A 3D wireframe model of a human maxilla (upper jaw) is shown in the background. The model is rendered in a light gray color with a blue wireframe overlay, highlighting the bone structure. It is positioned centrally, with the text blocks overlaid on it.

Eduardo Sanches Gonçalves

**Análise da distribuição das
tensões dentárias em maxila
submetida à expansão
cirurgicamente assistida**

2011

EDUARDO SANCHES GONÇALES

**Análise da distribuição das tensões dentárias
em maxila submetida a expansão
cirurgicamente assistida**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Livre Docente em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais.

BAURU

2011

Gonçales, Eduardo Sanches.

G586a Análise de elementos finitos da distribuição das tensões geradas em dentes em maxila submetida a expansão cirurgicamente assistida./Eduardo Sanches Gonçales. --Bauru,2011.
119p.:il :31cm

Tese. (Livre Docência) - Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura do Autor:

Data:

Comitê de Ética da FOB – USP.

Protocolo nº 103/2011.

Data: 6 de julho de 2011.

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEDICATÓRIA

PARA

ANDRÉA, LAURA e EDUARDO.

*“...nem o sol, nem o mar, nem o
brilho das estrelas, tudo isso
não tem valor, sem ter Vcs...”*

Beto Guedes

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, na pessoa de seu Diretor Prof. Dr. José Carlos Pereira.

Aos Professores: Dra. Ana Lúcia Álvares Capellozza, Dr. José Humberto Damante, Dr. Luiz Eduardo Montenegro Chinellato, Dra. Izabel Regina Fischer Rubira-Bullen e Dr. Paulo Sérgio da Silva Santos, das Disciplinas de Estomatologia e Radiologia do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

Aos Professores: Dr. Paulo Sérgio Perri de Carvalho, Dr. Eduardo Sant'Ana, Dr. Osny Ferreira Júnior. e Dr. Renato Yassutaka Faria Yaedú, da Disciplina de Cirurgia do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

Aos Professores: Dr. Alberto Consolaro, Dra. Denise Tostes de Oliveira, Dr. Luis Antônio de Assis Taveira e Dra. Vanessa Soares Lara, da Disciplina de Patologia do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

Aos funcionários das Disciplinas de Radiologia, Estomatologia e Cirurgia do Departamento de Estomatologia: Alexandre, Andréa, Fernanda, Roberto, Josieli, Luciana e Marília.

Ao Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, na pessoa do Sr. Jorge Vicente Lopes da Silva pelo desenvolvimento do trabalho de tese.

Ao Prof. Dr. Professor Doutor Pedro Yoshito Noritomi, do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, pelo fundamental auxílio no desenvolvimento desta tese.

Ao Cirurgião-dentista Diogo Souza Ferreira Rubim de Assis pelo fundamental auxílio na execução deste trabalho.

À **Andréa, Laura e Dudu**, por serem a alegria e a razão da minha vida.

Aos meus pais, Aurora e Christovam, principais responsáveis por tudo o que sou e serei nesta vida.

À Alina e ao Miguel, por ensinarem que o verdadeiro amor pode existir independente de qualquer coisa.

Às famílias do Dr. Odilon Guedes Barreto e Dr. Odilon Guedes Barreto Júnior, pelo respeito e atenção a mim dedicados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho,

meu sincero muito obrigado!

“Nesta vida, é preciso morrer várias vezes para depois renascer. E as crises, embora atemorizem, servem para encerrar uma época e inaugurar outra”

Eugeno Trías, filósofo espanhol.

RESUMO

A deficiência transversal de maxila caracteriza-se por mordida cruzada posterior uni ou bilateral, palato ogival, dentes apinhados e rotacionados. Seu tratamento, em indivíduos que atingiram a maturidade esquelética, é a expansão de maxila cirurgicamente assistida. Tal procedimento não possui efeitos somente esqueléticos, mas também dentários (especialmente nos dentes pilares do aparelho expensor), cavidade e espaço aéreo nasais, lábio e demais tecidos moles circunjacentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio do método de elementos finitos, a distribuição das tensões que incidem nos dentes suportes do aparelho expensor dento-muco-suportado, produzidas pela expansão de maxila cirurgicamente assistida, quando variou-se as osteotomias. Foram construídos virtualmente 5 modelos de maxila: M1 - modelo hígido; M2 - Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar; M3 - Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção ptérigo-maxilar; M4 - Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e M5 – Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção ptérigo-maxilar. Em todos os modelos, com exceção do M1, foram simuladas osteotomias da sutura intermaxilar, realizando a disjunção intermaxilar. Os resultados mostraram que, mesmo com a utilização do aparelho dento-muco-suportado, ocorreu dissipação de tensões de tração principalmente nas regiões palatinas dos dentes e osso alveolar, e de compressão predominantemente na vestibular do osso alveolar e dos dentes. A realização de osteotomia Le fort I subtotal associada a osteotomia da sutura intermaxilar, pareceu reduzir essa dissipação de forças. Concluiu-se que a osteotomia Le Fort I subtotal associada a osteotomia da sutura intermaxilar e com a disjunção do processo ptérigo-maxilar, deve ser a osteotomia de escolha quando se busca reduzir tensões aos dentes, e que existe tendência dos dentes pilares do aparelho deslocarem-se para mesio-vestibular (pré-molar) e disto-vestibular (molar).

Palavras-chave: Análise de Elemento Finito. Biomecânica. Expansão Maxilar.

ABSTRACT

Dental stress distribution in surgically assisted maxillary expansion.

The transverse maxillary deficiency is characterized by a posterior crossbite, high-arched palate, crowded and rotated teeth. To treat individuals who had reached skeletal maturity, surgically assisted maxillary expansion is necessary. This procedure has not only skeletal effects, but also in the teeth (especially the pillars of the expander), nasal cavity and airspace, lip and other surrounding soft tissues. The purpose of this study was to evaluate, through means of finite element analysis, the distribution of stresses that affect the teeth holders of the expander appliance. Five models were virtually built: M1-healthy model, M2-Le Fort I osteotomy with step in the zygomaticmaxillary buttres, M3-Le Fort I osteotomy with step in the zygomaticmaxillary buttres and pterygomaxillar disjunction, M4-Le Fort I osteotomy without step and M5 - Le Fort I osteotomy without step and pterygomaxillar disjunction. In all models, except for M1, simulated osteotomy of the intermaxillary suture and intermaxillary disjunction were performed. The results showed occurrence of tensile forces in the teeth's palatine side and alveolar bone and compression on the teeth's buccal side of the teeth and alveolar bone. The subtotal Le Fort I osteotomy combined with osteotomy of the intermaxillary suture seemed to reduce the dissipation of tensions. Therefore, subtotal Le Fort I osteotomy combined with osteotomy of the intermaxillary suture and the disjunction of the pterygoid process of maxillary tuberosity, may be the osteotomy of choice when searching to reduce tensions on the teeth. It was a tendency of the abutment teeth of the device move mesio-vestibular (premolar) and disto-buccal (molar).

Key words: Finite element method, biomechanics, maxillary expansion.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Geometria do modelo de estudo importada para a geração da malha de elementos finitos. <i>Software: FEMAP – Siemens PLM (versão 10.1.1).</i>	49
Figura 2: Malha gerada sobre o modelo de estudo, no pré-processamento. <i>Software: FEMAP – Siemens PLM (versão 10.1.1)</i>	50
Figura 3: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M1. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	50
Figura 4: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M2. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	51
Figura 5: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M3. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	51
Figura 6: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M4. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	51
Figura 7: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M5. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	51
Figura 8: Condição de contorno dos modelos. Áreas em vermelho estão fixadas no eixo “Z” normal a superfície (paredes que contornam o seio maxilar/parede lateral da cavidade nasal/face medial do osso palatino). Processo pterigóide do osso esfenóide em contato colado a maxila. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	54
Figura 9: Aplicação do deslocamento de 1mm ao parafuso expansor. <i>Software: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.</i>	54
Figura 10: M1 – Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.	58
Figura 11: M1 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.	59
Figura 12: M1 - Vista oclusal da Tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.	59

Figura 13: M1 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.	60
Figura 14: M1 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.	60
Figura 15: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	61
Figura 16: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	62
Figura 17: M2 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	62
Figura 18: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	63
Figura 19: M2 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	63
Figura 20: M2 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	64
Figura 21: M2 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.....	64
Figura 22: M3 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	66

Figura 23: M3 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	66
Figura 24: M3 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	67
Figura 25: M3 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	67
Figura 26: M3 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	68
Figura 27: M3 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	68
Figura 28: M3 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	69
Figura 29: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	70
Figura 30: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	71
Figura 31: M4 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	71
Figura 32: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	72

Figura 33: M4 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	72
Figura 34: M4 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	73
Figura 35: M4 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.....	73
Figura 36: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.....	74
Figura 37: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	75
Figura 38: M5 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	75
Figura 39: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	76
Figura 40: M5 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	76
Figura 41: M5 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	77
Figura 42: M5 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.	77

Figura 43: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M1: sem osteotomias. <i>Software</i> : NEI NASTRAN (Noran Engeneering Inc.).	78
Figura 44: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M2: Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar. <i>Software</i> : NEI NASTRAN (Noran Engeneering Inc.).	79
Figura 45: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M3: Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção ptérigo-maxilar. <i>Software</i> : NEI NASTRAN (Noran Engeneering Inc.).	79
Figura 46: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M4: Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau. <i>Software</i> : NEI NASTRAN (Noran Engeneering Inc.).	80
Figura 47: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M5: Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção ptérigo-maxilar. <i>Software</i> : NEI NASTRAN (Noran Engeneering Inc.).	80
Figura 48: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M2 (Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar). Aparelho isolado.	81
Figura 49: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M3 (Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção ptérigo-maxilar). Aparelho isolado.	81
Figura 50: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M4 (Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau). Aparelho isolado.	82
Figura 51: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M5 (Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção ptérigo-maxilar). Aparelho isolado.	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da malha do modelo de estudo.53

Tabela 2: Propriedades dos materiais simulados.....53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBCT:	Tomografia computadorizada digital volumétrica de feixe cônico
CT:	Tomografia computadorizada
CTI:	Centro de Tecnologia da Informação
DFE:	Deformidade facial esquelética
MTD:	Deficiência transversal de maxila
EMCA:	Expansão de maxila cirurgicamente assistida.
EMNCA:	Expansão de maxila não cirurgicamente assistida
ERM:	Expansão rápida de maxila.
MCA:	Área transversal mínima
MEF:	Método de elementos finitos
MPa:	Megapascal
OS:	Osteotomia Le Fort I segmentada
TMP:	Tensão máxima principal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
3 PROPOSIÇÃO.....	43
4 MATERIAL E MÉTODOS	47
5 RESULTADOS	55
6 DISCUSSÃO.....	83
7 CONCLUSÕES	101
REFERÊNCIAS	105
ANEXO	117

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

As deformidades dentofaciais podem ser caracterizadas pela deficiência ou excesso de crescimento e/ou desenvolvimento dos ossos da face, especialmente da maxila e mandíbula, podendo essas ocorrer nos sentidos transversal, vertical e ânteroposterior. A deficiência transversal de maxila caracteriza-se por maxilas atrésicas, palato ogival, apinhamento e rotação dentais, além de mordida cruzada posterior (uni ou bilateral).

O tratamento dos pacientes com deficiência transversal de maxila visa aumentar as dimensões transversais da mesma, sendo que nos indivíduos com maturidade esquelética, a expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA) tem mostrado bons resultados. Inúmeras técnicas cirúrgicas e variações têm sido descritas para a realização da EMCA, porém as técnicas mais invasivas, especialmente com disjunção ptérigo-maxilar, parecem apresentar melhores resultados, especialmente quando considerados o montante de expansão na região posterior.

Os efeitos da EMCA não são observados somente no arco dentário superior; seus efeitos sobre a cavidade e o septo nasal revelam-se como ausência da mudança na posição do septo, acompanhado de aumento significativo do espaço aéreo nasal. Tal aumento ocorre pelo movimento lateral das paredes laterais da cavidade nasal, à medida que as maxilas separam-se, resultando em aumento do espaço interno nasal.

De maneira semelhante, espera-se alterações dentárias decorrentes do procedimento de expansão, uma vez que os aparelhos expansores utilizados transmitem as forças necessárias à disjunção palatina aos ossos através dos dentes, podendo levá-los a movimentar-se em direção ao movimento expansivo. Ressalta-se a existência de expansores apoiados exclusivamente em tecido ósseo e que, por não transmitirem tensões aos dentes, não seriam responsáveis por efeitos sobre esses.

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio do método de elementos finitos, a dissipação de tensões nos dentes suportes do aparelho expensor dento-muco-suportado, produzidas pela expansão de maxila cirurgicamente assistida, quando variou-se o tipo de osteotomia.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

As deformidades podem ser definidas como defeito de conformação de um órgão ou parte do corpo; quando ocorrem nos ossos da face, chamam-se deformidades faciais-esqueléticas. Tais deformidades resultam de alterações do crescimento e desenvolvimento dos ossos da face (especialmente as maxilas e mandíbula) e podem alterar, além desses ossos propriamente ditos, outras estruturas, órgãos e sistemas relacionados aos ossos envolvidos, causando problemas no posicionamento de dentes, relação entre os arcos dentários, função mastigatória, deglutição, fonação, articulações têmporo-mandibulares, respiração, harmonia e estética facial (GONÇALES, 2010)

As deformidades faciais esqueléticas (DFE) podem ser caracterizadas pelo hipo ou hiper-desenvolvimento dos ossos da face, especialmente da maxila e mandíbula, podendo essas alterações ocorrer nos sentidos transversal, vertical e ântero-posterior (NARY FILHO, GONÇALES & RIBEIRO JÚNIOR, 2004).

A deficiência transversal de maxila (MTD) caracteriza-se por maxila atrésica, palato ogival, apinhamento e rotação dental, além de mordida cruzada posterior uni ou bilateral (GONÇALES & POLIDO, 1998); sua etiologia é multifatorial, incluindo fatores de desenvolvimento, congênitos, traumáticos e iatrogênicos (por exemplo, reparos de fissuras palatinas) (BETTS et al. 1995), podendo ser tanto genéticas quanto ambientais (BISHARA & STALEY, 1987). Phillips et al. (1992), estimaram que sua prevalência variava entre 10 a 15% da população adolescente, e 30% da população adulta, que encontrava-se em tratamento em clínicas ortodôntico-cirúrgicas.

Segundo Betts et al. (1995), o tratamento da MTD varia de acordo com o grau de atresia, idade do paciente e associação da deficiência transversal com deficiências verticais e ântero-posteriores e tem como objetivo aumentar transversalmente as maxilas por meio de procedimentos ortodônticos, ortopédicos e/ou cirúrgicos. Consideraram que existe três alternativas para o tratamento de MTD, a saber: expansão ortopédica da maxila, expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA) e a osteotomia Le Fort I segmentar; indicaram a EMCA para o tratamento de indivíduos com MTD maior do que 5 mm de discrepância maxilo-

mandibular, MTD decorrente de maxila atrésica e mandíbula larga, falha na expansão ortodôntico/ortopédica, necessidade expansão maior que 7 mm, para indivíduos com MTD e alterações periodontais, e indivíduos com MTD e esqueleticamente maduros (idade esquelética de 15 anos ou mais).

O tratamento da criança e adolescente é a expansão rápida de maxila (ERM), enquanto no adulto, a maturidade esquelética exige um procedimento ortodôntico/cirúrgico. Visando uma melhor estabilidade de resultados a longo prazo, preconiza-se a EMCA, onde a etapa cirúrgica consta de osteotomias que visam anular a resistência à expansão oferecida pelas articulações crânio-faciais (GONÇALES & POLIDO, 1998).

O tratamento dos pacientes com MTD visa aumentar as dimensões transversais, sendo que nos indivíduos com maturidade esquelética, a expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA) tem mostrado bons resultados (LANIGAN & MINTZ, 2002).

Em indivíduos esqueléticamente maduros, a expansão de maxila ortodôntica convencional (expansão de maxila não cirurgicamente assistida – EMNCA) tem efeito inadequado ou inexistente sobre a sutura palatina mediana, devido a rígida estrutura dos pilares zigomáticos (STROMBERG & HOLM, 1995), existindo uma relação direta entre o incremento da idade do paciente e o aumento da resistência para expansão esquelética, decorrente da consolidação das suturas do crânio e face (BELL, 1982)

Essas suturas, que são sítios de crescimento esquelético, remodelam por meio de reabsorção e aposição óssea, necessárias para preservação da forma e dimensões ósseas durante o crescimento. A aplicação de forças mecânicas controladas durante o período de crescimento esquelético, afetam o crescimento crânio-facial através de remodelação em articulações suturais. Com o avanço da idade, contudo, suturas são normalmente obliteradas com tecido calcificado. Grandes variações existem entre os indivíduos em relação ao início e avanço da obliteração e idade, além de variações entre diferentes partes da mesma sutura (PERSSON & THILANDER, 1977).

Segundo Woodside (1969 apud FERREIRA, 2001) os momentos de maior intensidade de crescimento diferem de acordo com o sexo. Embora seja aos 3 anos

que nota-se os maiores incrementos primários de crescimento em ambos os sexos, é dos 6 aos 7 anos nas meninas e dos 7 aos 9 anos nos meninos, que observa-se o segundo momento intenso de crescimento, enquanto que dos 11 aos 12 nas meninas e dos 14 aos 15 nos meninos, verifica-se o terceiro período de crescimento. Espera-se que por volta de 16 nas meninas e 18 nos meninos não ocorra mais nenhum crescimento.

Ennes (2002) analisou os componentes e as características biológicas da sutura palatina mediana, em diferentes fases do desenvolvimento cronológico, em rato, coelho, macaco e homem, e correlacionou aos procedimentos e imagens utilizadas na expansão rápida de maxila. Concluiu, dentre outras, que a imagem radiográfica não foi própria para identificação do grau de ossificação da sutura palatina mediana (que no homem ocorre entre a fase adulta e a idosa) e que a fragilidade das pontes iniciais de ossificação não permitiu responsabilizá-las pelo insucesso da disjunção intermaxilar.

Starnbach et al. (1966) relataram alterações dentárias após EMCA, decorrentes da compressão do ligamento periodontal provocada pelo aparelho expensor, levando o dente de suporte do aparelho a movimentar-se em direção ao movimento expansivo.

Segundo Bell & Epker (1976), expansão de maxila exclusivamente ortopédica em adultos, é frequentemente associada a problemas. Os dentes podem ser empurrados lateralmente através do osso, sem abertura da sutura palatina mediana e a movimentação dentária e inclinação do osso alveolar são consequências comuns dessa terapia. Sobrecorreção para compensar esses efeitos indesejáveis é, freqüentemente frustrada pela imprevisível e incontrollável recidiva após a remoção do aparelho expensor.

O objetivo do estudo de Shetty et al. (1994) foi esclarecer, utilizando um modelo fotoelástico, a dissipação de tensões que ocorriam em resposta à EMCA. Para isso, utilizaram análogo fotoelástico 3D de um crânio humano, que portava um aparelho expensor dento-suportado; cortes sequenciais foram realizados para simular osteotomia intermaxilar, no pilar zigomático e a disjunção ptérigo-maxilar. As tensões, originadas nas diferentes áreas crâniofaciais, foram visualizadas e fotografadas. Os resultados mostraram que as suturas ptérigo-maxilar e intermaxilar, foram os sítios anatômicos primários de resistência às forças de expansão, e que o

padrão de distribuição das tensões tornou-se mais superior, após osteotomia ptérigo-maxilar. Concluíram que osteotomias completas da sutura intermaxilar e ptérigo-maxilar foram essenciais para a EMCA, e que as tensões geradas pelo aparelho expensor foram ortopédicas e produziram profundos efeitos anatômicos. Enfatizaram que os clínicos deveriam ser cautelosos, pois as tensões produzidas pela ativação do aparelho poderiam gerar dor e desconforto.

Lanigan & Mintz (2002) asseveraram que forças ortopédicas significativas são geradas no momento da ativação do aparelho expensor, e essas forças transmitiram-se para sítios anatômicos distantes como a base do crânio e órbita. Fraturas aberrantes que estenderam-se a essas regiões foram relatadas. Para minimizar esses riscos, recomendaram ampla liberação das suturas, especialmente a ptérigo-maxilar, além do total de ativação do aparelho obtido de forma lenta e gradual. Durante o ato cirúrgico, o aparelho deve ser ativado somente o suficiente para certificar-se que a liberação óssea foi adequada para permitir a expansão (no máximo 1mm).

Capelozza et al. (1996) investigaram o efeito da expansão não cirúrgica de maxila (EMNCA) em adultos; observaram que os diastemas inter-incisivos apareceram entre o quarto e quinto dias de ativação do expensor, com cerca de 3.2 a 4.0 mm de abertura do parafuso e que os mesmos eram relativamente menor do que o montante de abertura do parafuso, indicando uma moderada expansão da base apical da maxila e um significativo movimento do osso alveolar, além de inclinação dentária vestibular. Handelman et al. (2000), asseveraram que a EMNCA em adultos, é um método clinicamente seguro e de sucesso para correção da MTD.

Garib et al. (2006) utilizaram a tomografia computadorizada *multislice* para avaliação dos efeitos periodontais da expansão rápida de maxila em um grupo de oito pacientes do gênero feminino, com faixa etária entre 11 e 14 anos, que apresentavam mordida cruzada posterior uni ou bilateral, por meio da utilização de aparelhos expansores dento-muco-suportados e dento-suportados. Compararam os resultados e observaram diferenças na posição dental pré e pós expansão e na espessura das tábuas ósseas vestibular e palatina. Observaram também que a expansão rápida de maxila (ERM), reduziu a espessura da cortical óssea vestibular em 0,6 a 0,9 mm e aumentou a espessura da cortical óssea lingual de 0,8 a 1,3 mm. O aumento da espessura da cortical óssea lingual foi maior no grupo que utilizou o

expansor dento-suportado. A ERM induziu a deiscências ósseas relacionadas aos dentes de ancoragem do aparelho, especialmente em indivíduos com corticais ósseas vestibulares mais finas. O expansor dento-suportado produziu maior redução do nível da crista óssea alveolar vestibular do primeiro pré-molar.

Bretos et al. (2007), avaliaram os efeitos da EMCA sobre os planos vertical e sagital, comparando entre aparelhos dento-suportados e dento-muco-suportados. Os resultados mostraram que a EMCA causou deslocamento anterior da maxila em ambos grupos, porém nenhum dos grupos mostrou deslocamento vertical. Não houve diferença entre os aparelhos.

Loddi et al. (2008) avaliaram 40 indivíduos adultos de ambos sexos e com idades entre 18 e 38 anos, sendo 20 deles usuários de aparelho dento-suportado e outros 20 usuários de aparelho dento-muco-suportado. Todos os pacientes submeteram-se a EMCA pela técnica da osteotomia Le Fort I subtotal, incluindo disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar, sob anestesia geral. Em média, a abertura da sutura intermaxilar e parafuso do aparelho foi 5,19mm e 8,78mm respectivamente, no grupo do aparelho dento-muco-suportado, e 5,85mm e 8,51mm respectivamente, no grupo do aparelho dento-suportado. Ambos grupos mostraram separação paralela da sutura intermaxilar, sem diferença significativa entre as porções anterior e posterior.

Hino et al. (2008) compararam os efeitos dentais e esqueléticos transversais após EMCA (osteotomia Le fort I subtotal), realizada com auxílio de aparelhos expansores dento-muco-suportado e dento-suportado. Ambos grupos mostraram aumento da largura maxilar, largura inter-molar e inclinação do molar após encerrar a ativação dos aparelhos. 4 meses após, observou-se decréscimo na largura maxilar e inclinação dos molares. Não houve diferença entre os aparelhos.

Lima Júnior, Moraes & Asprino (2011) avaliaram *in vitro* as tensões mecânicas sobre ossos e dentes em análogos fotoelásticos, durante EMCA, por meio do uso de aparelhos dento-suportado e dento-muco-suportado. Os resultados mostraram que, antes de qualquer osteotomia, a ativação dos aparelhos distribuiu tensões através dos dentes suporte do aparelho até o pilar zigomático-maxilar, que concentraram-se nas suturas zigomático-maxilar, zigomático-frontal e linha média da maxila. Após osteotomia da sutura intermaxilar e parede anterior da maxila, observou-se importante redução das tensões na parede zigomático-maxilar. Com as sucessivas

ativações, a intensidade das tensões nos molares, tuberosidade maxilar e processos pterigóides aumentou. Após disjunção ptérigo-maxilar, a intensidade das tensões reduziu consideravelmente na área dos molares, tuberosidade maxilar e processos pterigóides, porém com sucessivas ativações, as tensões aumentaram na região dos molares e tuberosidade maxilar. Não houve diferença entre os aparelhos.

Ramieri et al. (2005) utilizaram, em 29 indivíduos adultos com MTD, distrator palatino ósseo-suportado instalado após a osteotomia das paredes anteriores da maxila, sutura intermaxilar e disjunção ptérigomaxilar. Obtiveram sucesso na expansão da maxila, porém ocorreram problemas relacionados com os tecidos periodontais adjacentes à osteotomia da linha média, além de perda do módulo do distractor, perda de parafusos de fixação, úlceras palatinas e vestibulares, mobilidade dental, aumento da profundidade de sondagem periodontal, recessão gengival e anormalidades no teste de sensibilidade pulpar.

Em 2005, Gerlach & Zahl apresentaram modelo de aparelho distrator palatino ósseo-suportado, referindo ser um método efetivo de expansão palatina, sem as complicações e recidivas dentais. Em 2006, Koudstaal et al., propuseram um novo tipo de expansor ósseo-suportado e asseveraram que a EMCA por meio do uso de aparelhos dento-suportados ou dento-muco-suportados foi, frequentemente, associado a problemas como deslocamento e rotações dentais, fenestrações vestibulares, recidiva esquelética e perda da ancoragem. Em contraste, com o uso dos distratores ósseo-suportados, a maioria da expansão maxilar foi ortopédica e sem os efeitos dentais indesejados.

Koudstaal et al. (2009a) procuraram desvendar o mecanismo do deslocamento dos segmentos maxilares durante EMCA, com uso de aparelho ósseo-suportado e dento-suportado. Ocorreu deslocamento dos segmentos em ambos grupos, porém o aparelho dento-suportado promoveu maior deslocamento que o aparelho ósseo-suportado.

Koudstaal et al. (2009b) compararam a estabilidade, deslocamento dental e recidiva após EMCA com uso de aparelho dento-suportado e ósseo-suportado, e não observaram diferenças significantes na estabilidade, deslocamento dental e recidiva entre os grupos.

Fernández-Sanromán et al. (2010) utilizaram aparelho expensor personalizado ósseo-suportado em 8 indivíduos adultos, portadores de patologia periodontal, ou número insuficiente de dentes para ancoragem dos aparelhos convencionais. Os indivíduos tiveram média de idade de 28,5 anos, e significativo alargamento maxilar na região anterior (em média 6,3mm) e posterior (em média 7,1mm). Concluíram que a EMCA realizada por meio do aparelho ósseo-suportado, foi um procedimento factível, fácil de executar, estável e sem complicações, sendo indicado para indivíduos com patologia periodontal ou número insuficiente de dentes para a ancoragem dos aparelhos convencionais.

Para a realização da EMCA, técnicas cirúrgicas e variações das mesmas têm sido descritas (BELL & EPKER, 1976; SCHWARZ et al. 1985; BAYS & GRECO, 1992; BASDRA, ZOLLER & KOMPOSH, 1995); dentre as técnicas, existem as consideradas mais invasivas (BETTS et al. 1995; WOODS, WISENFELD & PROBERT, 1997) que são essenciais no tratamento de pacientes com idade mais avançada (ANTILLA et al. 2004).

Bell & Epker (1976) e Bell & Jacobs (1979) preconizaram osteotomias horizontais bilaterais da parede anterior da maxila, estendendo-se da abertura piriforme até a sutura ptérigo-maxilar, associada a osteotomias bilaterais para disjunção da sutura ptérigo-maxilar, osteotomia da sutura intermaxilar e osteotomias nas porções iniciais das paredes laterais nasais e do septo nasal.

Kraut (1984) reportou seus resultados com a EMCA por meio da abertura da sutura palatina mediana em 25 pacientes. Realizou osteotomia da parede lateral da maxila combinada com disjunção ptérigo-maxilar e separação da sutura intermaxilar (sem osteotomia), o que permitiu adequada EMCA em 23 pacientes. Nos dois pacientes que não responderam ao tratamento, observaram sutura intermaxilar muito espessa. Após osteotomia da sutura palatina mediana, ambos foram expandidos.

Glassman et al. (1984) apresentaram técnica conservadora que, segundo os autores, facilitou a expansão da maxila de adultos. O procedimento usava somente corticotomias maxilares laterais e aparelho expensor dento-suportado. Operaram 16 casos e a separação da sutura palatina mediana foi confirmada por radiografias oclusais e pelo aparecimento de diastema entre os incisivos centrais maxilares.

Ocorreram 4 complicações: infecção sinusal, deslocamento dentário, epistaxe e colapso posterior unilateral.

Em 1995, Betts et al. difundiram a técnica da osteotomia Le Fort I sub total, e preconizaram osteotomias bilaterais da parede anterior da maxila, estendendo-se de abertura piriforme até a sutura ptérigo-maxilar, associada a osteotomias bilaterais para disjunção da sutura ptérigo-maxilar, osteotomia da sutura intermaxilar e osteotomias nas porções iniciais das paredes laterais nasais e do septo nasal. Difundiram ainda que a osteotomia da parede anterior da maxila deveria ser paralela ao plano oclusal maxilar e deveria possuir degrau na região do pilar zigomático-maxilar. Este procedimento pareceu ser mais seguro quando realizado sob anestesia geral.

Schimming et al. (2000) realizaram estudo retrospectivo com 21 sujeitos submetidos a EMCA pela técnica conservadora preconizada por Glassman et al. (1984), e obtiveram bons resultados em 20 sujeitos. Um dos sujeitos, de 38 anos, desenvolveu uma fratura unilateral do processo alveolar da maxila devido a ossificação da sutura intermaxilar. Concluíram que essa técnica cirúrgica não é adequada para pacientes com mais de 30 anos. Pacientes mais velhos necessitariam de osteotomia na sutura intermaxilar.

Chung et al. (2001) investigaram os efeitos sagitais e verticais induzidos sobre a maxila submetida a EMCA, por meio da osteotomia Le Fort I subtotal, em 20 pacientes adultos usuários de aparelho expensor dento-muco-suportado e concluíram que a EMCA não afetou a maxila verticalmente, contudo, induziu a um discreto movimento anterior da maxila com retroinclinação sagital dos incisivos maxilares.

Ozturk et al. (2003) observaram que ocorreu isquemia pulpar transitória em indivíduos submetidos a EMCA, porém essa pareceu não ter efeitos sérios ao fluxo sanguíneo pulpar. A realização de osteotomia 5mm acima dos ápices dos dentes, foi uma condição para isso.

Chung & Goldman (2004) avaliaram a rotação e deslocamento dental imediatamente após a EMCA. 14 pacientes foram submetidos a EMCA pela técnica preconizada por Betts et al. (1995) e a expansão foi realizada com aparelho dento-muco-suportado cimentado nos primeiros molares e primeiros pré-molares. Modelos

de estudo maxilares foram realizados 1 semana antes da cirurgia e 2 a 3 semanas após a expansão total. Os resultados mostraram que houve rotação mésovestibular média de 2.32 graus nos primeiros pré-molares e de 3.09 graus nos primeiros molares. Ocorreu um deslocamento vestibular médio 6.48 graus nos primeiros pré-molares e de 7 .04 graus nos primeiros molares. Concluíram que a EMCA induziu a leve rotação mesiobucal e significativa inclinação vestibular dos dentes superiores, tornando necessária uma sobrecorreção para compensar a provável recidiva dentária que provavelmente ocorreria.

Moreschi et al. (2005) avaliaram complicações associadas a EMCA. Para tanto, foram avaliados 16 pacientes, com idade média de 24 anos, leucodermas, portadores de deficiência transversal de maxila, submetidos à expansão de maxila cirurgicamente assistida, operados pela técnica proposta por Betts et al. (1995). As complicações observadas foram: mobilidade excessiva dos incisivos centrais superiores, reabsorção apical, parestesia persistente da região infra-orbitária, dor na articulação têmporo-mandibular, deslocamento vestibular do primeiro pré-molar suporte do aparelho, sinusite e hemorragia trans-operatória.

Chuah & Mehra (2005) relataram caso de parestesia do nervo lingual decorrente de EMCA realizada por meio de osteotomias vestibulares, da sutura intermaxilar e da sutura ptérigo-maxilar.

Sant'ana (2006) comparou duas formas de tratamento da MTD sob anestesia local; os sujeitos foram submetidos às cirurgias pelas técnicas de Bell & Epker (1976) e Glassman et al. (1984). Concluíram que todos os pacientes submetidos a técnica cirúrgica proposta por Bell & Epker (1976) obtiveram resultados cirúrgicos e ortopédicos satisfatórios, enquanto que apenas 30% dos pacientes submetidos a técnica de Glassman et al. (1984) obtiveram êxito. Ambas as técnicas mostraram-se toleráveis aos pacientes para realização do procedimento sob anestesia local e a técnica proposta por Glassman et al. (1984) mostrou resultados piores quanto a dor pós-operatória e ao desconforto durante ativação do aparelho.

Ribeiro Júnior et al. (2006) avaliaram, clínica e radiograficamente, 10 pacientes submetidos a EMCA operados seguindo a técnica difundida por Betts et al. (1995). Concluíram que a EMCA foi um procedimento eficiente, estável e que proporcionou mudanças funcionais aos indivíduos, além de pouca alteração estética facial.

Goldenberg et al. (2007) concluíram que a separação das maxilas, sem a disjunção ptérigo-maxilar, ocorreu de forma menos uniforme.

Marin, Gil & Lima Júnior (2009) avaliaram 27 pacientes com idade entre 25 e 42 anos submetidos a EMCA sob anestesia local e técnica conservadora (osteotomias da parede anterior da maxila, desde abertura piriforme até o tuber da maxila bilateralmente e osteotomia da sutura intermaxilar). Concluíram que a técnica proposta foi segura, factível e adequada para a EMCA. Apesar de não ter realizado a disjunção ptérigo-palatina e a osteotomia do septo nasal, o osso maxilar apresentou expansão uniforme. Não ocorreu inclinação dental significativa.

Zemann et al. (2009) avaliaram 18 indivíduos submetidos a EMCA por meio de osteotomias bilaterais desde a abertura piriforme até sutura ptérigo-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e osteotomia da sutura intermaxilar; utilizaram tomografia computadorizada e concluíram que as osteotomias bilaterais, combinadas com osteotomia sagital entre as raízes dos incisivos superiores, foi um método seguro de EMCA. A quantidade de deslocamento dental e foi menor do que o relatado na literatura.

Laudemann et al. (2009) compararam as tomografias computadorizadas de indivíduos submetidos a EMCA com (+PP) e sem (-PP) osteotomia da sutura ptérigo-maxilar. Concluíram que, em pacientes de idade mais avançada (mais de 20 anos), deve-se optar pela EMCA+PP.

Pereira (2010) classificaram, por meio de tomografia computadorizada, os padrões de abertura da sutura intermaxilar após EMCA realizada com disjunção ptérigo-maxilar. Os resultados mostraram que a abertura total (tipo 1), ou seja desde a espinha nasal anterior até a espinha nasal posterior, ocorreu em 31,5% dos indivíduos e que 68,5% das aberturas ocorreram desde a espinha nasal anterior até a sutura transversal palatina (tipo 2). Em 5 indivíduos ocorreu abertura paramediana.

Lehman, Hass & Hass (1984) asseveraram que a EMCA realizada pela associação da osteotomia do pilar zigomático-maxilar e do uso de aparelho expensor, pareceu ser a técnica de eleição para o tratamento MTD em adultos, estando este procedimento indicado principalmente para pacientes com MTD que não necessitariam de correção cirúrgica subsequente. Além disso, esse tipo de

procedimento pareceu ser estável, uma vez que não houve recidiva, mesmo após 6 anos de acompanhamento.

Bays & Greco (1992) submeteram 19 indivíduos a EMCA utilizando técnica cirúrgica que não realizava a disjunção ptérigo-maxilar, e verificaram recidiva de 8,8% na região de canino e 1% na região de premolar e 7.7% na região molar. Estes resultados mostraram que o procedimento cirúrgico foi factível e ofereceu resultados estáveis.

Para Northway & Mead (1997) tanto a expansão ortopédica quanto a EMCA são previsíveis e estáveis em adultos; o montante de expansão típico é 3,5mm nos caninos e 5,5mm nos molares. A largura do palato aumentou significativamente, especialmente quando as osteotomias vestibulares e da rafe palatina mediana foram realizadas.

O propósito do estudo de Byloff & Mossaz (2004) foi analisar, longitudinalmente, as mudanças produzidas pela EMCA em 14 pacientes com idade entre 18 e 41 anos. Utilizaram um aparelho expensor dento-suportado e realizaram corticotomia maxilar vestibular e disjunção ptérigo-maxilar. Observaram que as distâncias transversais aumentaram mais na região de primeiro molar e pré-molar (cerca de 8mm) do que no canino (5.2mm) e segundo pré-molar (5.5mm). Ocorreu recidiva mínima durante o período de contenção, porém a largura do arco reduziu-se mais após esse período, especialmente na região dos dentes pilares do aparelho.

Os resultados do estudo de Antilla et al. (2004) indicaram que foi possível realizar a EMCA com técnica cirúrgica minimamente invasiva e que existiu estabilidade a longo prazo, porém, com o avanço da idade dos indivíduos portadores da MTD, poderiam ocorrer inúmeros fatores complicadores que afetariam negativamente o curso da EMCA. Recomendaram osteotomias extensas em pacientes mais velhos e sugeriram que um dos pré-requisitos para o sucesso da EMCA é a ausência de comprometimento do osso que suporta os dentes.

O objetivo do estudo de Lagravère, Major & Flores-Mir (2006) foi avaliar as alterações esqueléticas e dentárias após a EMCA. Os autores observaram que a expansão era maior nos molares e diminuía gradualmente para a porção anterior do arco dental. Observaram ainda que as mudanças verticais e sagitais não eram significantes, que a porção nasal do complexo maxilar aumentou (desobstruindo a

via aérea nasal) e que uma média de 0,5 a 1mm de recidiva dental ocorreu após 1 ano.

Freitas et al. (2008) realizaram estudo clínico prospectivo em indivíduos que apresentavam MTD e que foram ortopedicamente expandidos, após osteotomias mínimas na região do pilar zigomático e sutura intermaxilar, e os avaliaram quanto a estabilidade das dimensões transversais da maxila. Após 01 ano de controle pós-operatório, obtiveram taxa de 23% e 18% de recidiva nos caninos e molares, respectivamente.

Chamberland & Proffit (2008) verificaram o montante de expansão dentária e esquelética, além da estabilidade após EMCA. Concluíram que pode-se esperar perda de cerca de 30% do obtido com a EMCA. Kurt et al. (2010) verificaram a estabilidade da EMCA após 3 anos e concluíram que tratou-se de um procedimento estável, apesar de alguma recidiva após a fase de contenção. Magnusson et al. (2009) verificaram que a EMCA foi estável por 6 anos pós-tratamento da MTD e que o decréscimo (recidiva) das dimensões transversais ocorreu preferencialmente nos 3 primeiros anos pós-tratamento.

Em adultos, uma alternativa para ERM é a osteotomia tipo Le Fort I segmentada (OS), contudo a morbidade é consideravelmente maior do que quando feita em peça única. Problemas potenciais incluem necrose avascular dos segmentos maxilares e danos aos dentes e estruturas de suporte. Osteotomias em peças múltiplas podem exibir cerca de 40% de recidiva a longo prazo (BAYS & GRECO, 1992).

Marchetti et al. (2009) compararam a estabilidade a longo prazo da EMCA e osteotomia Le Fort I segmentar para tratamento da MTD em adultos e concluíram que ocorreu recidiva das distâncias intercanino e intermolar ao final de 2 anos pós-operatórios. A média de recidiva foi maior para a EMCA (28% nos caninos e 36% nos molares), tendo sido a osteotomia Le Fort I segmentar mais estável (25% de recidiva nos caninos e 20% nos molares), especialmente na distância intermolar.

McNamara (2000) lembrou que os efeitos a EMCA não se fazem sentir somente no arco dental superior, mas também no arco dental inferior, primariamente por descompensação natural dos dentes inferiores que irromperam ou assumiram posição mais lingualizada, devido a atresia da maxila.

Cureton & Cuenin (1999) lembraram que a osteotomia da sutura intermaxilar, especialmente na porção óssea alveolar, é realizada entre os incisivos centrais superiores, podendo ocorrer: defeito ósseo, perda da vitalidade, mobilidade dental, reabsorção dentária externa, perda dentária, recessão gengival e danos à gengiva interproximal.

Malmström & Gurgel (2007) avaliaram, dentre outras coisas, a densidade óptica na sutura palatina mediana, por meio dos valores de pixels das radiografias digitalizadas, nas diversas fases do tratamento da deficiência transversal de maxila; para isso utilizou radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores e oclusais totais de maxila nos períodos inicial (pré-operatório), pós-expansão imediato, 30, 60, 90 e 120 pós-expansão, totalizando 12 radiografias por indivíduo. Concluíram que os valores de pixels mostraram uma variabilidade individual no processo de remodelação da sutura, que não houve equiparação da densidade óptica no período final de contenção aos valores iniciais, demonstrando que o prazo de 120 dias não foi suficiente para a completa neoformação e remodelação óssea da sutura e que os resultados obtidos pelo método computadorizado corresponderam às informações obtidas nas radiografias oclusais convencionais, acrescentando a estas a análise quantitativa dos dados obtidos, podendo ser utilizado como método complementar de diagnóstico na prática clínica ortodôntica.

O estudo prospectivo de Silva Filho et al. (2007) avaliou a imagem da sutura palatina mediana em crianças submetidas à ERM por meio de tomografia computadorizada, após a fase de contenção. Constatou que, após um período médio de 8 a 9 meses de contenção com o aparelho expensor, a sutura palatina mediana mostrou-se completamente ossificada, desde a região da espinha nasal anterior até a espinha nasal posterior.

Petrick et al. (2011) analisaram, por meio de tomografias computadorizadas, as alterações na densidade óssea da sutura intermaxilar após EMCA associada ao uso de expensor ósseo-suportado. Concluíram que, mesmo 7 meses após a EMCA, a densidade óssea existente correspondia a $1/2$ ou $3/4$ da densidade pré-operatória, indicando que a manutenção da contenção pós EMCA deva ser estendida.

Assis et al. (2011) avaliaram o efeito da EMCA sobre a profundidade de sulco gengival dos incisivos centrais superiores e concluíram que esta aumenta a profundidade do sulco gengival. Utilizou ritmo de ativação mais lento e intermitente

do aparelho, procurando reduzir os danos ao periodonto de sustentação dos dentes.

Gauthier et al. (2011) avaliaram, por meio da tomografia computadorizada digital volumétrica (CBCT), em estudo clínico prospectivo, os efeitos periodontais da EMCA. Utilizaram 14 indivíduos submetidos a EMCA e a CBCT pré-operatória e 6 com meses pós-operatórios. Os resultados evidenciaram poucos efeitos danosos ao periodonto, apesar do decréscimo da espessura da cortical óssea vestibular da maioria dos dentes e aumento da espessura da cortical óssea palatina, e decréscimo do nível da crista óssea mesial dos incisivos centrais superiores.

Os efeitos da EMCA não são observados somente no arco dentário superior e seus efeitos sobre a cavidade nasal são conhecidos a muito tempo (HASS, 1961). Em 1985, Schwarz et al. não encontraram mudança na posição do septo, mas aumento significativo do espaço aéreo em imagens tomográficas coronais. Tal aumento ocorreu pelo movimento lateral das paredes laterais da cavidade nasal à medida que as estruturas maxilares separaram-se, resultando em aumento do espaço interno nasal (BASCIFTICI et al. 2002).

Gonçales et al. (2007) procurando desvendar o comportamento do septo nasal em 16 pacientes submetidos a EMCA, realizaram radiografias oclusais totais de maxila, periapicais dos incisivos centrais e cefalométricas pósterio-anteriores digitais indiretas pré-operatórias e após 60 dias, e concluíram que a EMCA parece não interferir com tal estrutura.

Altug-Atac et al. (2010), investigaram e compararam as alterações no complexo nasomaxilar após ERM e EMCA. Utilizaram radiografias cefalométricas em norma lateral e ântero-posterior obtidas nos períodos pré e pós procedimentos, de 30 sujeitos, sendo 10 submetidas a ERM, 10 submetidos a EMCA e 10 controles. Os resultados mostraram que, com exceção do desvio de septo, todos os demais parâmetros nasais aumentaram após ERM e EMCA. O aumento no grupo da EMCA foi maior, porém não houveram diferenças estatisticamente significantes entre ERM e EMCA. Nenhum dos grupos gerou diferenças posicionais no septo nasal.

Kurt et al. (2010) compararam as mudanças na morfologia do palato mole e as relações nasofaríngeas após ERM e EMCA. Seus resultados evidenciaram que não existiram diferenças entre a morfologia do palato mole ou nas dimensões da

nasofaringe, porém ocorreu aumento na angulação do palato mole e nos espaços aéreos superior e inferior, especialmente nos indivíduos submetidos a EMCA.

Em 2005, Koudstaal et al. relataram melhora na respiração nasal decorrente do aumento do volume nasal em todos seus compartimentos; Babacan et al. (2006), asseveraram que a EMCA aumenta o volume nasal, enquanto que Compadretti, Tasca & Bonetti (2006) observaram que a expansão de maxila aumenta o volume nasal e o diâmetro transversal da maxila.

Berretin-Felix et al. (2006) investigaram os efeitos iniciais e tardios da EMCA no tamanho da via aérea nasal de pacientes com MTD. 11 sujeitos com MTD e maturidade esquelética foram submetidos a EMCA e à rinomanometria pré e pós-operatória para determinar a área nasal. Observou-se um aumento significativo da área nasal no pós-operatório precoce (3 meses), seguido de um decréscimo aos níveis pré-operatórios nos períodos de 6 e 12 meses. Os resultados evidenciaram que a EMCA produz um aumento na área nasal, contudo, esse efeito não persiste com o tempo.

Enoki et al. (2006) avaliaram, por meio da rinometria acústica e rinomanometria computadorizada, o efeito da ERM sobre a cavidade nasal de 29 crianças de 7 a 10 anos; seus achados sugeriram que a abertura da sutura intermaxilar por meio da ERM levou a aumento da largura nasal, com lateralização das turbinas em relação ao septo. Contudo, ocorreu compensação parcial da mucosa dos cornetos inferiores (edema), não permitindo real aumento da área nasal mínima. Os resultados desse estudo não suportaram a execução da ERM meramente para correção de problemas respiratórios.

Baraldi, Pretto & Puricelli (2007), realizaram medidas antes e depois da EMCA, por meio de rinomanometria acústica e radiografia cefalométrica em norma frontal, de 13 indivíduos que apresentavam MTD. Essas medidas foram comparadas com as medidas de 10 indivíduos sem MTD e sem sintomas nasais. Avaliaram a mínima área transversal (MCA), índice transversal maxilo-mandibular e a largura maxilar. Os resultados mostraram que os portadores de MTD apresentaram menor largura maxilar e MCA; todas as medidas mostraram tendência de aumento após EMCA, porém o volume nasal não se alterou.

O objetivo do estudo de Deeb et al. (2010) foi detectar e localizar alterações

na largura, área e volume nasais, pós EMCA realizada com auxílio de aparelho ósseo-suportado. Concluíram que, devido ao fato de a maior parte do ar que respiramos passar sobre o assoalho nasal, a EMCA melhora a respiração nasal.

Mitsuda et al. (2010) avaliaram, por meio da rinomanometria acústica, os efeitos da EMCA nas dimensões nasais de 27 pacientes com MTD e sem evidências de obstrução nasal, que submeteram-se a EMCA pela técnica da osteotomia Le Fort I subtotal, associada ao uso de aparelho disjuntor dento-suportado. Realizou-se a rinomanometria acústica nos períodos pré-operatório e 6 meses após a EMCA. Concluíram que a EMCA aumenta a área transversal mínima (MTA) e o volume da cavidade nasal.

Em estudo fotográfico, Berger et al. (1999), avaliaram os efeitos da EMCA e da ERM sobre os tecidos moles da face. Observaram que a largura dos tecidos moles nasais aumentou em 2.0mm durante o tratamento, em ambos grupos (EMCA e ERM).

Nary Filho et al. (2002) avaliaram, por meio de radiografias cefalométricas de perfil pré e pós-expansão, 23 indivíduos submetidos a expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA); concluíram que nos indivíduos que apresentavam deficiência transversal de maxila, existiu tendência a um posicionamento mais posterior do lábio superior, sem alterações verticais importantes e que a sutura V-Y pareceu minimizar este efeito.

Assis, Duarte & Gonçalves (2010) avaliaram a largura da base alar de 13 pacientes submetidos a EMCA, seguida de sutura da própria base alar e sutura V-Y simples do lábio superior. A largura da base alar foi aferida diretamente com paquímetro digital nos períodos pré e pós-operatórios de 2, 6, 24 e 36 meses. Ocorreu aumento estatisticamente significativo da largura da base alar entre os períodos pré e pós-operatório. Concluíram que a EMCA aumenta a largura da base alar mesmo com a realização da sutura da mesma.

Kiliç et al. (2008) avaliaram as alterações de tecidos moles geradas pela EMCA em 18 indivíduos. Radiografias cefalométricas de perfil foram realizadas antes da EMCA, após período de ativação do aparelho e após o período de contenção, permitindo a utilização das medidas de tecido mole de Holdaway. Concluíram que o ângulo tecidos moles diminuiu enquanto que o ângulo H e a

convexidade do perfil aumentaram após a EMCA, porém mostraram insignificante alterações após o período de contenção.

Ramieri et al. (2008) avaliaram por meio de tomografia computadorizada os efeitos da expansão de maxila cirurgicamente assistida nos tecidos moles da face; para isso realizaram tomografias computadorizadas de 18 pacientes em períodos pré-operatórios, 6 e 12 meses pós-operatórios e concluíram que os tecidos moles faciais acompanharam o movimento expansivo da maxila.

Lotti et al. (2006) asseveraram que o método de elementos finitos (MEF) é uma análise matemática que consiste na decomposição de um meio contínuo em pequenos elementos, mantendo as mesmas propriedades do meio original. Esses elementos, são descritos por equações diferenciais e resolvidos por modelos matemáticos, para que sejam obtido resultados desejados. O MEF pode ser utilizado em diversas áreas das ciências exatas e biológicas.

Silva et al. (2009) investigaram a produção científica da aplicação do MEF em Odontologia, e concluíram que a utilização do MEF é de crescente importância para a pesquisa odontológica devido a sua aplicabilidade, versatilidade e fidedignidade de resultados.

O objetivo do estudo de Jafari, Shetty & Kumar (2003) foi analisar os padrões de distribuição de tensões no interior do complexo craniofacial, durante a expansão rápida da maxila. Gerou-se um modelo de elementos finitos de um crânio humano jovem, a partir de dados tomográficos computadorizados de um crânio macerado, sendo então simulada a expansão maxilar, o que permitiu estudar o padrão tridimensional da distribuição de tensões, após deslocamento lateral máximo de 5,313 milímetros na região de incisivos centrais superiores. Os resultados mostraram que as partes inferiores das placas pterigóides também foram significativamente deslocadas lateralmente, porém com deslocamento mínimo das suas porções superiores.

Holberg & Rudzki-Jansonb (2006) analisaram a distribuição de tensões na base de crânios jovens e adultos, após expansão rápida de maxila, por meio de método de elementos finitos. O modelo era constituído de ossos do crânio (esfenóide frontal, occipital e ossos temporais) com um total de 41.556 elementos finitos. O módulo de elasticidade óssea variou entre os crânios jovens e de adultos. Os

resultados mostraram que, devido à menor elasticidade das estruturas ósseas no adulto, tensão considerável ocorreu no processo pterigóide, especialmente na área do forame redondo, forame oval, e da fissura orbital superior, podendo levar a microfraturas com lesão das estruturas nervosas e vasculares. Concluíram que a conexão ptérigo-maxilar deve ser cortada em ambos lados, quando da realização de uma expansão de maxila cirurgicamente assistida, especialmente em adultos.

Holberg, Steinhäuser & Rudzki-Janson (2007) examinaram a dissipação de tensões no terço médio da face e na base do crânio; para isso, construíram 4 modelos de elementos finitos, sendo um sem osteotomia e outros com diferentes osteotomias, onde simulou-se expansão de 5mm. Mediu-se e comparou-se a tensão de von Mises nos quatro modelos. O valor mais alto da tensão de von Mises foi observado no modelo que não possuía osteotomia, e a menor tensão foi observada no modelo onde simulou-se osteotomia Le Fort I associada a disjunção ptérigo-maxilar.

O objetivo do estudo de Holberg, Steinhäuser & Rudzki (2007) foi investigar a dissipação de tensões no terço médio da face e na base do crânio, durante a expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida; usando modelos de elementos finitos constituídos de mais de 50.000 elementos individuais e quase 100 mil nós, a expansão rápida da maxila cirurgicamente assistida com ou sem separação da junção ptérigo-maxilar foi simulada, e as tensões em vários pontos do terço médio da face e da base do crânio foram analisadas. Os resultados mostraram que as tensões registradas nos pontos de medição do terço médio da face e da base do crânio eram geralmente mais baixos com a separação da junção ptérigo-maxilar do que os medidos sem isto. Além disso, o método dos elementos finitos mostrou-se apropriado para comparar as influências biomecânicas de várias medidas terapêuticas, que envolveram procedimento cirúrgico-ortodôntico combinado.

Pan et al. (2007) exploraram os efeitos biomecânicos da EMCA sobre o esqueleto craniofacial com fissura de lábio e palato. Analisaram, pelo MEF, um modelo de crânio e face de um sujeito com fissura lábio-palatina, construído a partir de tomografia de computadorizada. Os resultados mostraram que ocorreu deslocamento e deformação assimétricos importantes na região dentada. As tensões geradas pela EMCA dissiparam, ao redor da fissura palatina e cavidade nasal e

distribuiu-se pela porção inferior da cavidade nasal, ao redor da órbita e porção central do osso frontal, próximo ao násion.

Catteneo, Dalstra & Melsen (2009) utilizaram segmentos maxilares humanos obtidos a partir de autópsia, que foram digitalizados por meio de micro CT e que geraram modelos de elementos finitos. O comportamento ligamento periodontal foi considerado não-linear e não-simétrico e o osso alveolar foi modelado de acordo com sua morfologia. Uma série de análises elementos finitos investigou a influência da relação momento/força, magnitude da força, e as tensões geradas pelas forças de mastigação sobre as estruturas de suporte alveolar e movimento ortodôntico. Os resultados mostraram que as tensões eram dependentes da morfologia do osso alveolar. Por causa do comportamento não linear do ligamento periodontal, as áreas distintas de tensão e de compressão não puderam ser detectadas. Mecanismos de transferência de carga secundária foram ativados e a distribuição das deformações no periodonto foi ocultado por forças oclusais. Os autores concluíram que não puderam confirmar a clássica idéia de distintas e simétricas áreas de compressão e tração no periodonto.

Shetty, Hegde & Rai (2009) em estudo que comparou 2 tipos de aparelhos expansores, por meio de modelo de elementos finitos que simulava maxilas jovens, sugeriram que mesmo aparelhos puramente ortodônticos, foram capazes de produzir alterações ortopédicas na maxila.

Han, Kim & Park (2009) investigaram a distribuição de tensões durante a expansão de maxila cirurgicamente assistida, sob diferentes condições cirúrgicas. Utilizaram um modelo 3D de elementos finitos de uma maxila com aparelho Hyrax e testaram 5 grupos: sem cirurgia, osteotomia Le Fort I, osteotomia Le Fort I e paramediana, osteotomia Le Fort I e disjunção ptérigo-maxilar, e osteotomia Le Fort I associada a osteotomia paramediana e disjunção ptérigo-maxilar. Os resultados mostraram que o deslocamento da maxila gradualmente aumentou do Grupo 1 para o Grupo 5, tendo as tensões sobre os dentes pilares sido significativamente reduzida no ultimo grupo (osteotomia Le Fort I associada a osteotomia paramediana e disjunção ptérigo-maxilar).

Venturini et al. (2009) avaliaram, pelo método de elementos finitos e em modelos tridimensionais do incisivo central superior construídos a partir de tomografia computadorizada, a distribuição de tensões no ligamento periodontal sob

três diferentes condições de carga. Os resultados mostraram que a distribuição de tensão foi muito diferente entre os modelos e os valores mais significativos (prejudiciais) de tração e compressão foram observadas nos modelos submetidos a cargas maiores.

Gautam, Valiathan & Adhikaric (2009a) avaliaram, por meio do método dos elementos finitos, os padrões de deslocamento dos ossos faciais em resposta a diferentes cargas de tração alta. Os resultados mostraram deslocamento posterior da maxila com rotação no sentido horário do plano palatino.

Lee et al. (2009) construíram modelo 3D de elementos finitos da maxila, e avaliaram os efeitos da expansão de maxila sobre a sutura palatina mediana e demais suturas da face. Os modelos 3D (maxila sem sutura palatina mediana, maxila com elementos de sutura e maxila sem elementos de sutura) foram desenvolvidos a partir de tomografia computadorizada e submetidas a forças de expansão transversal de 100g que foram aplicados bilateralmente no primeiro pré-molar e primeiro molar. Os resultados mostraram que o modelo de maxila sem sutura palatina mediana apresentou um padrão de tensões semelhante ao da maxila com elementos de sutura, porém o modelo da maxila sem elementos de sutura apresentou padrão de tensão único, com as tensões dissipando superiormente para a área nasal.

Gautam, Valiathan & Adhikaric (2009b) compararam, em estudo de elementos finitos, os padrões de tensões ao longo de diversas suturas craniofaciais, simulando a protração maxilar com e sem expansão. Observaram que as tensões, de forma geral, foram significativamente maiores após protração maxilar com expansão maxilar do que sem expansão.

Cheng, Cheung & Chow (2010) avaliaram, por meio da análise 3D de elementos finitos, a distribuição de tensão em próteses totais superiores submetidas a aplicação da carga oclusal. Evidenciaram ser improvável ocorrer falhas na prótese na região vestibular anterior, uma vez que a tensão foi de compressão.

Chou, Müftü & Bozkaya (2010) avaliaram a distribuição de tensões ósseas peri-implantares, utilizando um modelo 3D de segmento mandibular, construído a partir de tomografia computadorizada da região de pré-molar. Concluíram que, independentemente das dimensões do implante e dos cenários clínicos simulados,

ocorreu o desenvolvimento de altas tensões na região alveolar, e que os níveis de tensão no osso peri-implantar foram reduzidos quando a profundidade de inserção do implante foi aumentada.

Boryor et al. (2010) investigaram, comparando a tensão medida no processo zigomático do crânio com os resultados de um modelo de elementos finitos gerada para este fim, os efeitos da dissipação das forças de expansão maxilar em crânios frescos. Observaram que a maior tensão ocorreu no processo alveolar, concluindo que a probabilidade de abertura da sutura maxilar em adultos durante a expansão maxilar, com ancoragem dentária, foi muito baixa, podendo ocorrer complicações indesejáveis e ruptura.

Com o objetivo de analisar a dissipação da tensão máxima principal (TMP) na região do pilar zigomático ao simular a oclusão dos molares, Prado (2010) construiu, a partir de imagens de tomográficas computadorizadas de 0,25mm de espessura de um crânio dentado, um modelo de elementos finitos e observou que durante a aplicação de carga nos molares, surgiram na superfície interna do seio maxilar duas linhas de TMP a partir do assoalho do seio maxilar. Concluiu que a TMP, durante a oclusão molar não é transferida diretamente ao pilar zigomático, mas também para estruturas adjacentes.

Lai (2010) analisou, pelo método de elementos finitos, as tensões resultantes da disjunção rápida da maxila em estruturas esqueléticas e dentais, utilizando simulação de aparelho disjuntor modificado. O dispositivo e o modelo da maxila foram confeccionados com técnicas BioCAD. O modelo geométrico foi importado na ferramenta de elementos finitos, verificado e utilizado para geração de malha controlada de elementos finitos, a qual foi utilizada para simulação biomecânica final. Foi possível notar maiores concentrações de tensão na região cervical dos dentes e raízes sem o apoio de acrílico. O foco de concentração máxima de tensões e de trações na região anterior se localizou logo à frente do forame incisivo, diretamente sobre a sutura palatina mediana. Houve deformação da mucosa aderida ao apoio acrílico por compressão após a ativação. A tensão migrou para a região de cavidade nasal e espinha nasal anterior. Verificou-se divergência do campo de tensões a partir da região central da maxila, em direção aos processos pterigoides na parte posterior. Concluiu-se que houve um deslocamento assimétrico do dispositivo em relação à linha média da maxila com maior deslocamento do lado da mordida cruzada. O

apoio acrílico distribuiu melhor as tensões entre mucosa, ossos e dentes do lado não cruzado, resultando em menor deslocamento. Além disso, no lado sem o acrílico, observou-se uma tensão mais alta, mais concentrada na região dos dentes e das raízes, confirmando um maior efeito dental adicional, evidenciando assim, uma maior tendência de movimentação deste lado da mordida cruzada.

Gautam, Zhaob & Patelc (2011) verificaram o padrão de dissipação de tensões no esqueleto craniofacial, em uma simulação de paciente com fissura unilateral, em resposta a várias técnicas de EMCA; utilizou para isso três modelos específicos de crânios desenvolvidos para análise de elementos finitos, tendo esta sido realizada em cada modelo com uma técnica expansão rápida de maxila cirurgicamente assistida específica. Os resultados evidenciaram que a forma ideal de cirurgia na expansão rápida de maxila cirurgicamente assistida, para pacientes com fissura unilateral, foi a osteotomia LeFort I unilateral, com disjunção do pterigóide e da sutura intermaxilar.

Com o objetivo de verificar a distribuição das tensões geradas em maxilas submetidas à osteotomias tipo Le Fort I, com 4 variações e expandidas em 1mm com aparelho dento-muco-suportado, Assis (2011) utilizou o método de elementos finitos e concluiu que é necessária a confecção do degrau no pilar zigomático e a disjunção do processo pterigóide para evitar maiores tensões sobre o osso esfenóide e menor deslocamento dos dentes suporte do aparelho em relação ao movimento maxilar.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desta trabalho foi avaliar a distribuição das tensões nos dentes suportes do aparelho expensor dento-muco-suportado, produzidas pela expansão de maxila cirurgicamente assistida, quando variou-se a osteotomia.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

Baseado na metodologia preconizada por Assis (2011), confeccionou-se, a partir de tomografias computadorizadas de brasileiros adultos de ambos os sexos, um modelo “*computer aided design*” (CAD) de maxila, através do *software* Rhinoceros 4.0 (Mcneel North America – USA), que gerou imagem da maxila considerando os principais pontos anatômicos tomográficos. As tomografias utilizadas eram do banco de dados do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI – Campinas, SP. Brasil). Todos os procedimentos relacionados com a análise de elementos finitos foram realizados no CTI, conforme descrição a seguir.

Após a importação da geometria da maxila pelo *software* FEMAP 10.1.1 (Siemens PLM Software Inc., USA) (Figura 1), foi gerada uma malha com elementos tetraédricos com 10 (dez) nós na fase de pré-processamento (Figura 2) e o modelo enviado para a análise matemática no *software* NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.), cujos resultados foram enviados para o FEMAP, para o pós-processamento.

Figura 1: Geometria do modelo de estudo importada para que seja gerada a malha de elementos finitos. *Software*: FEMAP – Siemens PLM (versão 10.1.1)

Figura 2: Malha gerada sobre o modelo de estudo, no pré-processamento. *Software*: FEMAP – Siemens PLM (versão 10.1.1).

O modelo de estudo gerado foi submetido a cinco procedimentos diferentes: Modelo 1 (M1): Expansão maxilar sem a simulação de osteotomias (Figura 3); Modelo 2 (M2): Simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar (Figura 4); Modelo 3 (M3): Simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e sutura intermaxilar (Figura 5); Modelo 4 (M4): Simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar (Figura 6); Modelo 5 (M5): Simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar (Figura 7).

Figura 3: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M1. *Software*: Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America

Figura 4: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M2. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America

Figura 5: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M3. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.

Figura 6: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M4. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.

Figura 7: Vista frontal e lateral referente ao modelamento de M5. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.

Para este estudo, apenas a maxila esquerda foi modelada, tendo a maxila direita sido espelhada a partir da esquerda, considerando-se uma hipótese de simetria, portanto o carregamento e os resultados para os lados esquerdo e direito foram idênticos. Os materiais simulados foram considerados isotrópicos, elásticos, lineares e homogêneos.

O aparelho expensor considerado para todas as análises foi o dento-muco-suportado, similar ao aparelho “Haas”, ancorado no primeiro pré-molar e no primeiro molar. Estes, por sua vez, foram os únicos dentes mantidos no modelo, para não carregar excessivamente de informações o *software*, e mantidos como pilares fixos nas maxilas, sem a presença de ligamento periodontal, em condição de anquilose.

Os eixos direcionais para o deslocamento do modelo no espaço foram definidos como “X” para látero-lateral (horizontal), “Y” para ântero-posterior (horizontal) e “Z” para súpero-inferior (vertical).

Os modelos eram multicorpos e havia interação mecânica entre si, tendo sido definido, de acordo com a característica modelo, o contato colado, que impediu qualquer movimentação entre essas partes.

Acima da osteotomias, os modelos foram fixados totalmente, incluindo as paredes do seio maxilar e também a parte mais posterior do processo pterigóide. A superfície da sutura palatina mediana foi fixada na região correspondente ao osso palatino (Figura 8).

A distância estipulada para expansão foi de 1mm (um milímetro) (Figura 9), pois nessa distância, a tensão máxima de von Mises do metal do aparelho estaria num valor próximo ao limite convencional de escoamento do aço.

Os contatos entre as bandas ortodônticas e os dentes, bem como a união mucosa/osso e as partes que compuseram o aparelho expensor foram colados. O contato entre o processo pterigóide e a maxila foi colado quando não havia osteotomia da região (M1, M2, M4). Nas superfícies osteotomizadas, não foi aplicado nenhum tipo de contato, as superfícies se deslocavam livres de atrito, porém limitadas a um deslocamento que simulava um espaço de corte de 1mm. A composição da malha do modelo de estudo está expressa na Tabela 1, enquanto as propriedades dos materiais simulados estão expressas na Tabela 2. Os resultados obtidos foram analisados de forma descritiva.

Tabela 1: Composição da malha do modelo de estudo.

Modelos de acordo com a osteotomia	Número de elementos	Número de nós
Le Fort I – sem degrau	462.646	694.752
Le Fort I – com degrau	464.982	696.891

Tabela 2: Propriedades dos materiais simulados.

Estrutura	Módulo de Young/ Elasticidade (E)	Coefficiente de Poisson
Osso cortical (Catteneo, Dalstra & Melsen, 2009)	17,5 GPa	0.3
Dente (Catteneo, Dalstra & Melsen, 2009)	20 GPa	0.3
Mucosa* (Lai, 2010)	0,2 GPa	0.45
Acrílico (Shetty, Hegde & Rai, 2009)	2,4 GPa	0.35
Aço (Callister, 2002)	210 GPa	0.3

Unidade de medida GPa – GigaPascal.

*Valores modificados a partir dessa referência

Figura 8: Condição de contorno dos modelos. Áreas em vermelho estão fixadas no eixo “Z” normal a superfície (paredes que contornam o seio maxilar/ parede lateral da cavidade nasal/ face medial do osso palatino). Pterigóide em contato colado a maxila. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.

Figura 9: Aplicação do deslocamento de 1 mm ao parafuso expansor. *Software:* Rhinoceros 4.0 – Mcneel North America.

5 Resultados

5 RESULTADOS

De forma geral, os resultados obtidos, a partir da descrição das tensões máximas principais (Mpa) decorrente da análise de elementos finitos, evidenciaram dissipação de tensões de tração e compressão através dos dentes suporte do aparelho, lâmina dura, rebordo alveolar, osso basal maxilar, assoalho nasal e processo pterigoide do osso esfenóide. Estas caracterizaram-se por tensões de tração, representadas pelos valores acima de zero (em MPa) no mapa de cores das figuras, além de tensões de compressão representadas pelos valores abaixo de zero (em MPa) no mapa de cores das figuras 10 a 42.

As figuras 10 a 14 mostram a tensão máxima principal (MPa) observada na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias (M1). Na Figura 10, observou-se a dissipação de tensões de tração na região palatina dos alvéolos do molar e do pré-molar, além de tensões de compressão principalmente localizadas na região méso-vestibular do pré-molar e disto-vestibular do molar. De forma semelhante, observaram-se tensões de tração nas porções mesial e palatina dos molares, além de distal e palatina dos pré-molares, especialmente em suas raízes palatinas e porções cervicais; tensões de compressão foram também observadas nas porções méso-vestibulares do pré-molar e disto-vestibular do molar.

Ainda na Figura 10, observou-se também dissipação de tensão de compressão na porção óssea do rebordo alveolar (especialmente na porção palatina) e pilar zigomático-maxilar e osso zigomático. Além disso, ficou evidente a dissipação de tensões de tração na porção palatina da maxila (cor amarelo/esverdeado – cerca de 100.0 MPA)

A Figura 11 mostra uma vista aproximada da dissipação da tensão máxima principal (MPa) observada na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias (M1) no alvéolo do pré-molar. Destacam-se os valores que variam entre 90 (cor verde) a 150 MPa (cor vermelha) na região cérvico-palatal desse alvéolo, assim como os valores de -5 a -10 (azul mais escuro) na porção cervical vestibular do alvéolo. Ressalta-se que valores positivos correspondem a tensões de tração e negativos a tensões de compressão. De forma semelhante, a Figura 12 revelou as

tensões relacionadas com o alvéolo do molar, na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias, porém atenuados.

As figuras 13 e 14 evidenciam a dissipação da tensão máxima principal (MPa) na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias (M1) através dos dentes. Observou-se que, na vista palatina (Figura 13), ocorreu dissipação de tensões de tração e compressão através dos dentes pilares do aparelho. Destacam-se as tensões de compressão (em tons azul escuro), com valores entre -1,25 e -10 MPa que dissiparam por todo o dente, e as tensões de tração (cores variando entre verde, amarelo e vermelho) com valores entre 60 e 130 MPa que dissiparam especialmente nas porções cervicais do pré-molar e do molar, e no ápice da raiz palatina do molar. Na vista vestibular (Figura 14), além das tensões de compressão e tração que dissiparam por todo o dente, destacaram-se as concentrações de tensões de tração e compressão nas porções mesial e distal do molar, respectivamente, e de tensões de tração e compressão nas porções distal e mesial do pré-molar, respectivamente.

Figura 10: M1 – Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.

Figura 11: M1 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.

Figura 12: M1 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.

Figura 13: M1 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.

Figura 14: M1 - Figura 13: M1 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de 1mm de expansão maxilar sem osteotomias.

As figuras 15 a 21 evidenciam a tensão máxima principal (MPa) observada na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar (M2), nela observou-se a presença de dissipação de tensões de tração na região mesio-palatina dos alvéolos do molar e nas regiões mesial, distal e palatina do alvéolo do pré-molar, caracterizadas pelos tons claros de azul (valores baixos, porém acima de zero), além de tensões de compressão

predominantemente localizadas na região méso-vestibular do pré-molar e disto-vestibular do molar (tons de azul escuro, valores abaixo de zero). As figuras 16 e 18 representam vistas aproximadas da dissipação de tensões no alvéolo do pré-molar e molar, respectivamente. Chamou atenção a dissipação de tensões de tração na região palatina do rebordo alveolar e processo palatino da maxila, que estendeu-se até assoalho nasal (Figuras 17 e 19). Tais tensões relacionaram-se com os ápices dos dentes (especialmente os molares).

De forma semelhante, observou-se tensões de tração nas porções mesial e palatina dos molares, além de distal e palatina dos pré-molares, especialmente em suas raízes palatinas e porções cervicais (Figura 20); tensões de compressão foram também observadas nas porções méso-vestibulares do pré-molar e disto-vestibular do molar (Figura 21).

Figura 15: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 16: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 17: M2 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 18: M2 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 19: M2 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 20: M2 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 21: M2 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção da sutura intermaxilar.

A tensão máxima principal (MPa) observada nas figuras 22 a 28 refere-se ao modelo M3, ou seja, simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e sutura intermaxilar. Na Figura 22, observou-se a presença de dissipação de tensões de tração na região mesio-palatina dos alvéolos do molar e nas regiões mesial, distal e palatina do alvéolo do pré-molar, caracterizadas pelos valores entre 145 e 309 MPa, além de tensões de compressão predominantemente localizadas na região mesio-vestibular do pré-molar e disto-vestibular do molar (valores abaixo ou igual a -18,75 MPa). As figuras 23 e 25 representam vistas aproximadas da dissipação de tensões no alvéolo do pré-molar e molar, respectivamente. A dissipação de tensões de tração na região palatina do rebordo alveolar e processo palatino da maxila, estendendo-se até assoalho nasal (Figuras 24 e 26) merecendo ser destacada (valores entre 300 e 500 Mpa, aproximadamente). Destacaram-se também tensões de compressão no processo palatino da maxila e assoalho nasal (valores próximos -80 Mpa). Tais tensões relacionaram-se com os ápices dos dentes (especialmente os molares).

De forma semelhante, observou-se tensões de tração nas porções mesial e palatina dos molares, além de distal e palatina dos pré-molares, especialmente em suas raízes palatinas e porções cervicais, representados pelos valores aproximados entre 85 a 200 Mpa (Figura 27); tensões de compressão foram também observadas nas porções mesio-vestibulares do pré-molar e disto-vestibular do molar, além de importante dissipação de tensão de tração na face vestibular da raiz palatina do molar (Figura 28).

Figura 22: M3 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérido-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 23: M3 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérido-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 24: M3 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 25: M3 - Vista oclusal da Tensão Máxima Principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérigo-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 26: M3 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérido-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 27: M3 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérido-maxilar e sutura intermaxilar.

Figura 28: M3 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e molar na simulação de osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar, disjunção ptérido-maxilar e sutura intermaxilar.

As figuras 29 a 35 apresentam a tensão máxima principal observada na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar (M4). Na Figura 29, que apresenta uma vista oclusal da dissipação da tensão máxima principal, observou-se dissipação de tensões de tração na região mesio-palatina dos alvéolos do molar e nas regiões mesial, distal e palatina do alvéolo do pré-molar, atenuadas quando comparadas com os modelos M2 e M3 e caracterizadas pelos valores entre 210.9 e 309 MPa, além de tensões de compressão predominantemente localizadas na região mesio-vestibular do pré-molar e disto-vestibular do molar (valores abaixo ou igual a -18,75 MPa). Ressalta-se que a aparente atenuação das tensões decorre do aparecimento de menores áreas de tensões de tração e compressão visíveis. As figuras 30 e 32 representam vistas aproximadas da dissipação de tensões no alvéolo do pré-molar e molar, respectivamente.

A dissipação de tensões de tração na região palatina do rebordo alveolar e processo palatino da maxila, estendeu-se até assoalho nasal (Figuras 31 e 33) porém observou-se, nesse modelo, menores quantidades de tensões, apesar de as mesmas terem ocorrido de forma semelhante aos modelos M2 e M3. Percebeu-se isso quando observou-se os alvéolos dos molares, nas vistas frontais das referidas

figuras, pois, por exemplo, as áreas em amarelo, laranja e vermelho, apesar de terem ocorrido, fizeram-se em quantidade menor. Destacaram-se também tensões de compressão no processo palatino da maxila e assoalho nasal (-50 Mpa), e essas relacionaram-se com os ápices dos dentes (especialmente os molares). A dissipação de tensões de tração nas porções mesial e palatina dos molares, distal e palatina dos pré-molares, bem como as tensões de compressão observadas nas porções méso-vestibulares do pré-molar e disto-vestibular do molar, além de tensão de tração na face vestibular da raiz palatina do molar (figuras 34 e 35) seguiram o mesmo padrão observados nos modelos M2 e M3, porém atenuadas.

Figura 29: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada nos alvéolos dentários na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 30: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 31: M4 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 32: M4 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 33: M4 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 34: M4 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

Figura 35: M4 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar.

As figuras 36 a 42 mostram os resultados da tensão máxima principal obtidos para a simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar (M5) e revelou a manutenção do padrão de dissipação de tensões de tração (cores representadas pelos valores acima de zero) e de compressão (cor azul escuro), quando comparado com o modelo M4 (simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção da sutura intermaxilar) porém destacou-se a atenuação das tensões de tração nos dentes, nos quais, com exceção do ápice do molar, não se observa cores laranja e vermelha. Da mesma maneira, as tensões de compressão apresentaram-se atenuadas, uma vez que observou-se redução no padrão de cores azul escuro (vide região cervical do molar nas figuras 41 e 42).

Figura 36: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 37: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 38: M5 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do pré-molar observada na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 39: M5 - Vista oclusal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 40: M5 - Vista frontal da tensão máxima principal (MPa) observada no alvéolo do molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 41: M5 - Vista palatina da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

Figura 42: M5 - Vista vestibular da tensão máxima principal (MPa) observada no pré-molar e no molar na simulação de osteotomia Le Fort I descendente sem degrau, com disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar.

As figuras 43 a 48 mostram que as tensões de von Mises dissiparam pelo aparelho, atingiram os dentes e dissiparam através dos mesmos para o osso alveolar e estruturas adjacentes. Observou-se, de maneira geral, tensões de von Mises nas hastes medial, distal e intermediária do aparelho, na região do pilar zigomático maxilar (especialmente M2), na porção posterior do palato, túber e processo pterigóide do osso esfenóide (especialmente M2 e M4) representadas pelas cores azul claro/esverdeada. Ressalta-se que, nos modelos M3 e M5, onde realizou-se a simulação de disjunção entre o túber da maxila e o processo pterigoide do osso esfenóide, não se observou dissipação de tensões no referido processo.

Figura 43: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M1: sem osteotomias. *Software*: NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.).

Figura 44: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M2: Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar. *Software*: NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.).

Figura 45: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M3: Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção ptérgico-maxilar. *Software*: NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.).

Figura 46: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M4: Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau. *Software:* NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.).

Figura 47: Tensão de von Mises. Vista oclusal. Simulação M5: Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção ptérigo-maxilar. *Software:* NEI NASTRAN (Noran Engineering Inc.).

A observação isolada da dissipação de tensões máximas principais (TMP) no aparelho expansor nos modelos M2 a M5, revelou que ocorreram dissipações de tensões de tração e compressão sobre as hastes do aparelho (Figuras 48 a 51).

Figura 48: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M2 (Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar). Aparelho isolado.

Figura 49: Tensão Máxima Principal (MPa) observada na simulação M3 (Osteotomia Le Fort I com degrau no pilar zigomático-maxilar e disjunção ptérgico-maxilar). Aparelho isolado.

Figura 50: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M4 (Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau). Aparelho isolado.

Figura 51: Tensão máxima principal (MPa) observada na simulação M5 (Osteotomia Le Fort I descendente sem degrau e com disjunção ptérgio-maxilar). Aparelho isolado.

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

De acordo com Gonçalves (2010), Nary Filho, Gonçalves & Ribeiro Júnior (2004) e Gonçalves & Polido (1998), as deformidades podem ser definidas como defeito de conformação de um órgão ou parte do corpo; quando ocorrem nos ossos da face, chamam-se deformidades faciais-esqueléticas, e resultam do excesso ou deficiência de crescimento e desenvolvimento. Acontecendo no sentido transversal da maxila, acarretam maxila atrésica, palato ogival, apinhamento e rotação dentais, além de mordida cruzada posterior uni ou bilateral. Geram danos tanto nas maxilas propriamente ditas, quanto em outras estruturas, órgãos e sistemas relacionados, prejudicando, por exemplo, a saúde periodontal, a relação entre os arcos dentários, função mastigatória, deglutição, fonação, articulações têmporo-mandibulares e respiração.

Segundo Phillips et al. (1992), ocorre entre 10 a 15% da população adolescente, e 30% da população adulta. Sua etiologia é multifatorial, (Betts et al. 1995), podendo ser tanto genéticas quanto ambientais (Bishara & Staley, 1987). Seu diagnóstico pode ser clínico e a necessidade de tratamento é óbvia (GONÇALES & POLIDO, 1998).

De acordo com Betts et al. (1995) e Lanigan & Mintz (2002), o tratamento da MTD varia de acordo com o grau de atresia, idade do paciente e associação da deficiência transversal com deficiências verticais e ântero-posteriores; tem como objetivo aumentar as dimensões transversais das maxilas. Em indivíduos com maturidade esquelética, a expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA) é o tratamento de escolha para MTD maior do que 5mm de discrepância maxilo-mandibular.

Ressalta-se o fato de que Woodside (1969 apud FERREIRA, 2001) referiu que o terceiro e último período intenso de crescimento ocorre dos 11 aos 12 anos nas meninas e dos 14 aos 15 anos nos meninos, esperando-se que o montante de crescimento se reduza a partir disso. Apesar de existirem diferenças individuais, assume-se que por volta de 16 anos de idade nas meninas e 18 anos de idade nos meninos, não ocorra mais nenhum crescimento, podendo ser considerados esqueleticamente maduros. Betts et al. (1995) consideraram indivíduos

esqueleticamente maduros aqueles que apresentavam idade esquelética de 15 anos ou mais.

Com a cessação do crescimento, a consolidação das suturas existentes entre os ossos da face e crânio ocorre e dificulta ou impede a expansão de maxila puramente ortopédica (EMNCA). O grau de consolidação das suturas, o momento de consolidação das mesmas, assim como sua localização anatômica parecem ser fatores determinantes para o sucesso ou insucesso da expansão de maxila, bem como para o tipo de procedimento a ser indicado. Segundo Strömberg & Holm (1995), a dificuldade de expansão deve-se à rigidez estrutural dos pilares zigomáticos. Para Bell (1982), essa rigidez é decorrente da consolidação de suturas do crânio e face, e não da sutura intermaxilar. O estudo de Persson & Thilander (1977), mostrou que grandes variações existem entre o início, avanço da obliteração das suturas e com a idade. Mostrou ainda que a sutura palatina pode obliterar-se durante o período juvenil, mas um alto grau de fechamento é raramente encontrado até a terceira década de vida, e que supõe-se que o fechamento da sutura intermaxilar inicia numa mesma idade, porém não avança no mesmo padrão das demais suturas da face.

Em 2002, Ennes concluiu, dentre outras, que a fragilidade das pontes iniciais de ossificação não permitiu responsabilizá-las pelo insucesso da disjunção da sutura intermaxilar, corroborando as opiniões de Persson & Thilander (1977), Bell (1982) e Stromberg & Holm (1995).

Apesar dos autores acima acreditarem que a sutura intermaxilar não possa ser responsabilizada pela dificuldade de expansão em indivíduos com maturidade esquelética, e que essa responsabilidade seria das demais suturas da face e crânio, Kraut (1984) reportou seus resultados com a EMCA, por meio da osteotomia da parede lateral da maxila combinada com disjunção ptérigo-maxilar e separação (sem osteotomia) da sutura intermaxilar. Em alguns indivíduos observaram sutura intermaxilar muito espessa, que foram então osteotomizadas, permitindo a expansão.

Shetty et al (1994) asseveraram que as suturas ptérigo-maxilar e intermaxilar, foram os sítios anatômicos primários de resistência às forças de expansão, e que o padrão de distribuição das tensões tornou-se mais superior, após osteotomia ptérigo-maxilar. Concluíram que osteotomias completas da sutura intermaxilar e

ptérigo-maxilar foram essenciais para a EMCA, e que as tensões geradas pelo aparelho expensor foram ortopédicas e produziram profundos efeitos anatômicos. Enfatizaram que os clínicos deveriam ser cautelosos, pois as tensões produzidas pela ativação do aparelho podiam gerar dor e desconforto. Lanigan & Mintz (2002), por sua vez, asseveraram que forças ortopédicas significativas são geradas no momento da ativação do aparelho expensor, e essas forças transmitiram-se para sítios anatômicos distantes como a base do crânio e órbita. Fraturas aberrantes que estenderam-se a essas regiões foram relatadas. Para minimizar esses riscos, recomendaram ampla liberação das suturas, especialmente a ptérigo-maxilar

As tensões produzidas pelos aparelhos expansores durante a expansão de maxila, além de significativas e de dissiparem pelos ossos da face em direção ao crânio (JAFARI, SHETTY & KUMAR, 2003), são transmitidas aos ossos pelos dentes de suporte do aparelho (nos aparelhos dento-suportados), pelos dentes de suporte do aparelho e pelo apoio acrílico (nos aparelhos dento-muco-suportados) (GARIB et al. 2006; BRETOS et al. 2007; LODDI et al. 2008; HINO et al. 2008) e diretamente ao osso (nos aparelhos ósseos-suportados) (RAMIERI et al. 2005, GERLACH & ZAHL, 2005; KOUDSTAAL et al. 2006; KOUDSTAAL et al. 2009a; FERNÁNDEZ-SANROMÁN et al. 2010). Starnbach et al. (1966) relataram que o dente de suporte movimenta-se em direção ao movimento expansivo e, segundo Bell & Epker (1976), a expansão de maxila exclusivamente ortopédica em adultos, pode empurrar os dentes lateralmente através do osso, sem abertura da sutura palatina mediana, sendo que movimentação dentária e inclinação do osso alveolar são consequências comuns dessa terapia.

Esse movimento dental, citado por Starnbach et al. (1966) e Bell & Epker (1976), foi comprovado por Capellozza Filho et al. (1996), uma vez que os autores observaram diastemas inter-incisivos pós expansão de maxila ortopédica em adultos (EMNCA), menores do que o montante de abertura do parafuso, indicando uma moderada expansão da base apical da maxila, significante movimento do osso alveolar e movimentação dentária vestibular. Apesar disso, existem autores como Handelman et al. (2000), que consideraram a EMNCA em adultos um método clinicamente seguro e de sucesso para correção da MTD. Os resultados deste estudo discordam de Handelman et al. (2000), corroboram os estudos de Bell & Epker (1976) e justificam os resultados de Capellozza Filho et al. (1996), pois pode-

se observar, no modelo M1 (EMNCA), dissipação de forças de tração na região palatina dos alvéolos do molar e do pré-molar, além de forças de compressão predominantemente localizadas na região méso-vestibular do alvéolo do pré-molar e disto-vestibular do alvéolo do molar, além de tração nas porções mesial e palatina do molar, distal e palatina do pré-molar, especialmente em suas raízes palatinas e porções cervicais; compressão foi também observada nas porções méso-vestibulares do pré-molar e disto-vestibular do molar, podendo deslocar ou inclinar os dentes no mesmo sentido do movimento expansivo.

Além disso, nos indivíduos com MTD e tratados por Capellozza Filho et al. (1996), observou-se dor e edema em 30% dos indivíduos, dor em outros 27% e dor, edema e lesão gengival em outros 9% dos indivíduos. Para Jafari, Shetty & Kumar (2003), que utilizando o MEF mostraram que as forças dissipam para regiões mais altas da cabeça, pode ocorrer sensação de pressão em várias regiões crânio-faciais, sendo que aquelas relatadas por pacientes submetidos a expansão maxilar, correlacionaram-se às áreas de alta concentração de tensões. Além disso, verificaram que as forças expansivas não se restringiram à sutura intermaxilar isoladamente, mas também foram distribuídas para os ossos esfenóide, zigomático e outras estruturas associadas. Neste estudo, de certa maneira, pode-se verificar resultados semelhantes, pois, apesar de não existirem dados sobre dor e desconforto, observou-se que as tensões originadas no aparelho, dissipam-se através dos dentes para os ossos da face e podem atingir posições mais superiores, como o assoalho nasal e o pilar zigomático maxilar.

Acredita-se, baseando-se novamente nos dados de Starnbach et al. (1966), Bell & Epker (1976) e Capellozza Filho et al. (1996), que a EMNCA em indivíduos esqueleticamente maduros deve ser evitada, permitindo-nos discordar de Betts et al. (1995) em relação a falha na expansão ortodôntico/ortopédica como uma indicação para a EMCA. Os estudos de Glassman et al. (1984) e Schimming et al. (2000) revelaram a ocorrência de deslocamento dentário e fratura unilateral do processo alveolar da maxila em indivíduos submetidos a EMCA com técnica cirúrgica conservadora, e que mesmo com técnica cirúrgica mais invasiva, Chung & Goldman (2004) e Moreschi et al. (2005) observaram significativa movimentação vestibular dos dentes superiores. Assim, parece-nos lícito concluir que, na tentativa de EMNCA a possibilidade de movimentação dentária no sentido do movimento expansivo

(vestibular) seja muito grande e deva ser evitada. Neste estudo, observou-se a dissipação de tensões (tração e compressão) em dentes, a partir da imposição do deslocamento de 1mm no aparelho, que poderiam deslocar e rotacionar os dentes pilares, mesmo simulando osteotomias e um aparelho dento-muco-suportado, confirmando a verificação dos autores anteriormente citados.

Portanto, em indivíduos com MTD e maturidade esquelética, o tratamento de escolha deve ser a EMCA, sem a tentativa prévia de EMNCA e, para isso, técnicas cirúrgicas e variações das mesmas têm sido descritas (BELL & EPKER, 1976; SCHWARZ, TRASH, BYRD & JACOBS, 1985; BAYS & GRECO, 1992; BASDRA, ZOLLER & KOMPOSH, 1995); dentre as técnicas, existem as consideradas mais invasivas (BETTS ET AL. 1995; WOODS, WISENFELD & PROBERT, 1997) que são essenciais no tratamento de pacientes com idade mais avançada (ANTILLA et al. 2004), uma vez que o grau de consolidação das suturas progride gradualmente com o avanço da idade.

De maneira geral, técnicas cirúrgicas consideradas mais invasivas vislumbram a execução de um número maior de osteotomias, bem como uma amplitude maior das mesmas. A técnica preconizada por Bell & Epker (1976), Bell & Jacobs (1979) e Betts et al. (1995) são semelhantes e constam com osteotomias bilaterais da parede anterior da maxila, estendendo-se da abertura piriforme até a sutura ptérigo-maxilar, associada a osteotomias bilaterais para disjunção da sutura ptérigo-maxilar, osteotomia da sutura intermaxilar (em suas porções palatina e alveolar) e osteotomias nas porções iniciais das paredes laterais nasais e do septo nasal. Tal técnica deve, preferencialmente, ser realizada em ambiente hospitalar e com anestesia geral e, obviamente, está sujeita a mais riscos e complicações quando comparadas com as técnicas mais conservadoras. Chuah & Mehra (2005), por exemplo, relataram caso de parestesia do nervo lingual decorrente de EMCA realizada por meio de técnica que realizava osteotomia da sutura ptérigo-maxilar.

Em contrapartida, a técnica conservadora preconizada por Glassman et al. (1984), realizava somente corticotomias maxilares laterais e aparentemente seria mais segura, podendo ser realizada sob anestesia local. Apesar disso, ocorreram 30% de complicações, inclusive deslocamento dentário. De forma semelhante, Schimming et al. (2000) realizaram estudo retrospectivo com 21 sujeitos submetidos a EMCA pela técnica conservadora preconizada por Glassman et al. (1984), e

obtiveram bons resultados em 20 sujeitos. Um dos sujeitos, de 38 anos, desenvolveu uma fratura unilateral do processo alveolar da maxila devido ao grau de ossificação da sutura intermaxilar. Concluíram que essa técnica cirúrgica não é adequada para pacientes com mais de 30 anos e que indivíduos mais velhos necessitam de osteotomia na sutura intermaxilar. Em 2009, Laudemann et al. compararam as tomografias computadorizadas de indivíduos submetidos a EMCA com e sem osteotomia da sutura ptérigo-maxilar e concluíram que, em pacientes de idade mais avançada (mais de 20 anos), deve-se optar pela EMCA com osteotomia da sutura ptérigo-maxilar.

Os resultados do estudo de Antilla et al. (2004) indicaram que foi possível realizar a EMCA com técnica cirúrgica minimamente invasiva e que existiu estabilidade a longo prazo, porém, com o avanço da idade, poderiam ocorrer inúmeros fatores complicadores que afetariam negativamente o curso da EMCA. Recomendaram osteotomias extensas em pacientes mais velhos e sugeriram que um dos pré-requisitos para o sucesso da EMCA é ausência de comprometimento do osso que suporta os dentes. As razões para isso são óbvias, pois em indivíduos de idade mais avançada, espera-se maior grau de consolidação das suturas e consequentemente maior resistência à expansão. Associando isso à algum grau de comprometimento periodontal, à osteotomias minimamente invasivas e aos resultados deste estudo (que mostrou que ocorre dissipação de tensões nos dentes passíveis de deslocamento dentário, mesmo com o uso de osteotomias invasivas para a EMCA), acredita-se numa maior possibilidade de deslocamento dentário nos indivíduos mais velhos, portadores de problemas periodontais e submetidos a EMCA com a utilização de técnicas mais conservadoras.

Holberg, Steinhäuser & Rudzki-Janson (2007), utilizando o MEF, informaram que para evitar complicações na base do crânio, torna-se necessária a assistência cirúrgica especialmente em adultos, uma vez que quanto maior a idade, menor a elasticidade do osso, tornando mais extensa a necessidade de enfraquecimento cirúrgico do osso.

Os resultados do estudo de Sant'ana (2006), que comparou duas formas de tratamento da MTD sob anestesia local, chamam a atenção, pois os sujeitos foram submetidos às cirurgias pelas técnicas de Bell & Epker (1976) e Glassman et al. (1984), e todos os pacientes submetidos a técnica cirúrgica proposta por Bell &

Epker (1976) obtiveram resultados cirúrgicos e ortopédicos satisfatórios, enquanto que apenas 30% dos pacientes submetidos a técnica de Glassman et al. (1984) expandiram. Ambas as técnicas mostraram-se toleráveis aos pacientes para realização do procedimento sob anestesia local, porém, os sujeitos operados pela técnica proposta por Glassman et al. (1984) sentiram mais dor pós-operatória e desconforto durante ativação do aparelho.

Holberg, Steinhäuser & Rudzki (2007), utilizando o MEF, confirmaram a eficácia da separação adicional da sutura ptérigo-maxilar, como medida de proteção para reduzir a dissipação de tensões na base do crânio. Os autores concluíram que, para proteger a base do crânio de efeitos colaterais indesejáveis, a separação da junção ptérigo-maxilar parece ser uma medida razoável e necessária para a expansão de maxila cirurgicamente assistida. Han, Kim & Park (2009), utilizando o MEF, sugeriram que a combinação de Le Fort I e osteotomia paramediana com separação ptérigo-maxilar é um procedimento eficaz para aumentar a expansão da maxila. Gautam, Zhaob & Patelc (2011), utilizando o MEF, evidenciaram que a forma ideal de cirurgia na EMCA foi a osteotomia Le Fort I subtotal, com disjunção do ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar, permitindo aos autores concluir que a técnica mais invasiva pode reduzir significativamente as tensões resultantes da expansão.

Retomando os estudos de Starnbach et al. (1966), Glassman et al. (1984), Shetty et al. (1994), Schimming et al. (2000), Lanigan & Mintz (2002), Jafari, Shetty & Kumar (2003), Sant'ana (2006), parece-nos lícito acreditar que, com as técnicas mais conservadoras, a dissipação dental e óssea de forças geradas no aparelho expensor é tamanha, que pode gerar, além de deslocamento dental e dificuldade de expansão, dor e desconforto por vezes superiores aos observados em técnicas cirúrgicas mais invasivas. Os resultados do presente estudo corroboram essa crença, uma vez que, nos modelos onde a simulação da cirurgia não envolvia a disjunção do processo pterigóide, observou-se maior dissipação de tensões através dos dentes, inclusive com tração removendo e deslocando o dente para vestibular.

Percebe-se, contudo, em nossos resultados que, mesmo em menor monta, o mesmo tipo de tensão citadas acima, ocorreu nos dentes dos modelos onde simulou-se a osteotomia mais invasiva, ou seja, com osteotomia da região da sutura ptérigo-maxilar. Contudo, tal fato não é surpreendente, uma vez que Shetty et al.

(1994) evidenciaram que a a distribuição das forças variava a medida que variou-se a osteotomia, e que mesmo quando realizou-se osteotomias da sutura intermaxilar, parede anterior da maxila e da sutura ptérigo-maxilar, apesar de parte da força dissipar-se para porções ósseas mais superiores da face (como a sutura fronto-zigomática), observou-se concentração de tensões na região apical dos dentes pilares do aparelho expensor, exatamente como visto neste estudo. Observou-se, neste estudo, que ocorreu tração significativa, especialmente na porção apical da raiz palatina dos molares, principalmente quando não se realizou a disjunção da sutura ptérigo-maxilar, mas também quando essa foi realizada.

O trabalho de Lima Júnior, Moraes & Asprino (2011) confirmou essa questão, pois seus resultados mostraram que, antes de qualquer osteotomia, a ativação dos aparelhos distribuiu tensões através dos dentes suporte do aparelho até o pilar zigomático-maxilar, concentrando-as nas suturas zigomático-maxilar, zigomático-frontal e linha média da maxila. Após osteotomia da sutura intermaxilar e parede anterior da maxila, observou-se importante redução das tensões na parede zigomático-maxilar. Com as sucessivas ativações, aumentou a intensidade das tensões nos molares, tuberosidade maxilar e processos pterigóides, mesmo usando aparelho dento-muco-suportado, como neste estudo.

Com o objetivo de verificar a distribuição das tensões geradas em maxilas submetidas à 4 variações de osteotomia e expandidas em 1mm com aparelho dento-muco-suportado, Assis (2011) utilizou o método de elementos finitos e concluiu que é necessária a confecção do degrau no pilar zigomático e a disjunção do processo pterigóide para evitar maiores tensões sobre o osso esfenóide e menor deslocamento dos dentes suporte do aparelho, no sentido do movimento expansivo. Com metodologia semelhante, pudemos observar que o mesmo tipo de osteotomia supracitada (M3), neste estudo, produziu maior dissipação de tensões dentais do que a osteotomia descendente sem degrau e com disjunção ptérigo-maxilar. Tal fato parece decorrer de contatos entre as paredes ósseas do degrau, simuladas no modelo M3 e gerados após a imposição do deslocamento de 1mm, o que não aconteceu no modelo sem degrau (M5).

Ressalta-se que, Chung & Goldman (2004) avaliaram a rotação e deslocamento dental de 14 indivíduos submetidos a EMCA pela técnica preconizada por Betts et al. (1995) associada a uso do aparelho dento-muco-suportado, e

observaram que a EMCA induziu a leve rotação mesiobucal e significativa inclinação vestibular dos dentes superiores. Neste estudo, observou-se na modelagem M3, tração na região disto-palatina do pré-molar e na região mesio-palatina do molar, além de compressão na região mesio-vestibular do pré-molar e disto-vestibular do molar que eram dentes pilares do aparelho dento-muco-suportado. A resultante dessas tensões poderia gerar movimento rotacional dos dentes pilares, bem como deslocamento méso-vestibular do pré-molar e disto vestibular do molar, confirmando as impressões de Chung & Goldman (2004).

Cita-se ainda Chung & Goldman (2004), para introduzir a discussão a cerca da estabilidade de resultados, uma vez que os mesmos afirmaram que a rotação e deslocamento dental, tornam necessária uma sobrecorreção para compensar a recidiva dentária que provavelmente ocorreria. Reporta-se novamente ao estudo de Capelozza et al. (1996) que mostrou que a tentativa de expansão ortopédica em adultos produziu importante deslocamento dentário, e a Bell & Epker (1976), que afirmaram que a expansão de maxila exclusivamente ortopédica em adultos é frequentemente associada a movimentação dentária e inclinação do osso alveolar, e que a sobrecorreção compensatória frustra-se pela imprevisível e incontrolável recidiva após a remoção do aparelho expensor. Assim, entende-se que, quanto maior o deslocamento e inclinação dentária, maior a possibilidade de recidiva da expansão obtida. Logo, técnicas cirúrgicas mais conservadoras, que induzem a maiores tensões dentais (M2 e M4 neste estudo) poderiam resultar em maior recidiva quando comparadas com osteotomias mais invasivas (M3 e M5, neste estudo).

Lehman, Hass & Hass (1984) consideraram estável a EMCA realizada por meio de osteotomia da parede anterior da maxila e ptérigo-maxilar bilateral, uma vez que não observaram recidiva após 6 anos de acompanhamento. Bays & Greco (1992) utilizaram técnica cirúrgica que não realizava a disjunção ptérigo-maxilar, e relataram recidiva de 8,8% na região de canino e 1% na região de pré-molar e 7.7% na região molar.

Byloff & Mossaz (2004) utilizaram corticotomia maxilar vestibular e ptérigo-maxilar e observaram recidiva mínima durante o período de contenção, porém a largura do arco reduziu-se mais após esse período. Ribeiro Júnior et al. (2006),

utilizando a osteotomia Le Fort I subtotal, consideraram a EMCA estável enquanto que Chamberland & Proffit (2008) concluíram que pode-se esperar 30% de recidiva.

Em 2010, Kurt et al., verificaram que a EMCA permanecia estável após 3 anos, apesar de discreta recidiva após a fase de contenção, porém Magnusson et al. (2009) verificaram que a EMCA foi estável após 6 anos pós-tratamento da MTD, e que a recidiva ocorreu nos 3 primeiros anos pós-tratamento. Freitas et al. (2008) utilizaram técnica cirúrgica conservadora e obtiveram 23% e 18% de recidiva nos caninos e molares, respectivamente.

Aparentemente, a alternativa para o tratamento da MTD em adultos, que é a OS, apresenta 40% de recidiva a longo prazo (BAYS & GRECO, 1992). Marchetti, Pironi, Bianchi & Musci (2009) compararam a estabilidade a longo prazo da EMCA e OS tratamento da MTD em adultos e verificaram que, após 2 anos pós-operatórios, a recidiva foi maior para a EMCA, especialmente na distância inter-molar. Não existem dados, a partir deste estudo, nem para discutir sobre a recidiva da EMCA, nem para comparar entre a EMCA e a OS, porém observou-se que, nas simulações de osteotomias para EMCA, onde realizou-se a disjunção ptérigo-maxilar, não ocorreu dissipação de tensões para o processo pterigóide do esfenóide. Quando essas simulações não realizavam a disjunção, observou-se dissipação de forças para o processo pterigóide, eventualmente dificultando a expansão e favorecendo a recidiva, especialmente na região dos molares, eventualmente por movimentação dentária.

Relacionando-se o tipo de osteotomia com o tipo de expansão obtida e possível recidiva, apesar de Marin, Gil & Lima Júnior (2009) concluírem que, mesmo com a técnica conservadora, o osso maxilar apresentou expansão uniforme e não ocorreu inclinação dental significativa, Goldenberg et al. (2007) concluíram que a separação das maxilas, sem a disjunção ptérigo-maxilar, ocorreu de forma menos uniforme, e Zemmann et al. (2009), que utilizaram osteotomias bilaterais desde a abertura piriforme até sutura ptérigo-maxilar, osteotomia ptérigo-maxilar e osteotomia da sutura intermaxilar, concluíram que as osteotomias bilaterais, combinadas com osteotomia sagital entre as raízes dos incisivos superiores, foi um método seguro de EMCA e que a quantidade de deslocamento dental foi menor do que o relatado na literatura.

Pereira et al. (2010) observaram que abertura total (uniforme) da sutura intermaxilar ocorreu somente em 31,5% dos indivíduos, mesmo utilizando osteotomias bilaterais desde a abertura piriforme até sutura ptérigo-maxilar, osteotomia ptérigo-maxilar e osteotomia da sutura intermaxilar. Neste estudo observou-se que, nas simulações de osteotomias para EMCA, onde realizou-se a disjunção ptérigo-maxilar, não ocorreu dissipação de tensões para o processo pterigóide do esfenóide. Quando essas simulações não realizavam a disjunção, observou-se dissipação de forças para o processo pterigóide, favorecendo uma abertura das maxilas não uniforme e associada a maior quantidade de dissipação de tensões dentais, contribuindo, eventualmente, para maior deslocamento e inclinação de dentes.

Ressalta-se que, independentemente da técnica cirúrgica utilizada, as osteotomias devem passar, no mínimo, 5 mm a cima dos ápices dos dentes; mesmo assim, poderá ocorrer isquemia pulpar transitória, porém esta parece não afetar significativamente o fluxo sanguíneo pulpar (OZTURK et al. 2003).

O aparelho expensor a ser utilizado associado à técnica cirúrgica, bem como seus efeitos, têm sido discutido na literatura. Garib et al. (2006) utilizaram a tomografia computadorizada *multislice* para avaliação dos efeitos periodontais da ERM por meio da utilização de aparelhos expansores dento-muco-suportados e dento-suportados, observaram maior aumento da espessura da cortical óssea palatina com o expensor dento-suportado, indicando deslocamento vestibular dos dentes. Além disso, a ERM induziu a deiscências ósseas relacionadas aos dentes de ancoragem do aparelho, especialmente em indivíduos com cortícias ósseas vestibulares mais finas, tendo o aparelho expensor dento-suportado produzido maior redução do nível da crista óssea alveolar vestibular. Por sua vez Bretos et al. (2007) avaliaram os efeitos da EMCA sobre os planos vertical e sagital, e não observaram diferenças estatisticamente significativas entre os aparelhos dento-suportados e dento-muco-suportados.

Loddi et al. (2008) compararam o aparelho dento-suportado e o aparelho dento-muco-suportado, quando foram utilizados para EMCA pela técnica da osteotomia Le Fort I subtotal, incluindo disjunção ptérigo-maxilar e da sutura intermaxilar. Ambos grupos mostraram separação paralela da sutura intermaxilar, sem diferença significante entre as porções anterior e posterior. Hino et al. (2008),

compararam os efeitos dentais e esqueléticos transversais após EMCA (osteotomia Le fort I subtotal), utilizando aparelhos expansores dento-muco-suportado e dento-suportado, não observando diferenças entre os aparelhos.

Lai (2010) analisou por meio do MEF, as tensões resultantes da disjunção da maxila, em estruturas esqueléticas e dentais e utilizou simulação de aparelho expensor modificado (de um lado dento-suportado e do outro lado dento-muco-suportado). Observou maiores concentrações de tensão na região cervical dos dentes e suas raízes, relacionadas ao aparelho dento-suportado. Houve concentração de tensão dental e deformação da mucosa adjacente ao apoio acrílico por compressão, após a ativação do aparelho dento-muco-suportado. O apoio acrílico distribuiu melhor as tensões entre mucosa, ossos e dentes. Os dados deste estudo concordam com os resultados acima, uma vez que observou-se dissipação de tensões dentais e ósseas a partir da imposição do deslocamento de 1mm do aparelho expensor dento-muco-suportado. Tais tensões, enfatiza-se, podem ser responsabilizadas pelo deslocamento e rotação dos dentes pilares do aparelho, mesmo este sendo dento-muco-suportado. Não realizou-se a comparação entre os tipos de aparelhos neste estudo.

Se os aparelhos dento-suportados ou dento-muco-suportados acarretam transmissão de tensões aos dentes e, obviamente, estas parecem ser responsáveis pelos possíveis deslocamentos, inclinações e rotações dentárias, além de prejuízos aos tecidos periodontais, especialmente dos dentes de suporte do aparelho, acredita-se que o uso de aparelhos expansores (ou distratores) exclusivamente ósseos suportados, deva ser preferencial (GERLACH & ZAHL, 2005; KOUDSTAAL, et al. 2006). Apesar disso, tais aparelhos associam-se também a problemas como perda do módulo do distractor, perda de parafusos de fixação, úlceras palatinas e vestibulares, mobilidade dental, aumento da profundidade de sondagem periodontal, recessão gengival e anormalidades no teste de sensibilidade pulpar (RAMIERI, et al. 2005). Além disso, Koudstaal et al. (2009b) compararam a estabilidade, deslocamento dental e recidiva após EMCA por meio de aparelho dento-suportado e ósseo-suportado, e não observaram diferenças significantes na estabilidade, deslocamento dental e recidiva entre os grupos. Fernández-Sanromán et al. (2010), indicaram o aparelho expensor ósseo-suportado para indivíduos que apresentaram patologia periodontal ou número insuficiente de dentes.

De acordo com Cureton & Cuenin (1999) e Ramieri et al. (2005), a osteotomia da sutura intermaxilar, especialmente na porção óssea alveolar, é realizada entre os incisivos centrais superiores, podendo acarretar defeito ósseo, perda da vitalidade, mobilidade dental, reabsorção dentária externa, perda dentária, recessão gengival e danos à gengiva interproximal. Além da osteotomia na região alveolar da sutura intermaxilar, de acordo Assis et al. (2011) o ritmo de ativação do aparelho expensor parece interferir decisivamente na saúde periodontal e na profundidade do sulco gengival do 11 e 21, após a EMCA. O ritmo mais lento e intermitente parece interferir também na formação óssea pós EMCA, uma vez que Ribeiro Júnior et al. (2006), observaram formação óssea total na sutura intermaxilar e em sua porção alveolar em cerca de 110 dias. Comparativamente, observa-se que Malmström & Gurgel (2007) utilizaram o ritmo de ativação de 1mm/dia, e observaram que o prazo de 120 dias não foi suficiente para a completa neoformação e remodelação óssea da sutura.

Em crianças, após 9 meses de expansão, segundo Silva Filho et al. (2007), a sutura palatina mediana apresentou-se completamente ossificada; em adultos, Petrick et al. (2011) verificaram que, mesmo 7 meses após a EMCA, a densidade óssea existente correspondia a 1/2 ou 3/4 da densidade pré-operatória, enquanto que Gauthier et al. (2011) avaliaram os efeitos periodontais da EMCA e evidenciaram decréscimo do nível da crista óssea mesial dos incisivos centrais superiores, possivelmente sendo isso o responsável pelo aumento da profundidade de sulco citada por Assis et al. (2011).

Questiona-se, se ritmo lento e intermitente de expansão, não contribuiria negativamente para a expansão propriamente dita. Os resultados dos estudos de Nary Filho et al. (2002), Berretin-Felix et al. (2006), Ribeiro Júnior et al. (2006), Gonçalves et al. (2007), Assis, Duarte & Gonçalves (2010) e Assis et al. (2011) mostram que o ritmo mais lento e intermitente associa-se com sucesso nos procedimentos de EMCA, uma vez que, em todos os trabalhos supra-citados, o ritmo utilizado foi de 1mm por dia durante 05 a 07 dias e posteriores 05 a 7 dias de pausa na ativação. Após o período de pausa, recomeçaram os ciclos ativação/pausa até que o montante de expansão desejado fora obtido.

Baraldi, Pretto & Puricelli (2007), compararam indivíduos com MTD com indivíduos sem MTD e observaram que os portadores de MTD apresentaram menor largura maxilar e área nasal, ou seja, além da maxila estreita, os indivíduos com

MTD parecem apresentar dimensões reduzidas da cavidade nasal, podendo, obviamente, prejudicar a respiração. Neste estudo, observou-se dissipação de tensão de tração pela região palatina do rebordo alveolar e processo palatino da maxila, estendendo-se até assoalho nasal, em todos os modelos, porém com variações de intensidade entre os modelos. Isto corrobora a afirmação de Hass que, em 1961, asseverou que os efeitos da EMCA não são observados somente no arco dentário superior, mas também sobre a cavidade nasal. As tensões que chegaram ao assoalho nasal, foram transmitidas à sua porção óssea por meio da dissipação das mesmas pelos dentes suportes do aparelho e pela compressão que o aparelho gera sobre a porção palatina da maxila.

Tais tensões, aparentemente não alteram a posição do septo nasal, mas aumentam de maneira significativa o espaço aéreo (SCHWARZ et al. 1985), pelo movimento lateral das paredes laterais da cavidade nasal (BASCIFTICI et al. 2002; GONÇALES et al. 2007; ALTUG-ATAC et al. 2010), levando a aumento espaços aéreos superior (KOUDESTAAL, et al. 2005; BABACAN et al. 2006; COMPADRETTI, TASCA & BONETTI, 2006; KURT et al. 2010) e melhorando a respiração nasal, uma vez que a maior parte do ar que respiramos passa sobre o assoalho nasal (DEEB et al. 2010)

Para Mitsuda et al. (2010), a EMCA aumenta a área transversal mínima (MTA) e o volume da cavidade nasal, porém esse aumento de volume não se traduz em melhora estável da respiração, pois Berretin-Felix et al. (2006) observaram aumento significativo da área nasal no pós-operatório precoce (3 meses) de EMCA, seguido de um decréscimo aos níveis pré-operatórios nos períodos de 6 e 12 meses. Para Enoki et al. (2006), esse decréscimo ocorreu pela compensação parcial da mucosa dos cornetos inferiores (edema), não permitindo real aumento da área nasal mínima, porém reduzindo a resistência nasal, não suportando a ideia da execução da expansão de maxila meramente para correção de problemas respiratórios.

Os efeitos da EMCA não se fazem sentir somente sobre os dentes, ossos e respiração nasal dos indivíduos com MTD, pois existem efeitos também sobre os tecidos moles nasais (BERGER et al. 1999), lábio superior (NARY FILHO et al. 2002), tecidos moles faciais (RAMIERI et al. 2008; KILIÇ et al. 2008) e largura da base alar (ASSIS, DUARTE & GONÇALES, 2010).

Dentre os métodos de estudo das forças e tensões geradas nos procedimentos de EMCA, os modelos fotoelásticos empregados por Shetty et al. (1994) e Lima Júnior, Moraes & Asprino (2011), ocupam lugar de destaque, assim como os estudos Jafari, Shetty & Kumar (2003) e de Assis (2011) que utilizaram o MEF. De acordo com Lotti et al. (2006) o MEF pode ser utilizado em diversas áreas das ciências exatas e biológicas devido à sua grande aplicabilidade e eficiência. Estudos que utilizam esse método, podem ser realizados nas diversas especialidades odontológicas, especialmente quando se deseja analisar cargas, tensões ou deslocamentos. A produção científica odontológica com o MEF, segundo Silva et al. (2009) é de crescente importância para a pesquisa odontológica devido a sua aplicabilidade, versatilidade e fidedignidade de resultados. Apesar disso, de acordo com Assis (2011), ressalta-se que o MEF possui características que impedem a transposição simples e direta dos resultados para a clínica Odontológica.

Os trabalhos de Jafari, Shetty & Kumar (2003), Lotti et al. (2006), Holberga & Rudzki-Jansonb (2006), Holberg, Steinhäuser & Rudzki-Janson (2007), Holberg, Steinhäuser & Rudzki (2007), Catteneo, Dalstra & Melsen (2009), Shetty, Hegde & Rai (2009), Han, Kim & Park (2009), Venturini et al. (2009), Silva et al. (2009), Gautam, Valiathan & Adhikaric (2009a), Lee et al. (2009), Gautam, Valiathan & Adhikaric (2009b), Cheng, Cheung & Chow (2010), Chou, Müftü & Bozkaya (2010), Boryor et al. (2010), Gautam, Zhaob & Patelc (2011) e Assis (2011) corroboram a utilização do MEF na pesquisa na Odontologia e nas demais áreas de saúde.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia utilizada e com base nos resultados apresentados, concluiu-se que:

- A osteotomia Le Fort I subtotal com osteotomia da sutura intermaxilar e da sutura ptérigo-maxilar bilateralmente, deve ser a osteotomia de escolha quando busca-se reduzir tensões aos dentes.
 - Utilizando-se a Le Fort I subtotal com osteotomia da sutura intermaxilar e da sutura ptérigo-maxilar bilateralmente, ocorrem tensões, traduzidas por compressão e tração, nos dentes pilares do aparelho, que dissipam pelos ossos da face.
 - Mesmo utilizando aparelho expensor dento-muco-suportado, a resultante das tensões que dissipam nos dentes pilares do aparelho, tende a deslocá-los no sentido méso-vestibular (pré-molar) e disto-vestibular (molar).
-

Referências

REFERÊNCIAS

- Altug-Atac AT, Atac MS, Kurt G, Karasud HA. Changes in nasal structures following orthopaedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int. J. Oral Maxillofac.Surg.* 2010; 39: 129–135.
- Antilla A, Finne K, Keski-Nisula K, Somppi M, Panula K, Peltomaki T. Feseability and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *European J Orthodontics.*2004; 26:391-395.
- Assis DSFR, Duarte MA, Gonçalves ES. Clinical evaluation of the alar base width of patients submitted to surgically assisted maxillary expansion. *Oral Maxillofac Surg.* 2010;14(3):149-54.
- Assis DSFR, Ribeiro Júnior PD, Duarte MAH, Gonçalves ES. Evaluation of the mesio-buccal gingival sulcus depth of the upper central incisors in patients submitted to surgically assisted maxillary expansion. *Oral Maxillofac Surg.* 2011;15:79–84.
- Assis DSFR. Análise de elementos finitos da distribuição das tensões em maxila submetida à expansão de maxila cirurgicamente assistida. [Tese]. Bauru (SP): Universidade do Sagrado Coração; 2011.
- Babacan H, Sokucu O, Doruk C, Ay S. Rapid maxillary expansion and surgically assisted rapid maxillary expansion effects on nasal volume. *Angle Orthod.* 2006; 76(1): 66–71.
- Baraldi CE, Pretto SM, Puricelli E. Evaluation of surgically assisted maxillary expansion using acoustic rhinometry and postero-anterior cephalometry. *Int. J. OralMaxillofac Surg.* 2007; 36: 305–309.
- Basciftici FA, Mutlu N, Karaman AL, Malkoc S, Kuçukolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002;72;118-123.
- Basdra EK, Zoller JE, Komposh G. Surgically assisted rapid palatal expansion. *J Clin Prthod.* 1995; 29(12):762-766.
- Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long - term stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992; 50:110 - 113.
- Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod.*1982; 81(1): 32 - 37.
-

Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J of Orthod.* 1976; 70(5): 517-528.

Bell WH, Jacobs JD. Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg.* 1979;37:897-902.

Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Thomas BW, Kaczynski R. Photographic analysis of facial changes associated with maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116:563-71.

Berretin-Felix G, Yamashita RP, Nary H Filho, Gonçalves ES, Trindade AS Júnior, Trindade IEK. Short and long-term effect of surgically assisted maxillary expansion on nasal airway size. *J Craniofac Surg.* 2006; 16(6):1045-1049.

Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1995; 10(2): 75-96.

Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1987; 91: 3 – 14.

Boryor A, Hohmanna A, Wunderlich A, Geiger M, Kilic F, Sander M, et al. In vitro results of rapid maxillary expansion on adults compared with finite element simulations. *Journal of Biomechanics.* 2010;43,1237–1242.

Bretos JLG, Pereira MD, Gomes HC, Hino CT, Ferreira LM. Sagittal and vertical maxillary effects after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) using Haas and Hyrax expanders. *J Craniofac Surg.* 2007;18(6): 1322-1326.

Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *European J Orthod.* 2004; 26(4): 403-409.

Callister Júnior WD. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 5ª ed. São Paulo: LTC; 2002.

Capelozza L Filho, Cardoso J Neto, Silva OG, Ursi WJS. Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1996;11:57-66.

Catteneo PM, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analysed by finite element. *Orthod Craniofac Res.* 2009; 12:120-128.

Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66:1895-1900.

Cheng YY, Cheung WL, Chow TW. Strain analysis of maxillary complete denture with three dimensional finite element method. *J Prosthet Dent* 2010;103:309-318.

Chou YH, Müftü S, Bozkaya D. Combined effects of implant insertion depth and alveolar bone quality on periimplant bone strain induced by a wide-diameter, short implant and a narrow-diameter, long implant. *J Prosthet Dent* 2010;104:293-300.

Chuah C, Mehra P. Bilateral Lingual anesthesia following surgically assisted rapid palatal expansion: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63:416–418.

Chung CH, Goldman AM. Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2004; 25(4):353-358.

Chung CH, Woo A, Zagarinsky J, Vanarsdall RL, Fonseca RJ. Maxillary sagittal and vertical displacement induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:144-8.

Compadretti GC, Tasca I, Bonetti GA. Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol,* 2006; 20(4):385-393.

Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:46-59.

Deeb W, Hansen L, Hotan L, Hietschold V, Harzer W, Tausche E. Changes in nasal volume after surgically assisted bone-borne rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:782-9.

Ennes JP. Análise Morfológica da sutura palatina mediana de ratos, de coelhos, de macacos e de homens em diferentes fases do desenvolvimento cronológico. [Tese]. Bauru. 2002.

Enoki C, Valera FCP, Lessa FCR, Elias AM, Matsumoto MAN, Anselmo-Lima WT. Effect of rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 2006; 70:1225—1230.

Fernández-Sanromán J, Nascimento MG, López AC, Ferro MF, Berrondo IA. Transverse maxillary distraction in patients with periodontal pathology or insufficient tooth anchorage using custom-made devices. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68:1530-1536.

Freitas RR, Gonçalves AJ, Moniz NJ, Maciel FA. Surgically assisted maxillary expansion in adults: prospective study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2008;37: 797–804.

Garib DC, Henriques JFC, 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 Dentofacial Orthop. 2006;129:749-758.

Gautam P, Valiathan A, Adhikaric R. Maxillary protraction with and without maxillary expansion: A finite element analysis of sutural stresses. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009b;136:361-6.

Gautam P, Valiathan A, Adhikaric R. Craniofacial displacement in response to varying headgear forces evaluated biomechanically with finite element analysis. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009a;135:507-15.

Gautam P, Zhaob L, Patelc P. Determining the osteotomy pattern in surgically assisted rapid maxillary expansion in a unilateral palatal cleft. A finite element model approach. Angle Orthod. 2011;81:410–419.

Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompré P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2011;139:117-128.

Gerlach KL, Zahl C. Surgically assisted rapid palatal expansion using a new distraction device: report of a case with an epimucosal fixation. J Oral Maxillofac Surg. 2005; 63:711-713.

Glassman AS, Nahigian SJ, Medway J, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. Am J Orthod. 1984; 86(3):207-213.

Goldenberg DV, Alonso N, Goldenberg FC, Gebrin ES, Amaral TS, Scanavini MA et al. Using computed tomography to evaluate maxillary changes after surgically assisted rapid palatal expansion. J Craniofac Surg. 2007;18(2)302-311.

Gonçalves ES, Assis DR, Capellozza ALA, Alvares LC. Estudo radiográfico digital indireto do efeito da expansão de maxila cirurgicamente assistida (EMCA) sobre o septo nasal. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. 2007;12(5):85-91.

Gonçalves ES, Polido WD. Tratamento ortodôntico-cirúrgico de deficiência transversal de maxila: conceitos para o cirurgião bucomaxilofacial e relato de caso. Rev Inst Ciências Saúde. 1998; 16(1): 55-59.

Gonçalves ES. Cirurgia Ortognática: Guia de orientação para portadores de deformidades faciais esqueléticas. São Paulo: Livraria Santos Editora; 2010.

Han UA, Kim Y, Park JE. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution and displacement of the maxilla following surgically assisted rapid maxillary expansion. J CranioMaxillofac Surg. 2009;37:145 - 154.

Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000;70:129–144.

Hass AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*. 1961;31(2):73-90.

Hino CT, Pereira MD, Sobral CS, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects of surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparative study using Haas and Hyrax. *J Craniofac Surg* .2008; 19(3): 718-725.

Holberg C, Steinhäuser S, Rudzki I. Surgically assisted rapid maxillary expansion: midfacial and cranial stress distribution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:776-82.

Holberg C, Steinhäuser S, Rudzki-Janson I. Rapid maxillary expansion in adults: cranial stress reduction depending on the extent of surgery. *European Journal of Orthodontics*.2007; 29: 31–36.

Holberga C, Rudzki-Jansonb I. Stresses at the cranial base induced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2006;76:543–550.

Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces: a three-dimensional FEM study. *Angle Orthod* 2003;73:12–20.

Kiliç N, Kiki A, Oktay H, Erdem A. Effects of rapid maxillary expansion on Holdaway soft tissue measurements. *European Journal of Orthodontics*.2008;30:239–243.

Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KGH, Wolvius EB, Prahl-Andresen B, Schulten AJM. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005;34:709 - 714.

Koudstaal MJ, Smeets JBJ, Kleinrensink G, Schulten AJM, van der Wal KGH. Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic biomechanical study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009a;67:10-14.

Koudstaal MJ, van der Wal KGH, Wolvius EB, Schulten AJM. The Rotterdam palatal distractor: introduction of the new bone-borne device and report of the pilot study. *Int. J. Oral Maxillofac.Surg*. 2006; 35: 31–35.

Koudstaal MJ, Wolvius EB, Schulten AJM, Hop WCJ, van der Wal KGH. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial. *Int. J. Oral Maxillofac.Surg*. 2009b; 38: 308–315.

Kraut RA. Surgically assisted rapid maxillary expansion by opening the midpalatal suture. *J Oral Maxillofac Surg* 1984, 42: 651-655.

Kurt GK, Altug-Ataç AT, Atac MS, Karasu AK. Changes in nasopharyngeal airway following orthopedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniofac Surg*. 2010;21:312-317.

Kurt GK, Altug-Ataç AT, Atac MS, Karasu AK. Stability of surgically assisted rapid maxillary expansion and orthopedic maxillary expansion after 3 years follow-up. *Angle Orthod*. 2010;80:613–619.

Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int. J. Oral Maxillofac Surg*. 2006; 35:481–487.

Lai KP. Análise das tensões resultantes da disjunção rápida de maxila em estruturas esqueléticas e dentais utilizando um disjuntor modificado para mordidas cruzadas unilaterais posteriores verdadeiras pelo método de elementos finitos. [tese]. Campinas (SP): São Leopoldo Mandic; 2010.

Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J Oral Maxillofac Surg*. 2002;60:104-110.

Laudemann K, Petruchin O, Mack MG, Kopp S, Sader R, Landes CA. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with or without pterygomaxillary disjunction based upon preoperative and post-expansion 3D computed tomography data. *Oral Maxillofac Surg*. 2009;13:159–169.

Lee H, Ting K, Nelson M, Sun N, Sungc SJ. Maxillary expansion in customized finite element method models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:367-74.

Lehman JA, Hass AJ, Hass DG. Surgical Orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1984; 73(1):62-66.

Lima SM Júnior, Moraes M, Asprino L. Photoelastic analysis of stress distribution of surgically assisted rapid maxillary expansion with and without separation of the pterygomaxillary suture *J Oral Maxillofac Surg*. 2011; 69:1771-1775.

Loddi P, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg*. 2008;19(2):433-438.

Lotti RS, Machado AW, Mazzeiro ET, Landre Júnior J. Aplicabilidade científica do método dos elementos finitos. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006;(11):2, 35-43.

Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Marcusson A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *European Journal of Orthodontics*.2009;31:142–149.

Malmström, MFV, Gurgel JA. Avaliação da neoformação óssea na sutura palatina mediana por meio de radiografia digitalizada após a expansão assistida cirurgicamente. *R Dental Press Ortodontia e Ortop Facial*. 2007;12(3):82-93.

Marchetti C, Pironi M, Bianchi A, Musci A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2009;37:74-78.

Marin C, Gil JN, Lima SM Júnior. Surgically assisted palatine expansion in adult patients: evaluation of a conservative technique. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67:1274-1279.

McNamara J. Maxillary transversal deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000;117(5):567-570.

Mitsuda ST, Pereira MD, Passos AP, Hino CT, Ferreira LM. Effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on nasal dimensions using acoustic rhinometry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:191-196.

Moreschi E, Gonçalves ES, Ribeiro Júnior PD, Matsumoto MA, Albuquerque GC, Assis DSFR. Expansão de maxila cirurgicamente assistida no tratamento da deficiência transversal de maxila [Resumo Pc007]. *Braz Oral Res*. 2005;19(suppl):203. Proceedings of the 22Annual SBPqO Meeting; 2005 Sep 3-7; Águas de Lindóia, SP.

Nary H Filho, Gonçalves ES, Felix GB, Achôa GL. Evaluation of the soft tissues following surgically assisted maxillary expansion associated with the simple V-Y suture. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 2002;17(2):89-97.

Nary H Filho, Gonçalves ES, Ribeiro Junior, PD. Abordagem cirúrgica voltada para a estética. *Rev Biodonto*. 2004; 1(1):2-11.

Northway WN, Mead JB. Surgically assisted rapid maxillary: a comparison of technique, response and stability. *Angle Orthod* 1997; 67(4):309-320.

Ozturk M, Doruk C, Ozeç I, Polat S, Babacan H, Biçakci AA. Pulpal blood flow: effects of corticotomy and midline osteotomy in surgically assisted rapid palatal expansion. *J Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2003;31:97–100.

Pan X, Qian Y, Yu J, Wang D, Tang Y, Shen G. Biomechanical effects of rapid palatal expansion on the craniofacial skeleton with cleft palate: a three-dimensional finite element analysis. *J Cleft Palate–Craniofacial*.2007; 44(2): 149-154.

Pereira MD, Prado GPR, Abramoff MMF, Aloise AC, Ferreira LM. Classification of

midpalatal suture opening after surgically assisted rapid maxillary expansion using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:41-45.

Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod*.1977; 72(1): 42 - 52.

Petrack S, Hothan T, Hietschold V, Schneider M, Harzer W, Tauschef E. Bone density of the midpalatal suture 7 month safter surgically assisted rapid palatal expansion inadults. *Am J Orthod DentofacialOrthop* 2011;139:109-116.

Phillips C, Medland WH, Fields HW, Proffit WR, White RP. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthognath Surg*.1992; 7:139 - 146.

Prado VB. Dissipação da tensão mecânica pelo pilar zigomático humano durante a oclusão molar – análise de element finito. [Tese]. Piracicaba (SP). Universidade de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba:2010.

Ramieri GA, Nasi A, Dell’Acqua A, Verze L. Facial soft tissue changes after transverse palatal distraction in adult patients. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008;37:810–818.

Ramieri GA, Spada MC, Austa M, Bianchi SD, Berrone S. Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinica and radiological results. *Int. J. Oral Maxillofac.Surg*. 2005; 34: 357–363.

Ribeiro PD Júnior, Gonçalves ES, Souza PCU, Nary H Filho, Luz JGC. Avaliação clínica dos procedimentos de expansão cirurgicamente assistida de maxila (ECAM). *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006;11(1):44-49

Sant’ana LFM. Expansão rápida de maxilla assistida cirurgicamente sob anestesia local em adultos. Avaliação clínica e radiográfica de duas técnicas cirúrgicas. [Tese]. Fob. Bauru. 2006.

Schimming R, Feller KU, Herzmann K, Eckelt U. Surgical and orthodontic rapid palatal expansion in adults using Glassman’s technique: retrospective study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*.2000;38:66–69.

Schwarz GM, Trash, WJ, Byrd DL, Jacobs, JD. Tomographic assessment of nasal septal changes following surgical-orthodontic rapid maxillary expansion. *Amer J Orthod*, 1985;87(1)39-45.

Shetty P, Hegde AM, Rai K. Study of stress distribution and displacement of the maxillary complex following application of forces using jackscrew and nitanium palatal expander 2 – a finite element study. *J Clin Pediatr Dent*. 2009; 34(1):87-94.

Shetty V, Caridad JM, Caputo AA, Chaconas SJ. Biochemical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.*1994;52:742-749.

Silva BR, Silva Júnior FI, Moreira JJS Neto, Aguiar ASW. Aplicação do Método de Elementos Finitos em Odontologia: análise das publicações científicas de 1999 a 2008 .*Int J Dent.* 2009, 8(4):197-201.

Silva OG Filho, Lara TS, Silva HC, Bertoz FA.Comportamento da sutura palatina mediana em crianças submetidas à expansão rápida da maxila: avaliação mediante imagem de tomografia computadorizada. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* .2007; 12(3): 94-103.

Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Ang Orthod v.* 36, p.152-164, 1966.

Strömberg C, Holm J. Surgically assisted, rapid maxillary expansion in adults. A retrospective long - term follow - up study. *J Cranio Maxillofac Surg.*1995; 23: 222 - 227.

Venturini A, Poiate P, Vasconcellos AB, Santana RB, Poiate E Júnior. Three-dimensional stress distribution in the human periodontal ligament in masticatory, parafunctional, and trauma loads: finite element analysis. *J Periodontol* 2009;80:1859-1867.

Woods M, Wisenfeld D, Probert T. Surgically–assisted maxillary expansion. *Australian Dental J.* 1997; 42(1): 38 – 42.

Woodside DG. Distance, velocity and relative growth rate standarts for mandibular growth for Canadian males and female age three to twenty to twenty years. Toronto, 1969. Thesis - American Board of Orthodontics apud Ferreira FV. *Ortodontia. Diagnóstico e planejamento clínico.* 4^a.ed. São Paulo. Artes Médicas.2001. p.37.

Zemann W, Schanbacher M, Feichtinger M, Linecker A, Kärcher H. Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:36-42.

Anexo

Anexo A – Ofício Comitê de Ética

**Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru**

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 103/2011

Bauru, 7 de julho de 2011.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado **"Análise de elementos finitos da distribuição das tensões geradas em dentes em maxila submetida à expansão cirurgicamente assistida"**, de sua autoria, foi enviado ao relator para avaliação e apreciado em reunião realizada no dia **6 de julho de 2011**

O CEP-FOB/USP considerou o projeto APROVADO lembrando que a condição de aprovação da pesquisa propriamente dita exige o que segue:

- que sejam encaminhados ao CEP-FOB/USP relatórios anuais sobre o andamento da pesquisa (parciais e finais), conforme o cronograma apresentado;
- que sejam notificados ao CEP-FOB/USP, com a devida justificativa, qualquer modificação na metodologia e/ou título e a inclusão ou exclusão de autores;
- na apresentação do relatório final, incluir todos os TCLEs e/ou termos de doação de dentes devidamente assinados e rubricados.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria
Coordenador

Prof. Dr. Eduardo Sanches Gonçalves
Docente do Departamento de Estomatologia