

**HALLISSA SIMPLÍCIO**

**“AVALIAÇÃO DA REABSORÇÃO  
RADICULAR APICAL EM INCISIVOS  
SUBMETIDOS À RETRAÇÃO ANTERIOR  
COM ALÇAS T E BULL”**

**ARARAQUARA**

**2006**

**HALLISSA SIMPLÍCIO**

**“AVALIAÇÃO DA REABSORÇÃO  
RADICULAR APICAL EM INCISIVOS  
SUBMETIDOS À RETRAÇÃO ANTERIOR  
COM ALÇAS T E BULL”**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas – Área de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Doutora em Ortodontia.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto**

**ARARAQUARA**

**2006**

Simplício, Hallissa

Avaliação da reabsorção radicular apical em incisivos submetidos à retração anterior com alça T e Bull / Hallissa Simplício. – Araraquara: [s.n.], 2006.

123 f. ; 30 cm.

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

Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

1. Extração dentária 2. Fechamento de espaço ortodôntico.  
3. Reabsorção da raiz I. Título

**HALLISSA SIMPLÍCIO**

**“AVALIAÇÃO DA REABSORÇÃO  
RADICULAR APICAL EM INCISIVOS  
SUBMETIDOS À RETRAÇÃO ANTERIOR  
COM ALÇA T E BULL”**

**COMISSÃO JULGADORA**

**DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA**

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

2º Examinador: Prof. Dr. Ricardo Sampaio de Souza

3º Examinador: Profa. Dr. Roberto Hideo Shimizu

4º Examinador: Profa. Dr. Adriano Marotta Araujo

5º Examinador: Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins

Araraquara-SP, 03 de agosto de 2006

## **DADOS CURRICULARES**

### **HALLISSA SIMPLÍCIO**

Nascida em 13 de outubro de 1975 – Natal/RN

#### **Filiação**

Manoel Gomes Pereira

Thelma Alves Simplício

#### **Formação**

1993-1997 - Curso de Graduação em Odontologia, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

2000-2001 - Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, nível de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Araraquara/SP

2002 - Professora do Curso de Odontologia, Disciplina de Clínica Infantil, da Universidade Potiguar

- Coordenadora do Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia Preventiva e Interceptativa, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

2003-2006 - Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, nível de Doutorado, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Araraquara/SP

#### **Associações**

ABO - Associação Brasileira de Odontologia – RN

ABOR - Associação Brasileira de Ortodontia

SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica

ASORN - Associação de Ortodontia do RN

*É o amor que nos engrandece e é através dele que nos tornamos pessoas melhores a cada dia. Por isso, durante todo o curso de doutorado e nesta etapa de conclusão da minha jornada profissional vocês foram pessoas essenciais. O apoio, carinho e paciência me deram força e coragem para seguir em frente. Obrigada de todo coração pelo entusiasmo de me verem crescer e vencer. Essa vitória é dedicada a vocês...*

*Ao meu marido, **José Sandro**, porque naquele em que poderia ter encontrado alguma resistência só encontrei amor, conforto, incentivo e compreensão, por não ter medido sacrifícios para que eu pudesse realizar esse sonho. Muito obrigada por fazer parte da minha vida. Te amo!*

*A minha filha, **Júlia**, que amo incondicionalmente, que alegria minha vida e me faz uma pessoa melhor...pelos momentos em que não pude lhe dar atenção nesta fase de finalização da tese.*

*A minha mãe, **Thelma**, exemplo valioso de dedicação e amor à família, pelo afeto, apoio e confiança incondicionais,...privilegio de tê-la como amiga e benção de tê-la como mãe. Minha eterna gratidão...*

*A meu irmão **Hougelle** e minha cunhada **Mariana**, meu reconhecimento e amor pela atenção e pelo carinho sempre imprescindíveis ao longo da minha vida e dessa jornada... apesar da distância física estão sempre dentro do meu coração...*

*É chegada à reta final do curso de doutorado e com ela, o sentimento de mais uma etapa cumprida: a realização de um sonho. Junto está a saudade que levo no coração desses 8 anos de convivência inicialmente diárias depois intermitentes... Agradeço a todos pela paciência, sabedoria, criatividade e a perspicácia, fora e dentro de sala de aula, as quais foram de grande importância para mim, dando-me muitos ensinamentos que não encontrarei em livro algum. Muitos de vocês não foram apenas mestres, mas também, grandes amigos. O meu agradecimento aos professores **Ary dos Santos-Pinto, Dirceu Barnabé Raveli, João Roberto Gonçalves, Lídia Parsekian Martins, Luiz Gonzaga Gandini Jr., Maurício Tasuei Sakima e Tatsuko Sakima**, do Curso de Doutorado em Ortodontia da UNESP-Araraquara, que são, antes de tudo, mestres da vida. Agradeço também,*

- *À Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista – UNESP, representada pela Professora Doutora **Rosemary Adriana Chiérici Marcantonio**, Diretora e Vice- Diretor **Professor Doutor José Cláudio Martins Segalla***
- *Ao Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na pessoa de seu Chefe, **Professor Doutor Luiz Gonzaga Gandini Jr.***
- *Ao **Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli** pela competente Coordenação do Curso de Pós – Graduação em Odontologia, área de Ortodontia.*
- *Ao professor **Ary dos Santos-Pinto** pelo carinho com que conduziu minhas pesquisas e dúvidas e pela orientação sempre precisa e coerente neste trabalho, agradeço pelos*

*conhecimentos científicos transmitidos e por mostrar-me outras dimensões da ciência e da riqueza social, meu agradecimento e minha sincera admiração...*

- *A todos os professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara que participaram direta ou indiretamente do programa do Curso de Doutorado em Ortodontia.*
- *Aos meus colegas de curso, Edmilson, Evandro, Gustavo, Karina, Luciane Closs, Luciane Hahn, Odilon, Patrícia, Ricardo, Sérgio e Taís, agradeço pela união, amizade e por terem me proporcionado tantos momentos de alegria, que com certeza deixarão saudade;*
- *A amiga **Cris** que sempre colaborou comigo no sentido de vencer a distância para finalização da tese;*
- *Aos **alunos dos cursos de especialização da Faepo e APCD** pela ajuda na coleta do material necessário para realização dessa tese;*
- *Aos **funcionários do Gestos, da APCD e do Departamento de Clínica Infantil da Unesp** pela atenção, disponibilidade e por facilitarem o contato com alunos e pacientes, ajudando dessa forma na coleta do material para esta tese;*
- *A todos os **pacientes** que integraram este estudo, pela disponibilidade em tirar as radiografias e dar as informações necessárias;*
- *Aos **funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP** pelo auxílio na coleta do material bibliográfico e, em especial, às bibliotecárias Ceres Maria Carvalho Galvão de Freitas e **Maria José Perón** pela atenção na revisão das*

*referências bibliográficas e da redação técnica, e a Marley Cristina Chiusoli Montagnoli pela elaboração da ficha catalográfica;*

- *Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP e, em especial, à Sra. Mara Cândido Munhoz pela atenção e generosidade dispensadas;*
- *Ao Prof. Ary Mendes pela consultoria, planejamento e execução da análise estatística.*
- *À Profa. Maria da Conceição Pereira Solano, coordenadora da Disciplina de Clínica Infantil (UnP) pela colaboração com a organização dos meus horários de forma a possibilitar meu afastamento durante o período do curso sempre que foi preciso;*
- *Ao Comitê de Ética e Pesquisa dessa faculdade pela aprovação da minha pesquisa;*
- *À CAPES pela concessão da Bolsa de doutorado, durante o curso de pós-Graduação;*
- *A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho;*

*À Deus, o meu muito obrigado! Sempre!*

*Muito Obrigada!*

## **Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Reabsorção radicular.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Mecânica de retração anterior.....</b>	<b>39</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>49</b>
<b>5 RESULTADO.....</b>	<b>65</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>84</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>104</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>107</b>
<b>9 ANEXO.....</b>	<b>117</b>
<b>10 RESUMO.....</b>	<b>121</b>
<b>11 ABSTRACT.....</b>	<b>123</b>

## **Introdução**

A ortodontia é a especialidade da odontologia relacionada com o estudo do crescimento do complexo craniofacial, com o desenvolvimento da oclusão e com o tratamento das anomalias dentofaciais. Se caracteriza pela movimentação dos dentes para uma correta posição nos arcos dentários. Um dos efeitos mais indesejados do tratamento ortodôntico é a presença de reabsorção radicular nos dentes submetidos à movimentação, que geralmente acomete a porção radicular apical (BENDER et al.<sup>9</sup>, 1997). Essa reabsorção radicular, devido ao tratamento ortodôntico, é, na maioria das vezes, suave e assintomática e preserva a vitalidade pulpar, sem alteração na coloração dos dentes (BREZNIAK e WASSERSTEIN<sup>12</sup>, 1993). Porém, de acordo com sua magnitude, se não receber o tratamento adequado, pode comprometer não apenas o tratamento ortodôntico, mas também a estabilidade e função fisiológica do elemento dentário pela diminuição da inserção radicular no osso alveolar (BREZNIAK e WASSERSTEIN<sup>11</sup>, 1993; REITAN e RYGH<sup>52</sup>, 1996).

A reabsorção radicular está presente em todos os dentes submetidos ao tratamento ortodôntico com uma prevalência que varia de 93% a 100% e, embora venha sendo estudada há bastante tempo, ainda se constitui em um problema clínico de grande relevância para os ortodontistas, haja vista, o número de estudos realizados a respeito desse tema (BLAKE et al.<sup>10</sup>, 1995; McNAB et al.<sup>41</sup>, 2000, SAMESHIMA e SINCLAIR<sup>55</sup>, 2001; SHARPE et al.<sup>57</sup>, 1987).

Mesmo à luz das mais recentes descobertas, os fatores indutores específicos desse efeito iatrogênico ainda não foram elucidados, provavelmente porque uma ampla gama de variáveis está envolvida neste processo (CANTO<sup>19</sup>, 1997). A presença de reabsorção radicular, no decorrer do tratamento ortodôntico, é vista como conseqüência de uma complexa combinação de atividades biológicas, próprias de cada paciente, associada às forças mecânicas planejadas pelo ortodontista. A perda de material radicular é imprevisível e são muitos os fatores estudados que contribuem na determinação da presença e do grau da reabsorção: duração do tratamento, idade e gênero do paciente, hábitos, suscetibilidade individual, predisposição genética, problemas endócrinos, nutrição, morfologia radicular, quantidade de movimentação dentária, tipo e magnitude da força aplicada (BREZNIAK e WASSERSTEIN<sup>12</sup>, 1993; CAPELOZZA FILHO e SILVA FILHO<sup>20</sup>, 1998; TAVARES e SAMPAIO<sup>67</sup>, 1997, SIMPLÍCIO<sup>61</sup>, 2002).

Na incapacidade de eliminar os fatores inerentes ao paciente, os ortodontistas buscam, incansavelmente, novos materiais e novas técnicas que minimizem esse efeito indesejável no tratamento (CANTO<sup>19</sup>, 1997). Um deles é a duração da força e, em certa medida, o tipo dessa força, pois dentes e tecidos de suporte respondem diferentemente a força contínua ou intermitente (OWMAN MOLL et al.<sup>48</sup>, 1995).

Em estudo realizado em 2002, foi identificada a ocorrência de reabsorção radicular numa fase precoce do tratamento ortodôntico, ou seja, na fase da

retração dos dentes anteriores após a extração de primeiros pré-molares. Nesta fase do tratamento evidenciou-se um encurtamento radicular que variou de 2,16 mm a 1,74 mm nos incisivos superiores e 2,37 mm a 1,51 mm nos inferiores. Porém, neste trabalho foi identificada apenas a presença ou não de reabsorção radicular na fase específica da retração dos dentes anteriores do tratamento ortodôntico não se fazendo distinção em relação ao tipo de mecânica ou alça utilizada no fechamento desses espaços (SIMPLÍCIO<sup>61</sup>, 2002). Logo, justifica-se um estudo para avaliar se a reabsorção evidenciada nesta fase do tratamento tem ou não correlação com o tipo de alça utilizada na retração anterior. Portanto, propõe-se com este trabalho, quantificar a reabsorção radicular e verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreu em função do tipo de alça (T ou Bull) utilizada durante a retração anterior. Dessa forma, se identificada associação de maior grau de reabsorção radicular com o tipo de alça utilizada (T ou Bull), será possível optar clinicamente pela alça de retração anterior que promova uma quantidade menor de encurtamento radicular durante esta fase do tratamento ortodôntico.

## **Revisão de Literatura**

### **- Reabsorção radicular**

Bates<sup>6</sup>, em 1856, foi o pioneiro a discorrer sobre a reabsorção radicular dos dentes permanentes e relacioná-la ao trauma do ligamento periodontal. A reabsorção radicular decorrente da movimentação ortodôntica foi observada no final do século passado e início deste século, sendo descrita por Otollengui<sup>47</sup> (1914). Ao discorrer sobre as reabsorções resultantes de tratamento ortodôntico, salientou que estas apresentavam uma característica particular, ou seja, a polpa permanece viva, enquanto as raízes são reabsorvidas.

Ketcham<sup>29,30</sup>, em 1927 e 1929, demonstrou radiograficamente a diferença entre a morfologia radicular antes e depois do tratamento ortodôntico. Comparando radiografias periapicais, pré e pós-tratamento, de 385 casos tratados ortodonticamente, encontrou reabsorção radicular apical em 21% dos dentes examinados. Relatou ainda que os dentes mais sujeitos a essa iatrogenia são os incisivos superiores e inferiores e não observou relação da reabsorção com o tipo de tratamento, aparelho, duração e grau da força exercida sobre os dentes.

Massler e Malone<sup>38</sup> (1954) avaliaram radiograficamente a frequência e o grau de reabsorção radicular em dentes permanentes tratados ortodonticamente, comparando, ainda, com o grau de reabsorção radicular em dentes permanentes não submetidos a tratamento ortodôntico. Radiografias periapicais da arcada completa de 81 pacientes, entre 12 e 19 anos, submetidos a tratamento ortodôntico, foram analisadas com aumento de 3x para facilitar a

observação das áreas de reabsorção. O grau de reabsorção radicular variou de zero (nenhuma reabsorção evidenciada) a nove (perda do elemento dentário); e foi registrado em sistema IBM. Dos 2085 dentes tratados ortodonticamente, 93,3% apresentaram evidência definida de reabsorção radicular (grau 1 ou mais), e 6,7% apresentaram reabsorção radicular questionável. Comparando com dentes não submetidos a tratamento ortodôntico, os autores verificaram uma maior severidade no grau de reabsorção radicular em todos os dentes. Verificaram, ainda, que os incisivos superiores e inferiores foram os dentes mais suscetíveis à reabsorção. Os autores concluíram que uma análise radiográfica cuidadosa, antes do tratamento ortodôntico, capacita o clínico a descobrir os casos mais suscetíveis à reabsorção radicular extensa e severa durante o tratamento ortodôntico.

Phillips<sup>50</sup>, em 1955, analisou radiografias cefalométricas e periapicais, pré e pós-tratamento ortodôntico, de 131 pacientes. Dois grupos de pacientes foram avaliados por dois métodos distintos. Sessenta e dois pacientes tratados com a técnica Edgewise foram analisados por meio de radiografias cefalométricas laterais, dos quais 42 realizaram extração dos quatro primeiros pré-molares, 2 foram tratados apenas com extração dos primeiros pré-molares superiores e 18, sem extrações. Desses 62, 46 foram tratados na Universidade, sob a orientação de professores e 16, na clínica particular de um dos membros da equipe. Todos os casos da amostra apresentavam dentadura permanente, com idade variando de 10,7 a 18,5 anos. Nestes, as mensurações dos incisivos centrais superiores foram tomadas diretamente das radiografias antes e após o tratamento ortodôntico. A diferença dessas duas mensurações era considerada a quantidade

de reabsorção radicular. Os outros 69 casos, analisados em radiografias periapicais, também foram tratados com a técnica Edgewise, 54 na Universidade e 15 na clínica particular, sendo 43 tratados com extração dos quatro primeiros pré-molares, 2 tiveram somente os primeiros pré-molares superiores extraídos, 3 casos extraíram outros dentes e 21 foram casos sem extração. O critério para avaliar esses dentes foi classificar a quantidade de reabsorção radicular por meio de escores como leve, moderada, excessiva e questionável. Quando ocorreu dúvida na classificação das radiografias, os filmes eram analisados por três pessoas diferentes e, quando havia diferença nessas avaliações, era considerada a categoria que tinha a maioria das opiniões. Do total de 1745 dentes examinados, 1067 (61.1%) não mostraram perda radicular; 130 (7.4%) encontraram-se na classificação questionável; 466 (26.8%), na classificação moderada, e apenas 5 (0.3%), na classificação excessiva. Dos dentes reabsorvidos, 76,4% foram incisivos centrais e laterais superiores e inferiores, apresentando uma média de reabsorção de 2 mm. Aproximadamente 20% dos caninos tiveram grau leve de reabsorção radicular, enquanto apenas 2.5% tiveram moderada. Nenhum canino foi classificado como excessivo. Os dentes posteriores ao canino no arco dentário mostraram uma incidência menor nos vários graus de reabsorção radicular. Uma pequena porcentagem de dentes entrou na categoria leve e, ocasionalmente, na moderada. Nenhum dente teve grau excessivo. A reabsorção radicular teve as seguintes porcentagens de suscetibilidade: incisivo central superior (84.1%); incisivo lateral superior (83.2%); incisivo central inferior (71.7%); incisivo lateral inferior (65.9%); canino superior (27.6%); canino inferior (18%); primeiro molar

inferior (14%); segundo pré-molar superior (11.2%); segundo pré-molar inferior (10.2%); primeiro pré-molar inferior (8.2%); primeiro pré-molar superior (60.8%); segundo molar inferior (4.3%); primeiro molar superior (3.6%) e segundo molar superior (0.0%). Nenhuma correlação foi encontrada entre grau de reabsorção radicular e gênero, idade do paciente, duração do tratamento, quantidade de movimento dentário e nem com a distância que o dente é movimentado. Os dentes traumatizados previamente, com coroas fraturadas apresentam maior suscetibilidade à reabsorção. O autor salientou ainda que alguns fatores metabólicos podem ser sugeridos como causadores de reabsorção nos casos de reabsorções extremas, entretanto, o registro desses casos na literatura é insuficiente para validar a afirmação. A partir desses resultados, o autor concluiu que a incidência de perda apical, na maioria dos casos, pode ser atribuída às forças aplicadas pelo aparelho.

DeShields<sup>23</sup>, em 1969, objetivando determinar se a frequência e severidade na reabsorção radicular variam com a mecânica de tratamento ou com a quantidade de movimento dentário produzido no tratamento, avaliou os incisivos superiores em radiografias cefalométricas e periapicais, de 52 casos tratados com a técnica do Arco de Canto. Utilizaram-se 24 homens e 28 mulheres, portadores de má oclusão classe II divisão 1 na dentição permanente tratados sem extrações com ausência de reabsorção no início do tratamento e em nenhum caso os incisivos centrais superiores tornaram-se mais proeminentes em relação à linha sela-násio, com o decorrer do tratamento. A idade dos pacientes variou de 12,38 a 14,18 anos e a média de tempo de tratamento foi de 21,57 meses. A reabsorção foi

classificada por escores variando de 0 a 5, de acordo com a intensidade e analisadas as seguintes variáveis: gênero e tempo de tratamento. Ocorreu reabsorção radicular em 81.73% dos incisivos centrais superiores e 83.65% dos incisivos laterais mais em nenhum caso essa reabsorção foi escore 5. A incidência de reabsorção parece não ter relação com o gênero neste estudo. Segundo o autor, a correlação encontrada foi entre a duração do tratamento e a severidade de reabsorção radicular.

Reitan<sup>51</sup>, em 1974, estudou a reação tecidual inicial que ocorre na porção radicular apical de pré-molares que tinham sido submetidos à movimentação. Foram utilizados 72 pré-molares de 32 pacientes, em que 18 desses dentes foram intruídos, 30 extruídos e 24 foram inclinados na direção lingual ou labial antes de serem extraídos. As forças aplicadas variaram de 25g a 240g e os períodos experimentais variaram de 10 a 47 dias. O estudo mostrou que áreas de hialinização podem ser observadas na porção apical e que a reabsorção radicular ocorre rapidamente, não só ao redor, como também no meio da zona hialinizada. Foi observado que a reabsorção radicular ocorre na maioria dos casos por extrusão, intrusão e movimento de inclinação experimentais em pré-molares e que, exceto a porção apical diminuída, o restante da raiz será reconstruído com cimento celular.

Goldson e Henrikson<sup>25</sup>, em 1975, realizaram um trabalho que registrou a incidência e o grau de reabsorção radicular em casos tratados com extração dentária pela técnica de Begg. Foram utilizados na amostra 42 pacientes com má oclusão classe I e classe II em que foi realizada a exodontia dos primeiros

pré-molares. A reabsorção radicular foi avaliada através de radiografias obtidas (por uma técnica do cone longo modificada com distância de foco-filme de 35 cm) antes do tratamento, depois do estágio dois e três da técnica de Begg e seis meses após o tratamento concluído. Para determinar a reabsorção foi utilizado escore de 0 a 11 e a reprodutibilidade desses escores foi estudada por dois observadores. Em todos os 42 casos tratados a reabsorção radicular foi registrada no exame da última radiografia. Na tomada radiográfica um, os escores de um a três foram registrados em torno de 4% no total do número de dentes (16 casos). Na radiografia dois (23 casos), os escores um e três foram registrados em 25% e 31% respectivamente. Na radiografia três (29 casos) o escore três é predominante em 48%; em um caso o escore um; em vinte casos os escores dois, três e quatro; e em oito casos o escore cinco foi registrado. Na radiografia quatro (39 casos) a predominância ainda foi do escore três que correspondeu a 55% do número de dentes; em apenas um caso foi encontrado o escore um; em 26 casos o escore dois, três e quatro; e em 12 casos o escore cinco. Essa radiografia quatro (seis meses após o tratamento) mostrou que a maior incidência de reabsorção radicular é nos ápices dos incisivos centrais inferiores (95%) e a menor no ápice dos pré-molares inferiores (53%). Os incisivos centrais superiores mostraram uma grande incidência de reabsorção radicular (87% a 90%) seguidos dos incisivos laterais inferiores (83%), caninos superiores (72%), inferiores (79%) e pré-molares superiores e inferiores (56%). Ao final do tratamento reabsorções menores que 2 mm (escore três) foi predominante em 48%, escore cinco (1/3 da raiz) em 3% e sem ocorrência de reabsorção radicular em 23% dos dentes. Antes do tratamento

reabsorções pequenas foram encontradas em 4% dos dentes e os dentes que exibiram essas reabsorções antes do tratamento desenvolveram mais reabsorções durante o tratamento, especialmente os incisivos superiores.

Odenrick e Brattstrom<sup>45</sup>, em 1983, com o objetivo de determinar a incidência de onicofagia na população e sua possível relação com a reabsorção radicular apical decorrente do tratamento ortodôntico, aplicaram um questionário a 340 jovens de ambos os gêneros, com idade de 13 a 15 anos. A provável relação entre onicofagia e a reabsorção radicular apical durante o tratamento ortodôntico, foi avaliada em radiografias periapicais de incisivos e caninos, em 2 grupos de pacientes tratados ortodonticamente com a técnica de Begg e do Arco de Canto. As raízes, analisadas por 2 examinadores, foram classificadas em 0 quando não havia reabsorção; 1 quando o contorno do ápice apresentava-se irregular; 3 quando havia uma reabsorção de menos de 2 mm; 5 quando a reabsorção era de 2 mm a um terço da raiz e, finalmente, 7 para reabsorções de até dois terços de raiz. Um grupo foi constituído de 21 pacientes onicófagos tratados ortodonticamente e outro, de 21 pacientes tratados ortodonticamente, os quais nunca haviam roído as unhas. Todos os pacientes, em ambos os grupos, demonstraram alguma reabsorção após o tratamento, porém os autores encontraram um índice de reabsorção radicular significativamente mais alto nos pacientes onicófagos, previamente ao tratamento. Não foi encontrada correlação entre a reabsorção radicular e a quantidade de movimento dentário. Ao contrário, existiu uma correlação positiva entre reabsorção e tempo de tratamento. Como reabsorções mais graves ocorreram nos pacientes onicófagos, seria sensato verificar a presença

de onicofagia durante a anamnese e, deste modo, monitorizar radiograficamente os dentes anteriores de pacientes onicófagos graves, durante o tratamento ortodôntico.

Linge e Linge<sup>34</sup>, em 1983, avaliaram a correlação entre reabsorção radicular e a presença de hábitos, sobressaliência, idade de início do tratamento, gênero, uso de elásticos intermaxilares, arcos retangulares, caninos impactados e trauma antes do tratamento em 719 pacientes, sendo 437 do gênero feminino e 282 do gênero masculino. A idade média no início do tratamento era de 12,8 anos e o tempo médio de observação foi de 3,6 anos, em ambos os gêneros. Dos pacientes, 74% foram tratados com a técnica do Arco de Canto, 11% com aparelhos removíveis e 14% com a combinação de ambos. Foram obtidas radiografias periapicais pela técnica do cone longo antes do início do tratamento e após terminar o período de contenção. O comprimento da coroa e da raiz foi medido com um paquímetro com grau de precisão de aproximadamente 0,1 mm. O comprimento da coroa foi utilizado para ajustar o fator de ampliação da segunda radiografia à primeira em cada caso, já que o tamanho da coroa não se altera com o tratamento ortodôntico. Os fatores mais intimamente relacionados com a reabsorção radicular foram: trauma antes do tratamento, caninos impactados, uso de elásticos intermaxilares e arcos retangulares. Foi observado que pacientes que iniciaram o tratamento antes dos 11 anos de idade tiveram significativamente menos reabsorção que pacientes que iniciaram depois dessa idade. Não houve diferença na incidência de reabsorção quanto ao gênero, relação incisal e hábitos. Os autores concluíram que a ocorrência de reabsorção

radicular durante o tratamento é o resultado de uma combinação complexa de fatores individuais, biológicos e efeitos de forças mecânicas.

Arnesen<sup>5</sup>, em 1984, propôs-se a analisar e estudar, por meio de radiografias periapicais e cefalométricas laterais, a frequência e o grau de reabsorção radicular em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico, relacionando-a com o gênero, idade, tempo de tratamento e tipos de movimento (movimentos de inclinação, deslocamento ântero-posterior e de corpo). A amostra constituiu-se de 50 jovens, com idade entre 9 e 16 anos, obedecendo os seguintes critérios: todos os casos foram tratados com a técnica do Arco de Canto, não apresentavam reabsorção antes do tratamento e apresentavam reabsorção em pelo menos um dente, ao final do tratamento. Após a análise das radiografias pós-tratamento e a classificação da reabsorção por escores, constatou a ocorrência de reabsorção radicular em diferentes graus, nos pacientes tratados ortodonticamente, sem nenhuma prevalência entre os arcos. Entre os grupos dentários, a maior prevalência foi dos incisivos, principalmente os superiores. Não observou dimorfismo sexual, porém, o incremento de reabsorção foi diretamente proporcional ao aumento da faixa etária e não verificou uma relação direta entre a duração do tratamento e o tipo de movimento com a quantidade de reabsorção radicular. O autor sugeriu que a predisposição individual atua como principal fator para o desenvolvimento da reabsorção radicular.

Dermaut e De Munck<sup>22</sup>, em 1986, estudaram a relação entre a intrusão e a reabsorção radicular nos dentes anteriores superiores no que se relaciona à quantidade de reabsorção e a duração da intrusão. Utilizaram vinte

pacientes (grupo experimental) com média de vinte anos de idade em que se realizou intrusão nos incisivos centrais e laterais de oito a 64 semanas com uma técnica modificada de Burstone. O grupo controle consistiu de 15 pacientes com idade média de 22 anos que não foram submetidos a tratamento ortodôntico. Foram obtidas radiografias laterais e periapicais pela técnica do cone longo, antes e após realizar-se a intrusão. As radiografias foram aumentadas em três vezes e impressas em papel fotográfico. A quantidade de intrusão foi medida na radiografia lateral, pré e pós-intrusão, avaliando-se a distância do centro de resistência do dente (definido como  $2/3$  da distância da borda incisal) ao plano palatino (ENA e ENP), e a diferença entre essas duas medidas correspondeu ao movimento vertical do dente. Neste estudo foi aceito que a quantidade de intrusão de um incisivo fosse comparável aos outros três de um mesmo paciente. Nas radiografias periapicais foi avaliada a quantidade de reabsorção radicular por meio de medidas da distância da borda incisal à junção cimento-esmalte e do comprimento radicular nas radiografias pré e pós-intrusão. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre a média de comprimento radicular no grupo controle e experimental. Nenhuma diferença foi encontrada entre incisivos centrais e laterais. Houve uma leve correlação entre a quantidade de reabsorção e a quantidade de intrusão, mas não houve relação entre a duração da intrusão e a quantidade de reabsorção.

Levander e Malmgren<sup>32</sup>, em 1988, estudaram a possibilidade de estimar o risco de reabsorção severa em um estágio inicial do tratamento ortodôntico. Também foram avaliados fatores como: a forma radicular, idade,

tempo de tratamento com arco retangular, elástico classe II e diferença nos graus de reabsorção encontrados quando os pacientes eram tratados pela técnica Edgewise e pela técnica de Begg. Foram avaliadas radiografias periapicais de 98 pacientes, sendo 55 do gênero masculino e 43 do gênero feminino. As radiografias, realizadas pela técnica do paralelismo modificada com a distância foco-filme de 20 mm, foram obtidas antes do tratamento, seis a nove meses depois de iniciado o tratamento e ao final do tratamento. O grau de reabsorção foi registrado por um sistema de escores que variou de zero a quatro; a forma das raízes foi avaliada como: normal, pequena, romba, com ponta curvada e em pipeta; e o risco de reabsorção foi descrito como: mínimo, leve, moderado ou alto. Em relação à forma radicular foi encontrado que dentes com raízes em forma de pipeta tem um alto risco de desenvolver reabsorção severa; com raiz romba, um risco moderado; enquanto nenhuma relação foi encontrada com as outras formas radiculares. Quanto ao risco de desenvolver reabsorção radicular ao final do tratamento foi encontrado que pacientes que apresentam reabsorção mínima nos 6-9 meses de tratamento tem um risco moderado de desenvolver reabsorção severa ao final do tratamento; pacientes com contorno irregular apresentam risco pequeno; e pacientes com reabsorção severa apresentam alto risco de reabsorção extrema ao final do tratamento. Não foi encontrada relação entre a reabsorção radicular e a idade, tempo de tratamento com elástico classe II, arco retangular e entre os pacientes tratados com Edgewise e Begg.

McFadden et al.<sup>40</sup>, 1989, estudaram a relação entre a intrusão de incisivos superiores e inferiores e a reabsorção radicular, já que a área periapical

recebe a maior concentração de forças durante o movimento de intrusão. Eles avaliaram a relação da quantidade de intrusão com o tipo facial, largura da sínfise, gênero, idade do paciente e tempo de tratamento. Foram utilizadas radiografias laterais e periapicais pré e pós-tratamento de 38 pacientes. Todos os casos apresentavam mordida profunda (a borda incisal do incisivo superior estava sobrepondo a borda incisal do incisivo inferior mais que 4 mm) e foram tratados com a filosofia bioprogressiva (molares e incisivos bandados com um tipo de fio de arco utilitário para intruir os dentes anteriores). A quantidade de intrusão foi calculada na radiografia lateral medindo do comprimento da borda incisal do incisivo superior para o plano palatino, e da borda incisal do incisivo inferior para uma linha do gônio até o ponto mais inferior da borda interna da sínfise. Nas radiografias periapicais foram tomadas medidas do comprimento total do dente, comprimento da coroa e comprimento radicular, e para corrigir possíveis distorções na radiografia, foi realizado o método de distorção radiográfica preconizado por Linge e Linge (1983). Os autores concluíram não haver relação entre intrusão e tipo facial, largura da sínfise, idade e gênero do paciente. O tempo de realização do tratamento mostrou ser um fator significativo no grau de aparecimento de reabsorção radicular.

Linge e Linge<sup>35</sup>, em 1991, avaliaram a influência de fatores como hábitos, sobressaliência, sobremordida, tempo de tratamento, canino impactado, uso de arcos retangulares, elástico classe II e intermaxilares, idade, gênero e história de trauma na incidência de reabsorção radicular. Foram obtidas radiografias periapicais de 485 pacientes pela técnica do cone longo, antes e após

o período de contenção. O comprimento de coroa e raiz foi obtido diretamente da radiografia periapical e o comprimento coronário foi utilizado para corrigir diferenças de aumento durante a exposição, já que o tamanho da coroa não muda durante o tratamento ortodôntico. Os autores encontraram correlação entre reabsorção radicular e tempo de tratamento, canino impactado, uso de arcos retangulares, uso de elástico classe II, hábitos, sobressaliência e história de trauma. Não foi encontrada correlação entre a reabsorção radicular e idade, gênero, sobremordida e elásticos intermaxilares. Sinais precoces de reabsorção podem agravar a situação clínica, por isso os autores sugerem a realização de um controle radiográfico periódico durante o tratamento.

Harris e Butler<sup>26</sup> avaliaram, em 1992, as formas da raiz de incisivos centrais superiores permanentes em pacientes com mordida aberta e compararam com casos semelhantes de pacientes com mordida profunda. Dos pacientes com mordida aberta 2/3 eram classe II, e 1/3 eram classe III, mas em todos os casos a mordida aberta tinha uma extensão que compreendia todos os 4 incisivos superiores. A mordida profunda foi selecionada de forma que a sobremordida se estendia sobre todo o comprimento da coroa dos incisivos inferiores, traumatizando a mucosa do palato e esses casos eram predominantemente classe II, e todos eram divisão 1. A reabsorção radicular foi avaliada antes e após o tratamento com radiografias laterais em que foram utilizados dois métodos: o primeiro media o comprimento do dente (da coroa até o ápice radicular) diretamente da radiografia com um compasso eletrônico; e o segundo foi um método morfológico de cinco classificações, proposto por

Levander e Malmgren<sup>32</sup>(1988). Também foi quantificado o grau de recessão óssea antes e após o tratamento através da medida da distância linear da junção cimento-esmalte à margem óssea. Eles concluíram que o comprimento dos incisivos foi substancialmente menor, antes do tratamento, no grupo de mordida aberta, mostrando um grau mais alto de reabsorção. Houve reabsorção nos dois grupos avaliados durante o tratamento, no entanto o grupo de mordida aberta continuou com um grau maior de reabsorção que o grupo da mordida profunda. Os resultados também mostraram que o grau de recessão óssea antes do tratamento foi maior nos pacientes com mordida aberta e, após o tratamento, embora os dois grupos tenham tido perda óssea, o grupo de mordida aberta continuou com uma perda de suporte ósseo significativamente maior. O estudo confirma que forças intrusivas da língua nos incisivos são capazes de promover reabsorção radicular, portanto devem receber uma interceptação precoce.

Silva Filho et al.<sup>60</sup>, em 1993, realizaram um estudo com a finalidade de avaliar a presença ou não de reabsorção radicular em cinquenta casos ortodônticos bem finalizados e relacioná-la com o fator gênero. Dos cinquenta pacientes da amostra, trinta eram do gênero feminino e vinte do masculino, com idade média de 14 anos e 2 meses e 14 anos e 3 meses, respectivamente. Os pacientes eram portadores de má oclusão de classe I e II que foram corrigidas pelas técnicas Edgewise (quarenta casos) e Straight Wire (dez casos). O tempo médio de tratamento foi de dois anos e três meses; 27 pacientes foram tratados com extração; cinco foram submetidos à expansão rápida da maxila; 39 usaram ancoragem extrabucal; quatro foram submetidos à cirurgia

ortognática; e quatro usaram Bionator de Balters. Foram selecionadas séries de radiografias periapicais, obtidas pela técnica do cone longo, no início e no término do tratamento ortodôntico. A leitura das radiografias, feita separadamente pelos três examinadores, era registrada em uma ficha que continha um padrão pré-determinado de escores (0 = ausência de reabsorção; 1 = arredondamento do ápice; 2 = reabsorção evidente). Foi calculado um escore médio de reabsorção para cada dente do grupo amostral para cada um dos três examinadores. Baseados nestes dados, os autores concluíram que todos os pacientes mostraram envolvimento no comprimento radicular em um ou mais grupos de dentes. Os grupos de dentes com maiores níveis de reabsorção radicular foram, em ordem decrescente: incisivos centrais e laterais superiores, incisivos centrais e laterais inferiores, primeiro molar superior e inferior, canino superior e inferior e pré-molares superiores. Porém a magnitude de encurtamento radicular foi bem menor nos demais dentes quando comparados com os incisivos. Eles concluíram também que o gênero influi de maneira insignificante na magnitude de perda radicular durante o tratamento ortodôntico e esses autores, concordam com outros que acreditam que os riscos justificam os benefícios obtidos com o tratamento.

Para avaliar a qualidade dos tratamentos ortodônticos realizados no Departamento de Ortodontia, da Universidade de Lund, em Malmo, em um período de 10 anos, Ahlgren<sup>2</sup>, em 1993, examinou os registros radiográficos de 480 pacientes tratados na clínica de pós-graduação. Cinquenta por cento dos casos foram tratados com aparelhos fixos e o restante, com aparelhos removíveis. A reabsorção foi diagnosticada por meio de radiografias periapicais e panorâmicas e

as alterações radiculares com menos de 1 mm não foram consideradas. A reabsorção radicular foi encontrada em praticamente todos os casos tratados com aparelhos fixos, enquanto que nos casos tratados com aparelhos removíveis, nenhum tipo de reabsorção foi encontrado. O tamanho do encurtamento foi pequeno (1 a 3 mm), nunca excedendo a um terço do comprimento radicular, sendo que os incisivos superiores foram os dentes mais vulneráveis.

Beck e Harris<sup>8</sup>, em 1994, com o objetivo de testar as diferenças quanto ao risco de reabsorção em 2 técnicas diferentes, Arco de Canto e de Begg, e de verificar a relação de outros fatores, como o tempo de tratamento, a idade, gênero e as relações dento-esqueléticas, com o risco de reabsorção, avaliaram radiograficamente os dentes de 83 jovens com má oclusão de classe I, que tiveram os quatro primeiros pré-molares extraídos, divididos em dois grupos dos quais 50% foram tratados com a técnica de Tweed e os 50 % foram tratados com a técnica de Begg. A ocorrência de reabsorção radicular externa foi avaliada no início e no fim da fase ativa do tratamento ortodôntico, usando dois métodos complementares: uma escala ordinal de cinco graduações foi utilizada para julgar o grau de reabsorção radicular, e o comprimento radicular foi medido, com paquímetro digital, de radiografias laterais e panorâmicas. Os resultados obtidos mostraram que homens e mulheres têm iguais risco de desenvolver reabsorção radicular e que nem a idade no início, nem a duração do tratamento tiveram influência na quantidade de reabsorção. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de Begg e Tweed. A incidência de reabsorção radicular externa, após o tratamento, variou entre 62% para o incisivo central

superior e 5% para a raiz distal do primeiro molar inferior nas técnicas de Begg e Tweed. Foram encontradas associações significantes entre o tipo de movimento dentário, especialmente intrusão, mas não entre os tipos de aparelho que criavam as forças.

Martins et al.<sup>37</sup>, em 1994, analisaram radiograficamente a presença de reabsorção radicular em 39 pacientes cinco anos após tratamento ortodôntico pela técnica do arco de canto (Edgewise). Radiografias periapicais de todos os elementos dentários submetidos ao tratamento ortodôntico (com exceção de segundos e terceiros molares) foram obtidas no final do tratamento e cinco anos após o término do tratamento, e analisadas por dois ortodontistas. Do total de 556 dentes examinados, 158 (28,4%) apresentaram maiores áreas de reabsorção radicular cinco anos após o término do tratamento, sendo os incisivos centrais e laterais os dentes com maiores graus de reabsorção radicular. Concluem os autores que a reabsorção radicular decorrente de tratamento ortodôntico, geralmente, cessa após término do tratamento, porém, quando progride, é decorrente do processo de remodelação radicular apical. Recomendam, ainda, um ajuste oclusal seis meses após remoção do aparelho ortodôntico, bem como um acompanhamento efetivo de dois a três anos nos casos com reabsorção radicular pronunciada.

Blake et al.<sup>10</sup>, em 1995, estudaram a incidência de reabsorção radicular após o tratamento ortodôntico com bráquetes Edgewise e Speed, já que, acreditava-se que a reabsorção era o resultado da magnitude e duração da força aplicada durante o tratamento. Havia sido sugerido na literatura que os bráquetes

Speed provocavam uma maior reabsorção por fornecer uma ação de torque e rotação contínua. Foi utilizada uma amostra de 63 pacientes em que trinta foram tratados com bráquetes Speed e 33 com bráquetes da técnica Edgewise convencional. Radiografias pré e pós-tratamento foram obtidas com a técnica do paralelismo e realizadas medidas do comprimento da coroa e da raiz dos incisivos centrais e laterais, maxilares e mandibulares. As distorções da imagem entre as radiografias foram calculadas utilizando-se o método de distorção de imagem descrito por Linge e Linge<sup>34</sup>(1983). Reabsorções radiculares mais significativas foram encontradas em 12,54% dos incisivos laterais superiores e em 8,04% dos incisivos centrais superiores, confirmando a maior incidência de reabsorção radicular nos dentes superiores, em comparação com os inferiores. Essa maior reabsorção, observada nos incisivos laterais superiores, pode ser explicada pelo posicionamento das alças para fechamento dos espaços, em casos com extrações, muito próximas a esses dentes. Nenhuma diferença significativa entre os dois grupos foi encontrada pelos autores e eles concluíram que, embora o mecanismo dos bráquetes Speed libere uma força constante, esta força não tem uma magnitude suficiente para aumentar a reabsorção radicular observada após o tratamento ortodôntico.

Owman-Moll et al.<sup>49</sup>, em 1995, avaliaram a ocorrência de reabsorção radicular quando utilizadas forças contínuas e interrompidas de mesma magnitude no movimento dentário ortodôntico. Eles movimentaram vestibularmente, com aparelhos fixos, 32 primeiros pré-molares de 16 pacientes (8 meninos e 8 meninas). Cada paciente foi tratado com os dois tipos de força, sendo

utilizada força contínua em um lado do arco e força interrompida no pré-molar do lado oposto. Os pré-molares que foram movimentados com a força contínua tiveram essa força conferida e reativada semanalmente e a força interrompida aplicada no pré-molar do lado oposto era mantida sem controle. Ao final do período experimental os dentes foram extraídos e preparados para análise histológica. As secções histológicas dos dentes estudados não mostraram diferenças na quantidade ou severidade de reabsorção radicular entre esses dois tipos de força.

Alexander<sup>3</sup>, em 1996, avaliou as diferenças na extensão da reabsorção radicular entre a mecânica do arco contínuo e do arco segmentado. Para tal, utilizou 64 pacientes, com idade variando entre 11 anos e dois meses e 14 anos e um mês que apresentavam má oclusão de classe I e apinhamento anterior, os quais necessitavam de extração dos quatro primeiros pré-molares. Apresentavam, ainda, relação das bases apicais, ângulo do plano mandibular e altura facial normais e nenhum deles possuía história anterior de traumatismo nos dentes anteriores. Esses pacientes foram divididos em dois grupos: grupo 1- contendo 28 pacientes que foram tratados com mecânica de arco contínuo; grupo 2- contendo 28 pacientes tratados com retração seccional de canino com alça de TMA. O tempo de tratamento variou de 22 a 27 meses em ambos os grupos. Antes de iniciar o tratamento e imediatamente após eram obtidas radiografias panorâmicas e oclusais para avaliar a reabsorção radicular. O índice de reabsorção foi classificado segundo quatro categorias sugeridas por Sharpe. As radiografias cefalométricas laterais foram utilizadas para determinar a quantidade e a direção

do movimento dos incisivos. A reabsorção radicular foi alta nos dois grupos: grupo um (17% a 23%) e grupo dois (21% a 22%). Os incisivos superiores mostraram uma maior prevalência de reabsorção em ambos os grupos. As alterações lineares e angulares dos incisivos não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Também não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na quantidade de reabsorção com relação à mecânica empregada, o que levou o autor a acreditar que a reabsorção é muito mais uma suscetibilidade individual do que resultado do tipo de aparelho.

Taithongchai et al.<sup>65</sup>, em 1996, visando determinar a relação entre as medidas de face e dentoalveolares, antes do tratamento e a quantidade de encurtamento radicular pós-tratamento, examinaram as radiografias periapicais e cefalométricas laterais de 400 pacientes tratados na Clínica da Faculdade, por diferentes técnicas. Duzentos e trinta e cinco pacientes foram tratados com a técnica do Arco de Canto, 72, com Tweed (Arco de Canto), 58, com Begg e 35, com a técnica do Arco Reto. Os dentes analisados apresentavam todas as raízes formadas antes do tratamento, sem história de traumatismo prévio, sem restaurações ou endodontia. O tratamento foi realizado em uma única fase e os pacientes apresentavam documentação ortodôntica completa. Foi encontrada reabsorção média de 2,04 mm, porém apenas 2% dos pacientes apresentaram perda radicular de mais de 5 mm. Das variáveis analisadas, somente a idade e o tempo de tratamento demonstram relação significativa com a reabsorção radicular. Não conseguiram comprovar uma relação entre as medidas dentoalveolares e as da face e a quantidade de encurtamento, então afirmaram que enquanto essa

relação não for encontrada, ou seja, enquanto não se puder prever a quantidade de reabsorção todos os pacientes devem ser alertados para a possibilidade de encurtamento radicular no tratamento. Os autores ressaltaram que radiografias periódicas devem ser realizadas e quando a reabsorção for diagnosticada, o tratamento deve cessar ou o plano de tratamento deve ser reavaliado.

Acar et al.<sup>1</sup>, em 1999, compararam o efeito na reabsorção radicular das forças contínuas e intermitentes. Eles utilizaram 22 primeiros pré-molares que seriam extraídos posteriormente como parte do protocolo de tratamento. Cada paciente foi tratado com os dois tipos de força, sendo utilizada força contínua em um lado do arco e força intermitente no pré-molar do lado oposto durante 9 semanas. Essa força foi aplicada por elásticos, sendo utilizado elástico 24 horas por dia no lado da força contínua e apenas 12 horas no lado da força intermitente. Depois do período experimental esses dentes foram extraídos e a análise da microscopia de varredura determinou que a média das áreas afetadas pela reabsorção são pequenas e que a reabsorção radicular é menos severa no lado em que a força intermitente foi aplicada que no lado da força contínua.

McNab et al.<sup>41</sup>, em 2000, examinaram dentes posteriores em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico e à associação existente entre a incidência de reabsorção radicular, o tipo de aparelho fixo utilizado (Edgewise ou Begg), tempo de tratamento e extrações executadas como parte do tratamento. Foram utilizadas radiografias panorâmicas pré e pós-tratamento de 97 pacientes com uma média de idade de 13.9 anos e submetidos a um tratamento com duração de 1.9 anos. A reabsorção radicular foi qualificada segundo uma escala ordinal de

quatro graus e todas as medidas foram repetidas por dois examinadores para determinar o erro intra-examinador. As medidas foram conferidas por um terceiro examinador para calcular o erro inter-examinador. Em média todos os dentes tiveram associação positiva entre reabsorção radicular, tipo de aparelho e extração dentária, porém sobressaliência, sobremordida e idade de início do tratamento não tiveram associação. O grau de reabsorção radicular foi, em média, 2.3 vezes mais alto para o aparelho de Begg comparado ao de Edgewise, e foi 3.72 vezes mais alto em pacientes que tiveram extração dentária quando comparada com aqueles de não extração. Maior reabsorção radicular foi encontrada no molar que no pré-molar.

Mavragani et al.<sup>39</sup>, em 2000, compararam a reabsorção radicular em pacientes tratados com a técnica Edgewise convencional e Straight Wire, usando bráquetes com canaleta 0.018". Este estudo também avaliou o efeito de alguns fatores de risco que induzem à severidade na reabsorção radicular apical. Foram analisados oitenta pacientes classe II divisão 1 (divididos em dois grupos) e todos foram tratados com extração de pré-molares. O comprimento da coroa e raiz dos incisivos maxilares foi medido nas radiografias periapicais obtidas pela técnica do cone longo, antes e após o tratamento ativo. O comprimento da coroa foi medido da borda incisal à junção cimento-esmalte, e o comprimento radicular foi medido da junção cimento-esmalte ao ápice. Todas as medidas foram obtidas projetando-se perpendicularmente esses pontos ao longo eixo do dente, seguindo o mais próximo possível, o canal radicular, e foram executadas por um único examinador que não conhecia a origem das radiografias. A reabsorção radicular

foi evidenciada em todos os grupos de dentes. Os incisivos centrais mostraram uma reabsorção radicular apical mais severa no Edgewise convencional que no Straight Wire, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada nos laterais. A reabsorção radicular encontrada nos incisivos laterais foi associada à idade e agenésia, enquanto a reabsorção radicular dos incisivos centrais foi relacionada ao grupo de tratamento e dentes com trauma.

### **- Mecânica de retração anterior**

O fechamento de espaços no tratamento ortodôntico se tornou importante desde que Tweed<sup>69</sup>, 1945 preconizou o uso de exodontias, discordando da filosofia não extracionistas de Angle<sup>4</sup>, 1907. Como consequência, houve uma preocupação com o desenvolvimento de diferentes metodologias para o fechamento daqueles espaços. Vários dispositivos para este fim foram propostos com as mais variadas configurações, seções transversais dos fios ortodônticos, tipos de ligas metálicas e tipo de ativação, sempre com o objetivo de alcançar um mecanismo de fechamento ideal<sup>58,59</sup>.

### **- Alça Bull**

O primeiro dispositivo ou alça de retração construído no próprio arco para uso específico de fechamento de espaços decorrentes de exodontias surgiu em 1951, idealizado por Bull<sup>15</sup>. O autor argumentou que o tratamento ortodôntico deveria ser baseado na movimentação de dentes e que, portanto a parte fundamental do tratamento das más oclusões de classe II divisão 1 de Angle era a extração de dentes, geralmente dos primeiros pré-molares. Descrevendo sua técnica, relatou um tipo de alça, confeccionada com fio de aço inoxidável 0.0215” x 0.025”, para a retração dos caninos e incisivos. Nesse arco de retração, o autor recomendava construir uma alça vertical fechada no espaço da exodontia e uma dobra em forma de ômega na mesial do molar, porém afastada do tubo, para permitir a ativação da alça vertical. Esta ativação não deveria ultrapassar um milímetro, devendo ser, por outro lado, reativada a cada três semanas. Essa alça ficou conhecida como Bull Loop. No arco de retração seccionado superior, havia

uma pequena alça, atrás da alça de retração para na mesma, se associar o elástico de classe II, provocando a mesialização do segmento pósterio-inferior, além de auxiliar na retração do segmento ântero-superior.

Scelsa Neto, 1985<sup>56</sup>, afirmou que as molas verticais apresentavam-se muito rígidas quando de sua aplicação clínica. Com essa preocupação realizou um estudo do comportamento da alça Bull construída com fio de aço inoxidável 0.019” x 0.025” através de ensaio mecânico de tração com equipamento INSTRON. O autor concluiu que o uso desse diâmetro de fio proporcionava ótima rigidez e liberdade adequada para os fios deslizarem através dos encaixes.

#### **- Alça T**

Em 1962, Burstone<sup>16</sup> verificou que a magnitude das forças modificava o grau de movimentação dentária. Neste sentido, afirmava que forças leves seriam adequadas para a movimentação dentária e a utilização de forças pesadas resultaria em um aumento do período de hialinização, determinando uma reabsorção à distância, e, conseqüentemente, provocando um rápido deslocamento do dente para o espaço criado por aquele processo. Para tanto, idealizou a técnica do arco segmentado, objetivando a liberação de forças leves e relativamente constantes, sob o princípio de se trabalhar com o arco dentário como se fossem dois grandes dentes multirradiculares com razoável controle das unidades de ancoragem por meio de uma barra que interligava os segmentos posteriores de ambos os lados. A retração dos incisivos seria feita com uma alça vertical, utilizando uma maior quantidade de fio de aço inoxidável 0.008”x 0.020” e

contendo três helicóides cujo objetivo era diminuir significativamente a proporção Carga/Deflexão das molas de retração.

Já em 1976, Burstone e Koenig<sup>17</sup> estudaram a influência da configuração da alça na determinação da proporção Momento/Força. Os autores relataram que a construção de uma alça de retração exigirá do ortodontista clínico o inteiro domínio do conhecimento de vários princípios da física, especialmente daqueles que diz respeito às proporções Momento/Força e Carga/Deflexão. A proporção Carga/Deflexão (g/mm) se refere à quantidade de força necessária para produzir uma determinada ativação em um dispositivo para fechamento de espaços. Quanto mais próximo de zero esta proporção, mais leves e constantes serão as forças liberadas por tais dispositivos. Já a proporção Momento/Força é a relação entre a quantidade de momento e a força necessária para ativação. Segundo esses autores a proporção Momento/Força é a principal característica de uma alça de retração, pois é ela que determinará o centro de rotação que por sua vez determina como o dente irá se movimentar. A aplicação de uma força simples no bráquete produzirá um movimento de inclinação descontrolada, fazendo com que o centro de rotação fique em uma posição ligeiramente apical em relação ao centro de resistência, provocando uma inclinação da coroa na mesma direção da força aplicada ao bráquete e uma inclinação da raiz em direção oposta. Ao associar determinada quantidade de momento à força, o centro de rotação se deslocará para o ápice radicular e ocorrerá o movimento de inclinação controlada, quando a coroa se inclinará na mesma direção da força e o ápice permanecerá no mesmo lugar. Aumentando a quantidade de momento e, conseqüentemente, a

proporção M/F, o centro de rotação se deslocará apicalmente para o infinito e provocará o movimento de translação. Aumentando ainda mais essa proporção M/F, o centro de rotação se deslocará para incisal, produzindo o movimento radicular. E persistindo no aumento dessa proporção, o movimento radicular será de grande amplitude, com a coroa se deslocando em direção oposta à da força aplicada. Esses autores estudaram a alça vertical de retração e chegaram a conclusão que quanto maior fosse a altura da alça, associada a um menor comprimento horizontal oclusal e a um maior comprimento horizontal cervical, maior seria a proporção Momento/Força liberada pela alça. A partir desse conceito, idealizaram uma alça em forma de T construída com fio de aço inoxidável 0.010"x 0.020". A esta configuração foi adicionada uma maior quantidade de fio na construção da alça, aumentando a proporção Momento/Força e reduzindo, simultaneamente a proporção Carga/Deflexão. Porém, mesmo com os artifícios sugeridos, a proporção Momento/Força ainda se situava abaixo do necessário, o que levou os autores a incorporar dobras de pré-ativação de 65° em ambas as seções horizontais para minimizar a diminuição da proporção Momento/Força para cada milímetro de desativação da alça. Os autores salientaram que essas alças de retração fornecem um centro de rotação dentário mais constante e também, que estas dobras de pré-ativação poderiam ser usadas desde que o dispositivo de retração apresentasse baixa proporção Carga/Deflexão. Afirmaram também que, com o estudo do sistema de forças das molas de retração realizado neste artigo, permitiriam ao clínico evitar os efeitos colaterais que não estavam aparentes em uma observação superficial dessas molas.

Em 1982, Burstone<sup>18</sup> propôs a modificação da Filosofia do Arco Segmentado, agora denominado de Fechamento de Espaço Diferencial. Esta nova filosofia consistia em se atingir 6 objetivos principais: fechamento de espaço diferencial, mínima cooperação do paciente, controle da inclinação axial, das rotações e da largura do arco, reposta biológica ótima tudo isso associado a conveniência do operador. Para atingir esses objetivos o clínico deveria utilizar uma mecânica que proporcionasse o sistema de forças desejado. O autor estudou a variação do sistema de forças entre os segmentos posterior e anterior, obtida pelo emprego da alça T de atração onde as mais importantes considerações sobre o uso clínico destas alças foram a quantidade de ativação distal, a angulação diferencial entre os dentes anteriores e posteriores e a centralização ou não da alça. Para se empregar clinicamente os mecanismos de Fechamento de Espaço Diferencial ainda deveriam se considerar as seguintes características: magnitude e direção da força, constância da força (baixa proporção Carga/Deflexão) e precisa proporção Momento/Força, produzindo o centro de rotação desejado. Após as exodontias, os arcos eram classificados em grupos A, B ou C, de acordo com a maneira de fechamento dos espaços entre os segmentos posterior e anterior. Os segmentos posteriores eram unidos por uma barra palatina na maxila e por um arco lingual na mandíbula, estabelecendo, assim, o princípio de dois dentes. O arco do grupo A era aquele cujos dentes dos segmentos posteriores deveriam permanecer em suas posições originais e todo espaço deixado pelas exodontias era utilizado para a retração dos dentes anteriores. O arco do grupo B necessitava que, aproximadamente, a metade do espaço da exodontia fosse usado para a retração

anterior, podendo o restante ser preenchido pela mesialização dos segmentos posteriores. Por último, o arco do grupo C requeria que, aproximadamente, todo o espaço fosse fechado pela mesialização dos dentes posteriores. Para o arco do grupo A, o autor preconizava a utilização da alça T composta, construída com fio beta-titânio (TMA) 0.017" ou 0.018"x0.025". A ativação da alça deveria ser de 6 milímetros para liberar aproximadamente 201g de força no sentido distal no início da retração. A cada 1 mm de distalização do segmento anterior, a força era reduzida em 33 g, determinando uma proporção Carga/Deflexão de 33 g/mm. O momento na extremidade *beta* (segmento posterior) era de, aproximadamente, 2.571 g/mm e na extremidade *alfa* (segmento anterior), de aproximadamente 1.126 g/mm, gerando uma proporção Momento/Força no canino de 5,6. Os dados anteriores sugeriam que o centro de rotação se aproximava do ápice à medida que o canino se inclinasse distalmente. Após um milímetro de retração do segmento anterior, a proporção Momento/Força era quase a mesma (6,0), portanto, relativamente constante. Para o fechamento dos espaços nos arcos dos grupos B e C, o autor utilizava a alça T construída com fio TMA 0.017"x0.025". A diferença entre estes dois grupos situava-se basicamente na quantidade de momento inserido nas extremidades *alfa e beta* e no posicionamento, no sentido antero-posterior, da alça T em relação ao tubo molar e ao tubo vertical do canino. Para os arcos do grupo B essas alças eram posicionadas no meio do espaço, no sentido antero-posterior, em relação ao tubo molar e ao tubo vertical do canino e para as alças T do grupo C mais próximas do tubo molar. Para o arco de tipo B, com 6 mm de ativação a força horizontal seria de 281 g, a força vertical de 12g e ambos os

momentos nas extremidades *alfa* e *beta* de aproximadamente 2.250 g/mm, determinando uma proporção Momento/Força em *alfa* e *beta* de 8,0. Com 3 mm de desativação, a força horizontal seria de 140 g, a força vertical de 8 g, os momentos *alfa* e *beta* seriam de aproximadamente 1.880 g/mm e as proporções Momento/Força *alfa* e *beta* próximas de 13,0. Abaixo desta quantidade de ativação, a força horizontal diminuía muito e a proporção Momento/Força aumentava exageradamente. Isso nos leva a acreditar que, após 3 mm de desativação da mola, essa realmente deveria ser reativada, uma vez que o sistema de forças ficaria aquém do desejado. Finalmente, para o arco de tipo C, a força horizontal com 6 mm de ativação seria de 466 g, a força vertical de 6,7g, o Momento *alfa* de 2.448 g/mm e a proporção Momento/Força em *alfa* de 5,2. o Momento *beta* de 1.832 g/mm e a proporção Momento/Força em *beta* de 3,9. Com 3 mm de movimento dentário, a força horizontal diminuía para 230 g, a força vertical mudava para 60 g, o momento *alfa* para 2.518 g/mm e o Momento *beta* para 1.080 g/mm gerando uma proporção Momento/Força *alfa* de 10,9 e *beta* de 4,7. Novamente com ativações abaixo de 3 mm, o momento *beta* diminuía consideravelmente, a força vertical aumentava gradativamente e a proporção Momento/Força *alfa* aumentava exageradamente, o suficiente para proporcionar um movimento de translação.

## **Proposição**

### - Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar radiograficamente a reabsorção radicular que ocorreu nos incisivos superiores e inferiores de pacientes na faixa etária de 12 a 25 anos após retração anterior no tratamento ortodôntico corretivo com extrações de primeiros pré-molares, levando-se em consideração o tipo de alça utilizada na retração.

### - Objetivo específico

1. Quantificar a reabsorção que ocorreu em função do tipo de alça utilizada durante a retração anterior.

2. Verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreram em função do gênero;

3. Verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreram em função do arco dentário;

4. Verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreram em função do tipo de alça utilizada durante a retração anterior;

5. Verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreram em função do tempo de tratamento.

## **Material e método**

No presente trabalho foram avaliados 22 pacientes com idades entre 12 e 25 anos, de ambos os gêneros, submetidos a tratamento ortodôntico com aparelho fixo e extração de primeiros pré-molares, que utilizaram a alça T ou alça Bull na retração dos dentes anteriores, triados nos cursos de especialização da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas - APCD, em Araraquara, da Fundação de Amparo, Ensino e Pesquisa em Odontologia – FAEPO, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, e, do curso de Pós-graduação (mestrado) em Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP.

Destes pacientes, 9 do gênero masculino e 13 do feminino, foram obtidas radiografias periapicais no início e no término da retração dos dentes anteriores. Foram obtidas radiografias periapicais de 12 pacientes que utilizaram a alça T, destes 6 foram tratados com alça T do grupo A e 6 com alça T do grupo B, e 10 que utilizaram a alça Bull na retração dos dentes anteriores. As alças T utilizadas neste trabalho foram confeccionadas com fio beta-titânico 0.017”x 0.025” (TMA) e a alça Bull com fio 0.019”x 0.025” de aço inoxidável (Quadros 1 e 2).

Quadro 1 – Descrição da amostra utilizada

Dentes analisados por paciente	Número de pacientes analisados com alça T	Número de pacientes analisados com alça Bull
Incisivos Superiores	7	5
Incisivos Superiores e Inferiores	2	3
Incisivos Inferiores	3	2
<b>TOTAL=</b>	12 pacientes	10 pacientes

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006.

Quadro 2 – Tempo de tratamento ao término da retração, de acordo com a alça analisada

Alça	Mínimo	Máximo
T	6 meses	20 meses
Bull	11 meses	20 meses

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006.

Foi considerado o aspecto radiográfico dos incisivos na fase de retração dos dentes anteriores. Foram incluídos na análise os incisivos superiores e/ou inferiores que apresentaram vitalidade pulpar, ausência de cáries, de restaurações extensas, de edemas e de bolsas periodontais. A vitalidade pulpar foi verificada após isolamento relativo e secagem dos dentes com seringa tríplice e gaze esterilizada, realizando-se o teste de sensibilidade pulpar com algodão embebido em Endo-Frost\* por 10 segundos na borda incisal e nas faces vestibular (entre a gengiva marginal e o bráquete) e lingual dos incisivos (Figuras 1, 2 e 3). Foram considerados dentes com

\*J.O.Nébios Jr. & Cia LTDA. São Paulo – SP, Brasil

vitalidade pulpar aqueles que responderam positivamente ao teste de sensibilidade pulpar em que os pacientes relataram dor ou sensibilidade; e sem vitalidade os que não apresentaram resposta, ou seja, responderem negativamente, com ausência de dor ou sensibilidade. O teste de vitalidade pulpar foi complementado por teste de percussão vertical (Figura 4) e horizontal (Figura 5), sendo considerado positivo aquele teste em que o paciente relatar dor ou sensibilidade durante a percussão. Também foi realizada palpação apical (Figura 6) com o objetivo de pesquisar a presença de dor e edema. Quando algum dos quatro incisivos analisados de cada arco dentário apresentou cárie, restauração extensa, bolsa periodontal, edema, ausência de vitalidade pulpar, tratamento endodôntico prévio, trauma ou fratura coronária foi excluído da amostra, não sendo considerados na pesquisa os outros incisivos, mesmo apresentando todas as características dos critérios de inclusão.



FIGURAS 1, 2 e 3 – Teste de vitalidade pulpar.



FIGURAS 4 e 5 – Teste de percussão vertical e horizontal.



FIGURA 6 – Palpação apical.

A presença de lesões cariosas e de restaurações e a condição periodontal foram avaliadas por meio de exame clínico (Figuras 7 e 8) e radiográfico. Radiograficamente foi verificada a normalidade do espaço periodontal, integridade da lâmina dura e osso alveolar na região periapical.



FIGURAS 7 e 8 – Exame clínico e sondagem periodontal.

Tomadas radiográficas periapicais (Figuras 9 e 10) dos incisivos centrais e laterais superiores e inferiores foram obtidas pela técnica do cone longo no início e no final da retração dos dentes anteriores, utilizando posicionador JON\* (Figuras 11, 12 e 13), filmes Ekta speed plus\*\* (Figura 14) e aparelho de raio X Spectro 70x Dabi Atlante\*\*\* (Figura 15) sendo obtida uma radiografia para cada dois

\*J.O.Nébios Jr. & Cia LTDA. São Paulo – SP, Brasil

\*\*Eastman Kodak Company, New York, USA

\*\*\*Dabi Atlante-Ribeirão Preto/SP – Brasil

dentes do mesmo lado. Para aumentar a precisão das medidas foi adicionada uma tela milimetrada\* (Figuras 16, 17 e 18) nos filmes previamente à tomada radiográfica. O tempo de exposição foi de 0,6 segundos (Figuras 19 e 20) e os filmes foram revelados em processador automático\*\* (Figuras 21 e 22).



FIGURAS 9 e 10 – Obtenção das radiografias periapicais.



FIGURAS 11, 12 e 13 – Posicionador JON.

\*Eastman Kodak Company, New York, USA

\*\*Dent. X 9000, USA



FIGURA 14 – Filme Ekta Speed Plus.



FIGURA 15 – Aparelho de raio X Spectro 70x Dabi Atlante.



FIGURAS 16, 17 e 18 – Tela milimetrada adicionada aos filmes previamente à tomada radiográfica.



FIGURAS 19 e 20 – Tempo de exposição de 0.6 segundos.

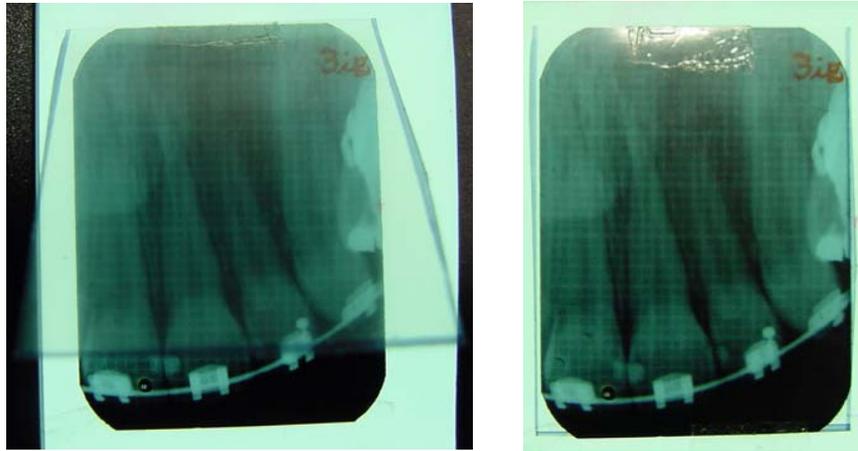


FIGURAS 21 e 22 – Processador Automático.

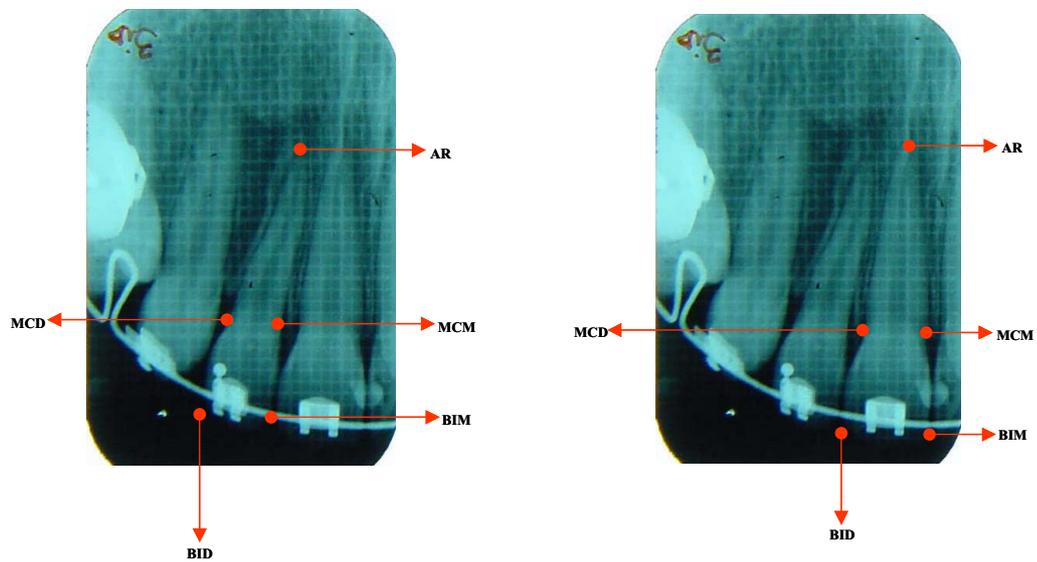
Sobre cada tomada radiográfica dos incisivos foi adaptada uma folha de transparência para retroprojeter\* (Figuras 23 e 24) em que foram determinados os pontos de referência (Figuras 25, 26, 27 e 28 e Quadro 3). Estes pontos foram demarcados por um mesmo examinador (devidamente calibrado) e conferidos por um segundo examinador, ortodontista e professor do curso de pós-graduação. Quando houve discrepância entre os examinadores, este ponto foi desprezado, remarcado após uma semana e novamente conferido, até que ambos os examinadores estivessem de acordo.

---

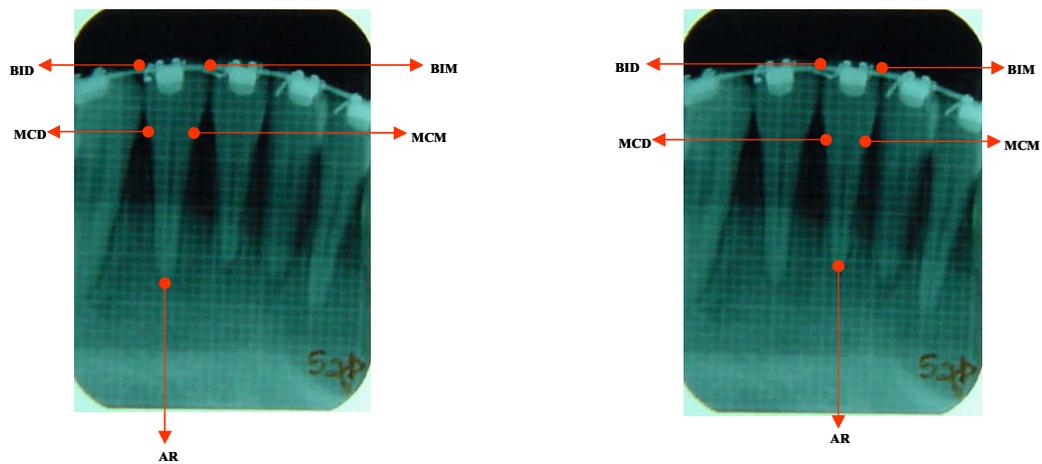
\* FG - 3000



FIGURAS 23 e 24 – Colocação da folha de transparência para retroprojektor.



FIGURAS 25 e 26 – Pontos de referência nos incisivos superiores.



FIGURAS 27 e 28 – Pontos de referência nos incisivos inferiores.

Quadro 3 – Pontos de referência demarcados na radiografia periapical

BID	Borda incisal distal, determinada pela intersecção das linhas que passam pela borda incisal e face distal do incisivo
BIM	Borda incisal mesial, determinada pela intersecção das linhas que passam pela borda incisal e face mesial do incisivo
MCD	Margem cervical distal, determinada pela junção amelodentinária distal do incisivo
MCM	Margem cervical mesial, determinada pela junção amelodentinária mesial do incisivo
AR	Ápice radicular

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006.

Somente após a concordância entre os examinadores a folha de transparência para retroprojeter com os pontos de referência demarcados foi posicionada sobre uma mesa digitalizadora\* (Figuras 29 e 30) onde os pontos foram digitalizados com o auxílio do programa DFPlus, versão 6.5, 1995\*\*, especialmente adaptado para este estudo. A digitalização foi realizada por um único examinador, após devida calibração. Os dados necessários para o presente trabalho foram calculados pelo programa DFPlus, utilizando a média dos pontos da borda incisal, margem cervical e o ponto apical obtidos para todos os incisivos centrais e laterais, direitos e esquerdos, superiores e inferiores (Quadro 4). Foram calculados para fins de análise o comprimento total, radicular e coronário de cada incisivo avaliado (Quadro 5). Os valores obtidos foram transferidos para o programa de estatística SPSS for Windows, versão 10.1\*\*\* onde foram efetuados os cálculos para quantificação da reabsorção radicular(Ver Anexo).



FIGURA 29 – Mesa digitalizadora.



FIGURA 30 – Detalhe do cursor.

\* TLP 1212-Kurta

\*\* Dentofacial Software Inc.

\*\*\* SPSS Inc., 2001

Quadro 4 – Abreviações utilizadas para designar os dentes do estudo

ILSD	Incisivo lateral superior direito
ICSD	Incisivo central superior direito
ICSE	Incisivo central superior esquerdo
ILSE	Incisivo lateral superior esquerdo
ILID	Incisivo lateral inferior direito
ICID	Incisivo central inferior direito
ICIE	Incisivo central inferior esquerdo
ILIE	Incisivo lateral inferior esquerdo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006.

Quadro 5 – Definição das medidas utilizadas no trabalho

ABREVIACÃO	DENOMINAÇÃO	DEFINIÇÃO
CCi	Comprimento coronário do incisivo	Distância linear entre a média dos pontos da borda incisal mesial e distal e a média dos pontos da margem cervical mesial e distal
CRi	Comprimento radicular do incisivo	Distância linear entre a média dos pontos da margem cervical mesial e distal e o ponto do ápice radicular

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006.

A quantificação da reabsorção radicular de cada um dos incisivos centrais e laterais superiores e inferiores avaliados, foi obtida após cálculo de diferença de tamanho radicular pré-retração e pós-retração, corrigido da distorção da imagem radiográfica.

$$\text{Encurtamento radicular (ER)} = \text{CRi}_1 - (\text{CRi}_2 \times \text{FC})$$

Onde:  $\text{CRi}_1$  = Comprimento da raiz pré-retração de incisivos.

$\text{CRi}_2$  = Comprimento da raiz pós-retração de incisivos.

FC = Fator de correção

O cálculo da distorção (fator de correção) da imagem radiográfica pós-retração em relação à imagem radiográfica pré-retração por alteração na angulação dos incisivos foi realizado pelo método descrito por Linge e Linge<sup>34</sup> (1983) utilizando-se como referência o registro do comprimento coronário. O fator de correção da imagem radiográfica dos valores pós-retração foi determinado pela equação:  $FC = CCI_1/CCI_2$

Onde:  $CCI_1$  = Comprimento da coroa na radiografia pré-retração de incisivos.

$CCI_2$  = Comprimento da coroa na radiografia pós-retração de incisivos.

Após, os dados foram transferidos diretamente para programa estatístico SPSS para análise estatística exploratória, descritiva e inferencial.

### **Cálculo do erro do método**

Para que fosse possível analisar o erro da digitalização, todos os pontos de referência já marcados na folha de transparência para retrojetor\*, adaptado sob cada uma das radiografias periapicais (Figuras 23 e 24) que compuseram a amostra de estudo, foram redigitalizadas em mesa digitalizadora\*\* (Figuras 29 e 30), como auxílio do programa DFPlus, versão 6.5, 1995\*\*\*, especialmente adaptado para o trabalho.

---

\* FG- 3000

\*\*TLP 1212-Kurta

\*\*\*Dentofacial Software Inc.

## Planejamento estatístico

### A) Erro do Método.

A verificação do erro do método foi realizada a partir:

a) do estabelecimento da regressão linear simples considerando-se como variável dependente a segunda digitalização, nos instantes inicial (antes do tratamento) e final (após tratamento) das medidas: comprimento total do incisivo lateral direito (ILD\_CT), comprimento radicular do incisivo lateral direito (ILD\_CR), comprimento total do incisivo central direito (ICD\_CT), comprimento radicular do incisivo central direito (ICD\_CR), comprimento total do incisivo central esquerdo (ICE\_CT), comprimento radicular do incisivo central esquerdo (ICE\_CR), comprimento total do incisivo lateral esquerdo (ILE\_CT) e comprimento radicular do incisivo lateral esquerdo (ILE\_CR), e como variável independente a primeira digitalização dessas correspondentes medidas. A implementação da regressão linear significa realizar a estimação dos coeficientes do modelo expresso por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (I)$$

onde: Y = segunda digitalização, X = primeira digitalização;  $\beta_0$  = coeficiente de intersepto;  $\beta_1$  = coeficiente de inclinação e  $\varepsilon$  = erro residual;

- b) da análise de variância da regressão;
- c) do coeficiente de determinação;
- d) da análise dos resíduos.

O item a) responde as questões: “o experimentador conseguiu na segunda digitalização reproduzir os valores obtidos na primeira digitalização? Ocorreu algum erro sistemático?”, o item b) assinalará se o modelo de regressão linear simples ajustou-se plenamente aos dados obtidos experimentalmente, enquanto que o item c) mostrará, a partir do modelo (I), o grau percentual da variação ocorrida na segunda digitalização que foi explicada pela variação ocorrida na primeira digitalização e o item d) responderá se os erros inerentes aos valores obtidos pelo experimentador apresentaram comportamento casual.

#### **B) Análise Estatística dos objetivos.**

As verificações das hipóteses de que os fatores Arco, Gênero e Alça, bem como as interações entre cada dois desses fatores, tenham exercido iguais efeitos sobre cada uma das medidas Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Direito (ILD\_ER), Encurtamento Radicular do Incisivo Central Direito (ICD\_ER), Encurtamento Radicular do Incisivo Central Esquerdo (ICE\_ER) e Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Esquerdo (ILE\_ER) foram realizadas com o auxílio do modelo estatístico de análise de variância paramétrica a três critérios fixos.

Essas verificações se deram no nível de significância de 0,05 e a regra de decisão foi definida a partir de  $p = P(F > F_0)$  — probabilidade e que a estatística F de Snedecor seja maior do que seu valor observado  $F_0$  nos dados da amostra — do modo que se segue: se p foi maior do que 0,05, o valor  $F_0$  foi não significativo e a hipótese sob teste foi não rejeitada ou admitida e, em caso contrário,

se  $p$  foi igual ou menor do que 0,05, o valor  $F_0$  foi significativo e a hipótese sob teste foi rejeitada.

Estudou-se também a hipótese da ocorrência de correlação nula entre cada uma das medidas citadas acima e o Tempo de Tratamento de cada paciente. A verificação dessas hipóteses foram realizadas com o auxílio da estatística t-Student no nível de significância de 0,05, cuja regra de decisão de rejeição ou não delas foi definida a partir de  $p = P(t > t_0)$  do modo que se segue: se  $p$  foi maior do que 0,05, a hipótese sob teste foi não rejeitada ou admitida e, em caso contrário, se  $p$  foi igual ou menor do que 0,05, a hipótese sob teste foi rejeitada ou não admitida.

## Resultado

### A) Erro do Método.

A aplicação do modelo de análise de regressão linear às medidas citadas no planejamento estatístico, inserido na metodologia deste trabalho, mas que foram digitadas no instante inicial da pesquisa derivou as Tabelas 1 e 2 que se seguem.

Tabela 1 - Estimativas, erros padrão para os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$ ; valores  $t_0$ ,  $F_0$ ,  $R^2$  e  $p$  no instante inicial

Medida	Estimativas	Erro Padrão	$t_0$	$p <$	$F_0$	$p <$	$R^2$
ILD_CT_I	$B_0 = -0,056$	0,155	-0,361 n	0,722	611,81 s	0,0001	0,999
	$B_1 = 1,003$	0,007	0,429 n	0,671			
ILD_CR_I	$B_0 = -0,001$	0,221	-0,005 n	0,996	447,06 s	0,0001	0,995
	$B_1 = 1,001$	0,014	0,071 n	0,943			
ICD_CT_I	$B_0 = -0,045$	0,227	-0,198 n	0,845	636,44 s	0,0001	0,998
	$B_1 = 1,001$	0,009	0,111 n	0,912			
ICD_CR_I	$B_0 = 0,198$	0,116	1,707 n	0,099	827,11 s	0,0001	0,999
	$B_1 = 0,989$	0,007	-1,871 n	0,072			
ICE_CT_I	$B_0 = 0,122$	0,216	0,565 n	0,576	773,95 s	0,0001	0,998
	$B_1 = 0,994$	0,009	-0,667 n	0,510			
ICE_CR_I	$B_0 = 0,333$	0,212	1,599 n	0,121	599,78 s	0,0001	0,995
	$B_1 = 0,876$	0,014	-1,714 n	0,098			
ILE_CT_I	$B_0 = 0,234$	0,220	1,064 n	0,296	1204,27 s	0,0001	0,998
	$B_1 = 0,990$	0,009	-1,111 n	0,276			
ILE_CR_I	$B_0 = -0,113$	0,198	-0,571 n	0,574	545,51 s	0,0001	0,996
	$B_1 = 1,008$	0,012	0,667 n	0,510			

n = valor não significativo                      s = valor significativo

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 1, para cada uma das medidas dos comprimentos total e radicular dos incisivos do arco superior e os do inferior, cujos valores foram obtidos por digitação no instante inicial, verificou-se que:

- a hipótese de que o coeficiente intercepto ( $\beta_0$ ) foi igual a zero e a de que o coeficiente de inclinação ( $\beta_1$ ) foi igual a 1 foram não rejeitadas porque os respectivos valores observados da estatística t-Student ( $t_0$ ) foram não significantes, resultando  $p > 0,05$  para cada um destes valores. Assim, em cada uma dessas medidas observou-se que os valores obtidos na segunda digitação (Y) foram estatisticamente iguais aos obtidos na primeira digitação (X), o que equivale afirmar que o pesquisador demonstrou estar calibrado quanto às digitações realizadas nesse instante da pesquisa. Como ambas as hipóteses foram não rejeitadas, segue-se que o erro  $\varepsilon$  do modelo (I) não foi sistemático.

- a hipótese de que os pontos no plano cartesiano não se ajustaram ao modelo de regressão foi rejeitada porque os valores observados da estatística ( $F_0$ ) associados a cada medida foram significantes porque obteve-se  $p < 0,05$ .

- os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) associados a cada uma das medidas foram relevantes, pois verificou-se que o modelo explicou pelo menos 99% da variação dos dados obtidos na segunda digitação, relativamente aos obtidos na primeira digitação.

Tabela 2 - Média, variância, coeficientes de assimetria e de curtose para o erro residual  $\varepsilon$  segundo Medida (mm) no instante inicial

Medida	Média	Variância	Assime-		Curtose			
			tria	t <sub>0</sub>	p <	t <sub>0</sub>	p <	
ILD_CT_I	0,000	0,007	0,193	0,438 n	0,665	- 0,859	- 0,001 n	0,999
ILD_CR_I	0,000	0,026	0,109	0,247 n	0,807	1,241	1,446 n	0,160
ICD_CT_I	0,000	0,020	- 0,646	- 0,145 n	0,866	0,249	0,290 n	0,773
ICD_CR_I	0,000	0,008	0,098	0,222 n	0,826	- 0,419	- 0,488 n	0,629
ICE_CT_I	0,000	0,011	0,515	1,168 n	0,253	- 0,437	- 0,509 n	0,615
ICE_CR_I	0,000	0,023	0,585	1,327 n	0,197	0,441	0,514 n	0,611
ILE_CT_I	0,000	0,011	- 0,122	- 0,277 n	0,788	- 0,501	- 0,584 n	0,564
ILE_CR_I	0,000	0,020	- 0,535	- 1,213 n	0,237	1,461	1,703 n	0,100

n = valor não significante

s = valor significante

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Para o estudo das hipóteses que dizem respeito à identificação do erro  $\varepsilon$  do modelo (I), a partir da Tabela 2 pode-se afirmar que:

- a média do erro  $\varepsilon$  foi igual a zero para cada medida estudada e fato confirma que esse erro não foi sistemático;

- a hipótese de que os dados do erro  $\varepsilon$  se ajustem ao modelo teórico normal de probabilidade foi não rejeitada. De fato, para que os dados obtidos experimentalmente ajustem-se à distribuição normal de probabilidades é preciso que o coeficiente de assimetria seja nulo e que o coeficiente de curtose seja igual a 3 (três). Essas hipóteses ocorreram, pois: 1) a hipótese de o coeficiente de assimetria seja igual a zero foi não rejeitada porque o valor de  $t_0$ , para cada medida, foi não significante ( $p > 0,05$ ); 2) a hipótese de que o coeficiente de curtose menos 3 seja igual a zero também foi não rejeitada, para cada medida, porque o respectivo valor de  $t_0$  foi não significante ( $p > 0,05$ );

- pode-se afirmar que o erro  $\varepsilon$  do modelo (I), para cada medida, foi somente casual porque apresentaram-se normalmente distribuídos com média igual a zero e variância ou precisão, dadas na segunda coluna da Tabela 2, respectivamente;

- a partir do teste de Bartlett, que permite testar a precisão obtida na digitação das medidas estudadas, verificou-se que o pesquisador: 1) não obteve a mesma precisão na digitação de todas as medidas no instante inicial da pesquisa, pois o teste de Bartlett derivou o valor de 22,910 para a estatística de Quiquadrado que foi significativa porque  $p < 0,002$  na distribuição dessa estatística com 7 graus de liberdade; 2) obteve igual precisão na digitação das medidas ILD\_CT, ICD\_CR, ICE\_CT e ILE\_CT, pois o teste de Bartlett derivou o valor de 2,088 para a estatística de Quiquadrado que foi não significativa porque  $p < 0,554$  na distribuição dessa estatística com 3 graus de liberdade; 3) obteve igual precisão na digitação das medidas ILD\_CR, ICD\_CT, ICE\_CR e ILE\_CR, pois o teste de Bartlett derivou o valor de 0,656 para a estatística de Quiquadrado que foi não significativa porque  $p < 0,656$  na distribuição dessa estatística com 3 graus de liberdade; 4) o pesquisador foi mais preciso na digitação das medidas constantes do item 2 relativamente às que constam do item 2.

A aplicação do modelo de análise de regressão linear às medidas citadas no planejamento estatístico, inserido na metodologia deste trabalho, e que foram digitadas no instante final derivou as Tabelas 3 e 4 que se seguem.

Tabela - 3. Estimativas, erros padrão para os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$ ; valores  $t_0$ ,  $F_0$ ,  $R^2$  e  $p$  no instante final

Medida	Estimativas	Erro Padrão	$t_0$	$p <$	$F_0$	$p <$	$R^2$
ILD_CT_F	$B_0 = 0,310$	0,291	1,065 n	0,296	207,40 s	0,0001	0,996
	$B_1 = 0,986$	0,014	- 1,000 n	0,326			
ILD_CR_F	$B_0 = 0,246$	0,264	0,932 n	0,359	267,44 s	0,0001	0,990
	$B_1 = 0,984$	0,019	- 0,842 n	0,407			
ICD_CT_F	$B_0 = - 0,200$	0,257	- 0,778 n	0,443	574,42 s	0,0001	0,996
	$B_1 = 1,010$	0,012	0,833 n	0,412			
ICD_CR_F	$B_0 = 0,136$	0,225	0,604 n	0,550	645,28 s	0,0001	0,993
	$B_1 = 0,996$	0,016	- 0,250 n	0,804			
ICE_CT_F	$B_0 = 0,032$	0,245	0,131 n	0,897	484,15 s	0,0001	0,997
	$B_1 = 1,001$	0,011	0,091 n	0,928			
ICE_CR_F	$B_0 = - 0,082$	0,183	- 0,448 n	0,656	898,77 s	1,0001	0,996
	$B_1 = 1,012$	0,013	0,923 n	0,364			
ILE_CT_F	$B_0 = 0,358$	0,207	1,729 n	0,095	1,559,19 s	0,0001	0,998
	$B_1 = 0,984$	0,010	- 1,600 n	0,121			
ILE_CR_F	$B_0 = 0,250$	0,200	1,250 n	0,223	793,57 s	0,0001	0,996
	$B_1 = 0,987$	0,014	- 0,929 n	0,361			

n = valor não significativo

s = valor significativo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 3, para cada uma das medidas dos comprimentos total e radicular dos incisivos do arco superior e os do inferior, cujos valores foram obtidos por digitação no instante final, verificou-se que:

- a hipótese de que o coeficiente intercepto ( $\beta_0$ ) foi igual a zero e a de que o coeficiente de inclinação ( $\beta_1$ ) foi igual a 1 foram não rejeitadas porque os respectivos valores observados da estatística t-Student ( $t_0$ ) foram não significantes, resultando  $p > 0,05$  para cada um destes valores. Assim, em cada uma dessas medidas observou-se que os valores obtidos na segunda digitação (Y) foram estatisticamente iguais aos obtidos na primeira digitação (X), o que equivale afirmar que o pesquisador demonstrou estar calibrado quanto às digitações realizadas nesse

instante da pesquisa. Como ambas as hipóteses foram não rejeitadas, segue-se que o erro  $\varepsilon$  do modelo (I) não foi sistemático.

- a hipótese de que os pontos no plano cartesiano não se ajustaram ao modelo de regressão foi rejeitada porque os valores observados da estatística ( $F_0$ ) associados a cada medida foram significantes porque obteve-se  $p < 0,05$ .

- os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) associados a cada uma das medidas foram relevantes, pois verificou-se que o modelo explicou pelo menos 99% da variação dos dados obtidos na segunda digitação, relativamente aos obtidos na primeira digitação.

Para o estudo das hipóteses que dizem respeito à identificação do erro  $\varepsilon$  do modelo (I), a partir da Tabela 4 pode-se afirmar que:

- a média do erro  $\varepsilon$  foi igual a zero para cada medida estudada e fato confirma que esse erro não foi sistemático;

- a hipótese de que os dados do erro  $\varepsilon$  se ajustem ao modelo teórico normal de probabilidade foi não rejeitada. De fato, para que os dados obtidos experimentalmente ajustem-se à distribuição normal de probabilidades é preciso que o coeficiente de assimetria seja nulo e que o coeficiente de curtose seja igual a 3 (três). Essas hipóteses ocorreram, pois: 1) a hipótese de o coeficiente de assimetria seja igual a zero foi não rejeitada porque o valor de  $t_0$ , para cada medida, foi não significativo ( $p > 0,05$ ); 2) a hipótese de que o coeficiente de curtose menos 3 seja

igual a zero também foi não rejeitada, para cada medida, porque o respectivo valor de  $t_0$  foi não significativo ( $p > 0,05$ );

- pode-se afirmar que o erro  $\varepsilon$  do modelo (I), para cada medida, foi somente casual porque apresentaram-se normalmente distribuídos com média igual a zero e variância ou precisão, dadas na segunda coluna da Tabela 4, respectivamente;

- relativamente à precisão desenvolvida pelo pesquisador na digitação das medidas nesse instante final da pesquisa, tem-se que: 1) a melhor precisão apresentada pelo pesquisador se deu na digitação da medida ILE\_CT; 2) a seguir, o pesquisador apresentou a mesma precisão na digitação das medidas ICD\_CT, ICD\_CR, ICE\_CT, ICE\_CR e ILE\_CR, pois o teste de Bartlett derivou o valor de 0,533 para a estatística de Quiquadrado que foi não significativo porque  $p < 0,971$  na distribuição dessa estatística com 4 graus de liberdade; 3) a pior performance do pesquisador, quanto à precisão, foi estabelecida na digitação das medidas ILD\_CT e ILD\_CR, pois apesar de ter apresentado igual precisão na digitação dessa medidas — o teste de Bartlett derivou um valor de 0,333 para a estatística de Quiquadrado que foi não significativo porque  $p < 0,561$  na distribuição dessa estatística com 1 grau de liberdade — aquela digitação originou as maiores variâncias.

Tabela 4 - Média, variância, coeficientes de assimetria e de curtose para o erro residual  $\varepsilon$  segundo Medida (mm) no instante final

Medida	Média	Variância	Assimetria	t <sub>0</sub>	p <	Curtose	t <sub>0</sub>	p <
ILD_CT_F	0,000	0,040	0,116	0,263 n	0,795	- 0,962	- 1,121 n	0,272
ILD_CR_F	0,000	0,053	0,147	0,333 n	0,742	1,310	1,527 n	0,138
ICD_CT_F	0,000	0,028	0,743	1,685 n	0,104	- 0,619	- 0,721 n	0,477
ICD_CR_F	0,000	0,032	0,391	0,887 n	0,382	- 0,375	- 0,437 n	0,666
ICE_CT_F	0,000	0,028	0,744	1,687 n	0,103	- 0,020	- 0,023 n	0,482
ICE_CR_F	0,000	0,026	0,393	0,891 n	0,381	- 0,817	- 0,952 n	0,350
ILE_CT_F	0,000	0,014	- 0,030	- 0,068 n	0,946	- 0,394	- 0,459 n	0,650
ILE_CR_F	0,000	0,027	- 0,019	- 0,043 n	0,996	- 0,359	- 0,418 n	0,679

n = valor não significativo s = valor significativo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

**B) Análise Estatística dos objetivos.****1. Efeito dos fatores de estudo nas variáveis de encurtamento radicular.**

B1) Hipóteses de igualdade dos efeitos dos fatores Arco e Alça, e das interações

desses fatores, sobre a medida:

B1.1) Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Direito → ILD\_ER

Tabela 5 - Resumo da análise de variância

Fonte de Variação	Q. M.	F <sub>o</sub>	p <
Arco	1,768	0,729 n	0,403
Gênero	11,267	4,644 s	0,044
Alça	3,062	1,262 n	0,275
Arco x Gênero	0,045	0,019 n	0,893
Arco x Alça	4,498	1,854 n	0,188
Gênero x Alça	8,247	3,399 n	0,080
Residual	2,426		

n = valor não significativo s = valor significativo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 5, observou-se que:

1. os fatores Arco e Alça apresentaram valores de  $F_0$  não significantes pois obteve-se  $p > 0,05$  e que para o fator Gênero o valor  $F_0$  foi significativo porque  $p < 0,05$ . Assim, sobre a medida encurtamento radicular do incisivo lateral direito aqueles fatores propiciaram efeitos iguais e este propiciou efeitos diferentes. Na Tabela 6 foram apresentados esses defeitos em termos de encurtamento radicular médio, notando-se que as médias dos arcos e também das alças foram estatisticamente iguais entre si, enquanto que o encurtamento radicular médio no gênero masculino foi maior do que o do gênero feminino;

Tabela 6 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo alternativas dos fatores

Fator	Alternativa	Freq.	Média	D. P.
Arco	Superior	18	1,74	1,61
	Inferior	10	1,16	1,78
Gênero	Feminino	18	0,72	1,61
	Masculino	10	2,18	1,78
Alça	Alça Bull	14	1,83	1,68
	Alça T	14	1,07	1,90

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

2. a interação entre cada dois dos fatores analisados foi não significativa porque ao correspondente valor para  $F_0$  obteve-se  $p > 0,05$ . Assim, um dos componentes do par de fatores não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre as categorias do outro componente do par. Então, por exemplo, no par Arco x Gênero, por um lado, o fator Arco não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre os gêneros, isto é, no gênero masculino ocorreu o maior encurtamento radicular

médio tanto no arco superior quanto no arco inferior e, por outro lado, o fator Gênero não interferiu na variabilidade ocorrida entre os arcos, isto é, tanto no gênero feminino quanto no masculino os arcos apresentaram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si. Essas médias constam da Tabela 7.

Tabela 7 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo interação.

Interação	Freq.	Média	D. P.
Arco x Gênero			
Superior e Feminino	10	0,96	1,49
Superior e Masculino	8	2,51	0,34
Inferior e Feminino	8	0,47	0,34
Inferior e Masculino	4	1,84	0,57
Arco x Alça			
Superior e A. Bull	9	1,657	1,57
Superior e A. T	9	1,818	1,65
Inferior e A. Bull	5	2,001	1,95
Inferior e A. T	5	0,316	1,59
Gênero x Alça			
Feminino e A. Bull	9	0,47	1,57
Masculino e A. Bull	5	3,19	1,95
Feminino e A. T	9	0,96	1,68
Masculino e A. T	5	1,17	1,59

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006

#### B1.2) Encurtamento Radicular do Incisivo Central Direito → ICD\_ER

A aplicação do modelo de análise de variância aos dados dessa medida resultou na Tabela 8.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância

Fonte de Variação	Q. M.	F <sub>o</sub>	P <
Arco	5,322	2,210 n	0,153
Gênero	1,739	0,722 n	0,406
Alça	0,698	0,290 n	0,596
Arco x Gênero	5,029	2,088 n	0,164
Arco x Alça	0,449	0,187 n	0,670
Gênero x Alça	2,985	1,239 n	0,279
Residual	2,409		

n = valor não significativo      s = valor significativo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 8, observou-se que:

- os fatores Arco, Gênero e Alça apresentaram valores de F<sub>o</sub> não significantes porque obteve-se, respectivamente,  $p > 0,05$ . Assim, sobre a medida encurtamento radicular do incisivo central direito cada um desses fatores propiciou efeitos iguais. Esses efeitos iguais, para cada fator, foram apresentados na Tabela 9 em termos de encurtamento radicular médio;

Tabela 9 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo alternativas dos fatores

Fator	Alternativa	Freq.	Média	D. P.
Arco	Superior	18	1,80	1,60
	Inferior	10	0,80	1,77
Gênero	Feminino	18	1,01	1,60
	Masculino	10	1,59	1,77
Alça	Alça Bull	14	1,12	1,89
	Alça T	14	1,48	1,68

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

- a interação entre cada dois dos fatores analisados foi não significativa porque ao correspondente valor para F<sub>o</sub> obteve-se  $p > 0,05$ . Assim, um dos componentes do par de fatores não exerceu influência na variabilidade ocorrida

entre as categorias do outro componente do par. Então, por exemplo, no par Arco x Gênero, por um lado, o fator Arco não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre os gêneros, isto é, em ambos os gêneros ocorreram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si tanto no arco superior quanto no arco inferior e, por outro lado, o fator Gênero não interferiu na variabilidade ocorrida entre os arcos, isto é, tanto no gênero feminino quanto no masculino os arcos apresentaram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si. A Tabela 10 apresentou essas médias do encurtamento radicular do incisivo central direito.

Tabela 10 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.)  
segundo interação

Interação	Freq.	Média	D. P.
Arco x Gênero			
Superior e Feminino	10	1,03	1,47
Superior e Masculino	8	2,58	1,68
Inferior e Feminino	8	1,00	1,68
Inferior e Masculino	4	0,60	0,56
Arco x Alça			
Superior e A. Bull	9	1,77	0,77
Superior e A. T	9	1,84	1,65
Inferior e A. Bull	5	0,47	1,94
Inferior e A. T	5	1,13	1,58
Gênero x Alça			
Feminino e A. Bull	9	1,21	1,56
Masculino e A. Bull	5	1,03	1,94
Feminino e A. T	9	0,82	1,65
Masculino e A. T	5	2,15	1,58

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

### B1.3) Encurtamento Radicular do Incisivo Central Esquerdo → ICE\_ER

A aplicação do modelo de análise de variância aos dados dessa medida resultou na Tabela 11.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância

Fonte de Variação	Q. M.	F <sub>o</sub>	P <
Arco	3,406	2,177 n	0,156
Gênero	0,580	0,371 n	0,549
Alça	1,204	0,769 n	0,391
Arco x Gênero	9,340	5,970 s	0,024
Arco x Alça	2,876	1,838 n	0,190
Gênero x Alça	0,307	0,196 n	0,663
Residual	1,565		

n = valor não significante      s = valor significante

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 11, observou-se que:

- os fatores Arco, Gênero e Alça apresentaram valores de F<sub>o</sub> não significantes porque obteve-se, respectivamente,  $p > 0,05$ . Assim, sobre a medida encurtamento radicular do incisivo central esquerdo cada um desses fatores propiciou efeitos iguais. Esses efeitos iguais, para cada fator, foram apresentados na Tabela 12 em termos de encurtamento radicular médio;

Tabela 12 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo alternativas dos fatores

Fator	Alternativa	Freq.	Média	D. P.
Arco	Superior	18	1,62	1,29
	Inferior	10	0,82	1,43
Gênero	Feminino	18	1,05	1,29
	Masculino	10	1,38	1,43
Alça	Alça Bull	14	0,98	1,53
	Alça T	14	1,46	1,35

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

- a interação entre os fatores Arco x Alça e Gênero x Alça foi não significante porque ao correspondente valor para F<sub>o</sub> obteve-se  $p > 0,05$ . Assim, um dos componentes do par de fatores não exerceu influência na variabilidade

ocorrida entre as categorias do outro componente do par. Então, por exemplo, no par Arco x Alça, por um lado, o fator Arco não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre as alças, isto é, em ambas as alças ocorreram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si tanto no arco superior quanto no arco inferior e, por outro lado, o fator Alça não interferiu na variabilidade ocorrida entre os gêneros, isto é, tanto no gênero feminino quanto no masculino as alças apresentaram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si. A interação Arco x Gênero foi significativa porque ao valor de  $F_0$  se correspondeu um  $p < 0,05$ . Assim, o fator arco influenciou na variabilidade ocorrida entre os gêneros, isto é, no arco superior o gênero feminino apresentou encurtamento radicular maior e no gênero masculino os arcos apresentaram encurtamento radicular estatisticamente iguais entre si. Por outro lado, o fator gênero altera a variabilidade ocorrida entre os arcos, pois no arco inferior o gênero feminino apresentou encurtamento radicular médio menor do que o apresentado pelo gênero masculino. A Tabela 13 apresentou essas médias do encurtamento radicular do incisivo central esquerdo.

Tabela 13 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo interação

Interação	Freq.	Média	D. P.
Arco x Gênero			
Superior e Feminino	10	2,12	1,20
Superior e Masculino	8	1,12	1,35
Inferior e Feminino	8	- 0,02	1,35
Inferior e Masculino	4	1,65	0,37
Arco x Alça			
Superior e A. Bull	9	1,75	1,26
Superior e A. T	9	1,49	1,33
Inferior e A. Bull	5	0,21	1,56
Inferior e A. T	5	1,42	1,28
Gênero x Alça			
Feminino e A. Bull	9	0,69	1,26
Masculino e A. Bull	5	1,27	1,56
Feminino e A. T	9	1,41	1,33
Masculino e A. T	5	1,50	1,28

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

#### B1.4) Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Esquerdo → ILE\_ER

A aplicação do modelo de análise de variância aos dados dessa medida resultou na Tabela 14.

Tabela 14 - Resumo da Análise de Variância

Fonte de Variação	Q. M.	F <sub>o</sub>	P <
Arco	5,911	2,706 n	0,116
Gênero	0,933	0,427 n	0,521
Alça	2,240	1,026 n	0,323
Arco x Gênero	0,097	0,045 n	0,835
Arco x Alça	1,878	0,860 n	0,365
Gênero x Alça	2,496	1,142 n	0,298
Residual	2,185		

n = valor não significativo      s = valor significativo

Fonte: Simplício, H. – FOAr/UNESP, 2006

Na Tabela 14, observou-se que:

- os fatores Arco, Gênero e Alça apresentaram valores de  $F_0$  não significantes porque obteve-se  $p > 0,05$ . Assim, sobre a medida encurtamento radicular do incisivo lateral esquerdo cada um desses fatores propiciou efeitos iguais. Esses efeitos iguais, para cada fator, foram apresentados na tabela 15 em termos de encurtamento radicular médio;

Tabela 15 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo alternativas dos fatores

Fator	Alternativa	Freq.	Média	D. P.
Arco	Superior	18	2,22	1,52
	Inferior	10	1,16	1,69
Gênero	Feminino	18	1,48	1,52
	Masculino	10	1,90	1,69
Alça	Alça Bull	14	1,37	1,80
	Alça T	14	2,02	1,60

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006

- a interação entre cada dois dos fatores analisados foi não significativa porque ao correspondente valor para  $F_0$  obteve-se  $p > 0,05$ . Assim, um dos componentes do par de fatores não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre as categorias do outro componente do par. Então, por exemplo, no par Arco x Gênero, por um lado, o fator Arco não exerceu influência na variabilidade ocorrida entre os gêneros, isto é, em ambos os gêneros ocorreram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si tanto no arco superior quanto no arco inferior e, por outro lado, o fator Gênero não interferiu na variabilidade ocorrida entre os arcos, isto é, tanto no gênero feminino quanto no gênero masculino os arcos

apresentaram encurtamentos radicular médios estatisticamente iguais entre si. A Tabela 16 apresentou essas médias do encurtamento radicular do incisivo lateral esquerdo.

Tabela 16 - Frequência, médias e desvios padrão (D. P.) segundo interação

Interação	Freq.	Média	D. P.
Arco x Gênero			
Superior e Feminino	10	2,08	1,41
Superior e Masculino	8	2,37	1,60
Inferior e Feminino	8	0,89	1,60
Inferior e Masculino	4	1,44	1,81
Arco x Alça			
Superior e A. Bull	9	2,20	1,49
Superior e A. T	9	2,25	1,57
Inferior e A. Bull	5	0,54	1,85
Inferior e A. T	5	1,79	1,51
Gênero x Alça			
Feminino e A. Bull	9	0,81	1,49
Masculino e A. Bull	5	1,92	1,85
Feminino e A. T	9	2,15	1,56
Masculino e A. T	5	1,89	1,51

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006

## B2) Coeficiente de Correlação Linear de Pearson.

O cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson entre a variável Tempo de Tratamento de cada paciente e cada uma das medidas Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Direito (ILD\_ER), Encurtamento Radicular do Incisivo Central Direito (ICD\_ER), Encurtamento Radicular do Incisivo Central Esquerdo (ICE\_ER) e Encurtamento Radicular do Incisivo Lateral Esquerdo (ILE\_ER) resultou na Tabela 17 que se segue:

Tabela 17 - Coeficiente de correlação linear e valores de p e da frequência

Medidas	ILD_ER	ICD_ER	ICE_ER	ILE_ER
Tempo de	(a) 0,267	0,258	- 0,045	0,025
Tratamento	(b) 0,169	0,185	,819	0,900
	(c) 28	28	28	28

Fonte: Simplicio, H. – FOAr/UNESP, 2006

Legenda:

- (a) ⇒ coeficiente de correlação linear
- (b) ⇒ valor de p
- (c) ⇒ frequência.

Na Tabela 17, notou-se que as medidas dos encurtamentos radicular dos dentes analisados nesta pesquisa apresentaram coeficiente de correlação linear estatisticamente nulo com o Tempo de Tratamento porque os correspondentes valores para p foram maiores do que 0,05. Assim, pode-se afirmar que cada uma daquelas medidas e o Tempo de Tratamento não estão relacionados, isto é, à medida que o Tempo de Tratamento aumenta nada se pode dizer com respeito à medida do ILD\_ER ou à do ICD\_ER ou à do ICE\_ER ou do ILE\_ER.

## Discussão

O tratamento ortodôntico tem como objetivos estabelecer um perfeito alinhamento dos dentes nas arcadas dentárias e obter uma oclusão satisfatória, promovendo uma harmonia facial agradável aos pacientes. Para atingir esses objetivos, ele se baseia no princípio da movimentação dentária por meio da aplicação de forças no sistema dento-alveolar e esquelético. Entretanto um dos efeitos mais comuns e indesejados da terapia ortodôntica com aparelhos fixos é o arredondamento do ápice radicular de quase todos os dentes, sendo observado principalmente na região de incisivos, submetidos ao tratamento<sup>3,11,12,20,23,25,38,50,60,62</sup>. Não é difícil entender esta incidência, visto que são dentes unirradiculares, com formato radicular cônico e que, durante a movimentação, transmitem a força aplicada sobre a coroa diretamente ao ápice. Há um consenso de que os incisivos são os dentes que mais se movimentam durante o tratamento ortodôntico, principalmente nos casos com extrações dentárias em que o movimento de retração é realizado no sentido oposto ao deslocamento fisiológico normal, ou seja, de mesial para distal. No entanto não se pode considerar que a reabsorção radicular seja uma reação “normal” do periodonto frente à aplicação de forças, já que a reabsorção radicular de dentes permanentes, diferentemente daquela que ocorre nos dentes decíduos, sempre é patológica<sup>10,11,12,20,38,43</sup>. Geralmente, esse tipo de reabsorção atinge a porção radicular apical, caso não tratada, pode estender-se à porção média da raiz dentária<sup>11,12,40,67</sup> e comprometer não apenas o tratamento ortodôntico<sup>11,12,40,67</sup>, mas também, de acordo com sua magnitude, a estabilidade, a função fisiológica do elemento dentário (pela diminuição da inserção radicular no osso alveolar) e a estética (considerando a perda de dentes anteriores)<sup>11,12,40,67</sup>.

A relação entre a ortodontia e a reabsorção radicular apical de dentes permanentes foi primeiramente discutida por Otollengui<sup>47</sup>, em 1914, e comprovada, radiograficamente, treze anos mais tarde por Ketcham<sup>29</sup>. Desde então a movimentação ortodôntica tem sido relatada como o principal fator etiológico desse problema. Mesmo à luz das mais recentes descobertas, os fatores indutores específicos desse efeito iatrogênico ainda não foram elucidados, provavelmente porque uma ampla gama de variáveis, como as características teciduais, a adaptação funcional e as reações individuais, desempenham um papel preponderante na determinação da presença e do grau da reabsorção<sup>10,11,12,20,40,38,67</sup>.

Dessa forma, a reabsorção das raízes de dentes permanentes ainda constitui um enigma para os ortodontistas e, na incapacidade de eliminar os fatores inerentes ao paciente, os ortodontistas buscam, incansavelmente, novos materiais, novas técnicas e alternativas no tratamento que minimizem esse efeito indesejável do tratamento.

Na extensa revisão de literatura disponível sobre este tema pode-se observar que o estudo sobre reabsorção radicular compreende sempre estágios iniciais e finais do tratamento ortodôntico<sup>3,8,10,23,26,28,34,41,36,39,42,54,55,57,65,70</sup>, ou até mesmo antes, imediatamente após e alguns anos depois do tratamento ortodôntico, compreendendo, assim, a fase de contenção<sup>21,37,57</sup>. Alguns trabalhos estudaram a relação entre a reabsorção radicular e o movimento de intrusão<sup>22,40</sup> e, entre a reabsorção radicular e a expansão rápida da maxila<sup>31,46</sup>, manobras estas, algumas vezes, utilizadas no decorrer do tratamento. Na literatura também encontra-se o trabalho de Levander et al.<sup>33</sup>, 1994, que avaliou o efeito da pausa do tratamento em dentes em que era evidenciado reabsorção radicular logo após o período de

tratamento inicial de 6 meses. Em estudo realizado em 2002, foi identificada a ocorrência de reabsorção radicular numa fase precoce do tratamento ortodôntico, ou seja, na fase da retração dos dentes anteriores após a extração de primeiros pré-molares. Nesta fase do tratamento evidenciou-se um encurtamento radicular que variou de 2,16 mm a 1,74 mm nos incisivos superiores e 2,37 mm a 1,51 mm nos inferiores. Porém, neste trabalho foi identificada apenas a presença ou não de reabsorção radicular na fase específica da retração dos dentes anteriores do tratamento ortodôntico não se fazendo distinção em relação ao tipo de mecânica ou alça utilizada no fechamento desses espaços<sup>61</sup>.

A proposta do presente trabalho foi quantificar a reabsorção radicular que possa ter ocorrido e verificar as diferenças na quantidade de reabsorção que ocorreram em função do tipo de alça empregada para a retração anterior, utilizando uma amostra de 22 pacientes entre 12 e 25 anos, de ambos os gêneros. Foram avaliadas as documentações iniciais e finais referentes aos incisivos superiores de 17 pacientes, e incisivos inferiores de 10 pacientes.

O tratamento ortodôntico realizado por diferentes profissionais pode introduzir variabilidade nos resultados do fator que se deseja estudar, porém é muito difícil encontrar um único profissional que esteja iniciando um número expressivo de tratamento com características e plano de tratamentos semelhantes. As características do presente estudo resumidas a casos que necessitassem de extração dos primeiros pré-molares com retração anterior utilizando dois tipos específicos de mecânica, isto é, alça T e Bull exigiram uma avaliação de um grande número de pacientes tratados para que fosse viável. Além disso, a presente pesquisa baseou-se em outros trabalhos encontrados na literatura realizados com amostras de diferentes

procedências<sup>7,8,10,21,23,26,33,40,41,37,38,39,50,54,55,57,62,66,70</sup>, tratados por profissionais que não necessariamente adotavam a mesma filosofia de tratamento. Nestes trabalhos, os autores ressaltam que esse fator (múltiplos operadores) não teria influência significativa ou nem interferiria nos resultados obtidos. No entanto tentou-se homogeneizar a amostra ao máximo, pois, embora os pacientes não tenham sido tratados por um único operador todos os operadores pertenciam aos cursos de especialização e mestrado ministrados pela equipe de Professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara, compartilhando assim, da mesma filosofia de tratamento. Se por um lado o fator múltiplos operadores poderia representar uma possível influência nos resultados, por outro lado, esta influência teria a vantagem de reproduzir de forma mais aproximada à realidade do atendimento clínico realizado pelos ortodontistas.

Outro fator a considerar é que todos os pacientes da amostra tiveram exodontia de apenas um grupo de dentes, os primeiros pré-molares superiores e/ou inferiores, o que difere dos dados encontrados na literatura em que os trabalhos que analisaram a incidência de reabsorção radicular em pacientes tratados com extração não tiveram uma amostra homogênea em relação ao grupo de dente extraído e nem em relação à simetria dessas extrações, tendo ocorrido assim extrações assimétricas entre os pacientes<sup>32,39,50</sup>.

No que se refere à técnica ortodôntica empregada pelos operadores nessa pesquisa, nos propomos a verificar se ocorreu diferente grau de reabsorção radicular em função do tipo de alça (alça T ou Bull) utilizada durante a retração anterior. Portanto, só foram avaliados pacientes tratados pela técnica do arco contínuo, onde foram realizadas as retrações do segmento anterior com a alça Bull

após alinhamento e nivelamento dos segmentos posteriores ou pela técnica do arco segmentado, onde foram realizadas as retrações do segmento anterior com alça T, grupos A e B, após preparo inicial dos segmentos reativo e ativo.

A opção de não se utilizar dentes tratados endodonticamente no estudo foi baseada no fato de que os graus de reabsorção diferem em dentes vitais e tratados endodonticamente<sup>42,63,64,71</sup>. Wickwire et al.<sup>70</sup>, em 1974, verificaram que os dentes tratados endodonticamente são mais suscetíveis à reabsorção, quando movimentados. Diferentemente, Spurrier et al.<sup>64</sup>, 1990, e Mirabella e Artun<sup>42</sup>, 1995, encontraram menos reabsorção nos dentes tratados endodonticamente, quando comparados aos dentes vitais, após movimentação dentária. Dentes com tratamento endodôntico poderiam, portanto, constituir variável com respostas imprevisíveis, dificultando a interpretação dos resultados.

Os dentes que responderam negativamente ao teste de vitalidade pulpar também não foram incluídos na amostra, uma vez que este é um sinal clínico indicativo de necrose pulpar cujo tratamento seria o tratamento endodôntico.

De acordo com os estudos de Mavragani et al.<sup>39</sup>, 2000, Levander e Malmgren<sup>33</sup>, 1994 e Linge e Linge<sup>34</sup>, 1983, que relataram uma relação entre reabsorção radicular e dentes traumatizados, os dentes que sofreram traumas não foram incluídos na amostra, independente da época em que o trauma ocorreu. Segundo Malmgren et al.<sup>36</sup>, 1982 dentes que sofreram traumas leves, mas que apresentavam ligamento periodontal intacto depois de um período de 4 a 5 meses, podem ser movimentados com prognóstico comparável ao de dentes não injuriados. Como o fator “tempo em que o trauma ocorreu” seria uma informação dada pelo paciente, e, portanto não totalmente confiável, sendo o trauma considerado um dos

fatores etiológicos da reabsorção radicular, constituindo-se uma variável, a reabsorção poderia ser resultado do tratamento ou do trauma que o dente sofreu, optou-se por não incluir na amostra os pacientes que tivessem dentes traumatizados.

Na execução da metodologia, o cálculo da distorção (fator de correção) da imagem radiográfica pós-retração em relação à imagem radiográfica pré-retração por alteração na angulação dos incisivos baseou-se na medida da coroa dentária antes e após a retração, portanto dentes que sofreram fratura coronária não foram incluídos na amostra, por não apresentarem a coroa dentária íntegra. Mesmo aqueles dentes em que a coroa foi reconstruída com material restaurador não foram incluídos devido à possibilidade de ter ocorrido alguma alteração na altura dessa coroa durante a reconstrução. Entre a primeira e a segunda radiografia poderia ocorrer um desgaste, quebra ou queda do material restaurador e a reconstrução da coroa poderia não corresponder fielmente à anterior afetando o resultado final.

Também optou-se por não incluir na amostra pacientes que apresentassem incisivos com cáries, restaurações extensas, bolsas periodontais ou edema, objetivando dessa forma minimizar as variáveis que pudessem interferir de alguma forma nos resultados.

Um critério para a seleção dos pacientes que participaram do estudo foi estar na faixa dos 12 aos 25 anos de idade. O limite da idade mínima foi baseado nos trabalhos<sup>23,28,34,35</sup> que indicam ocorrer um crescimento residual dos incisivos até os 11 anos de idade, o que poderia mascarar a quantidade de reabsorção encontrada durante o tratamento. O limite para a idade máxima foi estipulado com base nos estudos de Mavragani et al.<sup>39</sup>, 2000, Linge e Linge<sup>34</sup>, 1983, 1991<sup>35</sup>; Odenrick et al.<sup>46</sup>, 1991, que relatam que pacientes adultos apresentam uma maior predisposição para

reabsorção radicular que pacientes jovens. Segundo Mirabella e Artun<sup>42</sup>, em 1995, pacientes adultos não apresentam maior risco de reabsorção radicular que pacientes jovens, porém, o padrão de reabsorção se dá de forma mais exacerbada. Portanto a limitação da idade dos pacientes desse estudo visou homogeneizar essas circunstâncias do tratamento, eliminando variáveis que pudessem interferir nos resultados.

O método radiográfico escolhido para quantificar a reabsorção foi a tomada radiográfica periapical com cone longo e pela técnica do paralelismo que tem sido método de eleição de autores que estudam este tema<sup>10,25,32,34,35,36,39,40,42,50,57,62,70</sup>. As radiografias periapicais são muito superiores às panorâmicas, oclusais e telerradiografias laterais para o estudo de estruturas radiculares, principalmente quando obtidas pela técnica do paralelismo. Esta técnica fornece informações mais apropriadas, provoca menor distorção na imagem, quando comparadas às radiografias panorâmicas e cefalométricas<sup>19,53</sup>. Na técnica do paralelismo, o objeto (longo eixo do dente) e o filme ficam paralelos em todas as dimensões. Para isto o filme é colocado o mais distante do objeto, particularmente na maxila, o que tenderá a ampliar a imagem. Este efeito indesejável é compensado, quando se utiliza o cone longo. Seu uso também aumentará a nitidez da imagem pela diminuição da penumbra<sup>14</sup>. A técnica do paralelismo oferece menor absorção de radiação pelos tecidos radiosensíveis da cabeça e do pescoço do que as técnicas periapical da bisettriz e da radiografia panorâmica. Isso é especialmente importante em crianças, adolescentes e adultos jovens, que são mais radiosensíveis que os adultos em função do rápido crescimento dos órgãos, da posição da tireóide e do maior tempo para os efeitos da radiação tornarem-se aparente<sup>19,68</sup>. Tendo em vista que o filme é colocado

além do objeto, tornou-se necessário um acessório posicionador para manter o filme junto com a guia de alinhamento do cone, diminuindo o erro do operador e reduzindo, assim, a exposição do paciente à radiação.

Foi observado no trabalho de Sjølien e Zachrisson<sup>62</sup>, 1973, que as radiografias periapicais eram projetadas de encontro a uma parede com linhas verticais e horizontais no intuito de mensurar a quantidade de reabsorção e de osso de suporte. Com o objetivo de quantificar a reabsorção radicular e visando minimizar o efeito de ampliação que esse procedimento pudesse produzir, utilizou-se uma tela milimetrada, adicionada aos filmes previamente à tomada radiográfica. Posteriormente à execução da metodologia no presente trabalho, observou-se que esta tela milimetrada não contribuía favoravelmente no momento de quantificar a reabsorção e não foi, portanto, considerada ou utilizada. Entretanto continuou sendo utilizada na obtenção das radiografias periapicais com o objetivo único de padronização da amostra, já que, parte da amostra utilizada neste trabalho provinha de trabalho realizado anteriormente<sup>61</sup> coletado pela mesma autora e onde havia sido utilizada esta tela milimetrada. A tela milimetrada teria sua utilidade em futuros estudos sobre a perda de osso de suporte na reabsorção radicular na fase de retração de incisivos.

O processamento do filme por meio da processadora automática permitiu uma padronização no tempo de revelação e fixação de todas as radiografias periapicais, o que proporcionou uma radiografia com densidade, contraste e nitidez semelhantes.

O método utilizado para quantificar a reabsorção em radiografias periapicais é semelhante ao de diversos artigos encontrados na literatura, assim como

o método utilizado para corrigir qualquer mudança de inclinação e distorções radiográficas que possam ter ocorrido na tomada radiográfica<sup>10,13,22,40,39,42,54,55,70</sup>. O método preconizado por estes autores é o descrito por Linge e Linge<sup>34</sup> em 1983 e, ainda hoje é considerado o melhor e mais acurado método de medição para avaliar o encurtamento radicular<sup>13</sup>. Embora este seja o método mais utilizado, apenas no trabalho de Mirabella e Artun<sup>42</sup>, 1995, há relatos de dificuldade na execução da metodologia no que refere à determinação da junção cimento-esmalte nos incisivos, quando comparada com o ápice e borda incisal, o que foi constatado também nesse estudo. Talvez essa dificuldade na demarcação dos pontos cervicais possa ter contribuído para a variabilidade nos níveis de reabsorção encontrados.

Foi realizado a análise de variância para verificar a ocorrência ou não de reabsorção radicular na amostra levando-se em consideração gênero, alça utilizada e arco superior e inferior. As médias de reabsorção radicular encontradas neste estudo para cada grupo de dente no arco superior variaram de 2,22 mm no incisivo lateral esquerdo (ILE) a 1,62 no incisivo central esquerdo (ICE), sendo de 1,74 mm para o incisivo lateral direito (ILD) e 1,80 mm para o incisivo central direito (ICD).

Mavragani et al.<sup>39</sup>, 2000, obtiveram resultados semelhantes, porém com médias ligeiramente superiores às deste trabalho, sendo de 2,33 mm para o incisivo lateral direito, 2,4 mm para o incisivo central direito, 2,48 mm para o incisivo central esquerdo e 1,84 mm para o incisivo lateral esquerdo. Esses valores também concordam com os estudos de DeShields<sup>23</sup>, 1969, em que foi encontrado uma média de reabsorção radicular de 2,19 mm para os incisivos centrais e 2,31 mm para os laterais superiores, no entanto o autor não subdividiu em lados direito e

esquerdo, classificando apenas quanto ao grupo de dentes. Já Dermaut e De Munk<sup>22</sup>, 1986, dividiram apenas em relação arco dentário estudado e verificaram uma média de reabsorção de 2,5 mm nos incisivos superiores. De forma semelhante, McFadden et al.<sup>40</sup>, 1989, encontrou uma média reabsorção de 1,84 mm. Taner et al.<sup>66</sup>, 1999, constatou uma média de reabsorção que variou de 1 mm a 2 mm para pacientes classe II e classe I no arco superior. De acordo com Copeland e Green<sup>21</sup>, 1986, a média de reabsorção para os incisivos superiores durante o tratamento ativo foi de 2,93 mm com uma amplitude de 1,1 mm a 7,35 mm. Alguns trabalhos relatam níveis de reabsorção inferiores às médias obtidas neste estudo, como os de Linge e Linge<sup>35</sup>, em 1991, em que ocorreu uma média de reabsorção de 1,54 mm para os incisivos superiores. Sjølien e Zachrisson<sup>62</sup>, 1973, registraram uma média de 1,2 mm a 1,8 mm de reabsorção nos incisivos superiores. Mirabella e Artun<sup>42</sup>, 1995, encontraram uma média que variou de 1,06 mm a 1,37 mm nos incisivos centrais e de 1,17 mm a 1,25 mm nos incisivos laterais superiores. Sameshima e Sinclair<sup>54,55</sup>, 2001, verificaram uma média de reabsorção de 1,47 mm a 1,52 mm para os incisivos laterais superiores e de 1,24 mm a 1,41 mm para os incisivos centrais superiores.

No arco inferior, as médias de reabsorção radicular, encontradas neste estudo, variaram de 1,16 mm para o incisivo lateral direito (ILD) e para o incisivo lateral esquerdo (ILE) a 0,80 mm para o incisivo central direito (ICD), sendo de 0,82 mm para o incisivo central esquerdo (ICE). Os dados encontrados na literatura revelam resultados semelhantes, porém com médias ligeiramente inferiores às encontradas neste estudo, como os dados no trabalho de Sjølien e Zachrisson<sup>62</sup>, 1973, que registraram uma média de 0,5 mm a 1,0 mm nos incisivos inferiores, e algumas vezes ligeiramente superiores às desse estudo como os dados no trabalho de

Sameshima e Sinclair<sup>54</sup>, 2001 que apresentaram uma média de reabsorção no arco inferior que variou de 0,80 mm a 1,36 mm nos incisivos laterais e de 0,68 mm a 1,12 mm nos incisivos centrais.

As diferentes médias de reabsorção encontradas para cada grupo de dentes neste trabalho podem ter resultado da limitação do método (dificuldade em determinar a junção cimento-esmalte dos incisivos), ou ainda devido à vulnerabilidade específica de dentes diferentes apresentarem diferentes tendências à reabsorção radicular. Segundo Massler e Malone<sup>38</sup>, em 1954, o potencial de reabsorção definido reside nos dentes permanentes (como nos decíduos) de todas as pessoas e este potencial varia em diferentes pessoas e em diferentes dentes de uma mesma pessoa. Embora tenham sido encontrados diferentes níveis de reabsorção, média, os resultados não indicam que haja diferença estatística significativa no nível de reabsorção entre os incisivos centrais e laterais.

Esses resultados indicam uma reabsorção radicular média em cada grupo de dentes (independente da alça utilizada) em torno de 1,5 mm em uma fase intermediária do tratamento, e no geral, concordam com dados da literatura disponível. Porém é importante ressaltar que se deve levar em consideração que os resultados citados pelos outros autores foram obtidos realizando-se estudos antes e após o tratamento ortodôntico, ou seja, quando o tratamento encontra-se concluído. A presente pesquisa refere-se a uma fase intermediária, a de retração dos dentes anteriores, com duração entre 6 e 20 meses. Embora estes resultados mostrem níveis de reabsorção na fase de retração semelhantes aos da literatura em relação ao tratamento como um todo, pode-se supor que a maior reabsorção nos casos com extração ocorreria na fase da retração e não sofreria grandes avanços até o final do

tratamento. Alguns autores<sup>10,41,54,55,57</sup>, sugerem que casos com extração apresentam maiores reabsorções que casos sem extrações. Embora nem todos tenham conseguido comprovar essa associação, a quantidade de força empregada para retrair os dentes anteriores pode ser responsável pela quantidade maior de reabsorção nesses casos e que ela ocorre com mais intensidade na fase de retração<sup>3,7,28,32</sup>. A distribuição das lacunas de reabsorção está diretamente relacionada à quantidade de força aplicada e a velocidade de distribuição dessas lacunas aumenta com o aumento da forças aplicadas. Como foram utilizadas forças mais intensas para realizar esse movimento, pode-se encontrar alguma associação nesse sentido<sup>11,12,19,43</sup>. Essas forças são reativadas em um tempo médio de 4 semanas (alça Bull) e 8 semanas (alça T), mas o que pode estar ocorrendo é que nem todos os pacientes estão respondendo, do ponto de vista da resposta tecidual de reabsorção/aposição da mesma forma, e que, portanto, o período de reativação das forças pode ser curto, para alguns pacientes, para que os tecidos se regenerem a ponto de estarem aptos a receberem uma nova carga de força (reativação), ou ainda, o fato de forças contínuas (alça T) estarem sendo utilizadas o que não proporcionaria tempo de descanso entre uma ativação e outra para reparação dos tecidos.

Foi utilizada a análise de variância para avaliar a influência de fatores como arco, gênero e alça na ocorrência da reabsorção radicular. Em relação ao arco dentário embora tenham sido encontrados níveis de reabsorção, em média, mais altos no arco superior que no inferior os resultados não indicam que haja diferença estatística significativa no nível de reabsorção entre os arcos dentários. Na literatura disponível sobre o assunto encontramos vários trabalhos<sup>7,21,27,33,44,50</sup> que avaliam em qual grupo de dentes é maior a incidência de reabsorção radicular, porém

que relacione essa reabsorção com o arco dentário encontramos apenas o trabalho de Massler e Malone<sup>38</sup>, em 1954, em que eles, assim como nós, também concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dentes maxilares e mandibulares e o padrão de reabsorção encontrado.

Quando foi estudado o fator gênero foram encontradas médias de reabsorção maiores para o gênero masculino (variou 1,38 mm de a 2,18 mm) que para o feminino (variou de 0,72 mm a 1,48 mm), porém não foi encontrada correlação de maiores níveis de reabsorção entre os gêneros como demonstram os resultados que indicam não haver diferença estatística significativa no nível de reabsorção entre os gêneros. Apenas em relação ao incisivo lateral direito é que foi encontrada alguma correlação neste sentido e acreditamos que isso possa ter ocorrido em função de um encurtamento radicular mais acentuado encontrado nos incisivos de um dos pacientes do gênero masculino. Este fato pode ter sido responsável pela significância encontrada e isso se torna possível em função do tamanho da amostra estudada, pois todos os outros dentes não apresentaram diferença entre os gêneros. Esse resultado concorda com a maioria dos trabalhos encontrados na literatura em que o fator gênero foi avaliado (BECK e HARRIS<sup>8</sup>, 1994; DeSHIELDS<sup>23</sup>, 1969; MASSLER e MALONE<sup>38</sup>, 1954; McFADDEN et al.<sup>40</sup>, 1989; PHILLIPS<sup>50</sup>, 1955; SAMESHIMA e SINCLAIR<sup>55</sup>, 2001; SILVA FILHO et al.<sup>60</sup>, 1993; SJØLIEN e ZACHRISSON<sup>62</sup>, 1973). Em outros trabalhos (HORIUCHI et al.<sup>28</sup>, 1998; LINGE e LINGE<sup>34,35</sup>, 1983 e 1991; VALDRIGHI et al.<sup>70</sup>, 1999) a média de reabsorção radicular encontrada foi maior no gênero feminino que no masculino como no trabalho de Levander e Malmgren<sup>32</sup>, 1988 em que houve reabsorção radicular severa em 23% das meninas e em 16% nos meninos. Na maioria destes trabalhos os autores

associaram essa maior incidência de reabsorção nas mulheres aos fatores endócrinos, o que foi avaliado por Francischone<sup>24</sup>, em 2002, que concluiu que estes fatores não induziram ou influenciaram na etiopatogenia das reabsorções dentárias. Apenas Baumrind et al.<sup>7</sup>, 1996, encontraram que o gênero masculino foi mais afetado pela reabsorção radicular que o feminino, e justificou que essa diferença poderia ser devido a uma diferença na quantidade de meninos e meninas que compunham a amostra.

Foi realizada análise de variância para avaliar a diferença ou não nos níveis de reabsorção radicular na amostra quando utilizadas os dois tipos específicos de mecânica, isto é, alça T e Bull. As médias de reabsorção radicular encontrada neste estudo foram de 0,98 mm a 1,83 mm para a alça Bull e de 1,07 mm a 2,02 mm quando utilizada a alça T na retração anterior. Embora essas duas alças apresentem médias de reabsorções diferentes não foi verificado diferença estatística nos níveis de reabsorção. Alguns trabalhos encontrados na literatura realizaram estudos em que foram avaliados os níveis de reabsorção radicular quando os pacientes foram tratados por técnicas diferentes. No estudo de Levander e Malmgren<sup>32</sup>, 1988, foram avaliados a diferença nos graus de reabsorção encontrados quando os pacientes eram tratados pela técnica Edgewise e pela técnica de Begg e foi evidenciado que não houve diferença no grau de reabsorção radicular entre os pacientes tratados com Edgewise e Begg. Diferentemente do trabalho de McNab et al.<sup>41</sup>, 2000 em que foram encontrados em média um grau de reabsorção radicular mais alto em 2,3 mm para os casos tratados com aparelho de Begg comparado com os de Edgewise. Beck e Harris<sup>8</sup> 1994 avaliaram a diferença nos níveis de reabsorção radicular quando os pacientes eram tratados pela técnica de Begg e Tweed e

observaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre essas duas técnicas. Blake et al.<sup>10</sup>, 1995 avaliaram pacientes tratados com bráquetes Speed e pacientes tratados pela técnica de Edgewise convencional, não encontrando nenhuma diferença estatística significativa nos níveis de reabsorção radicular. Mavragani et al.<sup>39</sup>, 2000 compararam a extensão de reabsorção radicular em pacientes tratados com a técnica de Edgewise convencional e Straight Wire e concluíram que os incisivos centrais mostraram uma reabsorção radicular apical mais severa na técnica de Edgewise convencional que na de Straight Wire, mas nenhuma diferença significativa foi encontrada nos incisivos laterais. A reabsorção radicular encontrada nos incisivos laterais foi associada à idade e agenesia, enquanto a reabsorção radicular dos incisivos centrais foi relacionada à técnica de tratamento e em dentes com trauma. Alguns trabalhos se assemelham mais a este estudo no que se refere ao tipo de mecânica avaliada, como o de Alexander<sup>3</sup>, em 1996 em que todos os pacientes tiveram os primeiros pré-molares extraídos e em metade destes pacientes foram realizadas retrações anteriores pela técnica do arco contínuo e a outra metade com retração seccional de canino. Diferentemente do presente trabalho, Alexander<sup>3</sup>, em 1996 fez a avaliação dos níveis de reabsorção pelo método de escores sendo encontrado níveis de reabsorção equivalentes entre as duas técnicas estudadas. Resultado semelhante foi obtido por Owman-Moll et al.<sup>49</sup>, 1995 que avaliou o efeito da aplicação de força contínua e interrompida de mesma magnitude em primeiros pré-molares e não encontraram diferença na quantidade ou severidade de reabsorção radicular na aplicação dessas duas forças. Diferentemente o trabalho de Acar et al.<sup>1</sup>, 1999 revelou diferença na quantidade de reabsorção encontrada quando foi aplicada força contínua e interrompida em primeiros pré-molares. Neste trabalho, os autores

observaram que a aplicação de força interrompida causou menos reabsorção e de forma menos severa. No entanto, os autores utilizaram elásticos para produzir essas forças o que inviabiliza a comparação com o presente trabalho.

Esses resultados indicam uma reabsorção radicular média maior nos incisivos dos pacientes em que o segmento anterior foi retraído com alça T que com Bull. No entanto essas diferenças não foram estatisticamente significantes, ou seja, não houve diferença no grau de reabsorção radicular quando foram utilizadas essas duas mecânicas de retração anterior. Entendemos que essa diferença na média de reabsorção (menor na alça Bull) se deva ao fato de ser uma mecânica que apresenta força interrompida, ou seja, apresenta períodos de descanso em torno de 4 semanas, que seria o tempo necessário para maioria dos tecidos se reorganizarem (resposta tecidual de reabsorção/aposição) para que assim seja aplicada nova carga de força (reativação). Ao contrário da alça T que apresenta uma mecânica de força contínua, que atua durante todo o tempo ininterruptamente, e, portanto, não apresentaria período de descanso para que os tecidos se regenerem a ponto de estarem aptos a receberem uma nova carga de força (reativação).

O fator tempo de tratamento foi avaliado pelo coeficiente de correlação Linear de Pearson e constatou-se não haver correlação do grau de reabsorção em relação à duração do tratamento ortodôntico. O resultado deste trabalho concorda com vários trabalhos encontrados na literatura (BECK e HARRIS<sup>8</sup>, 1994; LEVANDER e MALMGREN<sup>32</sup>, 1988; LEVANDER et al.<sup>33</sup>, 1994; PHILLIPS<sup>50</sup>, 1955; TANER et al.<sup>66</sup>, 1999) que encontraram que duração do tratamento não teve influência na quantidade de reabsorção radicular encontrada ao final do tratamento. Alguns trabalhos encontraram correlação entre a duração do

tratamento e a severidade da reabsorção radicular (DeSHIELDS<sup>23</sup>, 1969; HORIUCHI et al.<sup>28</sup>, 1998; McFADDEN et al.<sup>40</sup>, 1989), porém foram trabalhos em que a metodologia não foi tão criteriosa, como os que determinaram a reabsorção radicular por um sistema de graduações e/ou a mediram em radiografias cefalométricas laterais. No entanto, Baumrind et al.<sup>7</sup>, 1996 ; Linge e Linge<sup>34</sup>, 1983 e Sameshima e Sinclair<sup>55</sup>, 2001, encontraram que o tempo de tratamento foi positivamente associado ao aumento de reabsorção radicular.

Como se sabe a suscetibilidade individual desempenha um papel ativo e não totalmente conhecido por aqueles que estudam o processo de reabsorção radicular<sup>11,12,20,67</sup> e, segundo o trabalho de Levander e Malmgreen<sup>32</sup>, 1988, é possível identificar a suscetibilidade individual do paciente nos primeiros 6-9 meses de tratamento através de exames radiográficos periapicais. Portanto, do ponto de vista clínico, constitui-se uma importante ferramenta de diagnóstico e, também, conduta de tratamento, uma vez que é um exame clínico que pode ser utilizado para prevenir ou mesmo minimizar a reabsorção radicular em indivíduos susceptíveis. Com esta finalidade indica-se a ativação das alças com maiores espaços de tempo de forma a espaçar as reativações, adotar períodos de repouso maiores, cerca de 60 a 90 dias, quando o organismo teria um tempo maior para respostas metabólicas de degeneração, eliminação e reparação necessárias de forma a evitar ou minimizar ocorrência da reabsorção radicular.

Com base nos resultados deste trabalho constatou-se a ocorrência de reabsorção radicular na fase específica de retração dos dentes anteriores durante o tratamento ortodôntico com extração de primeiros pré-molares. Verificou-se também que a reabsorção não está relacionada com o arco dentário, gênero, alça utilizada ou

tempo de tratamento. Acreditamos que o intervalo de aplicação da força, mais que sua magnitude, constitui-se num elemento importante em relação à reabsorção radicular. Em relação aos diferentes níveis de reabsorção radicular que ocorreram nesta fase acredita-se ser resultado da suscetibilidade individual que é um fator independente do tratamento ortodôntico e está presente nas raízes de todos os dentes permanentes e decíduos de todas as pessoas em graus variáveis para diferentes dentes.

## **Conclusão**

O resultado do presente trabalho, levando-se em consideração a metodologia empregada e o tratamento utilizado, permite-nos concluir que:

- 1 - Houve evidência de encurtamento radicular nos incisivos da ordem de 1,12 mm e 0,98 mm, respectivamente, para os incisivos centrais direito (ICD) e esquerdo (ICE), e de 1,83 mm e 1,37 mm para os incisivos laterais direito (ILD) e esquerdo (ILE), respectivamente quando utilizada a alça Bull na retração anterior;
- 1.1- Houve evidência de encurtamento radicular nos dentes superiores da ordem de 1,48 mm e 1,46 mm, respectivamente, para os incisivos centrais direito (ICD) e esquerdo (ICE), e de 1,07 mm e 2,02 mm para os incisivos laterais direito (ILD) e esquerdo (ILE), respectivamente quando utilizada a alça T na retração anterior;
- 2 - Não foi encontrada correlação entre o gênero e a reabsorção radicular que ocorre nesta fase do tratamento;
- 3 - Não foi encontrada correlação entre o arco dentário e a reabsorção radicular que ocorre nesta fase do tratamento;
- 4- Não foi encontrada correlação entre o tipo de alça utilizada na retração e a reabsorção radicular que ocorre nesta fase do tratamento;

- 5 - Não foi encontrada correlação entre o tempo de tratamento e a reabsorção radicular que ocorre nesta fase do tratamento.

## Referências\*

1. ACAR, A. et al. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 69, n.2, p. 159-163, Apr. 1999.
2. AHLGREN, J. A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent. J.*, Jönköping, v. 17, n. 5, p. 201-209, 1993.
3. ALEXANDER, S.A. Levels of root resorption associated with continuous arch and sectional arch mechanics. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 110, n.3, p. 321-324, Sept. 1996.
4. ANGLE, E.H. Treatment of malocclusion of teeth. 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia: White Dental, 1907. p. 132-139.
5. ARNESEN, F. A. *Avaliação da reabsorção radicular externa, consecutiva ao tratamento ortodôntico*. 1984. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1984.
6. BATES, S. Absorption. *Br. J. Dent. Sci.*, v. 1, p. 256, 1856 apud MASSLER, M.; MALONE, A.J. Root resorption in human permanent teeth. A roentnographic study. *Am.. J. Orthod.*, St. Louis, v. 40, p. 619-633, 1954.
7. BAUMRIND, S.; KORN, E.L.; BOYD, R.L. Apical root resorption in orthodontic treated adults. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 110, n.3, p. 311-320, Sept. 1996.

---

\*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

8. BECK, B.W.; HARRIS, E.F. Apical root resorption in orthodontically treated subjects: analysis of Edgewise and light wire mechanics. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v. 105, n.4, p. 350-361, Apr. 1994.
9. BENDER, I.B.; BYERS, M.R.; MORI, K. Periapical of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *J.Endod.*, Chicago, v. 23, n.12, p. 768-773, Dec. 1997.
10. BLAKE, M.;WOODSIDE, D.G.; PHAROAH, M.J. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the Edgewise and Speed appliances. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v.108, n.1, p. 76-84, July 1995.
11. BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature review. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v.103, n.1, p. 62-66, Jan. 1993.
12. BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 2. Literature review. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v.103, n.2, p. 138-146, Fev. 1993.
13. BREZNIAK, N. et al. A comparison of three methods to accurately measure root length. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 74, n.6, p. 786-791, Dec. 2004.
14. BRICKER, S.L.; KASLE, M.J.; MATLOCK, J.F. Técnicas radiográficas. In: McDONALD, R.E.; AVERY, D.R. *Odontopediatria*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap. 5, p. 43-59.
15. BULL, H.L. Obtaining facial balance in the treatment of class II, division 1. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 21, n.3, p. 139-149, July 1951.

16. BURSTONE, C.J. Rationale of the segmented arch. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 48, n.11, p. 805-822, Nov. 1962.
17. BURSTONE, C.J. The segmented arch approach to space closure. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 82, n.5, p. 361-378, Nov. 1982.
18. BURSTONE, C.J.; KOENIG, H. Optimizing anterior and canine retraction. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 70, n.1, p. 1-19, July 1976.
19. CANTO, G. L. *Estudo comparativo da reabsorção radicular apical, decorrente do tratamento ortodôntico, em pacientes tratados com a técnica do arco de canto simplificada, do arco reto e com a terapia bioeficiente.* 1997. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1997.
20. CAPELOZZA FILHO, L.; SILVA FILHO, O.G. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial*, Maringá, v. 3, n.1, p. 104-126, jan./fev. 1998.
21. COPELAND, S.; GREEN, L.J. Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v.89, n.1, p. 51-55, Jan. 1986.
22. DERMAUT,L.R.; DE MUNCK,A. Apical root resorption of upper incisor caused by intrusive tooth movement. A radiographic study. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 90, n.4, p. 321-326, Oct. 1986.
23. DeSHIELDS, R.W. A study of root resorption in treated class II, division 1 malocclusions. *Angle Orthod.*, Appleton, v.39, n.4, p. 231-245, Oct. 1969.

24. FRANCISCHONE, T.R.C.G. *Reabsorção dentária: determinação de sua freqüência em pacientes com endocrinopatias*. 2002. 125 f. Tese (Doutorado em Patologia Bucal) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 2002.
25. GOLDSON, L.; HENRIKSON, C.O. Root resorption during Begg treatment: a longitudinal roentgenologic study. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 68, n.1, p.55-66, July 1975.
26. HARRIS, E.F.; BUTLER, M.L. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bite. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v. 101, n.2, p.112-119, Fev. 1992.
27. HEMLEY, S. The incidence of root resorption of vital permanent teeth. *J.Dent.Res.*, Chicago, v.20, p. 133-141, 1941.
28. HORIUCHI, A.; HOTOKEZAKA, H.; KOBAYASHI, K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, Chicago, v. 114, n.3, p. 311-318, Sept. 1998.
29. KETCHAM, A.H. A radiographic study of orthodontic tooth movement: a preliminary report. *J.Am.Dent.Assoc.*, Chicago, v. 14, n.9, p. 1577-1598, Sept. 1927.
30. KETCHAM, A.H. A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. *Int.J.Orthod.*, Lakewood, v. 15, p. 310- 328, 1929.
31. LANDFORD, S.R.; SIMS, M.R. Root surface resorptions, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v.81, n.2, p.108-115, Fev. 1982.

32. LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur.J.Orthod.*, Oxford, v. 10, n. 1, p. 30-38, 1988.
33. LEVANDER, E.; MALMGREN, O.; ELIASSON, S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur.J.Orthod.*, Oxford, v. 16, n. 3, p. 223-228, June 1994.
34. LINGE, B.O.; LINGE, L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur. J.Orthod.*, Oxford, v. 5, n. 3, p. 173-183, Aug. 1983.
35. LINGE, L.; LINGE, B.O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 99, n.1, p. 35-43, Jan. 1991.
36. McFADDEN, W.M. et al. A study of the relations between incisor extrusion and root shortening. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 96, n.5, p. 390-396, nov., 1989.
37. McNAB, S. et al. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 70, n.3, p. 227-232, 2000.
38. MALMGREN, O. et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am.J.Orthod.*, Chicago, v. 82, n.6, p. 487-491, Dec. 1982.
39. MARTINS, D.R.; CANSANÇÃO, J.M.; SANCHEZ, J.F. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico (cinco anos após a remoção dos aparelhos). *Ortodontia*, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 4-8, set./dez. 1994.
40. MASSLER, M.; MALONE, A.J. Root resorption in human permanent teeth. A roentnographic study. *Am.J.Orthod.*, St. Louis, v. 40, p. 619-633, 1954.

41. MAVRAGANI, M. et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard Edgewise and a straight-wire technique. *Eur.J.Orthod.*, Oxford, v. 22, n. 6, p. 665-674, Dec. 2000.
42. MIRABELLA, A.D.; ARTUN, J. Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Eur.J.Orthod.*, Oxford, v. 17, n. 2, p. 93-99, Apr. 1995.
43. NE, R.F.; WITHERSPOON, D.E.; GUTMANN, J.L. Tooth resorption. *Quintessence Int.*, Berlin, v.30, n. 1, p.9-25, Jan. 1999.
44. NEWMAN, W.G. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am.J.Orthod.*, St. Louis, v. 27, n.5, p. 522-539, May 1975.
45. ODENRICK, L.; BRATTSTROM, V. The effect of nailbiting on root resorption during orthodontic treatment. *Eur. J.Orthod.*, Oxford, v. 5, n. 3, p. 185-188, Aug. 1983.
46. ODENRICK, L. et al. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *Eur. J.Orthod.*, Oxford, v. 13, n. 4, p. 264-270, Aug. 1991.
47. OTOLLENGUI, R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Items of Interest*, Brooklyn, v.36, p. 332-355, 1914.
48. OWMAN-MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDGREN, D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod*, Appleton, v. 65, n.6, p. 395-400, 1995.
49. OWMAN-MOLL, P.; KUROL, J.; LUNDGREN, D. Repair of orthodontically induced root resorption in adolescents. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 65, n. 6, p. 403-410, 1995.

50. PHILLIPS, J.R. Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 25, n. 1, p. 1-22, Jan. 1955.
51. REITAN, K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 44, n.1, p. 68-82, Jan. 1974.
52. REITAN, K.; RYGH, P. Princípios e reações biomecânicas. In: GRABER, TM., VANARSDALL Jr., R.L. *Ortodontia: princípios e técnicas atuais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 2, p. 88-174.
53. SAMESHIMA, G.; ASGARIFAR, K.O. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 71, n.3, p. 185-189, June 2001.
54. SAMESHIMA, G.T.; SINCLAIR, P.M. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 119, n.5, p. 505-510, May 2001.
55. SAMESHIMA, G.T.; SINCLAIR, P.M. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 119, n.5, p. 511-515, May 2001.
56. SCENZA NETO,P; MUCHA,J.N.; CHEVITARESES,O. Mola de fechamento de espaços em ortodontia em forma de lágrima: desempenho em tração. *Rev. Bras. Odontol.*, Rio de Janeiro, v. 42, p. 22-29, 1985.
57. SHARPE,W. et al. Orthodontic relapse, apical root resorption and crestal alveolar bone levels. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 91, n.3, p. 252-258, Mar. 1987.

58. SHIMIZU, R.H. *Fechamento de espaços após exodontias de primeiros pré-molares*. 1995. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1995.
59. SHIMIZU, R.H. *Estudo dos sistemas de forças de alças ortodônticas para fechamento de espaços*. 1999. 260 f. Tese (Doutorado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1999.
60. SILVA FILHO, O.G. et al. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. *Ortodontia*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 24-37, jan./abr. 1993.
61. SIMPLÍCIO, H. *Avaliação da reabsorção radicular apical em incisivos submetidos à retração anterior*. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.
62. SJØLIEN, T.; ZACHRISSON, B.U. Periodontal bone and tooth length in orthodontically treated and untreated persons. *Am.J.Orthod.*, St. Louis, v.64, n. 1, p. 28-37, July 1973.
63. SOUZA, R.S. *Influência da movimentação dentária no processo de reparo de dentes com lesão periapical tratados endodonticamente. Estudo histomorfológico em cães*. 2003. 230f. Tese (Doutorado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2003.
64. 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.*, St. Louis, v. 97, n. 2, p. 130-134, Feb. 1990.

65. TAITHONGCHAI, R.; SOOKKORN, K.; KILLIANY, D.M. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 110, n. 3, p. 296-302, Sept. 1996.
66. TANER, T. et al. Evaluation of apical root resorption following extraction therapy in subjects with class I and class II malocclusions. *Eur.J.Orthod.*, Oxford, v. 21, n. 5, p. 491-496, Oct. 1999.
67. TAVARES, C.A.E.; SAMPAIO, R.K.L. Reabsorção dentária patológica externa. *Ortodon. Gauch.*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-40, abr. 1997.
68. TAYLOR, T.S.; ACKERMAN Jr, R.J.; HARDMAN, P.K. Exposure reduction and image quality in orthodontic radiology: a review of the literature. *Am.J.Orthod.Dentofacial Orthop.*, St. Louis, v. 93, n.1, p. 68-77, Jan. 1988.
69. TWEED, C.H. A philosophy of orthodontic treatment. *Am.J.Orthod.*, St. Louis, v. 31, p. 74-103, 1945.
70. VALDRIGHI, H.C. et al. Avaliação radiográfica dos incisivos centrais superiores frente à movimentação ortodôntica. *JBO – Jornal Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia facial*, Curitiba, v. 4, n.24, p. 507-515, 1999.
71. WICKWIRE, N.A. et al. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 44, n. 3, p. 235-242, July 1974.

## Anexo

A1 – Arco, sexo, mola e tempo no instante inicial.

ID	ARCO	SEXO	MOLA	TEMPO	ILD_CTI	ILD_CRI	ICD_CTI	ICD_CRI	ICE_CTI	ICE_CRI	ILE_CTI	ILE_CRI
1	superior	feminino	Alça Bull	14.20	23.30	15.80	25.30	16.20	25.50	16.45	22.40	14.80
1	inferior	feminino	Alça Bull	14.20	23.50	15.20	22.95	14.85	21.85	13.75	22.20	14.60
2	superior	masculino	Alça Bull	20.58	23.65	16.30	28.50	19.60	28.90	20.55	22.70	15.50
3	superior	feminino	Alça Bull	11.11	19.85	11.95	20.15	11.65	22.20	13.70	21.60	13.75
3	inferior	feminino	Alça Bull	11.11	19.55	12.40	19.40	12.30	20.65	12.75	21.10	13.05
4	superior	masculino	Alça Bull	14.29	28.40	19.80	29.35	19.75	26.00	17.05	28.30	20.75
5	superior	feminino	Alça Bull	14.46	21.90	12.30	23.20	12.55	23.90	14.05	23.55	16.45
5	inferior	feminino	Alça Bull	14.46	23.10	15.15	21.75	14.45	22.15	13.00	23.15	13.85
6	superior	masculino	Alça Bull	15.84	27.00	17.60	28.80	18.20	29.45	18.35	26.10	18.70
7	inferior	masculino	Alça Bull	16.54	25.55	18.00	24.00	15.50	23.45	15.45	24.80	17.25
13	superior	feminino	Alça Bull	12.30	20.45	12.25	21.90	13.15	22.55	13.05	21.00	12.65
19	superior	feminino	Alça Bull	15.58	21.90	15.50	25.65	16.25	26.05	17.00	22.65	15.85
19	inferior	feminino	Alça Bull	15.58	21.85	14.05	23.00	15.30	23.35	15.15	22.70	14.85
22	superior	masculino	Alça Bull	18.34	21.20	13.65	24.90	14.95	24.05	13.80	20.60	13.40
8	inferior	feminino	Alça T	15.65	21.35	15.00	21.90	15.10	23.80	15.95	25.35	17.40
9	superior	feminino	Alça T	6.41	25.15	17.65	29.75	20.15	26.85	17.20	23.40	16.50
10	superior	masculino	Alça T	13.45	23.60	16.45	24.85	15.70	27.90	17.80	26.80	19.15
10	inferior	masculino	Alça T	13.45	25.95	17.75	23.50	15.45	23.50	15.65	24.45	16.60
11	superior	feminino	Alça T	6.31	22.35	15.85	24.20	15.70	25.05	15.95	21.45	14.60
12	superior	feminino	Alça T	12.30	20.35	12.10	21.85	13.10	22.35	13.00	20.85	12.55
12	inferior	feminino	Alça T	12.30	23.15	15.40	20.45	11.50	21.75	12.90	22.35	14.45
14	superior	masculino	Alça T	19.82	25.75	17.80	28.50	19.05	25.20	14.70	27.30	18.75
15	superior	masculino	Alça T	20.71	24.45	17.15	26.65	17.55	26.60	18.10	25.60	18.60
16	superior	feminino	Alça T	14.56	23.10	14.55	25.90	16.75	27.70	18.00	24.00	15.60
17	inferior	masculino	Alça T	6.54	20.25	14.15	24.00	16.10	24.35	16.95	23.55	15.90
18	inferior	feminino	Alça T	7.90	21.45	14.05	20.65	13.85	19.55	12.95	20.05	13.40
20	superior	feminino	Alça T	11.96	21.15	13.80	22.65	12.85	22.20	12.50	20.65	13.05
21	superior	feminino	Alça T	13.34	27.95	19.55	27.95	17.55	27.70	17.50	25.95	18.15

## A2 – Arco, sexo, mola e tempo no instante final.

ID	ARCO	SEXO	MOLA	TEMPO	ILD_CTF	ILD_CRF	ICD_CTF	ICD_CRF	ICE_CTF	ICE_CRF	ILE_CTF	ILE_CRF
1	superior	feminino	Alça Bull	14.20	22.30	14.40	24.05	14.05	25.65	15.45	21.55	14.05
1	inferior	feminino	Alça Bull	14.20	22.40	14.25	22.75	14.20	22.75	14.60	23.30	15.30
2	superior	masculino	Alça Bull	20.58	22.70	14.85	27.20	18.20	30.25	20.80	22.75	15.05
3	superior	feminino	Alça Bull	11.11	18.20	10.90	19.20	11.25	20.80	12.50	21.15	13.05
3	inferior	feminino	Alça Bull	11.11	17.60	11.40	17.95	11.40	16.20	9.95	16.85	10.10
4	superior	masculino	Alça Bull	14.29	28.65	19.35	26.45	16.90	24.90	16.40	27.75	19.80
5	superior	feminino	Alça Bull	14.46	20.45	11.60	21.45	11.00	24.40	12.10	22.90	14.30
5	inferior	feminino	Alça Bull	14.46	20.30	13.30	17.80	10.60	18.70	11.55	20.50	12.70
6	superior	masculino	Alça Bull	15.84	24.35	15.20	26.45	15.65	25.65	15.85	22.70	15.25
7	inferior	masculino	Alça Bull	16.54	21.25	13.90	20.65	13.45	22.65	14.50	23.20	15.75
13	superior	feminino	Alça Bull	12.30	18.25	10.80	19.90	11.65	18.25	10.20	19.95	11.95
19	superior	feminino	Alça Bull	15.58	21.10	14.65	24.80	15.60	23.20	14.50	20.40	13.45
19	inferior	feminino	Alça Bull	15.58	20.05	12.50	20.10	13.30	20.35	13.45	19.75	13.10
22	superior	masculino	Alça Bull	18.34	18.35	10.15	21.45	11.90	23.00	11.85	19.35	11.30
8	inferior	feminino	Alça T	15.65	19.00	12.85	18.30	12.15	19.95	12.90	20.65	13.75
9	superior	feminino	Alça T	6.41	25.25	17.85	26.05	17.55	24.95	15.50	22.95	16.00
10	superior	masculino	Alça T	13.45	23.80	14.55	23.80	14.95	24.90	15.40	24.50	16.90
10	inferior	masculino	Alça T	13.45	25.75	17.45	22.50	14.20	21.00	13.00	22.75	14.60
11	superior	feminino	Alça T	6.31	17.05	10.55	19.90	11.35	20.30	11.45	17.60	10.50
12	superior	feminino	Alça T	12.30	18.45	10.90	20.15	11.95	18.50	10.45	20.05	12.05
12	inferior	feminino	Alça T	12.30	20.75	13.35	19.95	11.50	20.05	11.75	20.65	13.00
14	superior	masculino	Alça T	19.82	24.30	16.65	25.60	15.30	25.20	14.70	24.80	16.70
15	superior	masculino	Alça T	20.71	22.85	15.60	23.75	14.65	25.10	16.65	24.25	16.65
16	superior	feminino	Alça T	14.56	17.90	11.00	21.35	13.45	21.60	12.90	18.70	11.50
17	inferior	masculino	Alça T	6.54	18.10	12.80	23.10	15.00	23.40	15.90	21.10	14.05
18	inferior	feminino	Alça T	7.90	19.85	13.35	18.30	11.95	19.05	12.50	18.95	11.40
20	superior	feminino	Alça T	11.96	20.20	13.05	19.65	11.20	21.30	11.75	18.90	11.10
21	superior	feminino	Alça T	13.34	22.15	15.20	23.55	14.90	24.45	14.85	23.90	15.25

## A3 – Arco, sexo, mola e tempo em relação a encurtamento radicular.

ID	ARCO	SEXO	MOLA	TEMPO	ILD_ER	ICD_ER	ICE_ER	ILE_ER
1	superior	feminino	Alça Bull	14.20	2.13	3.41	2.74	0.56
1	inferior	feminino	Alça Bull	14.20	0.69	1.40	-0.76	0.06
2	superior	masculino	Alça Bull	20.58	2.40	1.60	2.17	1.43
3	superior	feminino	Alça Bull	11.11	0.15	-0.38	0.90	1.10
3	inferior	feminino	Alça Bull	11.11	-0.75	-0.06	0.17	1.00
4	superior	masculino	Alça Bull	14.29	1.91	2.76	-0.22	1.95
5	superior	feminino	Alça Bull	14.46	-0.28	1.34	4.36	4.64
5	inferior	feminino	Alça Bull	14.46	0.04	3.70	-1.78	-1.29
6	superior	masculino	Alça Bull	15.84	1.98	2.84	0.40	3.55
7	inferior	masculino	Alça Bull	16.54	3.72	-0.38	1.22	1.29
13	superior	feminino	Alça Bull	12.30	0.36	0.79	1.01	0.18
19	superior	feminino	Alça Bull	15.58	0.96	0.31	1.92	2.69
19	inferior	feminino	Alça Bull	15.58	1.14	0.24	-0.83	-0.61
22	superior	masculino	Alça Bull	18.34	4.30	2.55	2.91	3.29
8	inferior	feminino	Alça T	15.65	1.73	1.67	1.59	1.56
9	superior	feminino	Alça T	6.41	-0.44	0.33	1.37	0.62
10	superior	masculino	Alça T	13.45	5.20	0.24	1.43	2.14
10	inferior	masculino	Alça T	13.45	0.51	1.68	2.89	2.54
11	superior	feminino	Alça T	6.31	5.30	4.42	4.18	4.47
12	superior	feminino	Alça T	12.30	0.19	0.35	0.86	0.05
12	inferior	feminino	Alça T	12.30	1.42	-0.68	0.37	1.03
14	superior	masculino	Alça T	19.82	0.50	5.01	0.00	1.12
15	superior	masculino	Alça T	20.71	1.44	2.90	1.35	3.26
16	superior	feminino	Alça T	14.56	0.92	1.17	3.62	2.18
17	inferior	masculino	Alça T	6.54	-0.58	1.47	1.26	0.65
18	inferior	feminino	Alça T	7.90	-1.15	1.05	0.35	3.36
20	superior	feminino	Alça T	11.96	0.38	-0.14	0.57	2.23
21	superior	feminino	Alça T	13.34	1.18	-0.36	1.72	4.40

SIMPLÍCIO, H. **Avaliação da reabsorção radicular apical em incisivos submetidos à retração anterior com alças T e Bull.** 123p. Tese (Doutorado em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

## **Resumo**

A reabsorção radicular apical é um dos mais comuns e indesejáveis efeitos colaterais do tratamento ortodôntico sendo motivo de estudos com finalidade de seu entendimento e elaboração de medidas preventivas. Objetivou-se com o presente estudo quantificar radiograficamente a ocorrência de reabsorção radicular nos incisivos após a retração anterior, levando-se em consideração o gênero, arco dentário, alça utilizada na retração anterior e tempo de tratamento. Foram avaliados incisivos superiores e inferiores de 22 pacientes entre 12 e 25 anos, de ambos os gêneros, submetidos a tratamento ortodôntico com aparelho fixo e extração de pré-molares. A quantificação da reabsorção radicular foi realizada pela diferença entre as medidas do comprimento radicular em radiografias periapicais nas fases pré e pós retração de incisivos. O controle da distorção da imagem radiográfica e da alteração na angulação dos incisivos foi realizada utilizando-se o método descrito por Linge e Linge (1983). Com base nos dados obtidos concluiu-se que a reabsorção radicular que ocorreu na fase de retração de incisivos variando de 0,80 mm a 2,22 mm não apresentou relação com o gênero, arco dentário, alça ou tempo de tratamento.

**Palavras chave:** Extração dentária; fechamento de espaço ortodôntico; reabsorção da raiz.

SIMPLÍCIO, H. **Apical radicular resorption evaluation in incisors submitted to anterior retraction with T and Bull loops.** 123p. Tese (Doutorado em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

### **Abstract**

Apical root resorption is among the most common and undesirable counterside effects of orthodontic treatment. Thus it has been extensively studied in order to be prevented or minimized. The present research aimed to radiographically quantify root resorption on incisors after retraction of the anterior segment. The root resorption and its relation to the gender, dental arch, loop used and treatment time were considered. Upper and lower incisors of 12 to 25 years old patients, both gender, orthodontically treated with fixed appliance and premolars extraction were evaluated in the present study. The measurement of root resorption was obtained by the differences between root length on periapical radiographs, before and after incisors retraction. Distortion of the radiographic image and incisors tipping change control were evaluated using the methodology proposed by Linge & Linge (1983). Based on the obtained data it was concluded that the root resorption during incisors retraction movement, varied from 0,80 mm to 2,22 mm and it is not related to the gender, dental arch, loop used and treatment time.

**Key words:** Dental extraction; orthodontic close space; radicular resorption.