - continuous (CF), continuous interrupted (CIF) and intermittent (IF) in periods of five, seven and nine days. The percentage of resorption between the mesiobuccal root of larger dimension and intermediate root of smaller dimension was assessed. The evaluations were conducted on the AxioVision software and the non-parametric analysis of variance for repeated measures in independent groups was used, formed by the scheme of two factors and complemented by the Dunn test at a significance level of 5%. **Results:** The intermediate root presented higher percentage of resorption with statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the FC group in time intervals of seven and nine days and in the FI group in nine days. The intragroup analysis evidenced statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) between periods of five and nine days to intermediate root in the FC group. **Conclusions:** The intermediate root presented higher percentage of resorption compared to mesiobuccal root. Also, the intermediate root presented higher percent value of resorption in the period of nine days after utilization of CF and gradual increase of the root resorption in the periods analyzed for the three types of forces.

Key words: Root Resorption, Tooth Movement, Rats.

# Lista de Figuras

Figura 1A	Força Contínua: mola ativada.....	21
Figura 1B	Força Contínua Interrompida: mola desativada em posição passiva.....	22
Figura 1C	Força Intermitente: mola removida.....	22
Figura 2	Incisivo Superior Direito (ID) com anquilose alveolodentária. Em destaque a formação de tecido ósseo em direção ao dente com início de reabsorção por substituição (setas amarelas). Polpa (P); Dentina (D); Ligamento Periodontal (LP); Osso (O). HE 25x.....	24
Figura 3A	Lâmina com as raízes mesiovestibular e intermediária em destaque (setas amarelas). HE 10x.....	25
Figura 3B	Contorno do maior perímetro radicular e limite mais externo do cimento (em vermelho); área de reabsorção (cor verde) e contorno interno da dentina (cor azul), circunscrevendo a polpa externamente. HE 25x.....	26
Figura 4	Representação gráfica da reabsorção radicular das forças contínua(FC), contínua interrompida(FCI) e intermitente(FI) nos períodos de 5, 7 e 9 dias das raízes mesiovestibular (m) e intermediária (i).....	31
Figura 5	Reabsorção da raiz mesiovestibular, com forças contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI), nos períodos de 5, 7 e 9 dias.....	32
Figura 6	Reabsorção da raiz intermediária com forças contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI), nos períodos de 5, 7 e 9 dias.....	33

# Lista de Tabelas

Tabela 1	Mediana e valores mínimo e máximo, expressos em percentagem (%), das medidas das raízes mesiovestibular (m) e intermediária (i).....	27
Tabela 2	Mediana e valores mínimo e máximo da reabsorção radicular, expressos em percentagem (%), segundo o tipo de força, período experimental e raiz avaliada.....	30

# Lista de Abreviaturas

BMUs	Bone Modelling Units.
C5i	Contínua, período 5 dias, raiz intermediária.
C5m	Contínua, período 5 dias, raiz mesiovestibular.
C7i	Contínua, período 7 dias, raiz intermediária.
C7m	Contínua, período 7 dias, raiz mesiovestibular.
C9i	Contínua, período 9 dias, raiz intermediária.
C9m	Contínua, período 9 dias, raiz mesiovestibular.
CBCT	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.
CI5i	Contínua Interrompida, período 5 dias, raiz intermediária.
CI5m	Contínua Interrompida, período 5 dias, raiz mesiovestibular.
CI7i	Contínua Interrompida, período 7 dias, raiz intermediária.
CI7m	Contínua Interrompida, período 7 dias, raiz mesiovestibular.
CI9i	Contínua Interrompida, período 9 dias, raiz intermediária.
CI9m	Contínua Interrompida, período 9 dias, raiz mesiovestibular.
cN	Centinewton: equivalente à centésima parte do Newton.
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético.
FC	Força Contínua.
FCI	Força Contínua Interrompida
FI	Força Intermitente.
i	Raiz(es) intermediária(s).
I5i	Intermitente, período 5 dias, raiz intermediária.
I5m	Intermitente, período 5 dias, raiz mesiovestibular.
I7i	Intermitente, período 7 dias, raiz intermediária.
I7m	Intermitente, período 7 dias, raiz mesiovestibular.
I9i	Intermitente, período 9 dias, raiz intermediária.
I9m	Intermitente, período 9 dias, raiz mesiovestibular.
m	Raiz(es) mesiovestibular(es).
MDI	Movimentação Dentária Induzida.
mm	Milímetro: equivalente a milésima parte do metro.
pH	Potencial Hidrogeniônico.
µm	Micrometro: equivalente à milionésima parte do metro.

# Sumário

Introdução.....	19
Material e Métodos.....	21
Processamento histotécnico.....	25
Análise histométrica.....	25
Quantificação do percentual de reabsorção radicular.....	26
Avaliação do erro de medição.....	27
Análise estatística.....	28
Resultados.....	29
Discussão.....	34
Modelo experimental.....	34
Corte tecidual e períodos de observação.....	34
Reabsorção radicular.....	35
Tipos de forças.....	38
Conclusões.....	41
Referências.....	42
Anexos	46

## Introdução<sup>1</sup>

A ação mecânica em Ortodontia é proporcionada por forças contínua, contínua interrompida ou interrompida e intermitente<sup>1,2</sup>. Essas forças aplicadas sobre o dente causam “tensão de compressão” e “tensão de tração ou estiramento” sobre o ligamento periodontal e osso alveolar, induzindo reações morfológicas e microscópicas, gerenciadas por mediadores químicos, promovendo o seu deslocamento<sup>3,4,5,6</sup>, denominado de movimento ortodôntico ou movimento dentário induzido<sup>7</sup>. A tensão significa a “qualidade ou estado do que está tenso”; neste estudo serão usados os termos “compressão” e “tração”<sup>8,9</sup>.

O mecanismo e a reação biológica da movimentação dentária induzida (MDI) dependem da magnitude, duração e tipo de força gerada por fios e molas: de aço inoxidável<sup>10,11</sup>; superelásticos, com memória de forma, como as ligas de níquel-titânio (NiTi)<sup>11,12,13,14</sup>;  $\beta$ -titânio ou titânio-molibidênio (TMA)<sup>15</sup>; ou por elásticos intra e intermaxilares. Essas forças induzem reabsorções radiculares de graus variados<sup>10,11,14,16</sup> e os dentes incisivos geralmente são os mais afetados<sup>16,17,18</sup>.

A morfologia radicular pode ser influenciada pela reabsorção radicular, ou seja, dentes que apresentam raízes curtas, com formatos triangulares, com seus terços apicais em forma de pipeta ou com dilaceração, são mais predispostos à reabsorção<sup>4,7,19,20</sup>.

Os traumatismos dentários<sup>20</sup>, bem como a morfologia da crista alveolar<sup>17</sup>, também devem ser considerados nas reabsorções radiculares. As cristas ósseas alveolares de forma triangular, durante a aplicação de forças ortodônticas, sofrem maior deflexão quando comparadas às formas retangulares ou romboides, absorvendo parte dessas forças e fazendo com que sejam distribuídas com impacto reduzido nos tecidos periodontais com menores riscos de reabsorções radiculares<sup>7</sup>.

A extensão das reabsorções radiculares na MDI podem ser avaliadas quantitativamente ou qualitativamente por diferentes métodos e técnicas de imagens<sup>15,18</sup>. Os métodos clínicos mais indicados devem ser por meio do uso de radiografias periapicais ou pelo uso da tomografia computadorizada de feixe cônico

---

<sup>1</sup> Tese apresentada de acordo com as normas do periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

(CBCT), que permite um diagnóstico acurado, mais próximo do real, em imagem tridimensional<sup>17,21,22</sup>. Métodos que utilizam radiografias panorâmicas ou telerradiografias apresentam limitações metodológicas e de precisão e, portanto, devem ser analisados com muito critério na extrapolação de seus resultados.

Os fenômenos teciduais relacionados à MDI, assim como a reabsorção radicular, podem ser estudados em modelos experimentais utilizando ratos, por meio da indução do movimento do primeiro molar superior<sup>23-30</sup>, e extrapolados para os seres humanos<sup>7</sup>.

Esta pesquisa visa estudar a predominância da reabsorção radicular entre raízes de diferentes dimensões durante a MDI do primeiro molar superior direito, em ratos, utilizando-se diferentes tipos de forças e intervalos de tempo.

## Material e Métodos

A amostra deste estudo foi composta por 54 ratos da linhagem Wistar (*Rattus norvegicus albinus*), adultos, jovens, do gênero masculino, provenientes do biotério da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, Brasil. Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética na Experimentação Animal (CEEA).

Durante o período experimental, os murinos (termo relativo ou pertencente a ratos) foram mantidos em temperatura ambiente de 22°C com variação de +/- 2°C, ciclo de luz de 12/12 horas, ambiente limpo e arejado, com oferta de água sem restrições. Inicialmente, os animais foram alimentados com ração em forma granulada e posteriormente, na fase de MDI, em forma moída para que os dispositivos ortodônticos não fossem danificados durante a mastigação.

A amostra foi dividida em três grupos quanto ao tipo de força utilizada: contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI). Cada grupo de força foi dividido em três subgrupos com seis animais cada, para se avaliar as alterações ocorridas nos intervalos de tempo de cinco, sete e nove dias.

No grupo de FC, as molas foram mantidas sem interrupção da força (Figura 1A).



Figura 1A. Força Contínua: mola ativada.

No grupo de FCI, após um período de força contínua de três dias, as molas foram desativadas e mantidas em posição passiva (Figura 1B) e reativadas após sucessivos períodos de dois em dois dias, intercalando-se, desta forma, desativações e reativações até o período de nove dias.



Figura 1B. Força Contínua Interrompida: mola desativada em posição passiva.

No grupo de FI, após um período de força contínua de três dias, as molas eram removidas e reinstaladas em períodos de dois em dois dias até o período de nove dias (Figura 1C).



Figura 1C. Força Intermitente: mola removida.

Na fase de seleção da amostra, os murinos tinham 45 dias de idade e foram transportados do biotério para a clínica de procedimentos cirúrgicos experimentais do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba para climatização, em grupos de seis por gaiola, durante um período de 17 dias, previamente ao procedimento experimental propriamente dito, que foi dividido em duas fases.

Na primeira fase, os murinos encontravam-se com 62 dias de idade e consistiu na indução da anquilose alveolodentária<sup>31</sup> dos incisivos superiores direitos. Esta fase teve como objetivo promover uma ancoragem estática para a

movimentação dos primeiros molares superiores direitos e não influenciar os tipos de forças utilizados durante a sua movimentação. Nesta fase adotou-se um protocolo pré-determinado descrito a seguir: preparação do campo operatório em meio estéril; pesagem dos animais para o cálculo da quantidade do anestésico e do relaxante muscular, sendo administrado por via intramuscular, com mistura de cloridrato de ketamina (*Dopalen* - Vetbrands, Paulínia, Brasil) e cloridrato de xilazina (*Anasedan* – Vetbrands, Paulínia, SP, Brasil), seguindo-se as recomendações do fabricante; sindesmotomia, luxação e exodontia do dente incisivo; raspagem radicular por fricção e esfregaço por meio de gase estéril para a remoção dos tecidos perirradiculares; remoção da papila dentária, cujo objetivo foi paralisar o crescimento radicular e a irrupção dentária, que nos incisivos dos murinos se dá continuamente e, também, evitar a sua irrupção no caso de insucesso da anquilose alveolodentária; instrumentação do canal radicular para remoção do tecido pulpar, intercalada com irrigação de solução fisiológica; secagem do canal radicular com cones de papel; aplicação de fluoreto de sódio acidulado 2%, sem corante, pH 5,5, na superfície radicular, por meio de gase embebida, a fim de se retardar o processo de reabsorção radicular por substituição<sup>32</sup>; obturação do canal radicular com mistura de hidróxido de cálcio e propilenoglicol<sup>32,33</sup>; e, vedamento do ápice radicular com mistura de MTA cinza (*Angelus*, Londrina, PR, Brasil) e água destilada<sup>34</sup>. Em seguida, promoveu-se o procedimento de reimplantação dentária imediata, com período extra-alveolar médio de cinco minutos, e antibioticoterapia profilática por meio do uso de penicilina G Benzatínica 20000 IU via intramuscular.

Aguardou-se o período de duas semanas para que ocorresse a formação de áreas de anquilose, que pôde ser confirmada microscopicamente nos cortes teciduais (Figura 2) para, então, iniciar a segunda fase do experimento.



Figura 2. Incisivo Superior Direito (ID) com anquilose alveolodentária. Em destaque a formação de tecido ósseo em direção ao dente com início de reabsorção por substituição (setas amarelas). Polpa (P); Dentina (D); Ligamento periodontal (LP); Osso (O). HE 25x.

A segunda fase implicou na MDI dos primeiros molares superiores direitos, quando os murinos encontravam-se com 76 dias de vida e peso médio de 274,75 gramas, mediante o emprego dos três diferentes tipos de forças. Para isso, utilizou-se uma mola helicoidal de secção fechada de níquel-titânio da marca *Sentalloy®* (GAC) de 3mm (*COIL SPRINGS 10-000-25 – GAC International Inc New York-EUA*), que liberou força contínua de 50cN, adaptada à região cervical dos primeiros molares superiores direitos, com um fio de aço de 0,20 mm de diâmetro, e dos incisivos superiores direitos, por meio de um fio de aço com 0,25 mm de diâmetro. Esse método seguiu os princípios sugeridos por Heller e Nanda<sup>23</sup>, porém com modificações inovadoras. Todos os procedimentos foram realizados com os animais previamente anestesiados.

Ao final de cada experimento os animais foram submetidos à eutanásia, por meio de doses excessivas de anestésicos. Em seguida, procedeu-se à decapitação e dissecação, removendo-se os componentes epiteliais e musculares circunjacentes à maxila, preservando-a desde os incisivos até os terceiros molares.

## Processamento histotécnico

Posteriormente à dissecação, as peças foram fixadas em formol neutro a 10%, por um período mínimo de 24 horas, lavadas em água corrente, desmineralizadas em solução de E.D.T.A a 20% por seis semanas, desidratadas, clarificadas e, finalmente, incluídas em blocos de parafina.

Após serem incluídas em blocos de parafina, as peças foram submetidas a cortes seriados no sentido transversal na espessura de 6 $\mu$ m. Partiu-se da separação de todas as raízes ao nível do terço cervical dos primeiros molares superiores direitos, imediatamente abaixo da região das cristas ósseas alveolares, onde eram observadas estruturas homogêneas de tecido ósseo alveolar e de ligamento periodontal, estendendo-se até as raízes dos incisivos, coradas com hematoxilina e eosina (Figura 3A).

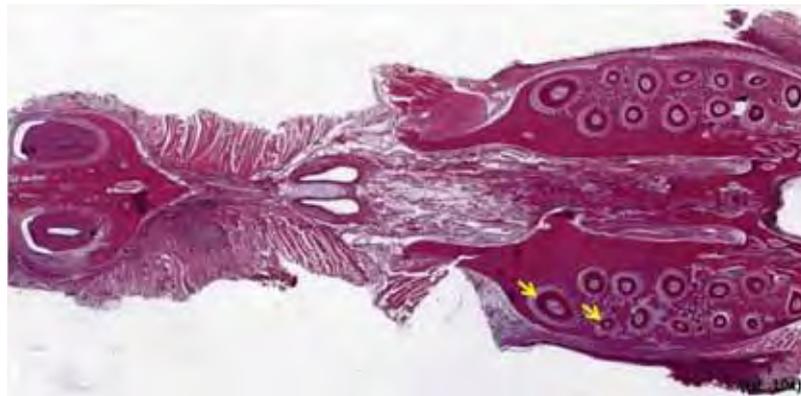


Figura 3A. Lâmina com as raízes mesiovestibular e intermediária em destaque (setas amarelas). HE 10x.

## Análise histométrica

As lâminas (Figura 3A) foram examinadas no microscópio *ZEISS Axiophot* (*Carl Zeiss, Göttingen, Alemanha*), e as imagens das raízes mesiovestibular e intermediária, com amplitude de 25 de aumento (objetiva “*EC Plan – Neofluar*” - 2,5x/0,075 com oculares de 10x), foram capturadas por uma câmera digital *Canon* (*Power Shot A640*) acoplada ao microscópio.

Após a obtenção das imagens, as raízes mesiovestibular e intermediária (Figura 3B) foram visualizadas em um monitor *Samsung* de 22”, para melhor

exploração das áreas estudadas, utilizando um microcomputador (*Dell XPS M 1330*), demarcadas por meio de mesa digitalizadora *Bamboo Pen & Touch (CTH-460 - Wacom)* e mensuradas utilizando-se o programa *Imaging Systems - Software Release 4.8.2 – AxioVision (Copyright 1999-2010 by Carl Zeiss)* para a quantificação do percentual de reabsorção, em cada período da MDI.

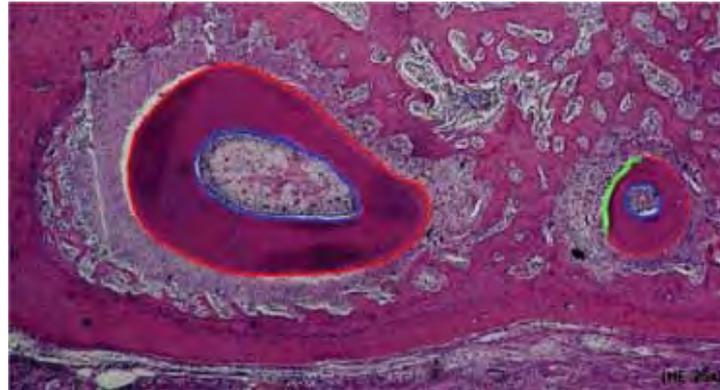


Figura 3B. Contorno do maior perímetro radicular e limite mais externo do cemento (em vermelho); área de reabsorção (cor verde) e contorno interno da dentina (cor azul), circunscrevendo a polpa externamente. HE 25x.

### **Quantificação do percentual de reabsorção radicular**

O maior perímetro radicular foi contornado no limite mais externo do cemento, em cor vermelha. Em cor verde, contornava-se internamente a área radicular reabsorvida, justapondo-se a ela, e externamente, simulava-se o contorno original da raiz. Em seguida, realizou-se outro contorno, em cor azul, delimitando-se o menor perímetro, no limite mais interno da dentina, circunscrevendo a polpa externamente (Figura 3B).

Este procedimento permitiu calcular a área total de dentina e cemento radicular e as áreas de reabsorção, expressas em micrometro ao quadrado.

A partir das áreas totais de dentina e cemento radicular e das áreas de reabsorção, calculou-se o percentual (%) de reabsorção radicular das duas raízes, para cada tipo de força utilizada, nos diferentes intervalos de tempo.

## Avaliação do erro de medição

Para a análise do erro do método, 36 lâminas foram escolhidas, aleatoriamente, e as duas raízes foram novamente medidas, após um intervalo de uma semana.

Para a verificação do erro sistemático intraexaminador foi aplicado o teste de Wilcoxon Signed Rank Test. Para a determinação do erro casual, utilizou-se o cálculo de erro proposto por Dahlberg<sup>35</sup>.

$$erro = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

onde, d = diferença entre 1ª e 2ª medições.

n = número de repetições

A Tabela 1 demonstrou o erro do método. Os valores de probabilidade corresponderam ao erro sistemático, enquanto os obtidos pela fórmula de Dahlberg determinaram o erro casual. O método utilizado não exibiu erro sistemático ou casual e proporcionou resultados dentro de parâmetros aceitáveis, sem comprometer a fidelidade das conclusões desta pesquisa.

Tabela 1. Mediana e valores mínimo e máximo, expressos em percentagem (%), das medidas das raízes mesiovestibular (m) e intermediária (i).

Raiz	Medição			Erro de Dahlberg
	1ª	2ª		
Raiz m	0,00 (0,00; 1,01)	0,00 (0,00; 1,07)	p=0,63 (ns)	0,02%
Raiz i	0,74 (0,00; 4,71)	0,58 (0,00; 3,66)	p=0,54 (ns)	0,29%

## **Análise estatística**

Para a comparação da percentagem da reabsorção radicular segundo o tipo de força mecânica, o período experimental para o momento da eutanásia e o tipo de raiz estudada, considerou-se, inicialmente, o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a aderência dos dados à distribuição normal de probabilidades. Tendo o resultado do teste estatístico apontado para a não-normalidade, procedeu-se então, com a técnica da análise de variância não paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, formados a partir do esquema de dois fatores (tipo de força e momento da eutanásia). A análise foi complementada com o teste de comparações múltiplas de Dunn, envolvendo os contrastes de interesse da pesquisa, no nível de 5% de significância<sup>36</sup>.

## Resultados

Na Tabela 2, notou-se que a dimensão radicular influenciou no predomínio da reabsorção radicular, ou seja, a raiz intermediária apresentou maior percentual numérico de reabsorção, nos três tipos de forças avaliados. Quando comparadas as raízes mesiovestibular e intermediária, o resultado do teste apontou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no grupo de força contínua nos períodos de sete e nove dias e no grupo de força intermitente no período de nove dias. Todas as demais comparações mostraram resultados não significativos ( $p > 0,05$ ).

Na comparação dos períodos experimentais em cada tipo de força, análise intragrupo, não se verificou resultado significativo ( $p > 0,05$ ) na raiz mesiovestibular. Em relação à raiz intermediária, verificou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na força contínua entre os períodos de cinco e nove dias. Embora não tenha sido observada diferença estatística significativa nessa raiz entre os períodos de sete e nove dias, do ponto de vista prático ocorreu um aumento importante nos valores numéricos das medianas de 0,69 e de 1,76, respectivamente. Nas outras duas forças não houve resultados estatísticos significativos ( $p > 0,05$ ).

Ao avaliar os três tipos de forças, análise intergrupos, apesar das variações encontradas nos percentuais de reabsorção das raízes intermediárias, não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ), embora os maiores valores numéricos apresentados pelas medianas tenham ocorrido no grupo de força contínua em todos os períodos analisados.

Tabela 2 – Mediana e valores mínimo e máximo da reabsorção radicular, expressos em percentagem (%), segundo o tipo de força, período experimental e raiz avaliada.

Força	Período	Raiz	
		Mesiovestibular	Intermediária
FC	5 dias	0,00 (0,00; 0,44) a <sup>(1)</sup> A <sup>(2)</sup> α <sup>(3)</sup>	0,44 (0,00; 2,75) a A α
	7 dias	0,10 (0,00; 0,35) a A α	0,69 (0,16; 3,38) ab A β
	9 dias	0,00 (0,00; 0,55) a A α	1,76 (1,06; 7,81) b A β
FCI	5 dias	0,00 (0,00; 0,38) a A α	0,06 (0,00; 1,20) a A α
	7 dias	0,00 (0,00; 0,74) a A α	0,36 (0,00; 5,08) a A α
	9 dias	0,02 (0,00; 0,63) a A α	0,83 (0,00; 7,56) a A α
FI	5 dias	0,00 (0,00; 0,44) a A α	0,00 (0,00; 2,73) a A α
	7 dias	0,06 (0,00; 0,46) a A α	0,19 (0,00; 2,80) a A α
	9 dias	0,00 (0,00; 1,01) a A α	0,41 (0,00; 2,30) a A β

(1) Duas medianas seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula arábica não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), quanto aos respectivos períodos, fixadas a força e a raiz estudada.

(2) Duas medianas seguidas de uma mesma letra maiúscula arábica não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), quanto às respectivas forças, fixados os períodos e a raiz estudada.

(3) Duas medianas seguidas de uma mesma letra grega não diferem entre si ( $p > 0,05$ ), quanto às respectivas raízes, fixados a força e o período estudado.

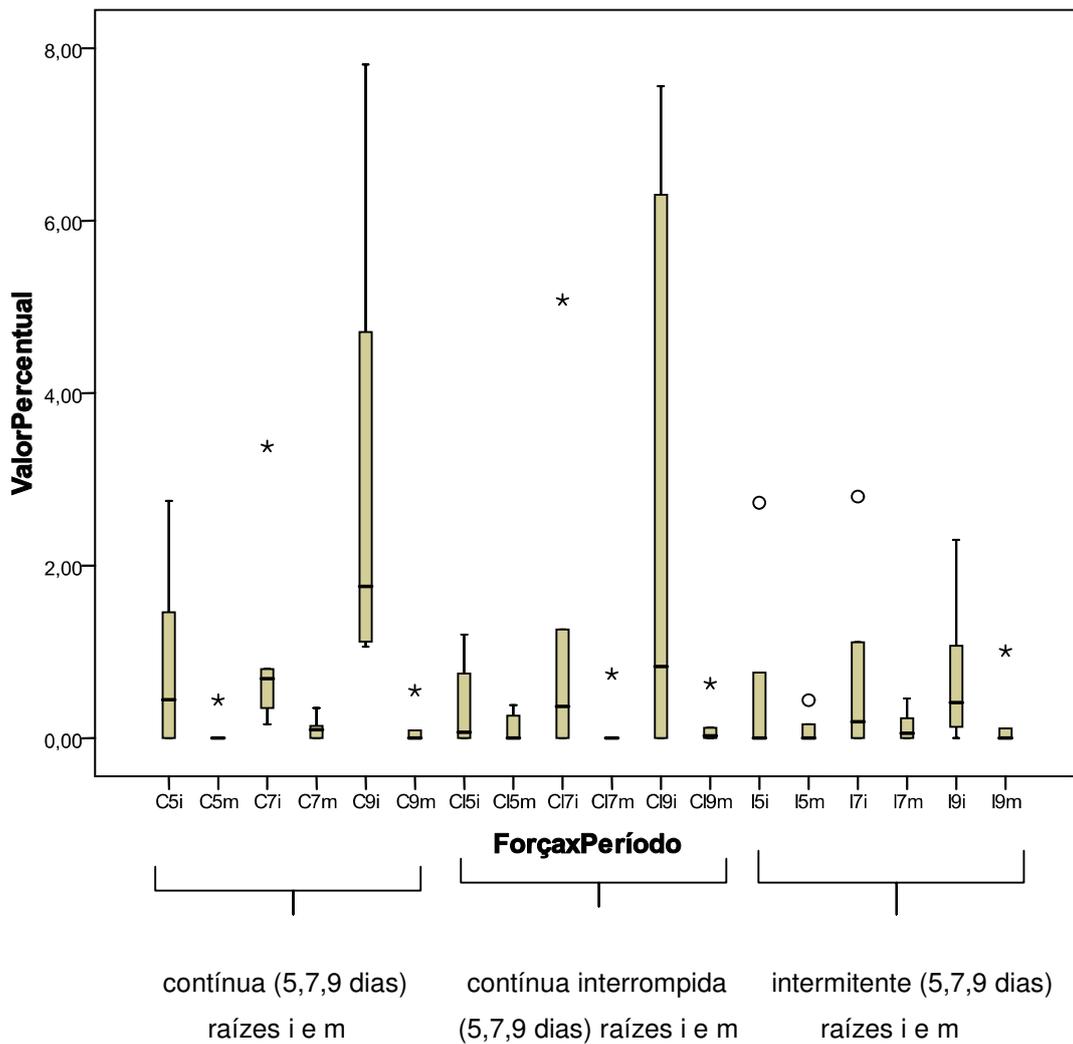


Figura 4. Representação gráfica da reabsorção radicular das forças contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI) nos períodos de 5, 7 e 9 dias das raízes mesiovestibular (m) e intermediária (i).

Analisando-se a Figura 4, verificou-se maior predominância de reabsorção da raiz intermediária sobre a raiz mesiovestibular em todos os períodos estudados nos diferentes tipos de forças.

Com exceção da força contínua no período de sete dias, notou-se que a maior concentração dos valores numéricos percentuais de reabsorção radicular da raiz intermediária está localizada acima da mediana em todos os demais períodos e forças.

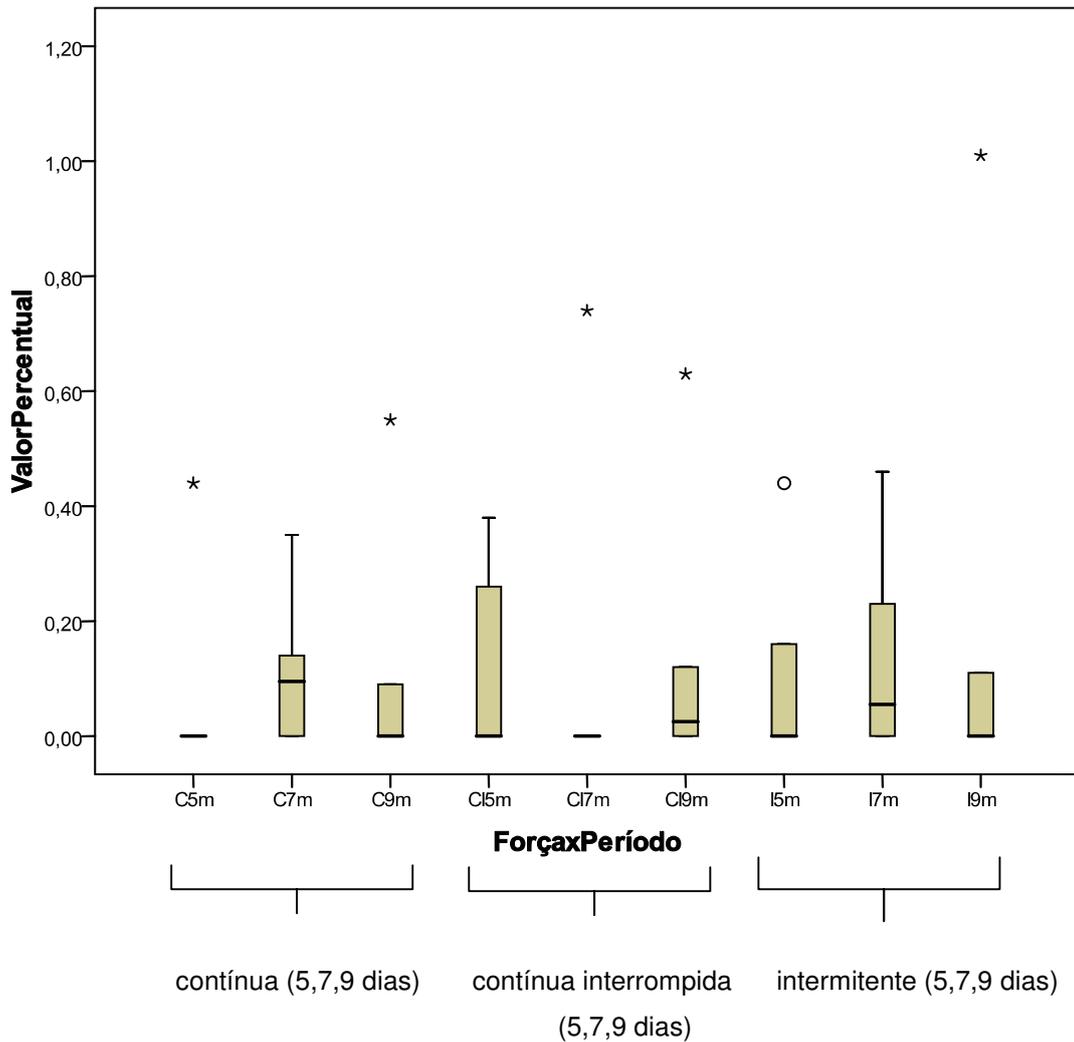


Figura 5. Reabsorção da raiz mesiovestibular, com forças contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI), nos períodos de 5, 7 e 9 dias.

Verificou-se na Figura 5, que o maior valor numérico da mediana encontrado foi de 0,10% no grupo de força contínua no período de sete dias. Os maiores valores numéricos percentuais de reabsorção radicular, em seis das nove situações estudadas, estão acima da mediana, sendo o maior valor numérico de 1,01% encontrado na força intermitente, no período de nove dias.

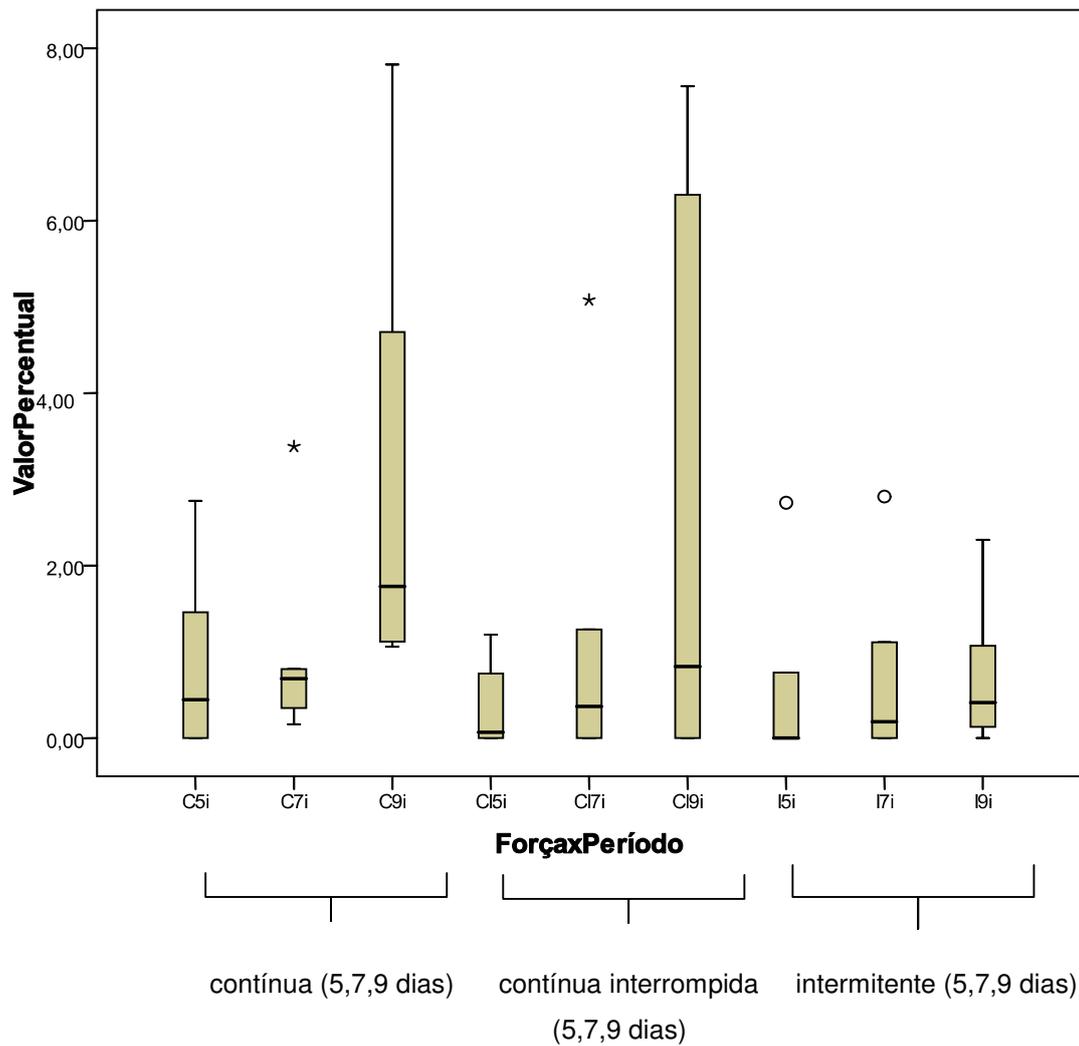


Figura 6. Reabsorção da raiz intermediária com forças contínua (FC), contínua interrompida (FCI) e intermitente (FI), nos períodos de 5, 7 e 9 dias.

Avaliando-se a Figura 6, observou-se um valor numérico crescente da mediana para os diferentes tipos de força e intervalos de tempo, sendo os maiores valores numéricos encontrados no grupo de força contínua, que apresentou o valor máximo de 7,81%.

## Discussão

### Modelo experimental

Este estudo, embora tenha seguido os princípios propostos por Heller & Nanda<sup>23</sup>, trouxe uma inovação no que se refere à ancoragem utilizada. Neste, os incisivos superiores direitos foram submetidos ao processo de anquilose alveolodentária, com o objetivo de se obter uma ancoragem estática para a movimentação dos primeiros molares superiores direitos. Esse procedimento foi de grande importância, porque os incisivos dos murinos apresentam rizogênese contínua para compensar o constante desgaste promovido pela sua função de roedor, que poderia influenciar os resultados obtidos, principalmente nos estudos sobre MDI. Outras modificações foram a utilização de molas de secção fechada de níquel-titânio de 50cN - *Sentalloy* (GAC), que manteve níveis de forças constantes sem a perda de carga durante a movimentação do primeiro molar<sup>13</sup> e a aplicação de resina fotopolimerizável na face vestibular dos incisivos para evitar o desprendimento do fio ligado à mola durante os esforços mastigatórios.

### Corte tecidual e períodos de observação

Diferentemente do incisivo, o primeiro molar superior do rato não apresenta rizogênese contínua e, geralmente, possui de cinco a seis raízes, esporadicamente quatro raízes, sendo a mesiovestibular de maior dimensão e a intermediária de menor dimensão. Apesar de sua dentição diferir da humana por ser monofiodonte, o primeiro molar assemelha-se ao dos humanos, guardando-se as respectivas proporções de tamanho. Conseqüentemente, isso permite o seu uso em estudos experimentais e a extrapolação de seus resultados para os seres humanos<sup>7</sup>.

Considerando-se que, nos ratos, a deposição do cimento nos primeiros molares é constante, e na fase adulta 1/3 ou mais de suas raízes é formada por cimento, denotando um aspecto em forma de clava, este estudo avaliou as reabsorções radiculares na região cervical das raízes. Nessa, a quantidade de cimento acelular é semelhante à quantidade de cimento encontrado nos seres humanos<sup>7</sup>. Quanto ao tipo de corte tecidual, optou-se pelo transversal, haja vista que

este permite a observação de todo o perímetro radicular e a visualização de todas as raízes concomitantemente.

Os estudos dos fenômenos morfológicos e microscópicos, relacionados aos aspectos da MDI e das reabsorções radiculares, apresentam diferenças metodológicas que dificultam uma análise comparativa, tanto para os seres humanos<sup>16,18</sup> quanto para os murinos<sup>25,26</sup>.

Embora este estudo tenha apresentado diferença na magnitude de força aplicada e no tipo de ancoragem para a movimentação dos primeiros molares, pôde ser comparado a duas pesquisas com características metodológicas quanto ao tipo de corte tecidual e períodos de observação<sup>29,30</sup>.

Na primeira pesquisa<sup>29</sup> a autora compara os percentuais de reabsorção entre as cinco raízes até o período de sete dias e não observa diferença estatística significativa entre as raízes mesiovestibulares e intermediárias. Na segunda<sup>30</sup>, que se estendeu até o período de nove dias, os autores observam que as reabsorções radiculares apresentam-se exuberantes e bem demarcadas nesse período, principalmente na raiz distovestibular.

Neste estudo, observou-se diferença estatística significativa entre as raízes mesiovestibulares e intermediárias nos períodos de sete e nove dias. Além disso, observou-se que os maiores valores percentuais de reabsorção, avaliados pelas medianas, ocorreram no período de nove dias, confirmando, assim, a importância da inclusão desse período em futuras pesquisas.

### **Reabsorção radicular**

A movimentação dentária induzida ocorre como consequência das alterações morfológicas produzidas no ligamento periodontal e osso alveolar, quando da aplicação de força mecânica sobre o dente por meio de aparelhos fixos ou removíveis<sup>3-5,19,24</sup>. Esta movimentação desencadeia regiões de estresse ou tensão, com o estabelecimento de áreas de tração e compressão<sup>4,7,9</sup>.

No lado de compressão, ocorre um estreitamento da membrana periodontal com colapso dos vasos sanguíneos, gerando hipóxia e, conseqüentemente, fuga ou morte celular. As alterações da matriz extracelular resultam em áreas microscopicamente pobres em células e de aspecto eosinofílico homogêneo, denominadas áreas hialinas da matriz extracelular<sup>37</sup>. As unidades de reabsorção ou

osteorremodeladoras (do Inglês *Bone Modelling Units* – BMUs), constituídas por células clásticas, osteoblastos e macrófagos, são acionadas, o osso alveolar é reabsorvido, o dente movimentado e a membrana periodontal volta à sua dimensão original. A resistência da superfície radicular à reabsorção se deve ao fato dos cementoblastos não possuírem, na sua membrana celular, receptores aos mediadores estimuladores da reabsorção óssea<sup>7</sup>.

Entretanto, dependendo do tipo, magnitude e duração do agente indutor dessas alterações morfológicas e microscópicas, a resistência do cemento à reabsorção pode ser quebrada pela atividade clástica local, levando, além da reabsorção do cemento, à reabsorção da dentina<sup>4,6</sup>.

A fase inicial da MDI se dá às custas da compressão do ligamento periodontal e da deflexão óssea<sup>5</sup>, deslocando o dente em 0,2 a 0,3mm, podendo chegar a 0,9mm<sup>7</sup>. A capacidade de deflexão óssea está diretamente relacionada à morfologia das cristas ósseas alveolares. Durante a aplicação das forças ortodônticas, as cristas ósseas com formato triangular tendem a sofrer maior deflexão quando comparadas às formas retangular ou romboidal. Por absorverem parte dessa força, tendem a distribuí-la com menores riscos de lesão da camada cementoblástica e reabsorção radicular<sup>7</sup>. Essas considerações podem justificar a maior percentagem das reabsorções radiculares encontrada nas raízes intermediárias, quando comparadas às raízes mesiovestibulares (Tabela 2, Figura 4).

Nos ratos, as cristas ósseas mesiais das raízes mesiovestibulares dos primeiros molares constituem uma face livre e de aspecto triangular, possibilitando maior deflexão e melhor absorção das forças aplicadas, além disso, essas raízes apresentam maiores dimensões, que permitem melhores dissipações das forças com fenômenos biológicos moderados quando comparadas às raízes intermediárias.

Embora os percentuais de reabsorção radicular nas raízes mesiovestibulares tenham sido nulos para muitos dos animais estudados nos diferentes tipos de forças e intervalos de tempo, pelo menos um animal de cada subgrupo apresentou reabsorção radicular, sendo que o maior valor da mediana encontrado, de 0,10, ocorreu no grupo de força contínua (Tabela 2 e Figura 5).

Assim, pode-se dizer que apesar da menor susceptibilidade das raízes mesiovestibulares à reabsorção radicular, essas não foram imunes ao fenômeno.

Nas raízes intermediárias, os percentuais de reabsorção encontrados (Tabela 2 e Figura 6) sugeriram que suas dimensões podem ter favorecido a maior predominância desse achado. Compativelmente, as menores dimensões de seus ligamentos periodontais, quando comparado aos das raízes mesiovestibulares, podem ter gerado maiores concentrações e menores dissipações das forças e, conseqüentemente, maiores áreas de hialinização e reabsorções radiculares.

Além da morfologia das raízes intermediárias predispor-las a maiores reabsorções radiculares quando comparada às raízes mesiovestibulares<sup>4,7</sup> (Tabela 2), outro fator refere-se ao tipo de movimento gerado quando os primeiros molares são movimentados no sentido anterior ou mesial. Devido à sua forma trapezoidal, isso gera movimento de inclinação<sup>28</sup>, ocasionando compressão nos ligamentos periodontais mesiais das raízes intermediárias contra os volumosos septos interradiculares de aspecto romboidais ou retangulares. Nessas regiões, principalmente ao nível dos terços cervicais, os fenômenos teciduais foram compatíveis com os induzidos por forças de maior intensidade. Assim, uma mesma força aplicada sobre a coroa dos molares apresentou diferentes intensidades de forças entre as suas raízes, sendo que nas raízes distovestibulares, mais distantes e onde houve maior concentração dessas forças, estas puderam atingir níveis biologicamente elevados<sup>30</sup>.

Quando se analisou os valores apresentados pelas medianas (Tabela 2), observou-se que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as raízes mesiovestibulares e intermediárias no grupo de força contínua, nos períodos de sete e nove dias, bem como para o grupo de força intermitente no período de nove dias. Embora nos demais períodos, para os três grupos de forças, as raízes intermediárias não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) em relação às raízes mesiovestibulares, seus valores foram sempre maiores, exceto no grupo de força intermitente no período de cinco dias. Apesar desse período não apresentar diferença entre as medianas, quando se compara os valores máximos encontrados, de 0,44 para as raízes mesiovestibulares e, de 2,73 para as raízes intermediárias, observa-se expressiva diferença.

## Tipos de forças

Conceitualmente, as forças utilizadas em Ortodontia podem ser classificadas em três tipos: contínua, interrompida e intermitente<sup>2</sup>. A contínua é aquela que mantém um nível considerado de força entre uma consulta e outra sem a perda de sua magnitude, geralmente produzida por meio de aparelhos fixos que utilizam fios e molas superelásticos ou com memória de forma. Na interrompida, o nível de força declina a zero entre as ativações ou consultas, porém, os fios e molas de aço inoxidável inseridos nos aparelhos fixos mantém o dente naquela posição. A intermitente é aquela em que o nível de força declina a zero abruptamente quando o aparelho é removido pelo paciente, geralmente produzida por aparelhos removíveis, extrabuciais e elásticos, ou mesmo durante a função normal como mastigação, deglutição e fala. Segundo Graber & Vanarsdall<sup>1</sup>, uma força contínua, quando interrompida após um determinado período, pode ser classificada como força contínua interrompida. Assim, os termos interrompida ou contínua interrompida configuram o mesmo tipo de força.

Apesar de alguns estudos demonstrarem melhores resultados em relação à quantidade de movimentação dentária por meio do uso de fios de NiTi ou TMA<sup>11,14,15</sup>, a força contínua interrompida pode ser considerada a mais favorável, principalmente no que se refere à menor predominância de reabsorção radicular<sup>4,11,15</sup>. As características desse tipo de força proporcionam um período de estabilização da movimentação dentária, permitindo a eliminação dos tecidos lesados, remoção de tecido ósseo e redução do estresse com posterior revascularização e reparação do ligamento periodontal, ou seja, a eliminação das áreas de hialinização.

Em relação à força intermitente quando comparada com a contínua, o estudo de Ballard et al<sup>15</sup> também chegou às mesmas conclusões. A força contínua apresentou melhores resultados em relação à quantidade da movimentação dentária, porém apresentou maiores reabsorções radiculares.

Este estudo, que utilizou uma mola de níquel-titânio com força contínua de 50cN, por meio de sua continuidade, desativação/reativação e desinstalação/reinstalação, possibilitou a indução dos três tipos de forças em períodos de cinco, sete e nove dias.

Verificou-se por meio dos percentuais de reabsorção radicular, representados pelas medianas (Tabela 2), que os diferentes tipos de forças não

apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $p > 0,05$ ) quando comparados entre si nos mesmos intervalos de tempo.

Apesar de não apresentar diferença estatística significativa, os maiores valores percentuais de reabsorção radicular nas raízes mesiovestibulares variaram de 0,35, no grupo de força contínua no período de sete dias, a 1,01 no grupo de força intermitente no período de nove dias. Nas raízes intermediárias os valores variaram de 1,20, no grupo de força contínua interrompida no período de cinco dias, a 7,81 no grupo de força contínua no período de nove dias (Tabela 2). Notou-se que o maior valor encontrado nas raízes mesiovestibulares (1,01) ficou abaixo do menor valor nas raízes intermediárias (1,20) e, também, que os maiores valores das medianas foram encontrados no grupo de força contínua nas raízes intermediárias. Com isso, pôde-se observar uma tendência do grupo de força contínua em apresentar maiores valores percentuais de reabsorção.

Quanto à análise dos períodos de cinco, sete e nove dias para cada grupo de força, observou-se que na força contínua, para as raízes mesiovestibulares, os valores de reabsorções radiculares não apresentaram diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ). Esse comportamento não ocorreu nas raízes intermediárias, que apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre os períodos de cinco e nove dias, além de um aumento gradual nos intervalos de tempo.

Para as forças contínua interrompida e intermitente, observou-se um aumento gradativo nos percentuais numéricos de reabsorção nas raízes intermediárias, nos períodos de cinco, sete e nove dias. Embora não tenham apresentado diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ), não se deve descartar a sua importância.

Embora a estatística seja fator determinante para a extrapolação dos resultados obtidos para a população de maneira científica, não se pode deixar de discutir os resultados deste trabalho sob outra ótica.

Assim, pelos resultados obtidos nas raízes intermediárias, observou-se que o grupo de força contínua apresentou os maiores percentuais de reabsorção radicular quando comparado aos demais tipos de forças em todos os períodos analisados. Por exemplo, quando se considerou os valores percentuais das medianas: a) para o período de cinco dias no grupo de força contínua de 0,44, força contínua interrompida de 0,06 e intermitente de 0,00; b) para o período de sete dias no grupo de força contínua, de 0,69, força contínua interrompida de 0,36 e

intermitente de 0,19; c) para o período de nove dias no grupo de força contínua de 1,76, força contínua interrompida de 0,83 e intermitente de 0,41; apesar de não demonstrarem diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ), indicaram que no grupo de força contínua os valores apresentados foram superiores em relação aos outros grupos nos períodos correspondentes.

Portanto, apesar de não apresentar diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ), há uma tendência para a força contínua se apresentar como um tipo de força desfavorável quando se considera o risco de reabsorção radicular, apesar de esta apresentar os melhores resultados em relação à quantidade de movimentação ortodôntica<sup>11,14,15</sup>.

Outra consideração é que os valores das medianas no grupo de força intermitente foram os menores observados quando comparado aos demais grupos de forças. Apesar de sua menor agressividade em relação à reabsorção radicular, é um tipo de força em que os resultados da quantidade de movimentação ortodôntica são menos favoráveis<sup>15,27</sup>.

Este estudo demonstrou que a interrupção da força proporcionou valores intermediários de reabsorções radiculares, apesar da quantidade de movimentação ser inferior ao da força exclusivamente contínua<sup>11,15</sup>. Portanto, baseado nos resultados deste estudo e de acordo com a literatura<sup>4,17</sup>, o tipo de força contínua interrompida parece ser o ideal para o uso na movimentação dentária induzida ou movimentação ortodôntica quando considerados os riscos de reabsorções radiculares.

Apesar dos resultados indicarem uma tendência para a força contínua interrompida ser a mais favorável, observou-se variação nos valores mínimo e máximo com dispersão percentual nos grupos analisados. A observação de dados discrepantes (outliers) indica valores extremos para pelo menos um dos animais nos grupos de forças estudados. Portanto, esses resultados devem ser avaliados com cautela e sugere-se a realização de novos estudos com maior número de animais.

## Conclusões

Diante dos resultados obtidos e considerando as limitações inerentes à metodologia empregada, concluiu-se que:

1. A raiz intermediária, de menor dimensão, apresentou maior percentual de reabsorção radicular quando comparada à raiz mesiovestibular, de maior dimensão.
2. O maior valor percentual de reabsorção radicular foi observado na raiz intermediária, no período de nove dias, após o emprego de força contínua.
3. A raiz intermediária apresentou um aumento gradativo de reabsorção radicular nos períodos analisados para os diferentes tipos de forças.
4. Os diferentes tipos de forças não excluíram a possibilidade de reabsorção radicular.
5. Considerando a raiz intermediária, a força contínua apresentou maiores valores percentuais de reabsorção radicular; a contínua interrompida valores intermediários; e, a força intermitente os menores valores de reabsorção.

## Referências<sup>2</sup>

1. Graber TM, Vanarsdall RLJ. Ortodontia: princípios e técnicas atuais. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
2. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary Orthodontics. 4 ed. Elsevier, 2007.
3. Cuoghi OA. Avaliação macro e microscópica dos primeiros momentos da movimentação dentária induzida em macacos da espécie *Cebus apella* [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo; 1996.
4. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Apr; 129(4):469.e1-32.
5. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analyzed by finite element. *Orthod Craniofac Res.* 2009 May; 12(2):120-8.
6. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod.* 2002a Apr; 72(2):175-9.
7. Consolaro A. Reabsorções dentárias na especialidade clínica. 2 ed. Maringá: Dental Press; 2005.
8. Ferreira ABH. Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa. Curitiba: Positivo; 2004.
9. Hornby AS. Oxford advanced learner's dictionary of current english. 6 ed. New York: Ed. Oxford University Press; 2000.
10. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974 Jan; 44(1):68-82.

---

<sup>2</sup> Tese apresentada de acordo com as normas do periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

11. Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. *Eur J Orthod.* 2003 Aug; 25(4):335-42.
12. Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986 Jul; 90(1):1-10.
13. Miura F, Mogi M, Ohura Y, Karibe M. The super-elastic Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. Part III. Studies on the Japanese NiTi alloy coil springs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988 Aug; 94(2):89-96.
14. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod* 1995; 65(6):395-401; discussion 401-2.
15. Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jul; 136(1):8.e1-8; discussion 8-9.
16. Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr; 137(4):462-76; discussion 12A.
17. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. *Angle Orthod.* 2002b Apr; 72(2):180-4.
18. Ioannidou-Marathiotou I; Papadopoulos MA, Kokkas A. Orthodontic treatment and root resorption of teeth: Critical analysis of mechanical factors. *Hell Orthod Rev* 2010; 13(1&2):25-42.
19. Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 11: orthodontic tooth movement. *Br Dent J.* 2004 Apr 10; 196(7):391-4; quiz 426.
20. Artun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, Kuijpers-Jagtman AM. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr; 135(4):448-55.

21. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2010 May; 80(3):466-73.
22. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr; 135(4):434-7.
23. Heller IJ, Nanda R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod.* 1979 Mar; 5(3):239-58.
24. Verna C, Zaffe D, Siciliani G. Histomorphometric study of bone reactions during orthodontic tooth movement in rats. *Bone.* 1999 Apr; 24(4):371-9.
25. Miyoshi K, Igarashi K, Saeki S, Shinoda H, Mitani H. Tooth movement and changes in periodontal tissue in response to orthodontic force in rats vary depending on the time of day the force is applied. *Eur J Orthod.* 2001 Aug; 23(4):329-38.
26. Kameyama T, Matsumoto Y, Warita H, Soma K. Inactivated periods of constant orthodontic forces related to desirable tooth movement in rats. *J Orthod.* 2003 Mar; 30(1):31-7; discussion 21-2.
27. Hayashi H, Konoo T, Yamaguchi K. Intermittent 8-hour activation in orthodontic molar movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Mar; 25(3):302-9.
28. Sella RC. Avaliação histométrica das áreas de tração e compressão do periodonto dos primeiros molares de ratos submetidos à movimentação dentária induzida [tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista - UNESP; 2008.
29. Fracalossi ACC. Análise da movimentação dentária induzida em ratos: influência do alendronato nas reabsorções dentárias, estudo comparativo em cortes transversais e longitudinais e avaliação microscópica em diferentes períodos de observação [dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2007.

30. Fracalossi ACC, Santamaría JR M, Consolaro MFMO, Consolaro A. Movimentação dentária experimental em murinos: período de observação e plano dos cortes histológicos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*, 2009; 14(1): 143-57.
31. Hellsing E, Alatli-Kut I, Hammarström L. Experimentally induced dentoalveolar ankylosis in rats. *Int Endod J*. 1993 Mar; 26(2):93-8.
32. Panzarini SR, Perri de Carvalho AC, Poi WR, Sonoda CK. Use of vitamin C in delayed tooth replantation. *Braz Dent J*. 2005; 16(1):17-22.
33. Gulinelli JL, Panzarini SR, Fattah CM, Poi WR, Sonoda CK, Negri MR, Saito CT. Effect of root surface treatment with propolis and fluoride in delayed tooth replantation in rats. *Dent Traumatol*. 2008 Dec; 4(6):651-7.
34. Bernabé PF, Gomes-Filho JE, Rocha WC, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-Júnior E. Histological evaluation of MTA as a root-end filling material. *Int Endod J*. 2007 Oct; 40(10):758-65.
35. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod*. 1983 May; 83(5):382-90.
36. Zar JH. *Biostatistical analysis*, 5 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2009. 994 p.
37. Consolaro A; Cardoso, LB; Kinoshita, AMO, Francischone LA, Santamaria JR M, Fracalossi ACC, Maldonado VB. Reabsorção óssea a distância na movimentação ortodôntica: quando se inicia e o como ocorre a reorganização periodontal. *Dental Press J Orthod* 2011 May-June; 16(3):25-31.

Anexo A: Certificado de aprovação da Comissão de Ética na Experimentação animal  
- CEEA.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Araçatuba



COMISSÃO DE ÉTICA NA EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL  
(CEEA)

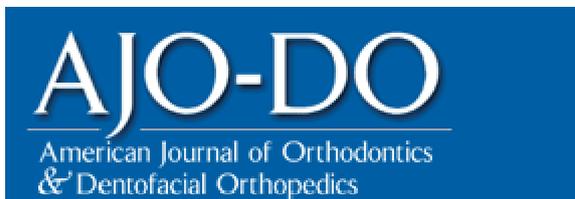
**CERTIFICADO**

Certificamos que o Projeto "**ESTUDO HISTOMORFOMÉTRICO COMPARATIVO DE REABSORÇÃO RADICULAR INDUZIDA EM RATOS**" sob responsabilidade do **Prof. Dr. Osmar Aparecido Cuóghî** e colaboração de **Carlos Alberto Aiello, Pedro Marcelo Tondelli, José Roberto Alves Moreira, Yésselin Miranda-Zamalloa** está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela CEEA número de protocolo número 004938-2009.

Araçatuba, 14 de Julho de 2009

**Prof.ª Adj. Tereza Cristina Cardoso da Silva**  
Presidente da CEEA- FOA/UNESP

Anexo B: Normas do periódico ***American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics***.



### **Information for Authors**

#### **Electronic manuscript submission and review**

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* uses the *Elsevier Editorial System (EES)*, an online manuscript submission and review system.

To submit or review an article, please go to the **AJO-DO** EES website: [ees.elsevier.com/ajodo](http://ees.elsevier.com/ajodo) .

Send other correspondence to:

Dr. Vincent G. Kokich, DDS, MSD, Editor-in-Chief  
*American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*  
University of Washington  
Department of Orthodontics, D-569  
HSC Box 357446  
Seattle, WA 98195-7446  
Telephone (206) 221-5413  
E-mail: [vgkokich@u.washington.edu](mailto:vgkokich@u.washington.edu)

#### **General Information**

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* publishes original research, reviews, case reports, clinical material, and other material related to orthodontics and dentofacial orthopedics.

Submitted manuscripts must be original, written in English, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts will be reviewed by the editor and consultants and are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Statements and opinions expressed in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher disclaim any responsibility or liability for such material. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of any product or service. Each reader must determine whether to act on the information in this publication, and neither the *Journal* nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

#### **Guidelines for Original Articles**

Submit Original Articles via EES: [ees.elsevier.com/ajodo](http://ees.elsevier.com/ajodo) .

Before you begin, please review the guidelines below. To view a 7-minute video explaining how to prepare your article for submission, go to [Video on Manuscript Preparation](#)

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.
2. Abstract. Structured abstracts of 200 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.
3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. You should express measurements in metric units, whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the *AMA Manual of Style*, 9th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org>. Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.
4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.
5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source and include written permission for its use from the copyright holder. Submit tables as text-based files (Word or Excel, for example) and not as graphic elements.
6. Model release and permission for Me. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.
7. Copyright release. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors:  
*"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [**insert title of article here**] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material."* Scan the printed [copyright release](#) and submit it via EES.
8. Conflict of interest statement. Report any commercial association that might pose a conflict of interest, such as ownership, stock holdings, equity interests and consultant activities, or patent-licensing situations. If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.
9. Institutional Review Board approval. For those articles that report on the results of experiments of treatments where patients or animals have been used as the sample, Institutional Review Board (IRB) approval is mandatory. No experimental studies will be sent out for review without an IRB approval accompanying the manuscript submission.
10. Systematic Reviews and Meta-Analyses must be accompanied by the current PRISMA checklist and flow diagram. This information can be downloaded from [www.prisma-statement.org](http://www.prisma-statement.org).

11. Randomized Clinical Trials must be accompanied by the current CONSORT statement, checklist, and flow diagram. This information can be downloaded from [www.consort-statement.org](http://www.consort-statement.org).

### **Other Articles**

Follow the guidelines above, with the following exceptions, and submit via EES.

Case Reports will be evaluated for completeness and quality of records, quality of treatment, uniqueness of the case, and quality of the manuscript. A high quality manuscript must include the following sections: introduction; diagnosis; etiology; treatment objectives, treatment alternatives, treatment progress, and treatment results; and discussion. The submitted figures must include extraoral and intraoral photographs and dental casts, panoramic radiographs, cephalometric radiographs, and tracings from both pretreatment and posttreatment, and progress or retention figures as appropriate. Complete Case Report Guidelines can be downloaded from Case Report Guidelines

Techno Bytes items report on emerging technological developments and products for use by orthodontists.

### **Miscellaneous Submissions**

Letters to the Editor and Ask Us questions and answers appear in the Readers' Forum section and are encouraged to stimulate healthy discourse concerning the profession. Letters to the Editor must be less than 500 words including references. Send letters or questions directly to the editor, via e-mail: [vgkokich@u.washington.edu](mailto:vgkokich@u.washington.edu). Submit a signed copyright release with the letter.

Brief, substantiated commentary on subjects of interest to the orthodontic profession is published occasionally as a Guest Editorial or Special Article. Send Guest Editorials or Special Articles directly to the editor, via e-mail: [vgkokich@u.washington.edu](mailto:vgkokich@u.washington.edu). Submit a signed copyright release with the submission.

Books and monographs (domestic and foreign) will be reviewed, depending upon their interest and value to subscribers. Send books to the Editor in Chief, Dr. Vincent G. Kokich, Department of Orthodontics, University of Washington D-569, HSC Box 357446, Seattle, WA 98195-7446. They will not be returned.

### **Checklist for authors**

\_\_\_ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

\_\_\_ Abstract

\_\_\_ Article proper, including references and figure legends

\_\_\_ Figures, in TIF or EPS format

\_\_\_ Tables

\_\_\_ [Copyright release statement](#), signed by all authors

\_\_\_ Photographic consent statement(s)

\_\_\_ Conflict of interest statement

\_\_\_ Permissions to reproduce previously published material

*Updated May 2011*

Anexo C: Termo para liberação dos Direitos Autorais do manuscrito para o periódico ***American Journal of Othodontics and Dentofacial Orthopedics***.

### LIBERAÇÃO DOS DIREITOS AUTORAIS

“Os autores (abaixo-assinados) transferem toda a propriedade protegida por direitos autorais do manuscrito ***Avaliação da reabsorção de raízes com diferentes dimensões, utilizando forças contínua, contínua interrompida e intermitente*** à Associação Americana de Ortodontistas para possível publicação do trabalho. Os autores (abaixo-assinados) garantem que o artigo é original, não infringe qualquer direito autoral ou outro direito de propriedade de qualquer terceiro, não está sob consideração em outro periódico, não foi previamente publicado e inclui produtos que podem derivar do periódico publicado, impressões ou mídias eletrônicas. Nós assinamos para aceitarmos a responsabilidade da liberação deste material.”

---

CARLOS ALBERTO AIELLO

Doutorando em Ortodontia pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

---

OSMAR APARECIDO CUOGHI

Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Infantil e Social, Disciplina de Ortodontia Preventiva, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

---

ALBERTO CONSOLARO

Professor Titular do Departamento de Estomatologia, Disciplina de Patologia, da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo - USP.

## Anexo D: Tabelas

Tabelas explicativas para o cálculo do percentual de reabsorção radicular das raízes mesiovestibulares (m) e intermediárias (i), para os diferentes tipos de forças e intervalos de tempo, nos grupos estudados.

Raiz	Lâminas (GFC-5)	Área Radicular ( $\mu\text{m}^2$ )	Área Pulpar ( $\mu\text{m}^2$ )	Dentina + Cimento ( $\mu\text{m}^2$ )	Área de Reabsorção Total ( $\mu\text{m}^2$ )	%	Áreas de Reabsorções ( $\mu\text{m}^2$ )		
m	1FC5	614.445,13	115.573,51	498.871,62	308,62	0,00%	1.016,56	955,05	
	2FC5	592.629,12	139.569,65	453.059,47		0,07%			
	3FC5	550.049,13	82.019,58	468.029,55	0,00%				
	4FC5	647.871,86	152.871,53	495.000,33	0,00%				
	5FC5	557.933,51	109.908,90	448.024,61	1.971,61	0,44%			
	6FC5	617.329,04	128.824,30	488.504,740	0,00%				

i	1FC5	119.224,80	21.455,25	97.769,55	871,64	0,89%	1.927,82	544,25	
	2FC5	122.401,70	17.793,53	104.608,17	0,00%				
	3FC5	125.327,32	18.917,49	106.409,83	0,00%				
	4FC5	105.974,01	16.220,20	89.753,81	2.472,07	2,75%			
	5FC5	106.578,74	20.675,36	85.903,38	0,00%				
	6FC5	141.819,65	28.304,29	113.515,360	1.661,95	1,46%			

Raiz	Lâminas (GFC-7)	Área Radicular ( $\mu\text{m}^2$ )	Área Pulpar ( $\mu\text{m}^2$ )	Dentina + Cimento ( $\mu\text{m}^2$ )	Área de Reabsorção Total ( $\mu\text{m}^2$ )	%	Áreas de Reabsorções ( $\mu\text{m}^2$ )		
m	1FC7	625.963,06	131.519,50	494.443,56	1.529,54	0,00%	243,98	221,04	
	2FC7	520.742,87	78.396,43	442.346,44		0,35%			
	3FC7	600.447,81	115.960,33	484.487,48	370,13	0,08%			
	4FC7	583.419,57	159.956,21	423.463,36	465,02	0,11%			
	5FC7	599.705,46	133.662,11	466.043,35	669,37	0,14%			
	6FC7	656.120,11	156.187,10	499.933,01	0,00%				

i	1FC7	113.977,24	19.011,33	94.965,91	152,22	0,16%	164,74	57,34	
	2FC7	75.709,58	11.359,46	64.350,12	222,08	0,35%			
	3FC7	85.777,22	23.256,92	62.520,30	408,71	0,65%			
	4FC7	87.100,31	19.832,92	67.267,39	541,12	0,80%			
	5FC7	104.018,04	16.485,03	87.533,01	638,09	0,73%			
	6FC7	88.602,74	13.064,16	75.538,58	2.556,53	3,38%			

Raiz	Lâminas (GFC-9)	Área Radicular ( $\mu\text{m}^2$ )	Área Pulpar ( $\mu\text{m}^2$ )	Dentina + Cimento ( $\mu\text{m}^2$ )	Área de Reabsorção Total ( $\mu\text{m}^2$ )	%	Áreas de Reabsorções ( $\mu\text{m}^2$ )					
m	1FC9	529.964,94	124.048,01	405.916,93	2.218,72	0,55%						
	2FC9	592.340,31	136.662,80	455.677,51		0,00%						
	3FC9	546.863,90	137.359,28	409.504,62		0,00%						
	4FC9	529.554,15	116.864,29	412.689,86		356,58	0,09%					
	5FC9	717.984,60	193.477,82	524.506,78		0,00%						
	6FC9	602.299,52	150.958,31	451.341,21		0,00%						

i	1FC9	49.125,62	6.166,12	42.959,50	481,70	1,12%	178,29	303,41	206,44	134,50	106,35
	2FC9	106.714,28	21.255,07	85.459,21	903,96	1,06%	241,89	455,63			
	3FC9	89.324,25	12.763,88	76.560,37	5.981,57	7,81%	3.701,34	2.280,23			
	4FC9	92.882,74	14.073,43	78.809,31	1.438,83	1,83%	1.332,48	106,35			
	5FC9	94.571,80	18.138,64	76.433,16	1.288,70	1,69%	153,27	591,17	303,41		
	6FC9	64.868,30	12.272,80	52.595,50	2.476,25	4,71%					

Raiz	Lâminas (GFCI-5)	Área Radicular ( $\mu\text{m}^2$ )	Área Pulpar ( $\mu\text{m}^2$ )	Dentina + Cimento ( $\mu\text{m}^2$ )	Área de Reabsorção Total ( $\mu\text{m}^2$ )	%	Áreas de Reabsorções ( $\mu\text{m}^2$ )						
m	1FCI5	643.010,07	124.737,19	518.272,88	1.338,74	0,00%							
	2FCI5	671.498,91	161.856,93	509.641,98		0,26%							
	3FCI5	711.208,54	106.736,18	604.472,36		2.300,04	0,38%	481,70	266,91	282,55	374,30	102,18	792,40
	4FCI5	579.854,81	102.031,83	477.822,98		0,00%							
	5FCI5	578.651,62	136.903,65	441.747,97		0,00%							
	6FCI5	595.285,75	91.331,31	503.954,44		0,00%							

i	1FCI5	101.817,04	14.792,84	87.024,20	650,60	0,75%					
	2FCI5	79.171,11	16.689,39	62.481,72	748,61	1,20%					
	3FCI5	70.277,47	8.063,70	62.213,77		0,00%					
	4FCI5	162.089,43	21.506,34	140.583,09		0,00%					
	5FCI5	73.081,10	11.710,83	61.370,27		0,00%					
	6FCI5	137.638,70	15.817,75	121.820,95	162,65	0,13%					

Raiz	Lâminas (GFCI-7)	Área Radicular (µm²)	Área Pulpar (µm²)	Dentina + Cimento (µm²)	Área de Reabsorção Total (µm²)	%	Áreas de Reabsorções (µm²)				
m	1FCI7	553.939,19	155.663,70	398.275,49	3.401,06	0,00%					
	2FCI7	542.949,86	81.159,41	461.790,45		0,74%					
	3FCI7	646.476,82	118.460,56	528.016,26		0,00%					
	4FCI7	722.916,24	251.220,79	471.695,45		0,00%					
	5FCI7	515.798,72	106.141,88	409.656,84		0,00%					
	6FCI7	756.924,76	160.865,38	596.059,38		0,00%					

i	1FCI7	90.229,25	16.488,16	73.741,09	476,48	0,00%	63,60	133,46	91,75	60,47	127,20	
	2FCI7	78.393,31	13.456,19	64.937,12		0,73%						
	3FCI7	89.925,84	12.207,12	77.718,72		0,00%						
	4FCI7	101.224,83	24.078,51	77.146,32		0,00%						
	5FCI7	80.044,83	11.646,18	68.398,65		860,17						1,26%
	6FCI7	94.596,83	14.608,30	79.988,53		4.064,17						5,08%

Raiz	Lâminas (GFCI-9)	Área Radicular (µm²)	Área Pulpar (µm²)	Dentina + Cimento (µm²)	Área de Reabsorção Total (µm²)	%	Áreas de Reabsorções (µm²)					
m	1FCI9	448.591,80	100.781,71	347.810,09	310,70	0,00%						
	2FCI9	563.244,67	126.776,58	436.468,09		0,00%						
	3FCI9	683.441,20	110.342,63	573.098,57		0,00%						
	4FCI9	750.269,65	140.744,70	609.524,95		0,05%						
	5FCI9	667.492,08	101.285,30	566.206,78		675,62	0,12%	258,57	278,38	138,67		
	6FCI9	683.300,45	145.523,07	537.777,38		3.410,44	0,63%	247,10	318,00	1.213,62	1.631,72	

i	1FCI9	62.559,92	8.552,70	54.007,22	333,64	0,00%	4.394,69	707,95	923,77		
	2FCI9	91.672,25	12.896,30	78.775,95		0,00%					
	3FCI9	113.784,36	10.252,19	103.532,17		0,32%					
	4FCI9	161.120,83	15.882,39	145.238,44		1.946,59				1,34%	
	5FCI9	94.695,88	14.936,73	79.759,15		6.026,41				7,56%	
	6FCI9	120.309,14	22.921,19	97.387,95		6.132,76				6,30%	280,47

Raiz	Lâminas (GFI-5)	Área Radicular (µm²)	Área Pulpar (µm²)	Dentina + Cimento (µm²)	Área de Reabsorção Total (µm²)	%	Áreas de Reabsorções (µm²)			
m	1FI5	620.413,14	131.369,36	489.043,78	2.411,60	0,00%	314,87	431,65		
	2FI5	715.177,83	163.096,61	552.081,22		0,44%				
	3FI5	559.573,56	109.718,10	449.855,46		0,00%				
	4FI5	543.812,12	136.459,49	407.352,63	0,00%					
	5FI5	598.694,11	124.860,22	473.833,89	746,52	0,16%				
	6FI5	612.107,55	154.657,56	457.449,99		0,00%				

i	1FI5	95.567,52	14.156,84	81.410,68	750,69	0,00%	370,13	380,56		
	2FI5	138.475,93	21.166,44	117.309,49		0,00%				
	3FI5	118.062,27	19.587,90	98.474,37		0,76%				
	4FI5	69.853,12	10.133,33	59.719,79	0,00%					
	5FI5	105.409,95	9.251,26	96.158,69	957,14	0,00%				
	6FI5	38.816,09	3.777,45	35.038,64		2,73%				

Raiz	Lâminas (GFI-7)	Área Radicular (µm²)	Área Pulpar (µm²)	Dentina + Cimento (µm²)	Área de Reabsorção Total (µm²)	%	Áreas de Reabsorções (µm²)			
m	1FI7	747.096,93	154.115,39	592.981,54	165,78	0,03%	137,63	361,79	546,34	
	2FI7	648.430,71	133.237,76	515.192,95		0,00%				
	3FI7	555.072,53	105.125,31	449.947,22	1.045,76	0,23%				
	4FI7	653.537,52	122.742,64	530.794,88		0,00%				
	5FI7	567.671,68	130.624,93	437.046,75	2.022,70	0,46%				
	6FI7	581.825,39	137.757,56	444.067,83	352,40	0,08%				

i	1FI7	183.662,50	30.597,04	153.065,46	1.697,40	1,11%				
	2FI7	95.751,02	16.382,85	79.368,17	299,23	0,38%				
	3FI7	83.672,14	10.065,56	73.606,58	2.058,15	2,80%				
	4FI7	148.177,61	16.794,69	131.382,92		0,00%				
	5FI7	78.506,95	12.879,62	65.627,33		0,00%				
	6FI7	66.266,47	9.087,57	57.178,90		0,00%				

Raiz	Lâminas (GFI-9)	Área Radicular ( $\mu\text{m}^2$ )	Área Pulpar ( $\mu\text{m}^2$ )	Dentina + Cimento ( $\mu\text{m}^2$ )	Área de Reabsorção Total ( $\mu\text{m}^2$ )	%	Áreas de Reabsorções ( $\mu\text{m}^2$ )			
m	1FI9	652.040,30	123.081,49	528.958,81	561,98	0,11%				
	2FI9	744.502,86	98.544,23	645.958,63		0,00%				
	3FI9	636.862,72	115.141,86	521.720,86		0,00%				
	4FI9	744.520,59	133.092,83	611.427,76		0,00%				
	5FI9	649.569,26	125.052,07	524.517,19		0,00%				
	6FI9	629.694,64	121.907,49	507.787,15	5.149,54	1,01%	2.332,36	1.657,78	215,82	943,58

i	1FI9	163.910,91	27.348,20	136.562,71	173,08	0,13%				
	2FI9	135.043,59	18.827,82	116.215,77	641,22	0,55%	412,88	228,34		
	3FI9	131.426,71	23.996,14	107.430,57		0,00%				
	4FI9	123.374,47	15.780,21	107.594,26	294,02	0,27%	118,86	175,16		
	5FI9	88.533,93	12.231,10	76.302,83	818,46	1,07%	203,31	615,15		
	6FI9	83.524,09	15.427,80	68.096,29	1.567,07	2,30%				

Tabela com os valores da reabsorção radicular, para as raízes mesiovestibulares (m) e intermediárias (i), para os diferentes tipos de forças e intervalos de tempo, ordenados para a análise estatística.

Grupo	Raiz m	Raiz i
1FC-5	0,00%	0,89%
2FC-5	0,07%	0,00%
3FC-5	0,00%	0,00%
4FC-5	0,00%	2,75%
5FC-5	0,44%	0,00%
6FC-5	0,00%	1,46%
1FCI-5	0,00%	0,75%
2FCI-5	0,26%	1,20%
3FCI-5	0,38%	0,00%
4FCI-5	0,00%	0,00%
5FCI-5	0,00%	0,00%
6FCI-5	0,00%	0,13%
1FI-5	0,00%	0,00%
2FI-5	0,44%	0,00%
3FI-5	0,00%	0,76%
4FI-5	0,00%	0,00%
5FI-5	0,16%	0,00%
6FI-5	0,00%	2,73%
1FC-7	0,00%	0,16%
2FC-7	0,35%	0,35%
3FC-7	0,08%	0,65%
4FC-7	0,11%	0,80%
5FC-7	0,14%	0,73%
6FC-7	0,00%	3,38%
1FCI-7	0,00%	0,00%
2FCI-7	0,74%	0,73%
3FCI-7	0,00%	0,00%
4FCI-7	0,00%	0,00%
5FCI-7	0,00%	1,26%
6FCI-7	0,00%	5,08%
1FI-7	0,03%	1,11%
2FI-7	0,00%	0,38%
3FI-7	0,23%	2,80%
4FI-7	0,00%	0,00%
5FI-7	0,46%	0,00%
6FI-7	0,08%	0,00%
1FC-9	0,55%	1,12%
2FC-9	0,00%	1,06%
3FC-9	0,00%	7,81%
4FC-9	0,09%	1,83%
5FC-9	0,00%	1,69%
6FC-9	0,00%	4,71%
1FCI-9	0,00%	0,00%
2FCI-9	0,00%	0,00%
3FCI-9	0,00%	0,32%
4FCI-9	0,05%	1,34%
5FCI-9	0,12%	7,56%
6FCI-9	0,63%	6,30%
1FI-9	0,11%	0,13%
2FI-9	0,00%	0,55%
3FI-9	0,00%	0,00%
4FI-9	0,00%	0,27%
5FI-9	0,00%	1,07%
6FI-9	1,01%	2,30%