

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Débora Cristina Martins

**AVALIAÇÃO DA TOPOGRAFIA RADICULAR DE DENTES SUBMETIDOS  
A DUAS FORMAS DE ANCORAGEM ORTODÔNTICA DURANTE  
A EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR**

Belo Horizonte  
2013

Débora Cristina Martins

**AVALIAÇÃO DA TOPOGRAFIA RADICULAR DE DENTES SUBMETIDOS  
A DUAS FORMAS DE ANCORAGEM ORTODÔNTICA DURANTE  
A EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, - Área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki

Belo Horizonte

2013

# FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

M386a Martins, Débora Cristina  
Avaliação da topografia radicular de dentes submetidos a duas formas de ancoragem ortodôntica durante a expansão rápida maxilar / Débora Cristina Martins. Belo Horizonte, 2013.  
55f.: il.

Orientador: Eduardo Nunes  
Coorientador: Bernardo Quiroga Souki  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Reabsorção da raiz (Dentes). 2. Técnicas de expansão palatina. 3. Histologia. I. Nunes, Eduardo. II. Souki, Bernardo Quiroga. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314.16

Débora Cristina Martins

**AVALIAÇÃO DA TOPOGRAFIA RADICULAR DE DENTES SUBMETIDOS A  
DUAS FORMAS DE ANCORAGEM ORTODÔNTICA DURANTE A EXPANSÃO  
RÁPIDA MAXILAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Ortodontia.

**COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:**

- 1- Profa. Dra. Silvana Rodrigues de Albuquerque Taddei – UFBA
- 2- Prof. Dr. Dauro Douglas Oliveira – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Eduardo Nunes – PUC Minas

**DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 28 de novembro de 2013**

**A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora**

Belo Horizonte, 17 de dezembro de 2013

Prof. Dr. Eduardo Nunes  
**Orientador**

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta  
**Coordenador do Programa de Pós-graduação  
em Odontologia - Mestrado**

**Dedico aos meus Pais e a Deus,  
pela oportunidade de viver esse momento  
único na minha vida.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo direcionamento da vida, oportunidades concedidas, pela presença e sustentação em todos os meus caminhos.

Aos meus pais, Iris e Maurício, pelo carinho, apoio, confiança, pelos aconselhamentos nos momentos difíceis e por acreditarem no meu potencial.

Ao meu amor Rafael, pelo incentivo durante todo o mestrado, amor, carinho, paciência e compreensão nos momentos que estive distante. Nossa caminhada foi difícil, mas vencemos mais uma etapa. Muito obrigada por tornar meus dias mais felizes.

Aos meus irmãos, Eduardo e Juninho, pela amizade e bons momentos compartilhados.

Aos meus sobrinhos, Júlia e Henrique, pelo amor, alegria e descontração que me proporcionam todos os dias.

A minha cunhada Josiane, pela convivência e apoio sempre.

Ao meu orientador, professor Eduardo Nunes, pela atenção e esclarecimentos prestados.

Ao meu coorientador, professor Bernardo Quiroga Souki pela orientação, amizade, confiança e, sobretudo, pela autonomia que me deu ao longo de todo o mestrado. Você é um exemplo de profissional para todos. Muito obrigada pela sua disponibilidade em me ajudar, mesmo nos seus momentos mais apertados.

A ORTOCOP pelo apoio financeiro imprescindível para a execução das atividades laboratoriais da pesquisa.

Ao professor Dauro Oliveira pelo exemplo de profissional, por toda contribuição prestada a minha formação e pela dedicação com o nosso curso.

Ao professor José Eymard Bicalho e Heloísio Leite, exemplos de profissional, pela amizade, por todos os ensinamentos.

Aos demais professores do Mestrado em Ortodontia, Armando Lima, Flávio Almeida, Hélio Brito, Ildeu Andrade, José Maurício Vieira, Tarcísio Junqueira pela atenção, paciência, ensinamentos e oportunidades concedidas.

Agradeço a professora Gerluzza Borges pela disponibilidade que me concedeu de realizar a parte experimental da pesquisa no Laboratório de Morfologia da UFMG, por toda a contribuição no desenvolvimento das atividades e esclarecimentos prestados.

Agradeço em especial ao aluno de iniciação científica Igor Daniel Garcia Reis, pela participação intensa durante todo o desenvolvimento das atividades laboratoriais, pela disponibilidade constante e pela ótima convivência. Você foi fundamental para a conclusão desta pesquisa. Aprendi muito com sua experiência durante esse tempo de trabalho. Espero que nossa amizade continue e quem sabe possamos desenvolver trabalhos futuros.

Aos demais alunos de iniciação científica do Laboratório de Morfologia da UFMG, por terem contribuído com o trabalho sempre que foi solicitado e por toda alegria e ótima convivência no dia a dia.

Aos meus queridos amigos da Turma XIII, Carina Montalvany, Carolina Morsani, Gabriela Godoy, Giselle Caballero, Maria Olívia Rocha e Thiago Motta, pela valiosa convivência e pela dedicação mútua que nos trouxe bons momentos e aprendizados. Vocês se tornaram meus grandes amigos, e tenho muito amor por todos.

A todos os amigos do COP das Turmas XI, XII, XIV e XV pela convivência ao longo destes anos dedicados ao estudo da ortodontia e pela contribuição profissional.

Aos funcionários da PUC Minas, em especial, Diego, Alcides, Antônia e Maria Ângela pela amizade, apoio e atenção.

Aos alunos e professores do curso de graduação e demais cursos da pós-graduação da PUC Minas, pela atenção, apoio e pela oportunidade de oferecermos um tratamento digno aos nossos pacientes com atendimento multidisciplinar.

Aos pacientes da PUC Minas e do CENTRARE, pelo convívio ao longo destes anos, pela esperança e confiança depositados nos alunos e professores do Mestrado em Ortodontia da PUC Minas.

Aos demais familiares e amigos, pelo carinho, apoio e por compreenderem a minha ausência em momentos especiais. Agradeço a confiança que depositam em mim quanto ao exercício da profissão. Todo o esforço e dedicação valem muito quando também podemos oferecer para aqueles que amamos.

Quando amamos e acreditamos do fundo de nossa alma em algo, nos sentimos mais fortes que o mundo, e somos tomados de uma serenidade que vem da certeza de que nada poderá vencer nossa fé. Esta força faz com que sempre tomemos as decisões certas, na hora exata, e, quando atingimos o nosso objetivo ficamos surpresos com nossa própria capacidade (PAULO COELHO).



## RESUMO

A Expansão Rápida da Maxila (ERM), uma técnica amplamente utilizada na Ortodontia, está associada ao aparecimento de reabsorção radicular externa (RRE) nos dentes posteriores superiores. Muito tem sido pesquisado sobre o tema, entretanto, existe uma lacuna na literatura se a variação no tipo de ancoragem dentária durante a ERM promoveria diferentes tipos de alterações na topografia superficial radicular. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a RRE em dentes submetidos à ERM, testando a hipótese nula que não há diferenças nas alterações da topografia radicular quando duas formas de ancoragem são utilizadas. Dezoito primeiros pré-molares de 9 indivíduos submetidos à ERM foram extraídos 3 meses após a disjunção palatina e submetidos à análise histológica. Eles foram divididos em dois grupos, através de um sistema de boca dividida, de acordo com o tipo de ancoragem utilizado na ERM. O primeiro grupo foi composto de 9 primeiros pré-molares superiores ancorados com bandas. O segundo grupo, 9 primeiros pré-molares superiores, ancorados através da extensão do fio do disjuntor à superfície palatina do dente. Como grupo controle foram utilizados 6 primeiros pré-molares inferiores não submetidos a qualquer força ortodôntica. Encontrou-se que: 1) Todos os dentes submetidos à ERM apresentaram RRE atingindo cimento e dentina; 2) Nenhum dente controle apresentou RRE; 3) Foi observado reparo com cimento celular em todas as áreas de reabsorção, porém apenas uma região apresentou o preenchimento total da área reabsorvida; 4) O tipo de ancoragem não interferiu na RRE; 5) Não houve associação do terço médio e cervical da raiz com a incidência de RRE; 6) A superfície vestibular da raiz apresentou maior quantidade de RRE. Assim, é lícito concluir que o tipo de ancoragem utilizada durante a ERM não tem associação com o aparecimento de RRE, bem como na sua extensão em comprimento e profundidade.

Palavras-chave: Reabsorção da raiz. Técnica de expansão palatina. Histologia.

## **ABSTRACT**

The rapid maxillary expansion (RME), a technique widely used in orthodontics, is associated with external root resorption (ERR) in the maxillary posterior teeth. Although much has been studied about the theme, there is a gap in the literature on whether the type of anchorage during RME can promote different changes in the topography of the root surface. Therefore, the purpose of this investigation was to assess, the RRE in teeth undergoing RME, testing the null hypothesis that there are no differences in changes in root's topography when two types of anchorage are used. Eighteen first premolars, from nine subjects who underwent RME, were extracted three months after palatine expansion and then submitted to histological analysis. The teeth were divided into two groups based on a split-mouth design for the two types of RME anchorage. The first group consisted of nine upper first premolars anchored with bands. The second group also consisted of nine upper first premolars, but they were anchored along the extension of the expander appliance's wire in relation to the palatine surface of the tooth. As control group, six lower first premolars were used as they had not been submitted to any orthodontic force. It was found the following: 1) all the teeth submitted to RME showed ERR at the level of cementum and dentin; 2) none of the controls showed ERR; 3) repair with cementum cells was observed in all resorption areas, but only one region had its resorbed area fully filled; 4) the type of anchorage did not interfere with ERR; 5) there was no association between incidence of ERR and middle or cervical root third; and 6) the buccal root surface showed greater amount of ERR. In conclusion, we failed to reject the null hypothesis. The two types of anchorage showed the same pattern of root resorption The buccal root surface showed the highest rate of ERR following ERM.

**Keywords:** Root resorption. Palatal expansion technique. Histology.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

COEP – Comitê de Ética em Pesquisa

ERM – Expansão Rápida da Maxila

RRE – Reabsorção Radicular Externa

PUC Minas – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

HE – Hematoxilina e Eosina

EDTA – Ácido Etileno Diamino Tetracético

mm – Milímetros

mm<sup>2</sup> – Milímetros Quadrados

µm – Micrometro

µm<sup>2</sup> – Micrometros quadrados

% – Porcentagem

## SUMÁRIO

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                      | <b>21</b> |
| <b>2 OBJETIVOS.....</b>                                                        | <b>23</b> |
| 2.1 Objetivo geral .....                                                       | 23        |
| 2.2 Objetivos específicos.....                                                 | 23        |
| <b>3 METODOLOGIA .....</b>                                                     | <b>24</b> |
| 3.1 Amostra.....                                                               | 24        |
| 3.2 Critérios de inclusão .....                                                | 24        |
| 3.3 Critérios de exclusão .....                                                | 25        |
| 3.4 Distribuição da amostra.....                                               | 25        |
| 3.5 Confeção do aparelho.....                                                  | 27        |
| 3.6 Protocolo de ativação .....                                                | 28        |
| 3.7 Métodos de processamento e avaliação histológica .....                     | 28        |
| 3.8 Análise estatística .....                                                  | 32        |
| <b>4 ARTIGO .....</b>                                                          | <b>33</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                            | <b>50</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                        | <b>53</b> |
| <b>ANEXO A – Cópia da aprovação do Projeto no Comitê de Ética da PUC Minas</b> | <b>55</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular é um processo patológico, frequentemente assintomático, que pode resultar em mobilidade e perda dentária, caso não seja diagnosticada precocemente (AHANGARI et al., 2010). Vários autores têm apontado que a etiologia multifatorial da reabsorção radicular é um processo complexo e, parecem resultar da combinação entre a predisposição genética, a variabilidade biológica do indivíduo e o efeito de fatores mecânicos (WELTMAN et al., 2010; BARTLEY et al., 2011; ZAHROWSKI; JESKE, 2011).

Durante a movimentação ortodôntica, a compressão no ligamento periodontal pode provocar necrose dos cementoblastos desta região, expondo a dentina à ação das células clásticas e macrófagos, que iniciam o processo de reabsorção radicular externa (RRE) proveniente do tratamento ortodôntico (MOYERS, 1991). Esse processo é considerado indesejável, e é uma consequência iatrogênica associada aos tratamentos ortodônticos (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002a; BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002b). A expansão rápida da maxila (ERM), uma técnica amplamente utilizada na Ortodontia contemporânea (BAYSAL et al., 2012) e preconizada há mais de 150 anos (ANGEL, 1860), tem forte relação com a reabsorção radicular (RINDERER, 1966; TIMMS; MOSS, 1971; BARBER; SIMS, 1981; ODENRICK; LILJA; LINDBACK, 1982; LANGFORD; SIMS, 1982; VARDIMON; GRABER; PITARU, 1993; EVERDI et al., 1994; PRIETSCH; BOLOGNESE, 1997; BAYSAL et al., 2012).

Os aparelhos fixos utilizados para a disjunção maxilar geralmente são ancorados nos primeiros molares e pré-molares maxilares. A taxa de ativação do parafuso expensor recomendada por Hass (1961) é de aproximadamente de 0.25 a 0.5mm por dia. Entretanto, na literatura existe a sugestão de variados protocolos de ativação sem, contudo, apresentar significantes diferenças nos resultados alcançados. Modernos aparelhos de expansão rápida são capazes de gerar cerca de 10 Kg de força por ativação no apoio dos dentes (ISAACSON, 1964), ou seja, valor muito além das forças ortodônticas habituais. Parece razoável prever que tais forças irão reabsorver raízes dos dentes de ancoragem (BARBER; SIMS, 1981).

Entretanto, existe uma lacuna na literatura, se a variação no tipo de ancoragem dentária durante a ERM promoveria diferentes tipos de alterações na topografia superficial radicular. Será que dentes anelados que ao receberem uma

carga mecânica binária, sofreriam alterações na topografia radicular diferentes de dentes que recebem apenas apoio pontual do aparelho disjuntor?

Diante da importância clínica de se identificar precocemente as reabsorções radiculares nas superfícies dos dentes que servem de suporte para ERM o objetivo desta pesquisa foi estudar as mudanças na topografia superficial radicular de dentes submetidos à ERM, testando a hipótese nula que a RRE é semelhante em duas formas distintas de ancoragem: 1) anéis ortodônticos e 2) fio metálico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar e comparar, por meio de exame histológico, as alterações na topografia radicular de dentes que receberam formas diferentes de ancoragem durante a ERM.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) avaliar e comparar a topografia superficial dos primeiros pré-molares ancorados com e sem anéis ortodônticos submetidos à ERM, estudando a presença e a morfologia das reabsorções radiculares;
- b) mensurar e comparar a área total, profundidade, largura e área de reparo das reabsorções radiculares e avaliar possíveis relações dessas variáveis com o tipo de ancoragem (banda ou fio), superfície radicular (vestibular, palatina e interproximal), terço da raiz (médio e cervical);
- c) avaliar e comparar a presença e característica morfológica de tecidos de reparação nas reabsorções radiculares dos primeiros pré-molares ancorados com e sem anéis ortodônticos submetidos à ERM.

### 3 METODOLOGIA

Esse estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) sob o número CAAE 09172512.7.0000.5137 (ANEXO A).

#### 3.1 Amostra

Foram selecionados para o estudo, 9 indivíduos que participaram do processo de triagem para tratamento na clínica de Ortodontia do Curso de Mestrado Profissionalizante da PUC Minas. Tais pacientes deveriam atender os critérios de elegibilidade e receberam o tratamento de suas más oclusões sem ônus, inclusive dos exames complementares de rotina.

Os pacientes selecionados deveriam apresentar atresia maxilar, apinhamento dentário maxilar e/ou biprotrusão maxilar com indicação de expansão rápida maxilar e exodontia de primeiros pré-molares.

Os pacientes e seus responsáveis foram orientados sobre a participação no presente estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com as normas éticas vigentes.

#### 3.2 Critérios de inclusão

- a) pacientes jovens – faixa etária 12 aos 17 anos;
- b) boa saúde sistêmica;
- c) saúde periodontal (inflamação gengival mínima com profundidade de sondagem  $\leq 3$  mm, sem perda óssea determinada por radiografia);
- d) primeiros molares e pré-molares sem tratamento endodôntico;
- e) presença dos primeiros pré-molares em boca com pelo menos estágio nove de desenvolvimento de Nolla, sem comprometimento clínico e radiográfico;
- f) presença de atresia maxilar, com necessidade de disjunção palatina.
- g) necessidade de exodontia dos primeiros pré-molares para fins ortodônticos.



O tratamento e as exodontias foram realizados somente após esclarecimento aos pais e pacientes sobre o estudo e autorização mediante assinatura do Termo de Livre Consentimento elaborado segundo as normas do COEP/PUC Minas.

### **3.3 Critérios de exclusão**

- a) problemas de ordem sistêmica que contra indicasse o tratamento proposto;
- b) histórico de doença periodontal;
- c) pacientes fora da faixa etária;
- d) pacientes que apresentavam bruxismo;
- e) presença de primeiros pré-molares com restauração atingindo dentina;
- f) tratamento ortodôntico prévio.

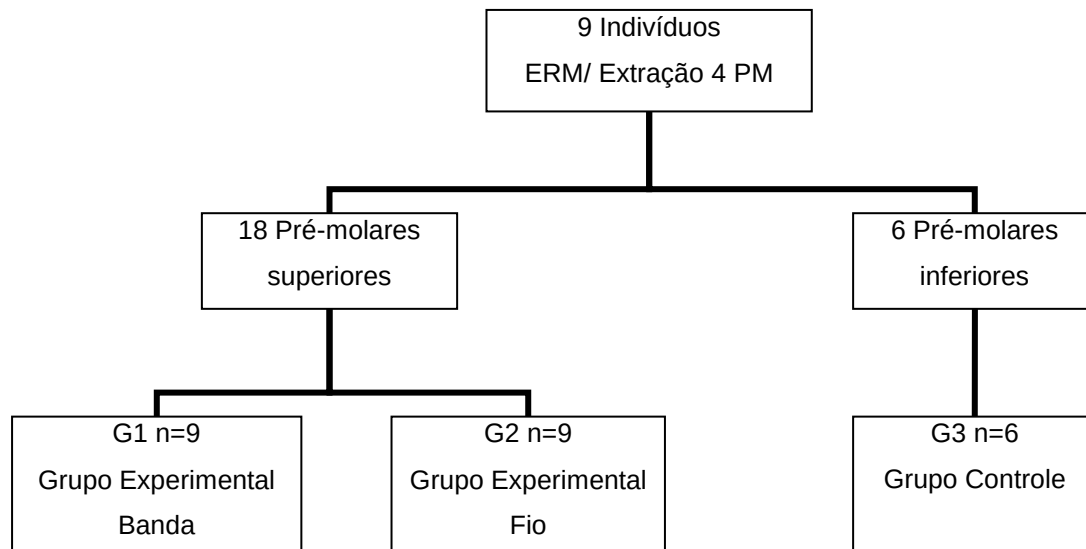
Todos os pacientes receberam instruções de higiene oral e foram monitorados de perto para evitar inflamação dos tecidos gengivais.

### **3.4 Distribuição da amostra**

Da amostra de 9 indivíduos submetidos ao tratamento ortodôntico com disjunção palatina e extração dos primeiros pré-molares, foram avaliados os primeiros pré-molares superiores e 6 pré-molares inferiores de 3 pacientes, totalizando 24 dentes, que foram divididos em três grupos através de um sistema de boca dividida de acordo com o Fluxograma 1.

- a) G1: 9 primeiros pré-molares superiores ancorados com bandas que foram submetidos à ERM;
- b) G2: 9 primeiros pré-molares superiores, submetidos à ERM, ancorados através da extensão do fio do disjuntor apoiado à superfície palatina do dente;
- c) G3: 6 primeiros pré-molares inferiores de 3 pacientes que serviram como grupo controle, por não terem sido submetidos a qualquer força ortodôntica.

### Fluxograma 1: Desenho do estudo



**Fonte:** Elaborado pela autora

Os dentes foram extraídos após 14 semanas do início do tratamento (2 semanas de disjunção e 12 semanas de contenção). Após a exodontia e o processamento adequado para o transporte ao laboratório, tais dentes foram fixados em formalina neutra tamponada 10% para avaliação histológica de rotina com técnicas de coloração com hematoxilina-eosina (HE). Os dentes foram avaliados em cortes no sentido axial para possibilitar a visualização completa da raiz de acordo com a Figura 1:

### Figura 1: Avaliação da raiz em visão axial



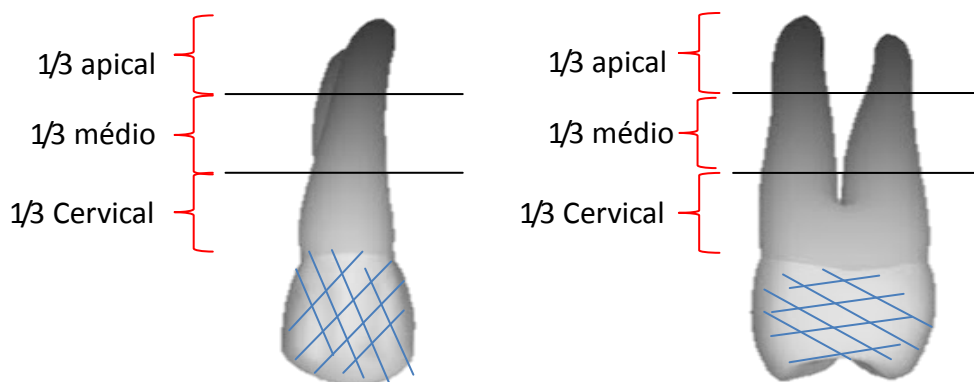
**Fonte:** Arquivo pessoal

A raiz foi avaliada em 3 terços no sentido cervico-apical de acordo com a Figura 2, sendo:

- a) terço cervical: limite amelo-cementário mais 4 mm no sentido apical;
- b) terço apical: ápice radicular mais 4 mm no sentido coronal.

c) terço médio: região correspondente entre os terços descritos.

**Figura 2: Avaliação da raiz dividida em terços**



Fonte: Elaborada pela autora

### 3.5 Confeção do aparelho

O parafuso disjuntor utilizado foi do “tipo Hyrax”, (Morelli, Sorocaba, BR) com 9mm de capacidade de expansão. A sua configuração foi modificada para o propósito desta investigação (Figura 3). Anéis ortodônticos (American Orthodontics, Sheboygan, EUA), foram adaptados aos dois primeiros molares permanentes superiores e em um primeiro pré-molar superior que foi escolhido aleatoriamente para cada indivíduo. A preparação para a instalação dos anéis foi feita pelo afastamento do dente com separador elástico (Morelli ®) por 7 dias. A moldagem de transferência foi feita com alginato (AvaGel ®) e os modelos de estudo foram confeccionados com gesso pedra especial (ASFER- Industria química Ltda.). A cimentação dos anéis foi realizada com cimento de ionômero de vidro Vidrion C (SS White, Gloucester, RU).

**Figura 3: Aparelho utilizado na pesquisa**



Fonte: Elaborado pela autora

### 3.6 Protocolo de ativação

A ativação inicial do parafuso disjuntor aconteceu 7 dias após a sua cimentação. Foi transmitida instrução aos responsáveis pelos pacientes de como as ativações deveriam ser feitas em casa, com a demonstração de 2 ativações na própria Clínica da PUC Minas. Uma destas ativações foi feita pelo aluno e a outra pelo responsável. Foi recomendado realizar as ativações 2 vezes ao dia, ou seja,  $\frac{1}{4}$  de volta pela manhã e  $\frac{1}{4}$  de volta a noite por 14 dias. Foi medida a quantidade de diastema presente após a fase ativa da disjunção. Uma visita para controle clínico aconteceu com 7 dias na Clínica da PUC Minas. Cada ativação do aparelho equivale a uma expansão de 0,20mm alcançando uma expansão de 6 mm após o período total. Essa quantidade de ativação foi padronizada para todos os pacientes. Após essa fase de expansão, o parafuso foi fixado com fio de amarelo e mantido como contenção por 90 dias.

Em seguida, os primeiros pré-molares foram extraídos. A extração destes dentes foi realizada por um mesmo cirurgião instruído a evitar qualquer contato do fórceps com o cimento cervical causando o mínimo de trauma possível às superfícies radiculares.

### 3.7 Métodos de processamento e avaliação histológica

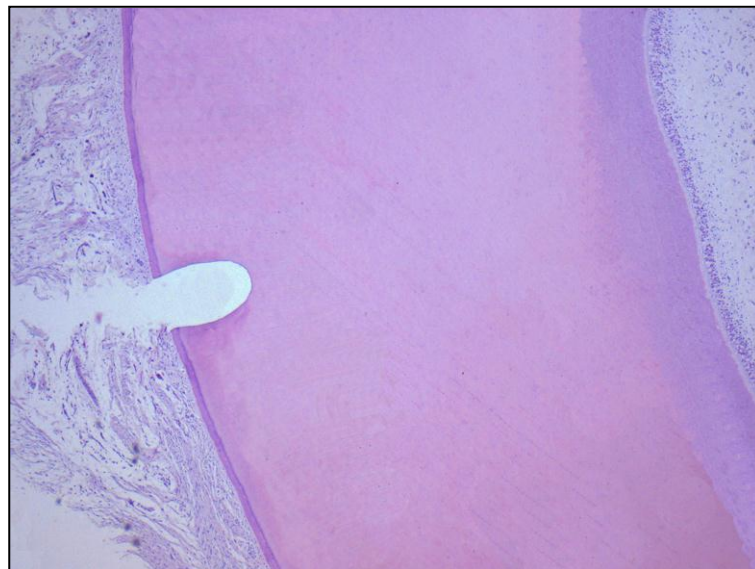
O preparo e a avaliação histológica dos espécimes foram realizados no laboratório de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Após a exodontia os dentes foram lavados em água corrente e logo após foi realizada uma marcação (sulco) na superfície palatina dos dentes (Figura 4) por todo o comprimento da raiz com o auxílio de um disco diamantado dupla-face sob-refrigeração com água abundante. Foi medido o comprimento radicular e, após a mensuração, o terço apical foi seccionado. Os dentes foram fixados em formalina neutra tamponada 10% por 72 horas para avaliação histológica de rotina com técnicas de coloração HE. Após 6 horas de fixação, foram seccionadas as coroas dos dentes para possibilitar uma melhor infiltração da solução fixadora pelo canal radicular. Logo depois de fixados, os dentes foram desmineralizados inicialmente pela solução de Planck por 36 horas e posteriormente colocados em solução de

EDTA (Ácido Etileno Diamino Tetracético) a 10%, pH 7.4 por aproximadamente 30 dias. Durante esse período, foram feitas trocas da solução, mantendo-se o controle vigilante da desmineralização. Para acelerar o processo de desmineralização foram realizados 20 ciclos de 3 minutos na “potência 5” de um forno micro-ondas com a solução desmineralizadora de EDTA, os frascos contendo os fragmentos eram submersos em gelo e a temperatura era monitorada de forma a não exceder 40°C.

Após lavagem em água corrente por 24 horas, os dentes foram processados de acordo com o Quadro I e incluídos em parafina. Cortes histológicos semi-seriados de 6µm de espessura foram obtidos de forma que a avaliação do comprimento da raiz correspondesse a aproximadamente 1mm para cada terço avaliado. Posteriormente, as lâminas foram coradas com hematoxilina e eosina e avaliadas em microscópio de luz (Photomicroscope; Olympus BX50, Tokyo, Japan).

**Figura 4: Sulco na superfície palatina da raiz do pré-molar**



**Fonte:** Arquivo pessoal

**Quadro 1 - Processamento das amostras para microscopia de luz (ML)**

| ETAPAS DO PROCESSAMENTO             | SOLUÇÕES E TEMPOS UTILIZADOS                                                               |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| LAVAGEM                             | Água destilada 24 horas.                                                                   |
| DESIDRATAÇÃO                        | Álcool Etílico (70% a 95%) – banhos 30 min.<br>Álcool Etílico 100% – 3 banhos 30 min cada. |
| DIAFINIZAÇÃO                        | Xilol – 3 banhos (20 minutos cada)                                                         |
| INFILTRAÇÃO                         | 3 banhos parafina 58° C<br>(1 de 30 min e 2 de 40min)                                      |
| INCLUSÃO                            | Parafina fluidificada                                                                      |
| MICROTOMIA                          | 6µm                                                                                        |
| COLORAÇÃO                           | Hematoxilina – eosina (HE)                                                                 |
| AVALIAÇÃO MICROSCÓPICA E FOTOGRAFIA | Microscópio Olympus BX50                                                                   |

**Fonte:** Elaborado pela autora

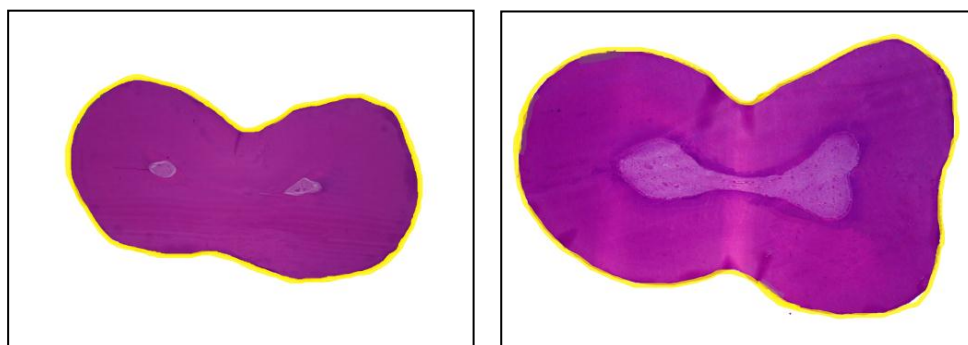
De cada amostra, o corte contendo maior reabsorção radicular foi escolhido para a investigação. Foram realizadas fotografias dos cortes selecionados em um microscópio de luz com a objetiva de ampliação de 10 vezes. Para avaliação

morfométrica o terço apical foi desprezado, pois observamos que esta região apresenta alterações fisiológicas que poderiam interferir nas medidas realizadas.

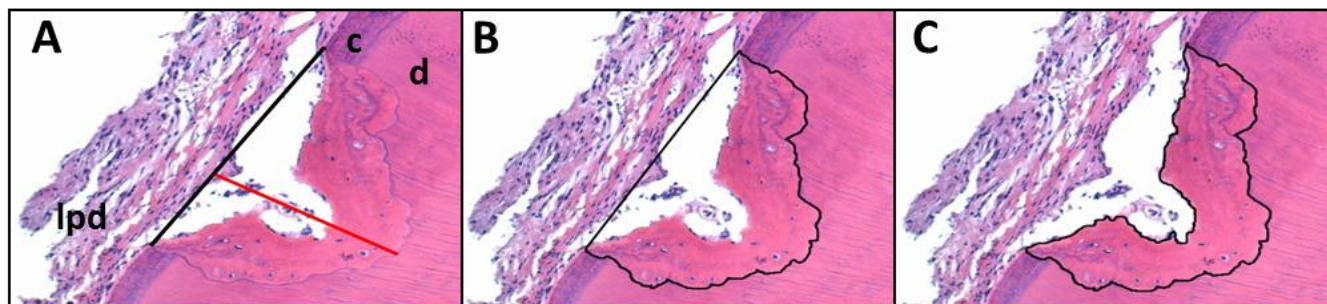
Para a mensuração da área total de cada terço avaliado foram utilizados fotografias em Lupa estereoscópica (Leica EZ4, Wetzlar, Germany) no aumento de 10x, pois neste aumento foi possível fotografar integralmente o corte. Um examinador apenas realizou todos os registros cegando os grupos e dentes.

As avaliações histológicas foram realizadas através do software Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Md, EUA). As medidas incluíram a área total do terço avaliado ( $\text{mm}^2$ ) (Figura 5), determinada pela área total do fragmento mais a soma das áreas de reabsorção existentes excluindo a área de reparo; a largura de cada área de reabsorção ( $\mu\text{m}$ ), usando uma linha de união das extremidades da lacuna (Figura 6A - Linha preta); a profundidade de reabsorção ( $\mu\text{m}$ ) de cada lacuna medida por uma linha a partir do ponto mais profundo visível da cavidade perpendicular à linha utilizada para medir a largura da reabsorção na superfície da raiz (Figura 6A - Linha vermelha); área total de reabsorção ( $\mu\text{m}^2$ ) incluindo a área de reparo (Figura 6B) e área de reparo apenas ( $\mu\text{m}^2$ ) (Figura 6C).

**Figura 5: Contorno da área total do terço cervical e médio**



**Fonte:** Arquivo pessoal

**Figura 6: Ilustração das medidas realizadas**

**Legenda:** Em **A**, a linha preta representa a largura da área de reabsorção, em vermelho observamos a profundidade da reabsorção atingindo dentina; Em **B** esta delimitada a área de reabsorção; Em **C** a área de reparo da reabsorção. Lpd, ligamento periodontal; c, cimento; d, dentina.

**Fonte:** Arquivo pessoal

### 3.8 Análise estatística

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo operador que não possuía conhecimento da identificação do dente analisado. Estatística descritiva, incluindo médias, desvios-padrão e mediana foi calculada para todas as variáveis. Para avaliação qualitativa, a associação entre reabsorção radicular e: 1) o tipo de ancoragem; 2) a região radicular (terço médio e cervical); 3) a superfície (vestibular, palatina e interproximal) foram estudadas por meio de teste estatístico Chi-quadrado de Pearson a partir de tabelas 2xN. Para análise quantitativa, as variáveis contínuas foram analisadas na busca da confirmação dos pressupostos de normalidade e homocedasticidade, por meio dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. Estatística paramétrica ou não paramétrica foi empregada na dependência desses achados. As análises foram feitas por meio do programa SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). O nível de significância para todos os testes estatísticos foi preestabelecido em 5%.



#### 4 ARTIGO

**Rapid maxillary expansion: is the abutment anchorage type associated with external root resorption?**

Artigo formatado para envio ao American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (Qualis A1).

As normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://www.ajodo.org/authorinfo>.

## **Rapid maxillary expansion: is the abutment anchorage type associated with external root resorption?**

Martins DC<sup>1</sup>, Reis IDG<sup>2</sup>, Silva GAB<sup>3</sup>, Oliveira DD<sup>4</sup>, Souki BQ<sup>5</sup> and Nunes E<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Orthodontic Resident, Graduate Program in Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>2</sup>Biomedicine undergraduate student, Department of Morphology, Biological Sciences Institute, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>3</sup>Associate Professor, Department of Morphology, Biological Sciences Institute, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>4</sup>Associate Professor and Program Director of Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>5</sup>Associate Professor, Graduate Program in Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

<sup>6</sup>Associate Professor, Department of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

---

**Corresponding author:** Débora Cristina Martins, DDS, MSD

**Address:** Av. Dom José Gaspar, 500, CEP. 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

**Phone:** 55-31-33194414

**Email:** deboracristinamartins@hotmail.com

## ABSTRACT

**Introduction:** The rapid maxillary expansion (RME), a technique widely used in orthodontics, is associated with the emergence of external root resorption ERR in the upper posterior teeth. Although much has been studied about the theme, there is a gap in the literature on whether type of anchorage during RME can promote different changes in the topography of the root surface. Therefore, the purpose of this work was to assess the RRE in teeth when two types of anchorage are used **Methods:** Eighteen first premolars of nine individuals who underwent RME were extracted three months after palatine expansion and then submitted to histological analysis. The teeth were divided into two groups based on both system of divided mouth and type of anchorage for RME. The first group consisted of nine upper first premolars anchored with bands. The second group also consisted of nine upper first premolars, but they were anchored along the extension of the expander appliance's wire in relation to the palatine surface of the tooth. As control group, six lower first premolars were used as they had not been submitted to any orthodontic force. **Results:** It was found the following: 1) all the teeth submitted to RME showed ERR at the level of cementum and dentin; 2) none of the controls showed ERR; 3) repair with cementum cells was observed in all resorption areas, but only one region had its resorbed area fully filled; 4) type of anchorage did not interfere with ERR; 5) there was no association between incidence of ERR and middle or cervical root third; and 6) the buccal root surface showed greater amount of ERR. **Conclusions:** The same pattern of ERR was found following RME with two types of orthodontic anchorage. ERR was more severe in the buccal root surface.

Keywords: Root resorption. Palatal expansion technique. Histology.

## INTRODUCTION

External root resorption (ERR) is a pathological process associated with a multifactorial etiology. Although asymptomatic, such root damage should be avoided when iatrogenic. Genetic predisposition, individual biological variability, and mechanical factors such as orthodontic treatments are involved in the ERR<sup>1-3</sup>.

Clinical assessment of ERR in the daily orthodontic practice is based on radiographies.<sup>4-5</sup> However, there are evidences that radiographic examination underestimates ERR in comparison with histological evaluation, which should be considered the gold-standard method of scientific investigation.<sup>6-9</sup>

Rapid maxillary expansion (RME) was presented over 150 years ago,<sup>10</sup> but after its re-introduction by Haas in the mid 1960's, great popularity was achieved. Therefore, palatal expanders have been extensively used in the last decades for orthodontic treatment of transversal discrepancies. The anchor units in the palatal expander play an important role in the success of RME. The original Haas expander<sup>11</sup> presented banded maxillary first permanent molars and first premolars, while other posterior abutment teeth had only a wire extension support. Later, the removal of first premolar bands were proposed in order to simplify the technique. During RME, heavy load is employed to open the palatine suture,<sup>12</sup> which is associated with significant ERR.<sup>13-18</sup>

In this sense, however, there is a gap in the literature on whether the type of anchorage during RME is associated or not with ERR. Do banded teeth during RME suffer more ERR than wire anchored teeth?

Due to its clinical importance to orthodontic treatment planning and appliance design, the aim of this study is to test the null hypotheses that ERR is similar when bands and wire used as anchorage during RME, using histological analysis.

## MATERIAL AND METHODS

The sample consisted of 24 teeth from nine young patients wearing permanent appliance, four boys and five girls who attended the Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Brazil, for dental treatment. The mean age was 15.2 years old at the beginning of the treatment. The patients and their caregivers were instructed on the participation in the present study and they also signed an informed consent form according to the ethics norms in force. The study protocol was approved by the local ethical research committee (CAAE: the Pontifical Catholic University of Minas Gerais).

No patient had history of previous orthodontic and/or orthopedic treatment, bruxism, dental trauma or presence of carious lesions in the region of the first premolar. As inclusion criteria, the patients should present maxillary atresia, maxillary dental crowding and/or maxillary bi-protrusion with indication of rapid maxillary expansion (RME) and extraction of first premolars. The exclusion criteria were the following: 1) age below 12 and above 17 years old, 2) systemic problem limiting the treatment proposed, 3) history of periodontal disease, 4) previous orthodontic treatment, 5) orthodontically treated first and molars and premolars, 6) absence of first molars, 7) clinically and radiographically compromised premolars not reaching at least the Nolla stage 9 (almost complete root formation with open apex), and 8) patients who have broken or lost appliances.

The Hyrax appliance (Morelli, Sorocaba, Brazil) was modified for the present study (Fig. 1), being cemented to the upper arch and used with maximum aperture of 9.0 mm. Orthodontic bands (American Orthodontics, Sheboygan, USA) were attached to the first permanent molars and to only one first premolar, which was randomly chosen, based on a system of split mouth. The first contralateral premolar was anchored on the palatine surface by means of an orthodontic wire. The screw was activated four turns (0.8 mm) after the placement of the appliance, followed by one turn twice a day (morning and night) during 14 days. Therefore, the expansion screw was activated at a mean rate of 6.4 mm in all patients. Following the active expansion, the appliance was kept as a form of contention for three months.

Preparation and histological evaluation of the samples were performed in the Morphology Laboratory of the Biological Sciences Institute of the Federal University of Minas Gerais (UFMG).

The teeth were extracted after 14 weeks of treatment (2 weeks of disjunction and 12 weeks of contention) by only one surgeon-dentist, who had been instructed to avoid any contact of the forceps with tooth cervix. Of the 24 premolars extracted, six were first lower premolars that were extracted before the beginning of the orthodontic treatment of the patients, thus these teeth served as controls as they had not been submitted to orthodontic forces.

After extraction, the teeth were washed with tap water and then a sulcus was performed on the palatine surface of the teeth along their root length by using a double-faced diamond disk under cooling with water in abundance. Following measurement of the root length, the apical third was sectioned. The teeth were fixed in 10% buffered neutral formalin for 72 hours for histological evaluation using staining techniques with hematoxylin-eosin

(HE). After six hours of fixation, the tooth crowns were sectioned in order to allow better infiltration of the fixing solution into the root canal. Next, the teeth were initially demineralized with Planck's solution for 36 hours and then placed in 10% EDTA solution (ethylene diamine tetra-acetic acid) at pH of 7.4 for approximately 30 days. During this period, the solutions were replaced in order to keep the demineralization under control. To speed up the demineralization process, 20 cycles of 3 minutes at "potency 5" were performed in a microwave oven with the EDTA solution, and the flasks containing the samples were immersed into ice-cold solution and the temperature was monitored to be kept at 40° C.

After washing the teeth with tap water for 24 hours, they were processed and inserted into paraffin. Histological semi-serial sections of 6mm thickness were obtained so that the evaluation of the root canals could correspond to approximately 1mm for each third evaluated. Next, the slides were stained with HE and evaluated by using a light microscope (Photomicroscope; Olympus BX50, Tokyo, Japan).

Axial sections of the teeth were used for evaluation in order to allow all root surfaces to be viewed, as shown in Fig. 2.

The root was evaluated in three thirds in the cervical-apical direction, as shown in Fig. 1, with each third being divided according to predetermined sites as follows:

- a) Cervical third: amelo-cementum junction greater than 4 mm in the apical direction;
- b) Apical third: root apex greater than 4 mm in the coronal direction;
- c) Middle third: half of the remaining root length.

The section containing the largest root resorption from each sample was chosen for investigation. The sections chosen by light microscopy were photographed at 10x magnification. For morphometric assessment, the apical third was not considered, since we noted that this region showed physiological changes that might interfere with the measurements already made.

Glass magnifying images (Leica EZ4, Wetzlar, Germany) were obtained at 10x magnification for measurement of the total area of each third evaluated, thus allowing the sections to be fully photographed. A blind examiner made all records regarding groups and teeth.

The histological evaluations were performed by using the Image J software (National Institutes of Health, Bethesda, Md, USA). The measurements included the total area of the third evaluated (Fig. 3), determined by the total area of the fragment plus the existing areas of

resorption, except the repair area; the width of each area of resorption, determined by the line of union of the lacuna extremities (Fig. 4, A – blue line); the depth of resorption of each lacuna measured by a line, from the deepest visual point of the cavity, perpendicular to the line used to measure the resorption width in the root surface (Fig. 4, A – red line); total area of resorption, including area of repair (Fig. 4, B); and area of repair only (Fig. 4, C).

### **Statistical Analysis**

All the measurements were performed by the same person, who did not know the teeth being studied. Descriptive statistics was also performed by calculating means, standard-deviations and medians for all variables. For qualitative assessment, the association between root resorption and 1) type of anchorage, 2) root region (middle and cervical thirds), 3) root surface (buccal, palatine, and interproximal) were studied by using the Person's chi-square test in a 2xN table. For quantitative analysis, the continuous variables were analysed in order to confirm the assumptions of normality and homoscedasticity by means of statistical tests, respectively, Kolmogorov-Smirnov and Levene. Either parametric or non-parametric statistics was used to assess the dependence of these findings. Analyses were performed by using the SPSS 12.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) at a significance level of 5% in all statistical tests.

## **RESULTS**

### **All teeth showed external root resorption at the level of cementum and dentin**

None of the six mandibular premolars used as controls showed root resorption in the histological evaluation (Fig. 5A).

After RME and extraction of the first upper premolars, it was observed that all the teeth showed resorption areas reaching cementum and dentin. It was also noted the presence of repair with cells of cementum in several areas of resorption (Fig. 5B), whereas only one tooth had its resorbed area fully filled with repair tissue (Fig. 5C). In all cases, the contour of the resorption area could be easily viewed in the histological evaluation (Fig. 5D).

The mean proportion of tissue repaired in the total area of resorption was 37%. The mean resorption depth was 177.59mm and mean width was 856.59mm.

### **The pattern of ERR was similar when different types of orthodontic anchorage is used**

When both types of premolar anchorage (i.e. with orthodontic ring or wire) were compared in qualitative analysis, no statistically significant difference was observed regarding

the presence of ERR,  $p > 0.05$  (Table I). In the quantitative analysis, the dependent variables (total area, repair area, width and depth of resorption) were not also related to the type of anchorage used, demonstrated by  $P$  value greater than 0.05 (Table II).

### **ERR was not associated with radicular cervical or medium thirds**

There was no association between RRE and root thirds (Tables I and IV). The incidence of ERR in the middle and cervical thirds was found to be similar. Of the 54 regions analysed, resorption was found in 19 middle thirds and in 18 cervical thirds. In addition, the quantitative analysis (Table IV) showed that there was no association between dependent variables (total area, repair area, width and depth of resorption) and the root third evaluated, which was demonstrated by  $P$  value greater than 0.05.

### **Radicular buccal surface presented more ERR than other surfaces following RME**

In the comparison between buccal, palatine and interproximal surfaces, the buccal surface presented more ERR than the interproximal and palatine ones (Table I).

Besides, the buccal surface showed more severely affected, with greater width and depth of resorption, including repair area, comparing to those of the palatine surface ( $p < 0.05$ , Table III).

## **DISCUSSION**

All the maxillary premolars submitted to RME, in the present study, showed ERR reaching cementum and dentin. This finding is corroborated by Barber and Sims,<sup>15</sup> Odenrick et al,<sup>16</sup> Langford and Sims,<sup>17</sup> and Everdi et al.<sup>18</sup> Therefore, there is evidence that RME is associated with a pathological response involving root resorption of the anchoring teeth. In addition, we suggest in our study that this process evolves even after the active phase of treatment, since histological evaluation of the teeth was performed after 3 months of contention. According to Barber and Sims,<sup>15</sup> this probably occurs due to the accumulated loads in the appliance, even after the activation period. Nevertheless, Zimring and Isaason<sup>19</sup> reported that the loads remaining in the disjunctive appliance after expansion are completely dissipated within 5 to 7 weeks. Therefore, one should expect that the ERR associated with the dissipation of forces would be limited to the short period of inactivation. A possible explanation for the presence of histological signs of active ERR after 3 months of contention is that even after dissipation of the forces of the disjunctive appliance, the remaining forces



make the alveolar bone be pressed against the buccal surface of the teeth stabilised by this appliance.

The duration of the contention period is rather controversial in the orthodontic field.<sup>19-</sup>  
<sup>21</sup> Periods ranging from 3 to 12 months are recommended. Apparently, the longer is the contention period, the greater the stability. According to Thorne et al,<sup>22</sup> a minimum period of 3 months was chosen for our study. This choice was made in order to identify changes in the root surfaces in this initial phase as well as to meet the ethical principle of efficiency, allowing the corrective orthodontic therapy to be initiated as early as possible with retraction of canines and without delaying the treatment. Langford and Sims<sup>17</sup> found no relationship between length of contention and ERR in their study. However, Barber and Sims<sup>15</sup> reported that ERR was more significant between the end of the expansion and after 3 months of contention. Vardimon et al<sup>23</sup> observed that cementum is rapidly laid down during the period of contention, but the increase in the formation of Sharpey's fibres occurs during the post-contention period, therefore restricting the length of this phase. However, the period of time used in the present study is in accordance with the minimum period needed for maintenance of the passive appliance in order to avoid significant relapse and prevent further resorption, which might be related to this contention time. It is possible, nevertheless, to speculate that several findings can be found for different contention periods. It is suggested that similar research should be conducted with longer periods of contention.

Although studies using computed tomography show that type of anchorage during RME has an impact on dental-skeletal and periodontal changes,<sup>24,25</sup> indicating that systems of different forces are applied when orthodontic rings are used for retention. In our study, the orthodontic ring had no association with qualitative and quantitative aspects of ERR. The pattern of ERR found in the premolar anchorage using orthodontic ring was absolutely equal to that identified when only one orthodontic wire was used to support these teeth. Because there is no previous studies in the literature comparing these both types of anchorage (orthodontic ring and wire) in a system of divided mouth, one cannot make comparisons in relation to this finding. It was found that when both types of appliances were compared (Haas vs. Cast Cap Splint), no statistically significant difference was found in relation to the nature and frequency of resorption.<sup>18</sup>

With regard to the root surface severely affected by RME, it is well documented in the literature that ERR has more extensive, deeper and larger areas on the buccal surface.<sup>15-18</sup> This finding was also observed in our sample, including the finding that palatine surface was less affected by ERR after RME.<sup>15,16</sup> These findings may have probably occurred in function of

the decrease in the buccal plate thickness and increase in the palatine bone plate of the anchoring teeth during RME<sup>25</sup> caused by the buccal movement of the teeth. On the other hand, the presence of resorption on the palatine surface may have occurred due to the deflexion of the appliance, which produces inclination of the anchoring teeth.<sup>16</sup>

Previous studies<sup>15,16,18</sup> demonstrated that the apical third present less ERR after RME compared to the cervical and middle thirds. Therefore, for this reason, we decided in our study to exclude the quantitative evaluation of the apical third. Besides, the apical region presents a high prevalence of physiological changes that makes it difficult to interpret the results. On the other hand, there is no study in the literature assessing the differences in the resorption frequency between middle and cervical thirds.

The implications of ERR on the longevity of the teeth is uncertain.<sup>15</sup> Orban<sup>26</sup> already reported that the phenomenon of root resorption is transitory, with no or little harmful effect on the health and physiological function of the teeth in the long term. Nevertheless, there is little evidence presented in that study supporting this statement. In the present study, we found consistent evidence that cells of the cementum lay down in the areas of resorption following the end of the active treatment of RME. However, the complete repair of a resorption area by cementum cells was only observed at the affected region. Besides, this full filling of the root with cementum cells is not necessarily synonymous of re-ligation of the main periodontal fibres at the restored area.<sup>15</sup>

Therefore, the findings reported in the present study bring the practitioners the need to consider the risk of unchaining ERR when RME is performed. Unfortunately, the dentist cannot precisely estimate the extension of root resorption caused by RME. In addition, we have demonstrated for the first time that the use of orthodontic ring, as a form of anchorage, promoted no further ERR compared to the support by orthodontic wire. It is also suggested that the possible harms caused by maxillary disjunction to teeth and supporting tissues should be assessed in the long term.

## CONCLUSION

- a) ERR at the level of dentin and cementum was found following RME;
- b) cementum repair was found in 37% of the resorbed area after 3 months of RME retention;
- c) the type of anchorage (orthodontic band or wire) had no influence on ERR;

- d) middle and cervical thirds of the first premolars submitted to RME showed the same incidence of ERR;
- e) buccal root surface presented higher incidence of ERR. Buccal root surface presented more extensive, deeper and larger areas of resorption, including repair area, compared to the palatine surface.

## REFERENCES

1. Weltman B, Vig KW, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;137:462-76.
2. Bartley N, Türk T, Colak C, Elekdağ-Türk S, Jones A, Petocz P et al. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011;139:353-60.
3. Zahrowski J, Jeske A. Apical root resorption is associated with comprehensive orthodontic treatment but not clearly dependent on prior tooth characteristics orthodontic techniques. *J Am Dent Assoc* 2011;142,66-8.
4. Hollender L, Ronnerman A, Thilander B. Root resorption, marginal bone support and clinical crown length in orthodontically treated patients. *Eur J Orthod* 1980;2:197-205.
5. McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons A. External root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod* 2000;70:227-32.
6. Acar A, Cançüre U, Kocaaga M, Elverdi N. Continuous vs. Discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod* 1999;69:159-63.
7. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119:489-97.
8. Daimaruya T, Nagasaka H, Umemori M, Sugawara J, Mitani H. The influences of molar intrusion on the inferior alveolar neurovascular bundle and root using the skeletal anchorage system in dogs. *Angle Orthod* 2001;71:60-70.
9. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod* 1995;65:395-401.
10. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosmos* 1860;1:540-44.
11. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.
12. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. II. Forces present during treatment. *Angle Orthod* 1964;34:261-70.

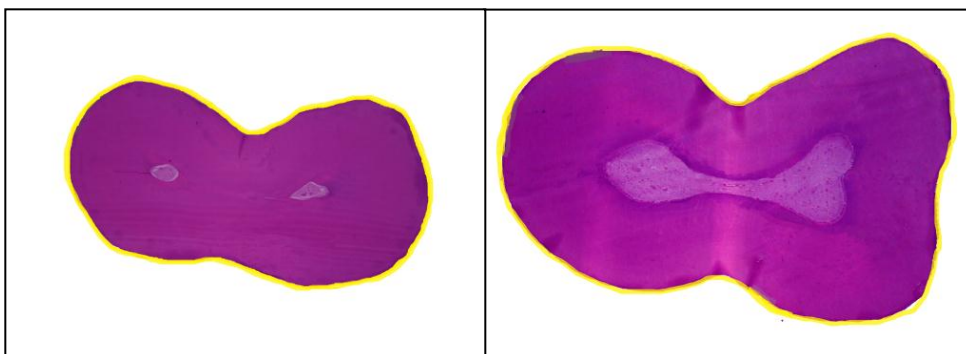
13. Rinderer L. The effects of expansion on the palatal suture. *Trans Eur Orthod Soc* 1966;42:365-82.
14. Timms DJ, Moss JP. An histomorphological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc* 1971;47:263-71.
15. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1981;79:630-52.
16. Odenrick L, Lilja E, Lindback K. Root surface resorption in two cases of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod* 1982;9:37-40.
17. Langford SR, Sims MR. Root surface resorption, repair and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1982;81:108-15.
18. Erverdi N, Okar I, Küçükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994;106:47-51.
19. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. III. Forces presente during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.
20. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.
21. Timms DJ. Long term follow-up cases treated by rapid maxillary expansion. *Trans Eur Orthod Sot* 1976;211-15.
22. Thorne NAH. Experiences on widening the median maxillary suture. *Trans Eur Orthod Soc* 1956;32:279-90.
23. Vardimon AD, Graber TM, Pitaru S. Repair process of external root resorption subsequent to palatal expansion treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993;103:120-30.
24. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion-Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-57.
25. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2006;129:749-58.
26. Orban B. Resorption and repair on the surface of the root. *J Am Dent Assoc* 1928;15:1768-77.

**FIGURES AND TABLES LEGENDS**

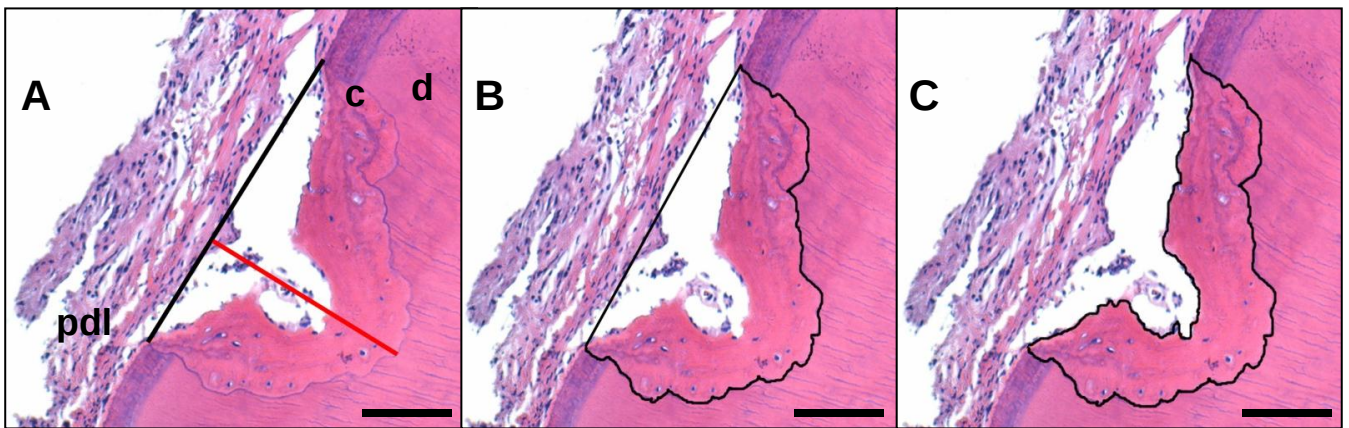
**Fig 1.** Appliance used in the study



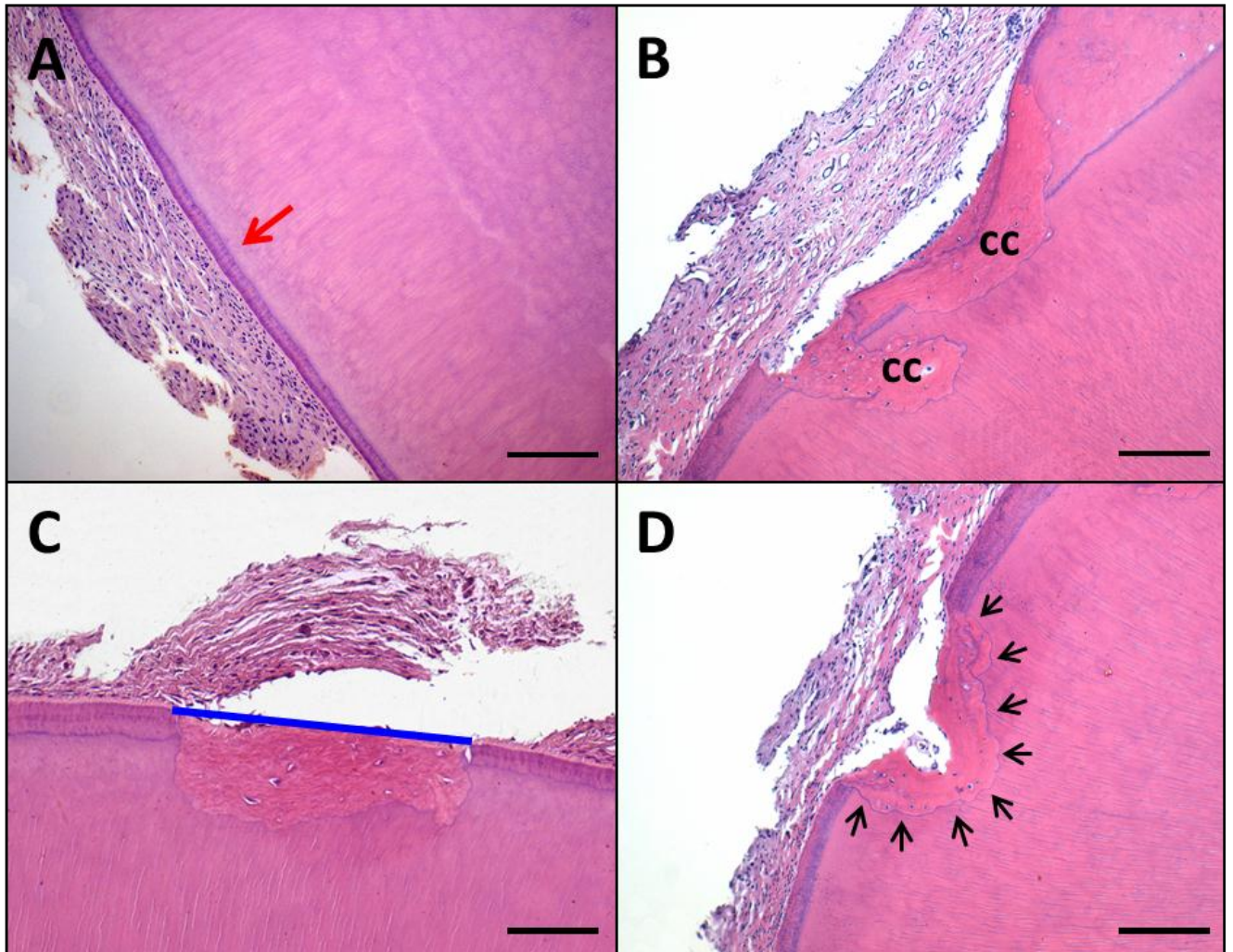
**Fig 2.** Diagram of root sectioning



**Fig 3.** Contour of the total area of the cervical and middle thirds



**Fig 4.** In **A**, the black line represents the width of resorption area; in red, one can see the depth of resorption reaching the dentin; in **B**, one can see the delimitation of the resorption area; in **C**, area of resorption repair. **Pdl**= periodontal ligament, **c**= cementum, **d**= dentin. Bar = 150 $\mu$ m. Bar = 150 $\mu$ m.



**Fig 5.** In **A**, The red arrow indicates intact cementum in the control group teeth; **B**, It's seen the repair with cellular cementum (**cc**) within the resorption area; **C**, The blue line shows radicular outline reestablished after cc repair; **D**, The black arrows indicates the resorption area outline, easily seen at the histologic examination.



**Table I** - Association between ERR and anchorage type, tooth's surface, and tooth's root.

|                 |          | ERR |    | Chi-Square<br>test |
|-----------------|----------|-----|----|--------------------|
| Variable        |          | yes | No | <i>p</i> - Value   |
| Anchorage type  | Band     | 23  | 31 | .068 NS            |
|                 | Wire     | 14  | 40 |                    |
| Tooth's surface | B        | 19  | 17 | .002*              |
|                 | P        | 5   | 31 |                    |
|                 | I        | 13  | 23 |                    |
| Tooth's root    | Middle   | 19  | 35 | .839 NS            |
|                 | Cervical | 18  | 36 |                    |

\*P<0.05 significant statistics; NS, not significant; B-Buccal, P Palatal, I-Interproximal.

**Table II** - Association between anchorage type and ERR measurements (Area, Depth, Width and Repair area).

| ERR                           | Band    |         | Wire    |         | t-Test           |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|------------------|
|                               | Mean    | SD      | Mean    | SD      | <i>p</i> - Value |
| Area (µm <sup>2</sup> )       | 34823.8 | 69659.6 | 27842.6 | 65530.7 | 0.593 NS         |
| Depth (µm)                    | 66.4    | 93.2    | 42.1    | 86.4    | 0.164 NS         |
| Width(µm)                     | 265.9   | 529.5   | 162.2   | 329.9   | 0.232 NS         |
| Repair area(µm <sup>2</sup> ) | 16008.3 | 41679.3 | 7129.5  | 17080.8 | 0.065 NS*        |

\*nonparametric measurements: medians were used; P-values were obtained by independent *t*-Test; SD= indicates standard deviation. NS Not significant.



**Table III** - Association between tooth's surface and ERR measurements (Area, Depth, Width and Repair area).

| ERR                            | Buccal (B) |         | Palatal (P) |         | Interproximal (I) |         | ANOVA               |
|--------------------------------|------------|---------|-------------|---------|-------------------|---------|---------------------|
|                                | Mean       | SD      | Mean        | SD      | Mean              | SD      | <i>p</i> - Value    |
|                                |            |         |             |         |                   |         | 0.006 <sup>a*</sup> |
| Area (µm <sup>2</sup> )        | 54654.1    | 88860.2 | 6121.1      | 20580.5 | 33224.5           | 65968.0 | NS <sup>b,c</sup>   |
|                                |            |         |             |         |                   |         | 0.015 <sup>a*</sup> |
| Depth (µm)                     | 78.8       | 97.9    | 19.4        | 54.9    | 64.6              | 101.7   | NS <sup>b,c</sup>   |
|                                |            |         |             |         |                   |         | 0.008 <sup>a*</sup> |
| Width (µm)                     | 390.2      | 635.7   | 71.8        | 218.1   | 196.3             | 340.3   | NS <sup>b,c</sup>   |
|                                |            |         |             |         |                   |         | 0.012 <sup>a*</sup> |
| Repair area (µm <sup>2</sup> ) | 23311.6    | 46455.5 | 1745.7      | 7006.8  | 9649.3            | 26097.8 | NS <sup>b,c</sup>   |

<sup>a</sup> B versus P; <sup>b</sup> B versus I; <sup>c</sup> P versus I. NS Not significant. SD = indicates standard deviation.

\**P*<0.05 significant statistics; values were obtained by Anova One-way and by Post Hoc Test Bonferroni.

**Table IV** - Association between Tooth's root third and ERR measurements (Area, Depth, Width and Repair area).

| ERR                            | Middle third |         | Cervical third |         | t- Test          |
|--------------------------------|--------------|---------|----------------|---------|------------------|
|                                | Mean         | SD      | Mean           | SD      | <i>p</i> - Value |
| Area (µm <sup>2</sup> )        | 26282.1      | 55064.5 | 36384.3        | 78022.3 | 0.439 NS         |
| Depth (µm)                     | 51.7         | 84.2    | 56.8           | 96.7    | 0.769 NS         |
| Width (µm)                     | 223.7        | 480.3   | 205.3          | 405.9   | 0.833 NS         |
| Repair área (µm <sup>2</sup> ) | 13247.4      | 29982.1 | 9890.3         | 34123.5 | 0.588 NS         |

P-values were obtained by independent *t*-Test; SD = indicates standard deviation. *P*>0.05 indicates not significant (NS).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da associação entre reabsorção radicular externa e expansão rápida da maxila ser amplamente estudada, o tipo de ancoragem dos pré-molares submetidos as forças da expansão maxilar ainda não foi relatado. Partindo-se do pressuposto que o ortodontista faz parte da equipe interdisciplinar que cuida da manutenção da saúde oral, faz-se necessário um melhor entendimento sobre as alterações patológicas que podem ocorrer pós-tratamento de ERM levando em conta diferentes tipos de ancoragem.

Os resultados desta pesquisa nos habilitam a fazer algumas conclusões:

- a) os primeiros pré-molares maxilares submetidos à ERM apresentaram RRE envolvendo cimento e dentina, enquanto que os primeiros pré-molares mandibulares que serviram de controle não mostraram qualquer sinal de alteração na topografia radicular;
- b) foi verificada presença de reparo com cimento celular em diversas áreas de reabsorção, sendo que 37% da área reabsorvida foi reparada após 3 meses de contenção;
- c) o tipo de ancoragem (anel ortodôntico ou fio) não teve associação com a RRE;
- d) o terço radicular médio e cervical dos primeiros pré-molares submetidos à ERM apresentaram a mesma incidência de RRE;
- e) a superfície vestibular da raiz apresentou maior incidência de RRE;
- f) a superfície vestibular apresentou reabsorções com maior área, largura, profundidade e área de reparo quando comparada com a superfície palatina.

Nossos resultados sugerem que o clínico deve estar atento aos possíveis efeitos em longo prazo das alterações provenientes da ERM. O ortodontista não deve negligenciar a potencial influência da reabsorção radicular externa na manutenção das condições vitais dos dentes e tecidos de suporte, mesmo que os danos sejam muito pequenos e que somente se manifestem ao longo de muito tempo.

Durante o desenvolvimento dessa pesquisa passamos por diversas dificuldades e obstáculos a serem vencidos. O estabelecimento de uma metodologia coerente nos trouxe várias limitações. Começando pela dificuldade em se estabelecer parâmetros de comparação das condições de normalidade dos dentes avaliados pós-tratamento com ERM, uma vez que, nossa avaliação foi realizada por exame histológico. Dessa forma a solução viável e utilizada em outros trabalhos nessa área foi utilizar os pré-molares mandibulares dos mesmos pacientes como controle das características de normalidade dos dentes não submetidos a qualquer força ortodôntica.

Durante o processamento histológico desses dentes avaliados, foi necessário em projeto piloto desenvolver a metodologia para desmineralização desses tecidos, pois o que encontramos na literatura não atendia ao nosso prazo de tempo para execução dessa etapa. Após alguns testes chegamos então ao estabelecimento de uma sequência de procedimentos para alcançar a desmineralização suficiente dos dentes sem que comprometesse a estrutura do tecido. Porém, mesmo após vários testes, encontramos dificuldades na microtomia de algumas raízes dos pré-molares. Foi observado que uma variação de indivíduos interferiu em alguns casos na desmineralização suficiente para a continuação do processamento. No entanto, ajustamos alguns detalhes e trabalhamos muito para que não perdêssemos nenhuma amostra.

Após a etapa de processamento histológico dos dentes e confecção das lâminas tivemos que determinar como seria feita as mensurações que pretendíamos realizar. Com a ajuda de alguns pesquisadores chegamos ao consenso na utilização do software Image J para as avaliações quantitativas. O programa foi muito bem aceito e de fácil manuseio, o que trouxe resultados interessantes e importantes para o trabalho.

Apesar de todas as dificuldades que surgiram durante esses 2 anos de desenvolvimento dessa pesquisa, podemos dizer que o trabalho foi de grande valia para a ciência na Ortodontia e Odontologia em geral. Com todas as limitações que existem em trabalhos de histologia os resultados que encontramos possuem alta precisão e confiabilidade. Mais pesquisas devem ser realizadas nessa área, para enriquecer ainda mais a literatura de informações pertinentes. Talvez seria interessante avaliar em longo prazo as condições que esses mesmo dentes vão se

encontrar, para podermos chegar a conclusões futuras desses danos que foram causados pela ERM.

Agradeço em especial a Professora Gerluza Aparecida Borges Silva pela oportunidade em desenvolver essa pesquisa no laboratório de Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG e por toda a confiança que foi depositada no nosso trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AHANGARI, Z. et al. Interventions for the management of external root resorption. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v.16, n.6, CD008003, June 2010.
- ANGEL, E.C. Treatment of irregularities of the permanent adult teeth. **Dental Cosmos**, Philadelphia, v.1, n.10, p.540-544, May 1860.
- BARBER, A.F.; SIMS, M.R. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.79, n.6, p.630-652, June 1981.
- BARTLEY, N. et al. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.139, n.4, p.353-360, Apr. 2011.
- BAYSAL, A. et al. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. **Angle Orthodontist**, v.82, n.3, p.488-494, Aug. 2012.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. **Angle Orthodontist**, v.72, n.2, p.175-179, Apr. 2002.
- BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: the clinical aspects. **Angle Orthodontist**, v.72, n.2, p.180-184, Apr. 2002.
- ERVERDI, N. et al. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.106, n.1, p.47-51, July 1994.
- HASS, A.J. Rapid Expansion of the Maxillary Dental Arch and Nasal Cavity by Opening the Midpalatal Suture. **Angle Orthodontist**, v.31, n.2, p. 73-90, Apr. 1961.
- ISAACSON, R.J.; INGRAM, A.H. Forces produced by rapid maxillary expansion. II. Forces present during treatment. **Angle Orthodontist**, v.34, n.4, p. 261-270, Oct. 1964.
- LANGFORD, S.R.; SIMS, M.R. Root surface resorption, repair and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. **American Journal of Orthodontics**, v.81, n.2, p.108-115, Feb. 1982.
- MOYERS, R.E. **Ortodontia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- ODENRICK, L.; LILJA, E.; LINDBACK, K. Root surface resorption in two cases of rapid maxillary expansion. **British Journal of Orthodontics**, v.9, n.1, p.37-40, Jan. 1982.

PRIETSCH, J.R.; BOLOGNESE, A.M. Comportamento do periodonto de sustentação de primatas jovens (*Cebus apella*) submetidos à disjunção palatal. **Ortodontia Gaucha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.91-103, maio/dez. 1997.

RINDERER, L.; The effects of expansion on the palatal suture. **Transactions European Orthodontic Society**, v.42, p.365-382, Jul. 1966.

TIMMS, D.J.; MOSS, J.P. An histomorphological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. **Transactions European Orthodontic Society**, v.47, p.263-271, 1971.

VARDIMON, A.D.; GRABER T.M.; PITARU S. Repair process of external root resorption subsequent to palatal expansion treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.103, n.2, p.120-130, Feb. 1993.

WELTMAN, B. et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.137, n.4, p.462-476, Apr. 2010.

ZAHROWSKI, J.; JESKE, A. Apical root resorption is associated with comprehensive orthodontic treatment but not clearly dependent on prior tooth characteristics orthodontic techniques. **Journal of the American Dental Association**, v.142, n.1, p. 66-68, Jan. 2011.

**ANEXO A – Cópia da aprovação do Projeto no Comitê de Ética da PUC Minas**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -  
PUCMG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES PULPARES E DA TOPOGRAFIA RADICULAR DE DENTES SUBMETIDOS A DUAS FORMAS DE ANCORAGEM ORTODÔNTICA DURANTE A EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR

**Pesquisador:** Débora Cristina Martins

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 09172512.7.0000.5137

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES PULPARES E DA TOPOGRAFIA RADICULAR DE DENTES SUBMETIDOS A DUAS FORMAS DE ANCORAGEM ORTODÔNTICA DURANTE A EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR

**Pesquisador:**

**Versão:** Débora Cristina Martins

**CAAE:** 2

09172512.7.0000.5137

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

**DADOS DO COMPROVANTE**

**Número do Comprovante:** 045182/2012

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio