

PIERANGELO ANGELETTI

***LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA
DA SUTURA PALATINA MEDIANA APÓS EXPANSÃO RÁPIDA
ASSISTIDA CIRURGICAMENTE***

Tese apresentada à Universidade Federal
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Ciências.

**São Paulo
2009**

PIERANGELO ANGELETTI

***LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA
DA SUTURA PALATINA MEDIANA APÓS EXPANSÃO RÁPIDA
ASSISTIDA CIRURGICAMENTE***

Tese apresentada à Universidade Federal
de São Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Ciências.

Orientador : Prof. MAX DOMINGUES PEREIRA

Co-Orientador : Prof. HEITOR CARVALHO GOMES

**São Paulo
2009**

Angeletti, Pierangelo.

Laser de baixa intensidade na neoformação óssea da sutura palatina mediana após expansão rápida assistida cirurgicamente. Pierangelo Angeletti. -- São Paulo, 2009.

xxv, 93f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Paulo. Programa de Pós-graduação em Cirurgia Plástica.

Título em inglês: *Low-level laser therapy on bone regeneration in midpalatal suture after surgically assisted rapid maxillary expansion.*

1. *Lasers.*
2. Terapia a *Laser* de Baixa Intensidade.
3. Regeneração Óssea.
4. Radiografia Digital.
5. Técnica de Expansão Palatina.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIRURGIA PLÁSTICA**

COORDENADORA: Prof^ª Dr^ª Lydia Masako Ferreira

*Não diga a DEUS que você tem um problema. Diga
ao problema que você tem um grande DEUS.*

(Autor Desconhecido)

*A DEUS por sempre estar ao meu lado e
das pessoas que amo e por tornar cada dia
de minha vida o meu motivo de fé.*

Aos meus queridos pais **Antonio e Marina**, pelos ensinamentos de amor, respeito à família, honestidade e dedicação e que, apesar de todas as dificuldades pelas quais já passaram na vida, com seus esforços, ajudaram-me a seguir, sempre o caminho da retidão. Hoje, a felicidade que sinto pela conclusão deste curso de pós-graduação, dedico a vocês de todo o meu coração.

À **Márcia**: minha convicção de que o amor existe.

Obrigado por toda ternura, apoio, estímulo, paciência e confiança, principalmente nos momentos de ausência, que não foram poucos. Saiba que seu amor aquece os meus dias, faz-me feliz. Compreendi que o meu mundo interior expandiu-se, tornou-se mais belo com a sua presença.

Obrigado por me fazer forte nas horas mais difíceis.

*Se eu vi mais alto foi porque me
apoei nos ombros de gigantes.*

(Isaac Newton)

À Professora Doutora e Livre Docente **Lydia Masako Ferreira**, Chefe do Departamento de Cirurgia, Titular da Disciplina de Cirurgia Plástica e Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica da UNIFESP. Exemplo de liderança e de sucesso. Obrigado por ter me recebido e designado pessoas gabaritadas para me auxiliar nesta pesquisa, assim como pelo apoio para que eu seguisse meus sonhos e para que hoje eu pudesse estar aqui.

Ao Professor Doutor **Max Domingues Pereira**, meu orientador, por sua competência, dedicação e seriedade, pelos ensinamentos, por toda a confiança ao longo destes anos e no decorrer deste trabalho, sobretudo por ter me mostrado que a humildade, disciplina e a verdade podem transformar-se em resultados, quando colocados a serviço da pesquisa.

Ao Professor Doutor **Heitor Carvalho Gomes** pela Co-orientação deste trabalho, e os valiosos ensinamentos, mas, principalmente, pela sua amizade.

Ao longo do desenvolvimento deste estudo e diariamente em minha vida profissional percebi que, por melhor que alguém seja individualmente, nada é possível de ser realizado sozinho. Assim, são muitas as pessoas a quem eu teria que agradecer por, de alguma forma, ter contribuído para que esta conquista se consolidasse. A lista seria maior que uma tese... algumas destas pessoas nem soube o nome ou tive apenas um breve contato, outras contribuíram com um singelo sorriso em algum momento de estresse... e nem imagina o quanto isto ajudou!

Ao meu tio **Fédo** e minha prima **Fernanda**, em especial para tia **Darcy** (*in memoriam*) que, apesar da distância, fortalecem sempre o meu amor por vocês.

À minha prima **Rosana** e seu esposo **Rubens** que, mesmo distantes, acalentam meu coração.

Aos meus irmãos de coração e de profissão, Doutores **Rui** e **Valéria Damennhain**, pela benevolência e preocupação constantes durante todo este período, não só nos momentos de alegria, mas também nas horas em que mais precisei de um ombro amigo. Exemplos de amizade verdadeira.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica da UNIFESP**, pela oportunidade de aprender e desenvolver o campo da pesquisa científica.

À **Pró-Reitoria de Extensão** pelas orientações e atendimento durante o curso de Aperfeiçoamento e Pesquisa em Cirurgia Plástica da UNIFESP.

Aos Professores Doutores **Alfredo Gagnani Filho**, **An Wan Ching**, **Bernardo Sergio Hochman**, **Dulce Maria Fonseca Soares Martins**, **Élvio**

Bueno Garcia, Fabio Xerfan Nahas, Flávio Novaes Moreira Dini, Heitor Francisco de Carvalho Gomes, Helton Traber de Castilho, Ivan Dunshee A. O. Santos, José de Arimateia Mendes, José Luis G. Bretos, José Mario Camelo Nunes, Leila Blanes, Luiz Eduardo Felipe Abla, Lydia Masako Ferreira, Marcus Vinicius J. Barbosa, Max Domingues Pereira, Miguel Sabino Neto, Monica Talarico Duailibi, Paulo Farber, Regina H. Okamoto, Richard Eloin Liebano, Roberto Rudge Ramos, Silvio Eduardo Duailibi, do Curso de Pós-Graduação e da Disciplina de Cirurgia Plástica da UNIFESP, pela transmissão de conhecimentos e críticas científicas, essenciais à conclusão deste estudo.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica da UNIFESP, *Alessandra Haddad, André Luiz Pires de Freitas, Antonio Carlos Aloise, Celestino Próspero de Souza Sobrinho, Fabianne M. P. Furtado, Gabriela Soares Silva Brito, Graziela M. Chacon Borba, Julieta Maria Ferreira Chacon, Lia Fleissig Ferreira, Maíra Silva da Costa, Marcello Di Martino, Marco Aurelio Invaldi Neves, Maria José A. Brito, Maria Luiza Christovão Ramos, Mário Jorge Warde Filho, Paula Cristina Fada dos Santos, Renata Andrade Bitar, Ricardo Luiz Pisciolaro, Rodolpho Alberto Bussolaro, Sérgio Takeji Mitsuda, Silvana Gaiba de França, Tiago Santos Silveira, Vanina Monique T. Viegas, Viviane Timm Wood*, pelos momentos de reflexão e eterno exercício de humildade em enxergar os que mais sabem, e a comportarem-se como os que menos sabem, pois são cientes de que o tempo é o nosso maior mestre. Considero-me privilegiado por esta oportunidade de convivência e pelos momentos de eterno aprendizado. Esta convivência diária e tão intensa deixará saudades.

Às secretárias *Marta Rejane dos Reis Silva, Sandra da Silva e Silvana Aparecida C. de Assis*, pela assistência eficiente e gentil durante todo o curso.

À bibliotecária *Andréia Cristina Carmo e Isabel Bueno Santos Menezes*, da Biblioteca Central (BIREME), pelo inestimável auxílio nas atualizações da Revisão Sistemática da Literatura e das normas bibliotécnicas.

Aos *funcionários* da Biblioteca Central (BIREME), pelas constantes orientações, essenciais para a concretização desta pesquisa.

Ao Professor Doutor *Elias Rodrigues de Paiva* (UNIFESP) e ao matemático *Celso de Medeiros Caputo* (Neurologia Clínica - UNIFESP) pela paciência, atenção, apoio na orientação, cálculo e diagramação dos resultados estatísticos deste estudo.

À *equipe de médicos e residentes* da Disciplina de Cirurgia Plástica do Hospital São Paulo - UNIFESP, pelo atendimento aos pacientes deste estudo, sempre de maneira eficiente e prestativa.

Aos *funcionários* do Hospital São Paulo pela atenção e atendimento dos pacientes durante o desenvolvimento deste estudo.

Aos senhores *Ronaldo Ribeiro e Andréia Reis* do Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP - Hospital São Paulo, pelas orientações e atendimento durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

À Professora Doutora ***Claudia Toyama Hino***, pela realização da parte clínica na instalação e controle dos aparelhos expansores e dos pacientes. Agradeço pela amizade, por toda ajuda e apoio.

À ***Andrea Puchnick Scaciota***, Coordenadora do Setor de Mídia do Departamento de Diagnóstico por Imagem da UNIFESP pela orientação na forma de como realizar as medidas e os recursos do *software Adobe Photoshop*.

Ao Professor Doutor e Livre Docente ***Claudio Costa*** da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, Professor ***Rodolfo Giannakopoulos e funcionários***, pela realização das tomadas radiográficas e coleta de dados dos pacientes, assim como pelas orientações em técnicas radiográficas, e incentivo no desenvolvimento deste estudo.

À ***Sueli Gonçalves da Silva Figueiredo***, técnica em radiologia. Profissional dedicada, pela realização de todas as radiografias dos pacientes deste estudo.

Ao técnico de prótese dental ***Sérgio Luis Gabriel*** pela dedicação, na confecção dos aparelhos expansores utilizados neste trabalho.

Aos ***funcionários*** do Centro de Ensino e Aperfeiçoamento em Ortodontia, ***Silvia de Oliveira e Valéria***, pelo convívio e clima de união no desenvolvimento do aprendizado nos cursos de Pós-Graduação em ortodontia.

Ao amigo e Professor Doutor ***Paulo Renato Dias da Silva*** pela disponibilidade e atenção dispensadas, transmitindo seus conhecimentos em radiologia.

Ao Professor Doutor e Livre Docente **Walter João Genovese**, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em *Laser* da Universidade Cruzeiro do Sul, exemplo de humildade e dedicação, que, além de transmitir seus conhecimentos científicos, contribuiu para o aprimoramento de minha formação docente e estudo da terapia *laser*. Grande mestre, educador, sensibilidade humana.

Ao Professor Doutor, Livre Docente e Titular da FOU SP, **Moacyr da Silva**, pelos seus conhecimentos e incentivo constante, principalmente na minha escalada para a docência.

Ao Professor Doutor e Livre Docente da FOU SP **Edgard Crosato** e esposa **Cristina** pelos conhecimentos transmitidos, pelas preciosas oportunidades que me concederam e por abrir as portas para atividade docente. Vocês continuam sendo um exemplo para mim.

Aos Professores Doutores **José Eduardo Prado de Souza** e **Pedro de Andrade Junior**, amigos de longa data e jornadas do Centro de Ensino e Aperfeiçoamento em Ortodontia, pelos conhecimentos transmitidos, pelo companheirismo, pelas oportunidades que me concederam, pelo clima de união, incentivo, confiança e pela chance de transformar sonhos em realidade.

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, **Áureo Loretto**, **Keila**, **Lucrecia Jacinto de Oliveira**, **Marcelo**, **Márcia Mancusi**, **Márcia Suzelei Salgueiro**, **Silvia Amorim Pereira**, **Silvia Maria Chagas**, companheiros e cúmplices na atividade docente.

Ao Professor **Paulo Sérgio Zaidan Maluf**, amigo de longa data, companheiro e assistente do INESQUECÍVEL Professor Doutor **David Serson**, que acreditou em nosso trabalho, cuja amizade e lembrança permanecem até hoje.

Ao casal **Washington e Neusa Beck** pelo constante apoio, incentivo, amizade, generosidade, confiança, experiência de vida e exemplo para seus filhos.

Ao **Carlos e Beth Crosato** pelo constante apoio, incentivo, amizade, generosidade e confiança.

Aos queridos amigos **Alethea, Ângela Venter, Claudia Novellino, Leila, Sergio e Laura Artoni, Marcos Beck, Rita e José Di Siervi**, pelo apoio, preocupação e incentivo, sempre torcendo por mim.

Aos meus amigos, Doutores **Rubens e Roberto Losso**: sei que não pude conviver com vocês tanto quanto gostaria. Apesar dos vários momentos em tive que me ausentar; sempre me incentivaram neste estudo e, por isso saibam que podemos sempre contar um com o outro.

Ao amigo e “irmão” Professor **José Luis G. Bretos** companheiro nos cursos de especialização, sempre preocupado e torcendo por mim e que contribuiu no desenvolvimento deste estudo.

Ao Professor Doutor **Fabício Pinelli Valarelli**, amigo e companheiro, e aos Doutores **Juliana Volpato Curi Paccini, Danilo Kanthack Paccini, Soraia Rolim Rodrigues da Costa e Fábio Barduzzi Rodrigues da Costa, Soraia e Fábio**, do Curso de Pós-Graduação em

Ortodontia, pelos conhecimentos transmitidos, pelas oportunidades que me concederam, pelo clima de união, incentivo e confiança.

Ao Professor Doutor **Rodrigo Cançado**, amigo e companheiro do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, pelos conhecimentos transmitidos, pelas oportunidades que me concedeu, pelo clima de união, incentivo e confiança.

Aos Professores Doutores **Alisson Konno**, **Hid Miguel**, **Nelson Maringoni**, **Wilson Pólo**, do Curso de Pós-Graduação em Implantodontia pelas oportunidades que me concederam, pelo clima de união, incentivo e confiança.

À **Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas (APCD)** Cambuci, na pessoa do ilustre **Ariovaldo Ribeiro**; sei que não pude conviver com vocês tanto quanto gostaria. Mas, apesar dos vários momentos em que tive que me ausentar, recebi sempre o incentivo de vocês durante este estudo. Saibam que podemos sempre contar um com o outro.

A toda **equipe de profissionais** do Hospital São Camilo - Unidade Ipiranga, e do **Home Care**, pela dedicação e carinho.

À técnica de enfermagem **Marina Ribeiro**, do Hospital São Camilo, que sempre cuidou pelo meu pronto estabelecimento e sempre disposta para ajudar.

À **Myuki Hirai**, pelo auxílio na formatação e correção deste trabalho, agradeço pela simpatia e eficiência, pelas palavras de incentivo nas longas jornadas, madrugadas adentro, sempre alegre. Exemplo de quem trabalha com amor.

Ao *Francisco Gustavo Silveira Sousa Júnior*, pelo auxílio na elaboração das tabelas e ilustrações deste trabalho.

A *todos os demais colegas, funcionários, acadêmicos, pós-graduandos*, que convivi durante estes anos, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste sonho.

Aos *pacientes* deste estudo por serem pessoas maravilhosas e que, até hoje, confiam-me seus desejos e necessidades. Obrigado pela convivência e pelo aprendizado de vida. Espero que este estudo seja um pequeno contributo para melhorar as suas vidas. Saibam que na sua ausência seria impossível a concretização desta conquista.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES)*, pela bolsa recebida para a realização deste curso.

À *Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* pelo auxílio recebido para a realização deste trabalho.

A *todas as pessoas* que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização deste trabalho e para a minha formação pessoal e profissional.

Meus mais profundos agradecimentos.

*“A odontologia é uma profissão que exige das
que a ela se dedicam, o senso estético de um artista,
a destreza manual de um cirurgião, os
conhecimentos científicos de um médico e a
paciência de um monge”*

(Papa Pio XII)

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
LISTAS	xvi
RESUMO	xxiv
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVO	05
3 LITERATURA	07
4 MÉTODOS	20
5 RESULTADOS	36
6 DISCUSSÃO	44
7 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	63
NORMAS ADOTADAS	71
ABSTRACT	73
APÊNDICES	75
ANEXOS	88
FONTES CONSULTADAS	92

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Aparelho Expansor tipo Hyrax instalado	24
FIGURA 2.	Posicionador intraoral com a godiva	25
FIGURA 3.	Conjunto em posição com o sensor periapical, fixo pelo contato dos incisivos inferiores	25
FIGURA 4.	Codificador	26
FIGURA 5.	Placa de Captura	26
FIGURA 6.	Sensor Digital	26
FIGURA 7.	Técnica radiográfica intraoral do paralelismo com suporte.....	27
FIGURA 8.	Pontos de aplicação do <i>laser</i> . (Ponto A) região de papila incisiva. (Ponto B) dois mm à direita da rafe do palato localizada na região da intersecção sobre o plano frontal coronal com a linha visualizada entre os incisivos laterais. (Ponto C) linha entre os incisivos laterais, dois mm à esquerda da rafe do palato	30

FIGURA 9.	Área demarcada do trapézio: base menor (b); base maior (B); altura (h), e histograma da densidade óptica .	33
FIGURA 10.	Radiografias digitais da SPM anterior do paciente três, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), e um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) pós-operatório do grupo controle mostrando a abertura da SPM e aumento da DO de F1 a F5	38
FIGURA 11.	Radiografias digitais da SPM anterior do paciente um, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), e um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) pós-operatório do grupo laser mostrando a abertura da SPM e aumento da DO de F1 a F5	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Pacientes segundo a idade, em anos completos, e gêneros masculino (M) e feminino (F) do grupo controle e <i>laser</i>	37
TABELA 2.	Coefficiente de correlação intraclasse (CCI) e intervalo de confiança (IC) das mensurações dos valores de pixels e área dos grupos controle e <i>laser</i>	40
TABELA 3.	Valores médios da densidade óptica (DO) (pixel/mm ²) e diferenças percentuais, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) dos pacientes do grupo controle. A diferença percentual ($\Delta\%$) foi calculada pela fórmula: $\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100$	41
TABELA 4.	Valores médios da densidade óptica (DO) (pixel/mm ²) e diferenças percentuais, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) dos pacientes do grupo laser. A diferença percentual ($\Delta\%$) foi calculada pela fórmula: $\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100$	42

TABELA 5. Valores das diferenças percentuais da densidade óptica (DO) dos $\Delta\%$ e diferença de densidade óptica nos tempos, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) entre os pacientes pertencentes ao grupo controle e *laser*:

$$\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100 \dots\dots\dots 43$$

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

$\%$	Porcentagem
β	Beta
®	Marca Registrada
<i>TM</i>	<i>Trade Mark</i> (Marca Registrada)
(*)	Significância estatística
<	Menor
±	Mais ou Menos
≤	Menor ou Igual
μS	Microsssegundo
A	Área (AR)
ALP	Fosfatase Alcalina
AsGaAl	Arsenieto de Gálio e Alumínio
B	Base Maior
b	Base Menor
BIREME	Centro Latinoamericano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
CD	<i>Compact Disc</i> (Disco Compacto)

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetro
cm²	Centímetro Quadrado
cm³	Centímetro Cúbico
CPU	<i>Central Processing Unit</i> (Disco Rígido da Unidade Central de Processamento)
D	Densidade
DE	Densidade de Energia
DO	Densidade Óptica
DTM	Deficiência Transversal da Maxila
E	Energia
EPM	Escola Paulista de Medicina
ERM	Expansão Rápida da Maxila
ERMAC	Expansão Rápida da Maxila Assistida Cirurgicamente
<i>et al.</i>	e Colaboradores
F	Frequência
g	Gramma
GC	Grupo Controle
GL	Grupo <i>Laser</i>
h	Altura
HD	Derivação de HDD do Inglês <i>Hard Disk Drive</i> (Disco Rígido)

HU	Unidade de Hounsfield
I	Intensidade
IMMT	Índice Maxilo-Mandibular Transverso
J	Joule
Kg	Quilograma
kVp	<i>Kilovolts peak</i> (Potencial de pico)
LASER	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i> (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação)
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> (Monitor de Cristal Líquido)
m²	Metro Quadrado
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mg	Miligrama
min	Minutos
ml	Mililitro
mm	Milímetro(s)
ms	Milissegundo
mW	Miliwatts
n	Amostra
nm	Nanômetro
n^o	Número
NS	Não-Significante

Ø	Diâmetro
°C	Graus Célsius
P	Potência
PA	Posteroanterior
RAM	<i>Random Access Memory</i> (Memória de Acesso Aleatório)
SPM	Sutura Palatina Mediana
t	Tempo
UNIFESP	Universidade Federal de São Paulo
V	Volt
α	Alfa
Δ	Delta
λ	Comprimento de Onda

RESUMO

RESUMO

INTRODUÇÃO: A expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente é o tratamento de escolha para a correção da deficiência transversal da maxila em pacientes adultos. Raros são os estudos de evidência quantitativa do efeito bioestimulante da radiação *laser* de baixa intensidade por meio da densidade óptica na sutura palatina mediana. **OBJETIVO:** Avaliar o efeito do *laser* de baixa intensidade na neoformação óssea da porção anterior da sutura palatina mediana, após expansão rápida assistida cirurgicamente. **MÉTODOS:** Treze pacientes adultos, masculinos e femininos, com idade entre 18 e 33 anos com deficiência transversal da maxila $\geq 7,0\text{mm}$, foram submetidos à osteotomia maxilar LeFort I subtotal com liberação da sutura pterigomaxilar. Formaram-se dois grupos: controle(GC) com seis pacientes sem aplicação de *laser*; e *laser*(GL) com sete pacientes que receberam *laser* de Arsenieto-Gálio-Alumínio de 100mW, $\lambda=830\text{nm}$ (infravermelho) sobre três pontos da região anterior da sutura palatina mediana, com $E=8,4\text{J}$, fluência de $140\text{J}/\text{cm}^2$ e dose total de $E=25,2\text{J}$ e $DE=420\text{J}/\text{cm}^2$ por sessão. Aplicou-se o *laser* 24 horas após a operação e a cada 48 horas, totalizando oito sessões. Foram obtidas, de cada paciente, radiografias no pré-operatório, 1, 2, 3, 4 e 7 meses do pós-operatório. Foram avaliadas 78 radiografias digitais. Uma área em forma de trapézio, com altura de 15mm entre as raízes dos incisivos centrais, foi demarcada, em cada imagem radiográfica, para obtenção da densidade óptica. **RESULTADOS:** As densidades ópticas entre os dois grupos mostraram-se significativamente maiores no grupo *laser*, com 26,3% de neoformação óssea, com variabilidade individual e sem equiparação dos valores do pré-operatório com o período final do estudo. **CONCLUSÃO:** O *laser* de baixa intensidade acelera a neoformação óssea da porção anterior da sutura palatina mediana, após expansão rápida assistida cirurgicamente, porém sem atingir os valores do pré-operatório, no período de sete meses pós-expansão.

PALAVRAS-CHAVE: 1. *Lasers*. 2. Terapia a *Laser* de Baixa Intensidade. 3. Regeneração Óssea. 4. Radiografia Digital. 5. Técnica de Expansão Palatina.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A deficiência transversal da maxila (DTM) apresenta como características o mau posicionamento dos dentes pela presença de mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral, palato profundo, apinhamentos e inclinações dentais e dificuldade de respiração nasal (BETTS *et al.*, 1995). Estima-se que a prevalência da DTM tenha uma variação entre 10% a 15% na população adolescente e ocorra em 30% dos adultos que procuram tratamento ortodôntico (PHILLIPS *et al.*, 1992). Em pacientes adultos ou jovens, com maturidade esquelética, e naqueles já submetidos à terapia de ERM sem sucesso, com diferença maxilo-mandibular superior a cinco milímetros (mm), é associado um procedimento cirúrgico à expansão, por meio de osteotomias, denominado expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente (ERMAC) (POGREL *et al.*, 1992; BETTS *et al.*, 1995).

A ERMAC é um tratamento combinado, ortopédico e cirúrgico, que libera as áreas de resistência óssea, por meio de osteotomias, com o aparelho expensor previamente instalado. Na segunda fase, o parafuso do aparelho é ativado até que se alcance a expansão planejada, período compreendido entre duas a quatro semanas, dependendo da magnitude da DTM. Finalizada esta etapa, o aparelho permanece passivo na cavidade oral por um período mínimo de três meses, enquanto se processa a neoformação óssea da sutura e a dissipação das forças residuais acumuladas (BETTS *et al.*, 1995; KOUDSTAAL *et al.*, 2005; ALOISE *et al.*, 2007; BRETOS *et al.*, 2007; HINO *et al.*, 2008; LODDI *et al.*, 2008).

O comportamento biológico da sutura palatina mediana (SPM), em pacientes adultos, antes e depois de serem submetidos à ERMAC, ainda não foi totalmente esclarecido, especialmente em relação ao tempo necessário para a completa ossificação e ao período de contenção adequado para que a área seja totalmente remodelada, para obter maior estabilidade ao tratamento (MELSEN, 1975; PERSSON & THILANDER, 1977; BETTS *et al.*, 1995; SILVERSTEIN & QUINN, 1997; VARDIMON *et al.*, 1998, WEHRBEIN & YILDIZHZN, 2001; ENNES & CONSOLARO, 2004).

As radiografias oclusal e periapical são métodos de diagnóstico por imagem para a avaliação do tratamento de expansão maxilar, tanto para verificar a abertura da sutura como para acompanhar a neoformação óssea (SANTOS-PINTO & HENRIQUES, 1990; CURETON & CUENIN, 1999; ANDRADE & LASCALA, 2002).

Os avanços tecnológicos com as radiografias digitais e tomografia computadorizada (TC), por meio de sensores e escâneres de alta definição, associados a programas de imagem, possibilitaram sua aplicação como método de avaliação quantitativa dos procedimentos de expansão maxilar e auxiliaram na verificação da densidade óptica (DO) radiográfica e na quantificação de alterações, por meio das diferenças dos valores de *pixels* obtidos das imagens (TAVANO *et al.*, 1999; MOL, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2003; BARROS *et al.*, 2003; TERRA *et al.*, 2006; PODESSER *et al.*, 2007; SANNOMIYA *et al.*, 2007; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007; SILVA FILHO *et al.*, 2007; LODDI *et al.*, 2008).

A biomodulação com *laser* vem sendo utilizada para acelerar o processo regenerativo em fraturas ósseas e da sutura palatina na ERM, assim como estudos histológicos e clínicos são executados por intermédio da radiação *laser* de baixa intensidade de arsenieto-gálio-alumínio (AsGaAl), com o propósito de observar as respostas angiogênicas e osteogênicas (SAITO & SHIMIZU, 1997; TAKEDA, 1988; OZAWA *et al.*, 1998; PINHEIRO, OLIVEIRA, MARTINS, 2001; PINHEIRO *et al.*, 2003; GENOVESE, 2007; MILORO, MILLER, STONER, 2007). Os resultados vêm demonstrando a ocorrência de aumento na proliferação de fibroblastos e de tecido osteóide, com uma ossificação mais rápida, maior DO da SPM e, assim, abreviando o período de contenção (SAITO & SHIMIZU, 1997; VEDOVELHO FILHO *et al.*, 2005).

O *laser*, devido aos efeitos positivos demonstrados em pesquisas, principalmente no reparo ósseo, está sendo cada vez mais utilizado na área da saúde como terapia complementar promovendo a bioestimulação das células e melhorando a capacidade de regeneração tecidual (KAWASAKI & SHIMIZU, 2000; CERQUEIRA *et al.*, 2007). A aplicação do *laser* na ERM ainda é rara, não possuindo protocolos de aplicação que avaliem a sua eficácia (VEDOVELLO FILHO *et al.*, 2005; CEPERA *et al.*, 2008).

A comprovação quantitativa, em *pixels*, do efeito do *laser* na neoformação óssea que ocorre na sutura maxilar é importante na avaliação do tratamento da ERMAC. Não foram encontrados estudos que utilizem e avaliem o efeito do *laser* de baixa intensidade na porção anterior da SPM, em pacientes pós expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente.

OBJETIVO

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito do *laser* de baixa intensidade na neoformação óssea da porção anterior da sutura palatina mediana, após expansão rápida assistida cirurgicamente.

LITERATURA

3 LITERATURA

3.1 AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO ÓSSEA DA SUTURA PALATINA MEDIANA APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA (ERM)

SANTOS-PINTO & HENRIQUES (1990) relataram que com o auxílio das radiografias oclusais, antes e após a ERM, foi possível observar um maior grau de abertura na região anterior da SPM, diminuindo, paulatinamente, em direção à região posterior, em uma razão de três para um. Radiograficamente, ao final de 30 a 60 dias, a ossificação apresentou-se como uma calcificação difusa. Ao final de seis meses, a integridade da sutura apresentou-se totalmente restabelecida.

COBO *et al.* (1992) relataram que estudos têm sido realizados para investigar as mudanças que ocorrem na maxila e na SPM durante a ERM. A formação óssea foi medida após a ERM e a DO foi avaliada para o efetivo monitoramento da reparação óssea. A amostra consistiu de seis pacientes da faixa etária de 14 anos com deficiência maxilar e foram tratados com aparelho Hyrax. As radiografias oclusais foram obtidas de cada paciente no começo do tratamento e a cada semana, durante cinco semanas. Cada radiografia foi digitalizada e analisada com o *software Interdens*. Foram utilizados dois pontos de referência para o estudo da DO: o primeiro localizou-se na borda anterior da SPM entre as raízes dos incisivos centrais e, o segundo, a dois mm da região anterior do parafuso do aparelho e fora da SPM. Após uma semana da expansão, observaram que a DO da sutura decresceu consideravelmente e, passadas cinco semanas, foi verificado um aumento, igualando-se aos valores iniciais.

CAPELOZZA FILHO & SILVA FILHO (1997) salientaram que a radiografia oclusal é o instrumento ideal para registrar a disjunção da SPM na ERM. Ao mesmo tempo em que a radiografia oclusal procede a autenticação da disjunção maxilar, também registra a reorganização sutural durante a fase de contenção em que o aparelho é mantido na boca. Acreditam os autores, que a neoformação óssea total ocorra, em média, após três meses.

ANDRADE & LASCALA (2002) afirmaram que o controle radiográfico durante a ERM é importante para acompanhar a separação da SPM e sua neoformação óssea. O filme radiográfico, utilizado pela maioria dos profissionais para esse controle, era o oclusal, que possui dimensões de cinco por sete cm, embora se possa executar esse procedimento com filme periapical com dimensões de três por quatro cm. Os autores apresentaram dois casos clínicos de ERM realizadas em pacientes de sete e treze anos. As radiografias periapicais foram realizadas sem posicionador, com o emprego da técnica do filme oclusal, no qual o cone do feixe de raios X foi posicionado com ângulo vertical de $+65^\circ$ e ângulo horizontal de 0° . Concluíram que foi possível observar a efetiva separação da SPM e que, pela maior proximidade desse filme com a maxila, a imagem radiográfica apresentou maiores detalhes da sutura.

SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003) avaliaram a neoformação óssea na região da SPM após ERM, verificando o grau de variação da DO na região da sutura, comparando os valores pré-expansão e durante os meses de contenção do tratamento, por meio de imagem digitalizada, a partir de radiografias oclusais totais de maxila. Foram utilizadas 109

radiografias de 37 pacientes, sendo 25 do gênero feminino e 12 do masculino, na faixa etária de 6 a 11 anos. Radiografias oclusais foram realizadas antes da expansão e 30, 60 e 90 dias. Três regiões foram definidas, ao longo da SPM, na imagem para a leitura, sendo uma na região anterior e duas na posterior. Cada uma das três áreas compreendia um mm². A primeira, na região mais anterior da SPM, localizada na crista alveolar dos incisivos centrais superiores; a segunda, dez mm posterior à primeira, ao longo da sutura; e a terceira, imediatamente à direita da segunda. Nas radiografias pós-expansão, em que os incisivos superiores apresentavam-se separados, a área para a leitura, na região anterior, localizava-se na distância média entre as duas cristas alveolares. Em todas as áreas avaliadas os valores médios da DO, logo após a expansão, mostraram-se menores quando comparados aos medidos na pré-expansão. A partir do primeiro mês da contenção houve uma neoformação óssea gradual com o decorrer do tempo, mas que, ao final do período estudado (três meses), ainda permanecia aquém dos valores iniciais.

MENDONÇA & CUOGHI (2005) avaliaram a densidade radiográfica da SPM em pacientes submetidos à ERM, por meio de imagem digitalizada. A amostra foi constituída de 63 radiografias oclusais totais da maxila de 21 pacientes na faixa etária de 7 a 11 anos. As radiografias foram obtidas nos períodos pré-tratamento, durante a expansão e pós-tratamento. Foram determinadas três áreas: (A) Crista alveolar dos incisivos centrais superiores; (B) Dez mm ao longo da sutura a partir da área A e, (C) a dez mm da região dos pré-molares. Após a análise estatística dos dados, os resultados obtidos concluíram que a área A, localizada na crista alveolar dos incisivos superiores foi a que apresentou diferenças significantes entre

a densidade pré-tratamento e a pós-tratamento, demonstrando que os níveis de densidade no período pós-expansão mostraram-se inferiores em relação aos valores pré-tratamento.

SILVA FILHO *et al.* (2007) observaram a ocorrência de rompimento da SPM na ERM, desde a espinha nasal anterior até a espinha nasal posterior. Conseqüentemente, em estudo com 17 crianças de ambos os gêneros, na faixa etária entre cinco e dez anos, e uso de expansor fixo dento-muco-suportado tipo Haas, verificaram, com o emprego da TC, se o processo de ossificação da SPM também ocorria, em toda a sua extensão, após a fase de contenção. Todos os pacientes foram submetidos ao exame TC por três vezes: antes da ERM, imediatamente após a expansão e após a fase de contenção com o aparelho expansor. Concluíram que o intervalo de três meses, preconizado para a ossificação completa da sutura aberta, não se comprovou na maioria dos casos, em radiografias, enquanto que as imagens da TC da SPM revelaram que a sutura mostrou-se completamente ossificada em toda a sua extensão, após uma média de seis a nove meses.

SILVA FILHO *et al.* (2008) ressaltaram a importância do processo de neoformação óssea na região da sutura após a ERM. Para avaliar o comportamento da SPM e a neoformação óssea, durante a expansão rápida da maxila, com imagem da radiografia oclusal, bem como comprovar a validade desse método, estudaram 38 pacientes submetidos ao protocolo de ERM, com o aparelho expansor fixo tipo Haas, sendo $\frac{2}{4}$ de volta pela manhã e $\frac{2}{4}$ de volta à noite, totalizando uma volta completa por dia, por um período de sete dias. Radiografias foram realizadas no estágio de pré-expansão e, mensalmente, na fase de contenção, com o aparelho expansor

mantido na boca, por um período médio de quatro meses e meio. Uma vez coletadas as radiografias, foram digitalizadas em um escaner, com uma resolução de 300dpi e ampliação de 100%. Os exames visuais foram realizados por dois examinadores e as imagens da SPM foram classificadas de acordo com um critério subjetivo em escores: (1) ausência de ossificação, (2) ossificação difusa, (3) ossificação difusa e presença das margens ossificadas delineando a sutura nova e (4) sutura nova ossificada. Os resultados evidenciaram uma variação individual quanto ao período necessário para a completa neoformação óssea da SPM. A imagem radiográfica apresentou-se como um método confiável para a determinação da época correta de remoção do aparelho expensor. Tendo em vista a estabilidade em longo prazo, o aparelho deveria ser removido somente após a completa ossificação da sutura. Assim, concluíram que o aparelho deveria ser mantido como contenção por pelo menos seis meses e não por três meses para que o processo de ossificação e reorganização da sutura se processasse após a ERM.

3.2 AVALIAÇÃO DA FORMAÇÃO ÓSSEA DA PORÇÃO ANTERIOR DA SUTURA PALATINA MEDIANA APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA ASSISTIDA CIRURGICAMENTE (ERMAC)

POGREL *et al.* (1992), com o propósito de verificar qual seria o procedimento necessário para produzir uma consistente e estável expansão em adultos, avaliaram 12 pacientes com idade entre 16 e 32 anos, com discrepância na largura da maxila superior a cinco mm, tratados com ERMAC e com a utilização do aparelho tipo Hyrax. Foram realizadas

osteotomias bilaterais nas regiões de pilares zigomáticos e na SPM. Para o controle utilizaram radiografias oclusais para observar a ossificação na região da SPM e verificaram que, em sete pacientes, a ossificação ocorreu três meses após a expansão. Em quatro meses e meio após a expansão a ossificação ocorreu em quatro pacientes e seis meses após, em um paciente.

CURETON & CUENIN (1999) alertaram quanto aos cuidados na realização da ERMAC, antes e após a expansão. A proximidade das raízes dos incisivos centrais representa um problema nas cirurgias de expansão da maxila. Durante a fratura cirúrgica há a possibilidade de a separação ocorrer na área interdental, entre as raízes e o osso, tornando fundamental que a gengiva inserida permaneça intacta. Um tratamento planejado deve incluir análise de radiografias periapicais das raízes dos incisivos centrais para verificar a necessidade de separação ortodôntica antes da cirurgia, como, também, radiografias periapicais pós-cirúrgicas para verificar o local em que ocorreu a separação interdental. No caso das raízes estarem muito próximas pode existir um espaço inadequado para se obter uma separação da sutura palatina, casos esses em que o cuidado deve ser tomado no processo de separação para assegurar a saúde da gengiva inserida que, se rompida próximo dos incisivos afetados, poderia resultar em uma invaginação, para apical, mais rapidamente do que a própria regeneração do osso, promovendo um defeito ósseo. Concluíram, portanto, que o planejamento deve ser individual e ajustado, de acordo com a simetria da fratura óssea e da saúde da gengiva inserida. As raízes dos incisivos centrais devem estar ortodonticamente divergentes antes do procedimento cirúrgico para reduzir os riscos de fratura assimétrica. Se forem tomadas radiografias periapicais ou oclusais, antes da cirurgia, e realizada a

divergência das raízes dos incisivos centrais, a probabilidade de causar-se uma fratura simétrica em direção à sutura palatina é maior e, também, a preservação de uma regeneração do osso ao redor das raízes dos incisivos centrais.

Avaliando os efeitos da ERMAC em estruturas esqueléticas da face, WRIEDT *et al.* (2001) utilizaram a rinometria acústica, a análise de modelo de estudos e a ultrassonografia antes e após ERMAC sem separação da sutura pterigopalatina, de dez pacientes (cinco do gênero feminino e cinco do gênero masculino), com idades entre 16 e 43 anos. Foi utilizado o aparelho expansor Hyrax, ativado durante a cirurgia em 0,5mm. Dois dias após a cirurgia, a ativação foi de $\frac{1}{4}$ de volta por dia. As medidas revelaram que a ERMAC não somente resulta em expansão transversal da maxila, promovendo espaço no arco para o alinhamento dental, como também causa o alargamento do arco palatino, provendo espaço para a movimentação da língua e correta deglutição, prevenir recidivas e uma melhora na respiração nasal associada ao aumento do volume nasal. Exames radiográficos e ultrassonográficos mostraram sinais de neoformação óssea em três meses após a ERMAC em cada paciente, porém foi notado que houve uma variabilidade de três a nove meses na ossificação da sutura palatina. Dessa forma, o sucesso do procedimento de osteotomia pôde ser monitorado por exame de ultrassonografia da expansão e subsequente ossificação, que evita a exposição radiográfica frequente. Os autores sugeriram que o tempo de contenção para a total neoformação da SPM seja individualizado para cada paciente.

SANNOMIYA *et al.* (2007) avaliaram a DO da SPM, após a ERMAC, por meio de radiografia oclusal digitalizada, em três momentos: Pré-operatório, após o fechamento do parafuso expensor e após três meses da ERMAC. Foram digitalizadas 45 radiografias oclusais da região dos incisivos superiores, obtidas do tratamento de 15 pacientes de ambos os gêneros com idade entre 18 e 40 anos, submetidos à ERMAC, sem a osteotomia da sutura pterigopalatina, com o emprego do aparelho expensor tipo Hyrax. Todos os pacientes eram adultos e apresentavam DTM superior a cinco mm. Foi utilizado um posicionador intraoral tipo Rinn[®] especialmente confeccionado para a realização das radiografias oclusais totais e tempo de exposição de 1,0 segundo. As radiografias foram digitalizadas (escaneadas) e o programa *Image Tool* foi adotado para a mensuração das DO por meio do histograma. Duas regiões foram selecionadas e analisadas para cada uma das fases. A região A mediu, radiograficamente, 8 x 1mm² e localizava-se a 1,2cm da tangente situada nos incisivos centrais superiores na região da SPM; a região B mediu 5 x 9mm² e localizava-se a 4,3cm da tangente situada nos incisivos centrais superiores na região da SPM. Com o auxílio do programa foi obtida a DO das regiões por meio do histograma com valores relativos à tons de cinza. Verificaram que, na maioria dos casos, a abertura da SPM apresentava-se em forma de V, com maior distância entre os incisivos centrais, diminuindo em direção à região posterior. Concluíram que, imediatamente após a ERMAC, houve decréscimo dos valores da DO nas duas regiões. Após três meses do fechamento do parafuso expensor, as DO aumentaram nessas regiões, mas aquém dos valores pré expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente.

MALMSTRÖM & GURGEL (2007) avaliaram o processo de neoformação óssea na região da SPM, em pacientes adultos submetidos à ERMAC, por meio da DO das imagens radiográficas digitalizadas durante os 120 dias do período de contenção, comparando os valores de *pixels* obtidos das imagens nas diversas fases do estudo. Também procuraram avaliar a aplicabilidade do método como exame complementar para o acompanhamento da neoformação óssea. Vinte e um pacientes adultos, com idade entre 18 e 41 anos e utilizando o aparelho tipo Hyrax, foram submetidos à ERMAC sob anestesia local. Após 48 horas da cirurgia foi feita a ativação, com $\frac{2}{4}$ de volta de manhã e $\frac{2}{4}$ à noite, por um período de sete dias, ou até a obtenção da quantidade de expansão desejada. Três áreas foram determinadas e demarcadas sobre a SPM, com um tamanho fixo de 24 x 24 *pixels*, correspondente a uma superfície de um mm². Foi determinada uma área na crista alveolar, entre os incisivos centrais superiores; e as outras duas mais posteriores da sutura, tangenciando a margem inferior do parafuso, de cada lado, na mesma altura. Nas radiografias pós-expansão, a área de leitura localizada na região anterior foi determinada na metade da distância das cristas alveolares dos incisivos. Os achados mostraram que a maior abertura da SPM, submetida às forças de expansão, ocorreram em maior quantidade na região anterior em relação à posterior. Constataram que os valores da DO no período de 120 dias pós-expansão foram significativamente inferiores aos encontrados no início do tratamento. Concluíram que: os valores de *pixels* mostraram uma variabilidade individual no processo de remodelação da sutura; houve um aumento gradual da DO, porém sem equiparação dos valores de *pixels* da fase final de contenção de 120 dias aos valores iniciais; não foi observado

dimorfismo sexual no processo de remodelação da SPM e que o método pode ser aplicado como exame complementar para o acompanhamento da neoformação óssea da SPM submetida à ERMAC.

3.3 LASER NA NEOFORMAÇÃO ÓSSEA DA PORÇÃO ANTERIOR DA SUTURA PALATINA MEDIANA

SAITO & SHIMIZU (1997) investigaram os efeitos da radiação *laser* de baixa intensidade sobre a regeneração óssea durante a expansão da SPM em ratos. Foi aplicada uma radiação de 100mW de *laser* de diodo arsenieto de gálio e alumínio (AsGaAl), de $\lambda=830\text{nm}$, com dose de $35,3\text{J}/\text{cm}^2$, na SPM, durante a expansão realizada no período de sete dias (três a dez minutos por dia), três dias (sete minutos por dia nos dias 0-2 e 4-6) e um dia (vinte e um minutos ininterruptos no dia zero). A regeneração óssea na SPM, estimada pelo método histomorfométrico no grupo submetido à radiação *laser* durante sete dias, mostrou maior regeneração demonstrando a relação entre a dose e intensidade de radiação, que foi significativa na função 1.2 a 1.4 comparada aos ratos sem radiação; essa taxa elevada foi dependente de determinada dose de radiação. A radiação, durante o período inicial de expansão (dias zero a dois), foi a mais efetiva, quando comparado ao último período (dias quatro a seis); já a radiação única não apresentou qualquer efeito sobre a regeneração óssea. Foi demonstrado que a área óssea neoformada e a taxa de aposição mineral foram significativamente aumentadas após sete dias de radiação (animais radiados 3min/dia-126J e animais radiados 10min/dia-420J) e que, esse aumento, foi dose-dependente. Esses resultados sugeriram que a radiação com *laser* de baixa intensidade poderia acelerar a regeneração óssea na SPM durante a

expansão rápida e que, esse efeito, não depende apenas da intensidade total de radiação com *laser*, mas, também, da duração e frequência da radiação. Sugeriram, ainda, que a terapia com *laser* poderia apresentar um efeito terapêutico benéfico na inibição da recidiva e na diminuição do período de contenção por meio da aceleração da regeneração óssea da SPM.

VEDOVELLO FILHO *et al.* (2005) avaliaram os efeitos da radiação com *laser* de baixa intensidade sobre a regeneração óssea durante a expansão da SPM não cirúrgica. A amostra foi de 13 pacientes (crianças) do mesmo gênero, que utilizaram o aparelho de Haas modificado para ERM, sendo sete submetidos à laserterapia durante o processo de disjunção. Os outros seis eram do controle. A disjunção foi feita $\frac{2}{4}$ de volta pela manhã e $\frac{2}{4}$ de volta à tarde. O *laser* foi aplicado diariamente, com comprimento de onda de 780nm e 70mW de potência, por nove minutos, em cada um dos dois pontos. A laserterapia foi realizada no período da manhã e da tarde, durante 15 dias. Nos outros 15 dias restantes foi realizada em dias alternados, a cada 48 horas. A ponta do *laser* foi colocada na região posterior da papila palatina e outro ponto foi após esta região em direção distal. Após 15 dias foi feita a primeira TC em cortes coronais e, depois de 15 dias, outra TC, permitindo avaliar o grau de mineralização com a utilização do programa *e-Film*, que emprega a unidade HU (unidade de Hounsfield), em duas áreas da sutura. A primeira leitura dessa unidade adotou como referência o corte coronal na altura da cúspide do canino decíduo ou permanente. A segunda leitura foi feita a seis mm para posterior em relação à primeira leitura. Para cada paciente foram obtidas as leituras de duas regiões do palato (áreas de 0,1cm x 0,4cm), em duas datas diferentes. Os valores obtidos demonstraram que houve maior formação óssea nos pacientes submetidos

ao *laser* do que nos pacientes sem a utilização do *laser*, além da acelerar e promover uma maior mineralização da SPM. Apesar dos resultados positivos, sugeriu-se que seriam necessários outros estudos com finalidade de avaliar se a terapia *laser* de baixa intensidade poderia reduzir possíveis recidivas e, ainda, diminuir o tempo de contenção pós-expansão.

CEPERA *et al.* (2008) realizaram uma análise crítica sobre os efeitos do *laser* de baixa intensidade na ERM pelo fato de que essa tecnologia vem se tornando cada vez mais frequente na atividade profissional e promovendo inúmeros benefícios aos pacientes nas diversas especialidades. Os artigos científicos revisados mostraram que o *laser* promoveu aceleração da neoformação óssea no processo de ERM. Com base nesse princípio, observaram que o *laser* poderia ser aplicado isoladamente ou como coadjuvante de outros tratamentos, uma vez que estimula a microcirculação, que promove a bioestimulação das células, melhorando a capacidade de regeneração tecidual. Os autores tiveram dificuldades em encontrar estudos relacionados à utilização do *laser* na ERM e observaram que, na ortodontia, apesar das inúmeras possibilidades proporcionadas pelo *laser*, o seu uso ainda não é tão frequente. Nos processos de remodelação óssea há a necessidade de mais estudos nessa área para melhor definição do protocolo de utilização desse dispositivo na ERM para comprovar a sua eficácia e verificar, com detalhes, suas indicações e possíveis contraindicações.

MÉTODOS

4 MÉTODOS

Trata-se de estudo clínico experimental de caso controle randomizado com intervenção terapêutica, cuja casuística foi composta por pacientes hospitalizados submetidos à ERMAC, com característica de desenvolvimento ou aprimoramento de terapêutica não medicamentosa.

4.1 CASUÍSTICA

Foram avaliadas 78 radiografias digitais periapicais da SPM de 13 pacientes adultos apresentando deficiência transversal bilateral da maxila, submetidos à terapia de ERMAC. Seis eram do gênero feminino e sete do gênero masculino, com faixa etária variando de 18 a 33 anos, procedentes do Setor de Cirurgia Craniomaxilofacial da Disciplina de Cirurgia Plástica da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

Todos os pacientes foram selecionados de forma aleatória, por computador, que indicou o grupo ao qual cada um pertenceria. A seguir, foram distribuídos em dois grupos de acordo com o tipo de tratamento realizado:

GRUPO CONTROLE (GC) - composto de seis pacientes (três do gênero masculino e três do gênero feminino) que não foram submetidos à terapia *laser*.

GRUPO LASER (GL) - composto de sete pacientes (quatro do gênero masculino e três do gênero feminino) submetidos à terapia *laser*.

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Pacientes com idade maior que 18 anos.
- Pacientes portadores de deficiência transversal da maxila maior ou igual que 7,0mm.
- Presença de primeiros pré-molares superiores e primeiros ou segundos molares superiores em ambos os arcos dentais.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Pacientes portadores de deformidades craniofaciais congênitas.
- Pacientes portadores de traumas prévios na maxila.
- Pacientes com problemas de saúde geral que contraindicassem a intervenção cirúrgica e a aplicação do *laser*.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIFESP (ANEXO I).

Todos os pacientes foram informados e esclarecidos, verbalmente e por escrito, sobre as condições da realização da pesquisa e um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi devidamente assinado, bem como a concordância sobre o procedimento cirúrgico, aplicação terapêutica do *laser* e utilização das radiografias para esta pesquisa (ANEXO II).

4.2 PROCEDIMENTOS

4.2.1 Avaliação clínica e documentação ortodôntica inicial

Na fase pré-operatória todos os pacientes foram submetidos à avaliação clínica. Posteriormente, foi solicitada documentação ortodôntica completa constituída de radiografias cefalométricas, em norma lateral e posteroanteriores, radiografia panorâmica, radiografias oclusal total da maxila e periapical dos incisivos superiores, modelos de gesso de estudo e de trabalho dos arcos superior e inferior e fotografias intra e extraorais. Esta documentação, em conjunto com a avaliação clínica, forneceu subsídios para o diagnóstico da deficiência transversal da maxila, bem como para a elaboração do plano de tratamento.

Para determinar a quantidade de expansão necessária para a correção transversal da maxila foi utilizado o índice diferencial transverso maxilo-mandibular calculado por meio de medidas na telerradiografia posteroanterior (BETTS *et al.*, 1995).

4.2.2 Aparelho expensor Hyrax

O aparelho Hyrax utilizado foi composto por um parafuso expensor de 12mm (Dentaurum[®], referência 602-802, Ispringen, Alemanha), posicionado no centro do palato, unido às bandas. Estas foram soldadas aos fios de aço inoxidável rígido de 1,2mm na lingual e, na vestibular, por fios de aço de 0,9mm. As bandas foram adaptadas nos primeiros pré-molares e nos primeiros molares superiores permanentes (FIGURA 1).



FIGURA 1. Aparelho Expansor tipo Hyrax instalado.

Todos os aparelhos foram confeccionados pelo mesmo técnico em prótese dental, sempre utilizando parafusos expansores das mesmas marca e modelo.

De uma a duas semanas antes da cirurgia o aparelho foi instalado, adaptado e fixado nos dentes com cimento de ionômero de vidro, pelo mesmo ortodontista.

4.2.3 Radiografia periapical digital direta

Todos os pacientes realizaram exames de radiografia periapical digital direta da SPM, que foram padronizadas e realizadas a cada mês, sendo a primeira após a instalação do aparelho disjuntor, no pré-operatório (F0), e as demais com 30 (F1), 60 (F2), 90 (F3), 120 (F4) e 210 (F5) dias após o ato operatório.

Todas as incidências radiográficas foram padronizadas e todos os exames foram executados pelo mesmo técnico de radiologia, aparelho de raios X e sensor digital, respeitando todas as normas de biossegurança.

Utilizou-se o posicionador intraoral marca Rinn® (*Rinn Corporation*, Prisma Instrumentos Odontológicos, São Paulo - Brasil) no intuito de padronizar-se a técnica radiográfica e a posição dos incisivos centrais e laterais superiores, bem como da SPM anterior de cada paciente nos diferentes momentos.

Foi utilizado material de moldagem resistente, bastão de godiva, composto por breu, copol e resina, para registro das incisais dos dentes incisivos inferiores e que serviu de guia para o posicionamento do sensor radiográfico para cada paciente. O bastão foi plastificado na chama de uma lamparina e manipulado com os dedos, tornando a massa homogênea, que foi adaptada ao posicionador intraoral e foi solicitado ao paciente morder com os dentes incisivos centrais e laterais inferiores. Todos os pacientes utilizaram o posicionador intraoral e o seu dispositivo de godiva em todas as incidências radiográficas (FIGURAS 2 e 3).



FIGURA 2. Posicionador intraoral com a godiva.



FIGURA 3. Conjunto em posição com o sensor periapical, fixo pelo contato dos incisivos inferiores.

As radiografias digitais foram obtidas, com o sensor por meio de placa CCD (*Charge Coupled Device* [Dispositivo de Carga Acoplada]), da marca *CygnusRay MPS™* (EUA), que foi fixado ao posicionador intraoral com fita adesiva gomada. Este sistema possui um *software Cygnus Imaging for Windows*, um módulo codificador (FIGURA 4), uma placa de captura (FIGURA 5) e um sensor de alta resolução com adaptador (FIGURA 6). As especificações deste equipamento são: matriz: 312.000 *pixels*, tamanho do *pixel*: 44 microns; dimensão do sensor: 35 x 26 x 3.8mm, resolução: 12-16 linhas/mm, tamanho *pixel*: 64 x 64 micrômetros (μm), tamanho imagem: 466 x 628 *pixels*.



FIGURA 4. Codificador



FIGURA 5. Placa de Captura



FIGURA 6. Sensor Digital

A aquisição das imagens foi realizada por um aparelho de raios X odontológico da marca Dabi Atlante[®] (Ribeirão Preto, SP-Brasil), com potência de 8mA e 70kVp, na qual as radiografias foram executadas de acordo com a técnica do paralelismo. O sensor digital foi posicionado paralelo ao suporte intraoral e a SPM anterior, centralizada na área do sensor, cuja imagem obtida foi da região dos incisivos centrais e laterais superiores, na qual a região visualizada foi a dos dentes incisivos e da SPM anterior.

A técnica radiográfica intraoral periapical foi realizada de forma que o cone do feixe de raios X permanecesse com o ângulo vertical de $+65^\circ$ e ângulo horizontal de zero grau, com a área de incidência no dorso do nariz, para que fosse evidenciada a área da sutura palatina anterior (FIGURA 7).



FIGURA 7. Técnica radiográfica intraoral do paralelismo com suporte.

A distância entre o foco dos raios X e sensor digital foi fixado em 30cm. O tempo de exposição foi de 0,05 segundos, controlado por dispositivo eletrônico, do próprio aparelho de raios X, que permitiu a obtenção de radiografias com qualidades constantes, tempos exatos e de acordo com as especificações do aparelho.

4.2.4 Técnica operatória

Todos os pacientes foram submetidos à osteotomia LeFort I sub total (BETTS *et al.*, 1995) e as operações foram realizadas pelo mesmo cirurgião, sob anestesia geral, com entubação orotraqueal e seguiram os seguintes procedimentos:

- Incisão horizontal feita no mucoperiósteo, acima da junção mucogengival e no sulco gengival superior, estendendo-se da região dos dentes molares do lado esquerdo até os molares do lado direito.
- Dissecção mucoperiosteal da parede anterior da maxila e do assoalho nasal, bilateralmente.
- Osteotomia horizontal na parede anterior e lateral da maxila, quatro a cinco mm acima dos ápices dos dentes anteriores e posteriores, desde a fossa piriforme até a junção pterigomaxilar.
- A porção anterior da parede nasal lateral (pilar nasomaxilar) foi seccionada com osteótomo.
- Osteotomia do septo nasal, desde a espinha nasal anterior até a espinha nasal posterior.
- A SPM foi separada com auxílio de um osteótomo.
- A maxila foi separada da lâmina pterigóide, com auxílio de osteótomo curvo (disjunção pterigomaxilar bilateral).
- O aparelho expensor foi imediatamente ativado em 1,6mm no intraoperatório.
- A incisão foi suturada em dois planos.

4.2.5 Ativação e fixação do parafuso expensor

A ativação do parafuso expensor foi iniciada no intraoperatório e a partir do quarto dia, após a operação, a primeira ativação foi realizada pelo ortodontista que instalou o aparelho. Nesta primeira ativação, os pacientes foram orientados quanto à forma de ativação do parafuso expensor.

A ativação do parafuso foi padronizada em $\frac{1}{4}$ de volta duas vezes ao dia (pela manhã e a noite), correspondendo a 0,4mm de expansão diária.

A fase ativa da expansão do aparelho foi monitorada pelo ortodontista, até se obter a quantidade de expansão planejada.

Após a obtenção da expansão determinada foi realizada a fixação do parafuso expensor com fio de aço inoxidável e o aparelho foi mantido como contenção por quatro meses.

4.2.6 Aplicação do *laser*

O equipamento utilizado foi um aparelho de *laser* diodo com as seguintes especificações técnicas: tensão de geração 90V a 240V, emissor de *laser* invisível com comprimento de onda (λ) de 830nm (infravermelho), potência do emissor (P) de 100mW, meio ativo de arsenieto de gálio e alumínio (AsGaAl), ponteira com diâmetro (\emptyset) de 0,06cm², energia conduzida por fibra óptica com um metro de comprimento.

As regiões radiadas foram padronizadas e os incisivos centrais superiores e os laterais foram definidos como referência. A região anterior constituiu o palato primário com presença das pregas palatinas transversas.

Foram determinados três pontos próximos da rafe do palato. O primeiro ponto radiado (ponto A) foi a um mm abaixo da região de papila incisiva. O segundo (ponto B) foi a dois mm à direita da rafe do palato localizada na região da intersecção sobre o plano frontal coronal com a linha visualizada entre os incisivos laterais. O terceiro (ponto C) estava localizado na linha entre os incisivos laterais, dois mm à esquerda da rafe do palato (FIGURA 8).

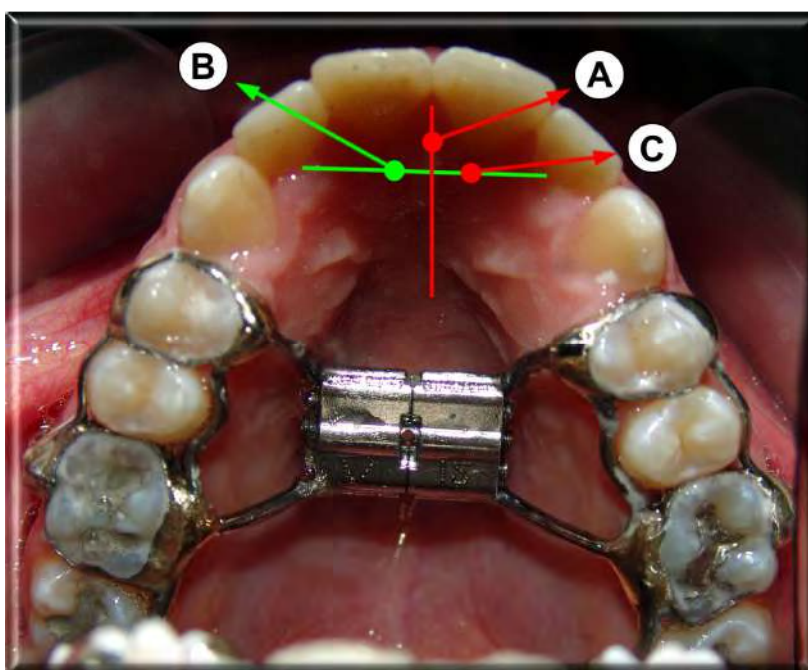


FIGURA 8. Pontos de aplicação do *laser*. (Ponto A) região de papila incisiva. (Ponto B) dois mm à direita da rafe do palato localizada na região da intersecção sobre o plano frontal coronal com a linha visualizada entre os incisivos laterais. (Ponto C) linha entre os incisivos laterais, dois mm à esquerda da rafe do palato.

O tempo de exposição foi calculado de acordo com a fórmula matemática: energia (E) = Potência (P) X Tempo (t) e a Densidade de Energia ou fluência (DE) = Potência (P) X Tempo (t) dividido pela área do feixe da fibra óptica (\emptyset).

A emissão foi contínua, pontual, em contato e perpendicular sobre a mucosa do palato, com energia (E) de 8,4J, fluência (DE) de 140J/cm² e 84 segundos por ponto. A dose total foi de 25,2J e 420J/cm² por sessão.

A frequência de aplicação do *laser* foi iniciada 24h após o ato operatório, com intervalo de 48 horas entre as sessões, durante o período de ativação do aparelho expensor, totalizando oito sessões, por 15 dias.

As aplicações foram sempre realizadas pelo mesmo operador, seguindo os protocolos descritos e as normas de segurança.

4.2.7 Avaliação da densidade óptica nas radiografias digitais periapicais

As imagens radiográficas digitais foram capturadas pelo sensor CCD que estava acoplado ao computador, com *software* do fabricante, monitor LCD de 17 polegadas, com resolução de cores de 32 *bits*, resolução de 1024 x 768. Todas as imagens foram capturadas na escala de tons de cinza, arquivadas sem compactação no disco rígido da unidade central de processamento (CPU) para avaliação e leitura dos dados.

Após a captura da imagem digital, realizou-se um recorte nas imagens radiográficas digitais (ferramenta de Corte Demarcado - *Crop Tool - Microsoft Office Picture Manager*[™]), à direita e à esquerda, partindo do centro do parafuso expensor até suas margens laterais e tangenciando as faces incisais dos incisivos centrais superiores. As imagens — nas quais a SPM anterior aparece centralizada na imagem — foram arquivadas no

computador e identificadas com o nome do paciente e a data em que foram obtidas, para posterior avaliação e leitura da DO.

As imagens radiográficas digitais foram exibidas na tela do monitor em 100% do seu tamanho facilitando a visualização da SPM anterior. Estas imagens não foram realçadas em suas características de brilho e contraste, para a obtenção dos valores de *pixels* da área selecionada.

Para cada uma das 78 radiografias determinou-se uma área localizada na região mais anterior da SPM, medida por meio de uma linha de referência, localizada sobre a crista óssea alveolar, entre as coroas dos incisivos centrais superiores, sendo esta a base menor (b). Da crista óssea inferior foram feitas duas linhas paralelas acompanhando a lâmina dura ao longo eixo das raízes dos incisivos centrais direito e esquerdo até a altura de 15mm. Entre estas duas linhas foi traçado uma reta paralela à crista alveolar (base menor), sendo esta a base maior (B), formando um trapézio, abrangendo a sutura, o osso antigo e osso neoformado. Utilizando o programa *Adobe Photoshop*[®] CS 8.0 foi determinada a área da SPM anterior de cada radiografia. Para medir a área do trapézio foi utilizada a ferramenta medir-régua do programa, que forneceu as medidas. Depois foi selecionada a ferramenta histograma que forneceu a DO, em *pixels*, da área do trapézio. Os valores fornecidos pelo histograma representaram os valores médios dos *pixels* contidos na área demarcada (FIGURA 9).

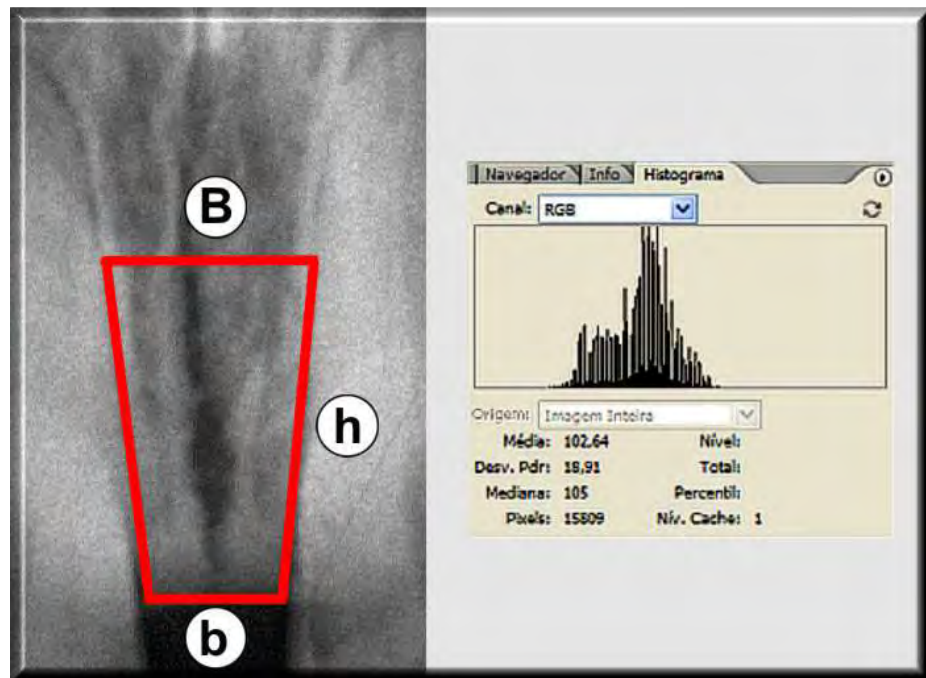


FIGURA 9. Área demarcada do trapézio: base menor (b); base maior (B); altura (h), e histograma da densidade óptica.

Uma planilha foi elaborada com os nomes dos pacientes e as datas das radiografias, a seguir foram agrupadas em F0 (pré-operatório) e as demais por F1, F2, F3, F4 e F5, e avaliada cada área e o valor da DO em seus respectivos tempos.

Os pacientes foram numerados e sorteados de um a treze. As imagens radiográficas destes pacientes foram entregues a um colaborador que numerou e sorteu cada uma, totalizando 78 imagens, de maneira que não houvesse sequência lógica, e posteriormente devolvidas para o pesquisador para a realização das mesmas medidas.

Todas as imagens digitais foram avaliadas em ambiente escuro para melhor visualização da crista alveolar mais anterior, da lâmina dura das raízes dos incisivos centrais superiores e da SPM anterior, e as medidas, valores de *pixels* (PX) e das áreas (AR), foram executadas pelo mesmo profissional, em três momentos distintos (PX1, PX2, PX3 e AR1, AR2,

AR3), com intervalo de 15 dias entre cada avaliação. Depois de mensuradas, o pesquisador teve acesso aos valores previamente realizados.

Os valores da DO de cada imagem foram calculados a partir da média das três mensurações, uma vez que não apresentou diferença com significância estatística nos três momentos.

O cálculo da área (AR) do trapézio, expressa em mm², de cada imagem, foi aplicado pela fórmula:

$$AR = \frac{B + b}{2} \times h \times 100$$

A densidade óptica (DO) foi obtida pela média dos *pixels* (PX) pela área (AR), demarcada e fornecida pela ferramenta histograma do *software* utilizado (FIGURA 9).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar a normalidade da distribuição dos pacientes entre os grupos controle e *laser* em relação à idade e ao gênero foi aplicado o teste de Mann-Whitney.

Para verificar eventuais erros de medida dos valores obtidos nas imagens radiográficas digitais, a confiabilidade do método foi realizada entre as três medições pelo cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (CCI) com intervalo de confiança (IC) de 95%.

O teste de Friedman foi aplicado para avaliar possíveis diferenças de *pixels*, dentro de cada grupo, entre os tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 (SIEGEL, 1975). Quando necessário, a análise foi complementada pelo teste de Comparações Múltiplas (HOLLANDER & WOLFE, 1973).

Para avaliar possíveis diferenças de DO, entre os grupos e nos diferentes tempos, foi aplicado o teste de Mann-Whitney (SIEGEL, 1975) para dois grupos independentes, usando, neste caso, as diferenças percentuais ($\Delta\%$), cujos valores da DO foram calculados pela fórmula:

$$\Delta\% = \frac{\text{valor da DO no tempo F0} - \text{valor da DO no tempo "X"}}{\text{valor da DO no tempo F0}} \times 100$$

Em todos os casos o nível de rejeição da hipótese de nulidade foi fixado sempre em um valor menor ou igual a 0,05 ou 5% ($\alpha \leq 0,05$).

Quando a estatística calculada apresentou significância, um asterisco (*) a caracterizou. A inexistência de significância foi caracterizada pela sigla NS.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 NORMALIDADE DA AMOSTRA

A distribuição da amostra obtida não apresentou diferença estatística significativa entre os grupos controle e *laser* (TABELA 1).

TABELA 1. Pacientes segundo a idade, em anos completos, e gênero, masculino (M) e feminino (F) do grupo controle e *laser*.

GRUPO CONTROLE			GRUPO <i>LASER</i>		
Paciente	Gênero	Idade	Paciente	Gênero	Idade
3	F	21	1	F	30
6	M	23	2	F	23
8	F	28	4	M	24
9	M	18	5	F	25
11	M	20	7	M	25
12	F	33	10	M	22
			13	M	32
Média		23,8	Média		25,9

Teste de MANN-WHITNEY

$$Z_{calc} = -1,074 \text{ NS}$$

$$p = 0,283 \text{ NS}$$

5.2 RADIOGRAFIA DIGITAL PERIAPICAL

A avaliação subjetiva mostrou crescimento gradual da DO das imagens radiográficas digitais da SPM anterior dos tempos F1 a F5 do grupo controle (FIGURA 10, Apêndice III).

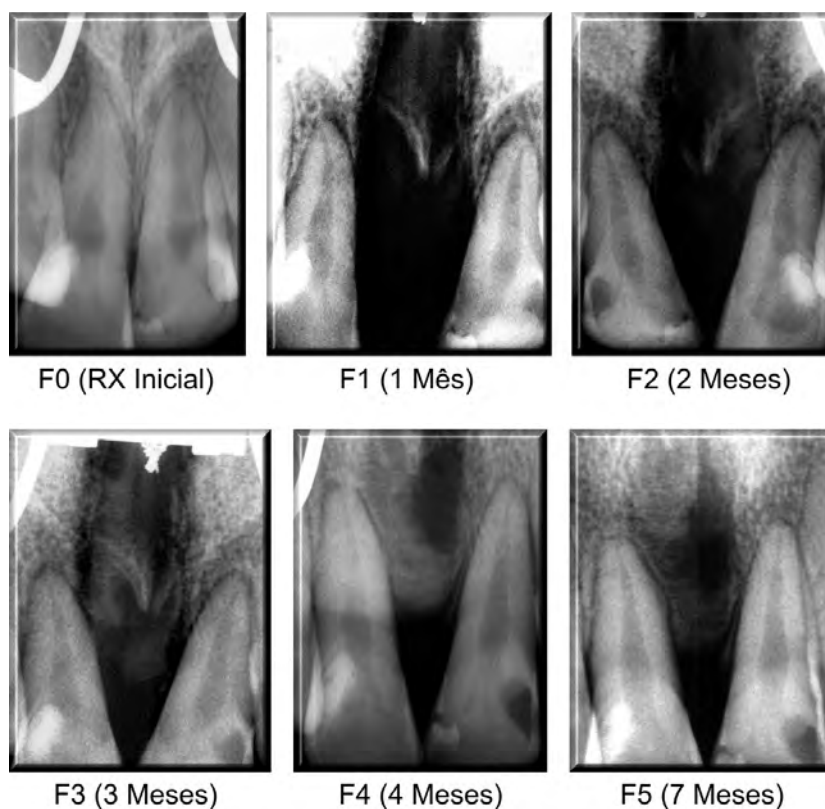


FIGURA 10. Radiografias digitais da SPM anterior do paciente três, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), e um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) pós-operatório do grupo controle mostrando a abertura da SPM e aumento da DO de F1 a F5.

A avaliação subjetiva mostrou crescimento gradual da DO das imagens radiográficas digitais da SPM anterior dos tempos F1 a F5 do grupo *laser* (FIGURA 11, APÊNDICE IV).

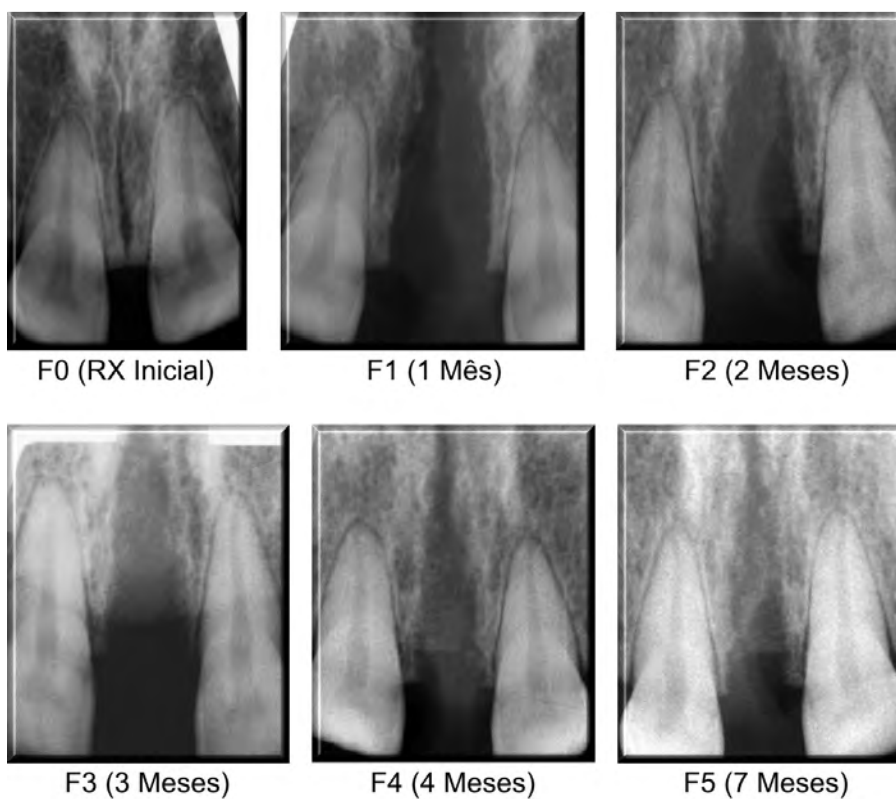


FIGURA 11. Radiografias digitais da SPM anterior do paciente um, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), e um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) pós-operatório do grupo *laser* mostrando a abertura da SPM e aumento da DO de F1 a F5.

5.3 COEFICIENTE DE REPRODUTIBILIDADE

A reprodutibilidade entre as três medidas na avaliação dos valores de pixels e das áreas (mm^2), realizada na SPM anterior, foi alta e confirmada por meio do CCI e do respectivo intervalo de confiança (95% de confiança) (TABELA 2).

TABELA 2. Coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e intervalo de confiança (IC) das mensurações dos valores de *pixels* e área dos grupos controle e *laser*.

Variável		GRUPO CONTROLE			GRUPO LASER		
		IC 95%			IC 95%		
		CCI	I _i	I _s	CCI	I _i	I _s
F0 (inicial)	<i>Pixels</i>	0,999	0,997	1,000	0,998	0,994	1,000
	Área	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000
F1 (1 mês)	<i>Pixels</i>	0,999	0,996	1,000	0,995	0,982	0,999
	Área	1,000	0,999	1,000	0,999	0,997	1,000
F2 (2 mês)	<i>Pixels</i>	1,000	0,999	1,000	0,999	0,997	1,000
	Área	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F3 (3 mês)	<i>Pixels</i>	1,000	0,999	1,000	0,991	0,969	0,998
	Área	0,999	0,998	1,000	0,999	0,998	1,000
F4 (4 mês)	<i>Pixels</i>	1,000	0,999	1,000	0,999	0,997	1,000
	Área	1,000	1,000	1,000	0,999	0,997	1,000
F5 (7 mês)	<i>Pixels</i>	1,000	0,999	1,000	0,997	0,989	0,999
	Área	1,000	1,000	1,000	0,999	0,996	1,000

IC 95% = Intervalo de Confiança de 95%; I_i = limite inferior; I_s = limite superior

5.4 DENSIDADE ÓPTICA DA SUTURA PALATINA MEDIANA (SPM)

As medidas obtidas para a análise das alterações da DO, entre os períodos pré-operatórios (F0), um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) e as diferenças percentuais mostraram diferença com significância estatística nos pacientes do grupo controle. Observou-se que houve aumento da DO, com significância estatística, nos tempos de F1 para F5, porém em 210 dias os valores da DO não alcançaram os de F0 (TABELA 3).

TABELA 3. Valores médios da densidade óptica (DO) (*pixel/mm²*) e diferenças percentuais, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) dos pacientes do grupo controle. A diferença percentual ($\Delta\%$) foi calculada pela fórmula:
 $\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100$

PACIENTES	TEMPOS										
	F0	F1	$\Delta 1(\%)$	F2	$\Delta 2(\%)$	F3	$\Delta 3(\%)$	F4	$\Delta 4(\%)$	F5	$\Delta 5(\%)$
3	360,30	19,40	94,60	30,70	91,50	35,10	90,30	39,10	89,10	59,60	83,50
6	245,60	28,00	88,60	33,50	86,40	44,10	82,00	48,10	80,40	76,70	68,80
8	343,80	30,40	91,20	36,10	89,50	39,30	88,60	51,00	85,20	65,30	81,00
9	244,40	29,20	88,10	31,10	87,30	41,20	83,10	42,90	82,40	64,40	73,60
11	301,90	31,70	89,50	54,70	81,90	61,40	79,70	68,80	77,20	94,30	68,80
12	571,10	26,30	95,40	46,50	91,90	50,60	91,10	78,20	86,30	92,20	83,90
Média	344,50	27,50	91,20*	38,80	88,10*	45,30	85,80*	54,70	83,40*	75,40	76,60*

Teste de FRIEDMAN
F0 x F1 x F2 x F3 x F4 x F5

$X^2 \text{ calc} = 30,000^*$ $p < 0,001^*$

Comparações Múltiplas
F0 > F1, F2, F3, F4, F5
F1 < F2 < F3 < F4 < F5

As medidas realizadas para a análise das alterações da DO, entre os períodos pré-operatórios (F0), um mês (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) e diferenças percentuais mostraram resultados com significância estatística nos pacientes pertencentes ao grupo *laser*. Observou-se que houve aumento da DO, com significância estatística, nos tempos de F1 para F5, porém em 210 dias os valores da DO não alcançaram os de F0 (TABELA 4).

TABELA 4. Valores médios da densidade óptica (DO) (*pixel/mm²*) e diferenças percentuais, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) dos pacientes do grupo *laser*. A diferença percentual ($\Delta\%$) foi calculada pela fórmula:
 $\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100$.

PACIENTES	TEMPOS										
	F0	F1	$\Delta 1(\%)$	F2	$\Delta 2(\%)$	F3	$\Delta 3(\%)$	F4	$\Delta 4(\%)$	F5	$\Delta 5(\%)$
1	89,90	26,40	70,60	30,10	66,50	39,80	55,70	47,60	47,10	58,50	34,90
2	285,70	31,40	89,00	45,40	84,10	56,00	80,40	65,90	76,90	93,40	67,30
4	185,70	25,50	86,30	41,90	77,40	47,60	74,40	54,80	70,50	84,60	54,40
5	176,10	36,70	79,20	64,50	63,40	75,30	57,20	87,00	50,60	117,10	33,50
7	193,30	24,50	87,30	38,30	80,20	48,40	75,00	58,80	69,60	67,60	65,00
10	301,90	27,50	90,90	48,20	84,00	71,10	76,40	71,30	76,40	104,80	65,30
13	116,40	45,80	60,70	53,90	53,70	66,40	43,00	67,80	41,80	79,10	32,00
Média	192,70	31,10	80,60*	46,00	72,80*	57,80*	66,00*	64,70*	61,80*	86,40	50,30*

Teste de FRIEDMAN
F0 x F1 x F2 x F3 x F4 x F5

$$X^2 \text{ calc} = 35,000* \quad p < 0,001*$$

Comparações Múltiplas
F0 > F1, F2, F3, F4, F5
F1 < F2 < F3 < F4 < F5

Quando se comparou os grupos controle e *laser*, em todos os momentos, os valores da DO foram maiores, mostrando resultados com significância estatística, no grupo *laser* (TABELA 5).

TABELA 5. Valores das diferenças percentuais da densidade óptica (DO) dos $\Delta\%$ e diferença de densidade óptica nos tempos, medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) entre os pacientes pertencentes ao grupo controle e *laser*.
 $\Delta\% = F0 - FX(F1, F2, F3, F4, F5) \div F0 \times 100$.

	$\Delta 1(\%)$	$\Delta 2(\%)$	$\Delta 3(\%)$	$\Delta 4(\%)$	$\Delta 5(\%)$
DO _{Controle}	91,20	88,10	85,80	83,40	76,60
DO _{Laser}	80,60	72,80	66,00	61,80	50,30
DO _{Diferenças}	10,60*	15,30*	19,80*	21,60*	26,30*

Teste de MANN-WHITNEY

$\Delta 1(\%)$ controle X $\Delta 1(\%)$ <i>laser</i>	Z calc = -2,286	<i>p</i> = 0,022*
$\Delta 2(\%)$ controle X $\Delta 2(\%)$ <i>laser</i>	Z calc = -2,714	<i>p</i> = 0,007*
$\Delta 3(\%)$ controle X $\Delta 3(\%)$ <i>laser</i>	Z calc = -2,857	<i>p</i> = 0,004*
$\Delta 4(\%)$ controle X $\Delta 4(\%)$ <i>laser</i>	Z calc = -3,000	<i>p</i> = 0,003*
$\Delta 5(\%)$ controle X $\Delta 5(\%)$ <i>laser</i>	Z calc = -3,004	<i>p</i> = 0,003*

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Considerando-se a escassez de pesquisas relacionadas ao tema, este estudo procurou fundamentar-se fazendo uso de literaturas científicas baseadas no mesmo princípio da laserterapia.

O protocolo de ERMAC, deste estudo, seguiu as diretrizes determinadas por BETTS *et al.* (1995). Todos os pacientes apresentavam deficiência transversal bilateral da maxila (POGREL *et al.*, 1992), cujos fatores de inclusão abrangeram pacientes não portadores de deformidades congênitas na face, que não sofreram cirurgias prévias, traumas de maxila e ausência de tumores. Esses critérios foram adotados para eliminar os fatores que pudessem interferir na cirurgia ou na aplicação do *laser*.

Com relação à técnica operatória de expansão maxilar tipo LeFort I subtotal (BETTS *et al.*, 1995) teve como indicativo de escolha a padronização deste procedimento cirúrgico da rotina clínica utilizada no setor de cirurgia crânio-maxilo-facial da Disciplina de Cirurgia Plástica da Universidade Federal de São Paulo (ALOISE *et al.*, 2007; BRETOS *et al.*, 2007; HINO *et al.*, 2008; LODDI *et al.*, 2008).

A opção de adotar-se o aparelho Hyrax deveu-se ao fato da inexistência de um corpo de acrílico na região do palato, propiciando maior conforto ao paciente, facilidade de higienização, não interferindo na aplicação do *laser*, além das propriedades de não provocar isquemia na mucosa palatina e de diminuir o suprimento sanguíneo dos segmentos maxilares expandidos pela compressão das artérias palatinas (KOUDESTAAL

et al., 2005; ALOISE *et al.*, 2007; BRETOS *et al.*, 2007; HINO *et al.*, 2008; LODDI *et al.*, 2008).

A metodologia empregada para a ativação do expansor maxilar no intraoperatório foi de oito quartos de volta (1,6mm) e no pós-operatório iniciavam no quarto dia do pós-operatório, com $\frac{2}{4}$ de volta ao dia ($\frac{1}{4}$ de volta pela manhã e $\frac{1}{4}$ de volta à noite) até atingir a expansão planejada, desta região, com a manutenção da integridade dos tecidos durante a expansão (CAPELOZZA FILHO & SILVA FILHO, 1997; ALOISE *et al.*, 2007; BRETOS *et al.*, 2007; HINO *et al.*, 2008; LODDI *et al.*, 2008).

Neste estudo, a área de eleição na região anterior da SPM para a aplicação da radiação *laser* foi escolhida por atender a aspectos considerados importantes do ponto de vista clínico e funcional dos experimentos realizados por MELSEN (1975); PERSON & THILANDER (1977); COBO *et al.*, (1992); SILVERSTEIN & QUINN (1997); VARDIMON *et al.*, (1998); CURETON & CUENIN (1999); WEHRBEIN & YILDIZHZN (2001); SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003); ENNES & CONSOLARO (2004); MENDONÇA & CUOGHI (2005); VEDOVELLO FILHO *et al.* (2005); SANNOMIYA *et al.* (2007); MALMSTRÖM & GURGEL (2007); SILVA FILHO *et al.* (2007, 2008), que relatam ser a região anterior da SPM pós-expansão, a última a completar a ossificação.

Quanto à técnica de laserterapia, a primeira variável envolvida está relacionada à escolha do comprimento de onda que será utilizado (GENOVESE, 2007). O *laser* vermelho possui um melhor desempenho para procedimentos envolvendo tecido mole, e o *laser* infravermelho é considerado o melhor envolvendo tecido duro (TAKEDA, 1988; OZAWA *et*

al., 1998; KAWASAKI & SHIMIZU, 2000; PINHEIRO & GERBI, 2006). Baseado nesses relatos, este estudo aplicou o *laser* infravermelho (efeito fotofísico), considerando-se tratar-se de tecido duro e por apresentar maior penetração.

Adotou-se, também, a perpendicularização do raio *laser* no momento da aplicação e a técnica por contato ou pontual que possibilitou a maximização da potência da radiação *laser* sobre a SPM anterior e a minimização de reflexão. Para isso é importante que a ponteira esteja formando um ângulo de 90 graus com o tecido alvo, fazendo, assim, com que a densidade de energia absorvida seja efetiva não permitindo a reflexão do feixe de luz, minimizando ao máximo a perda de energia (SAITO & SHIMIZU, 1997; VEDOVELLO FILHO *et al.*, 2005; GENOVESE, 2007; MILORO *et al.*, 2007).

GENOVESE (2007) e PINHEIRO, OLIVEIRA, MARTINS (2001) destacaram a importância da janela terapêutica na aplicação do *laser*, citando os estudos e os parâmetros de dose de radiação *laser*, preconizados por, COLLS (1984 *apud* GENOVESE, 2007), que afirmaram que a energia a ser depositada em um tecido, por unidade de superfície, deveria situar-se entre 1 e 6J/cm², sendo indicada para a regeneração óssea, entre 1,8-2,0 e 5,4-6,0J/cm². O estudo de SAITO & SHIMIZU (1997) demonstrou que a utilização do *laser* de AsGaAl (830nm), após a disjunção palatina em ratos, aplicada sobre a região da sutura palatina, a reparação óssea, avaliada por histomorfometria, revelou maior quantidade de osso em sete dias e, dessa forma, afirmaram que há relação entre a dose e a intensidade. No presente estudo, a aplicação do *laser* diodo (AsGaAl), com densidade de energia de 8,4 J/cm² (2 x 4,2J/cm²), fluência de 140J/cm², comprimento de onda de

830nm (infravermelho), aplicação pontual e os intervalos de 48 horas de radiação revelou resultados com significância estatística para neoformação óssea da SPM, porém não sendo possível afirmar que estes parâmetros de radiação empregados tiveram relação ou influência entre a dose e a intensidade (TABELA 5).

PINHEIRO, OLIVEIRA, MARTINS (2001), PINHEIRO *et al.* (2003) estudaram a utilização do *laser* de 830nm na bioestimulação óssea e observaram que o intervalo de tempo da interação *laser* com tecido possui efeito durador, podendo perdurar por 24 a 48 horas. Utilizando protocolos de aplicação a cada 48 horas observaram que, nesse período, ocorreu maior resposta celular para promover o efeito reparador, e, assim, ser submetida ao novo estímulo foto ativador. Vale lembrar que o período de aplicação da radiação *laser* por 15 dias (8 sessões), a cada 48 horas demonstrou bons resultados e foram posteriormente repetidos por CERQUEIRA *et al.* (2007) na distração osteogênica em mandíbulas de ovelhas e MILORO *et al.* (2007) em mandíbulas de rato. De acordo com esses estudos, foi adotado o mesmo procedimento com a aplicação da radiação *laser* por 15 dias (8 sessões), a cada 48 horas, com resultados com significância estatística (TABELA 5).

Na laserterapia são empregados diferentes comprimentos de onda, fluências e potências, nos quais se pôde observar uma tendência pela aplicação de doses de energia cada vez maiores (OZAWA *et al.*, 1998; KAWASAKI & SHIMIZU, 2000). Os estudos de SAITO & SHIMIZU (1997), utilizaram altas doses diárias da ordem de $35,3\text{J}/\text{cm}^2$, e energias que variaram entre 126J a 420J, obtendo bons resultados na neoformação óssea da SPM em ratos. Por outro lado, o estudo realizado por VEDOVELLO FILHO

et al. (2005), confirmou as altas doses de energia e frequência da radiação quando o *laser* de 790nm (infravermelho) foi aplicado em crianças, em dois pontos, na SPM anterior, 70mW de potência, por nove minutos em cada ponto, duas vezes ao dia por 15 dias e, posteriormente, a mesma aplicação foi realizada por mais 15 dias a cada 48 horas com uma dose de energia de 37,8J e fluência de 630J/cm² por ponto. Com esses parâmetros obtiveram bons resultados, comprovando os resultados deste estudo, no qual foi obtido um crescimento da ordem de 26,3% de DO da SPM anterior com doses menores, sendo de 10,60% no primeiro mês em relação ao grupo controle (TABELA 5).

Dentro da técnica radiográfica e avaliação da DO, a radiografia oclusal e a periapical são os métodos de avaliação do tratamento, tanto para observar a abertura de toda sutura ou somente da região anterior (entre os incisivos centrais), além do acompanhamento da neoformação óssea. Entretanto, uma sutura intermaxilar fechada ou visível radiograficamente não significa histologicamente fechada ou fusionada, pois, radiograficamente, não é possível obter-se uma imagem adequada para identificar o grau de ossificação da SPM anterior WEHRBEIN & YILDIZHZN (2001). No presente estudo, as imagens digitais foram obtidas com a técnica do paralelismo por um sensor (35 x 26 x 3,8mm), e, apesar da diferença de tamanho, foi possível visualizar os incisivos centrais e a SPM anterior, de acordo com os estudos de CURETON & CUENIN (1999) e de ANDRADE & LASCALA (2002). Ressalta-se, ainda, que a digitalização da radiografia oclusal total é a mais empregada, cuja dose de exposição do paciente aos raios X varia de 1,0 a 1,5 segundos (SANTOS PINTO & HENRIQUES, 1990; COBO *et al.*, 1992; MOL, 2000; SIMÕES, ARAÚJO,

BITTENCOURT, 2003; MENDONÇA & CUOGHI, 2005; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007; SANNOMIYA *et al.*, 2007) — muito superior à exposição pela radiografia digital, que utiliza, em média, de 0,02 a 0,06 segundos. Porém, no presente estudo, o tempo de exposição do paciente aos raios X foi de 0,05 segundos.

A utilização de dispositivos que possam auxiliar na padronização da região radiografada é fundamental para a obtenção de imagens de um mesmo local e realizar comparações em diferentes tempos ao longo de um tratamento (ALMEIDA *et al.*, 2003; BARROS *et al.*, 2003; TERRA *et al.*, 2006; PODESSER *et al.*, 2007). No presente estudo, para as radiografias digitais intraorais foi utilizado o suporte padrão para a região anterior Rinn[®] sem modificação. A padronização do exame radiográfico foi baseado na técnica do paralelismo, personalização do bastão de godiva para cada paciente, com o mesmo centro de diagnóstico por imagem, aparelho de raios X (tempo de exposição, quilovoltagem, miliamperagem), técnico de radiologia, distância focal (30cm), sensor e tempo de exposição (0,05 segundos). Todos os exames radiográficos foram acompanhados pelo pesquisador e pelo mesmo radiologista. Desta forma, além de não haver ocorrido o comprometimento dos resultados pela obtenção de imagens de aparelhos de raios X diferentes e radiologistas diferentes, os intervalos de avaliação foram adequados e comuns a todos, tornando as comparações mais confiáveis. A escolha do posicionador e do dispositivo de impressão tipo godiva deveu-se à sua facilidade de uso, baixo custo, e por ser facilmente encontrado no mercado. Na literatura, os estudos encontrados não mencionaram a utilização de qualquer dispositivo para a obtenção das imagens; mencionou-se, apenas, a descrição da técnica empregada

(SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT, 2003; MENDONÇA & CUOGHI, 2005; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007, SILVA FILHO *et al.*, 2008).

As características anatômicas da maxila, a divergência das raízes e a convergência das coroas dos incisivos centrais, determinaram uma configuração trapezoidal da abertura entre os maxilares submetidos à ERMAC. A opção pela área sobre a crista alveolar, entre as raízes dos incisivos centrais, e mais distal ao longo da sutura, com altura de 15mm foi selecionada para não permitir que o aparelho expansor interferisse na DO. A neoformação desta área foi avaliada e comparada em relação aos estudos existentes que utilizaram áreas menores, com um mm², sendo uma sobre a crista alveolar, equidistante na distância média entre as duas cristas alveolares, e duas a dez mm posterior à primeira, próximo ao parafuso (SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT, 2003; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007). SANNOMIYA *et al.* (2007) utilizaram áreas maiores (8 x 1mm²; 5 x 9mm²). O procedimento de medição, desses estudos, e as áreas utilizadas entre os incisivos centrais ou na metade da distância das cristas alveolares, quando medidas, em diferentes tempos do tratamento, poderia não apresentar formação óssea no local selecionado. No presente estudo estavam presentes o tecido ósseo antigo e novo, em cuja região foi aplicado o *laser*, enquanto que na literatura pesquisada, apenas o tecido novo foi avaliado.

Este estudo observou, também, que a imagem digital possibilitou análises quantitativas (em *pixels*) das imagens radiográficas, pois transformou dados analógicos em dados numéricos que puderam ser analisados e comparados, objetivamente, por meio das diferenças de *pixels* (TAVANO *et al.*, 1999; MOL, 2000). A sua utilização tem como finalidade

aumentar a precisão na interpretação das imagens, uma vez que o diagnóstico radiográfico é subjetivo e dependente da experiência e conhecimento do profissional, da qualidade da imagem e das condições de visualização, fatores estes que podem comprometer a habilidade de visualização dos detalhes, a interpretação das imagens e as decisões diagnósticas (VARDIMON *et al.*, 1998; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007; SANNOMIYA *et al.*, 2007; SILVA FILHO *et al.*, 2008). Por outro lado, a digitalização de radiografias poderia ocasionar a alteração dos valores de *pixels*, considerando-se as variáveis na avaliação da DO, como: a) variação da corrente elétrica e desgaste do aparelho de raios X, b) manuseio do filme radiográfico, c) forma e tempo de armazenagem do filme, d) tempo de exposição do raio X no filme, e) alteração de temperatura, concentração, estabilidade e armazenagem dos produtos de revelação e fixação dos filmes, f) diferenças na revelação manual e mecanizada, g) diferença de sensibilidade a exposição dos filmes radiográficos, h) a padronização da técnica com e sem a utilização de posicionadores, i) a potência e desgaste da luz do aparelho que procederá ao escaneamento das radiografias.

Na DO deste estudo, observou-se que o diagnóstico fundamentou-se na detecção das diferentes quantidades de *pixels* entre imagens sequenciadas que representam as alterações da neoformação óssea. Bem como o histograma foi a maneira mais conveniente de estudar os valores da escala de tons de cinza (COBO *et al.*, 1992; MOL, 2000; SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT, 2003; MENDONÇA & CUOGHI, 2005; MALMSTRÖM & GURGEL, 2007; SANNOMIYA *et al.*, 2007).

De cada paciente foram obtidas seis imagens radiográficas e uma planilha foi elaborada com os nomes dos pacientes e as datas da sua realização. A seguir foram agrupadas em F0 (pré-operatório) e as demais em F1, F2, F3, F4 e F5, e avaliados os valores de *pixels* e da área do trapézio, sendo anotados seus respectivos tempos. Os valores médios de níveis de cinza (*pixels*) foram obtidos pelo programa *Adobe Photoshop*[®] 8.0 (*Adobe Systems*, EUA). Este método de avaliação foi, também, utilizado por MALMSTRÖM & GURGEL (2007), diferente de SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003) que empregaram um programa do sistema Digora e de SANNOMIYA *et al.* (2007) que aplicaram um programa *Image Tool*.

Para evitar qualquer viés na avaliação, a imagem, de cada paciente, foi medida nos diferentes tempos. Os valores das medidas foram entregues a um colaborador — juntamente com as imagens, a identificação dos pacientes, e o grupo ao qual pertenciam — que numerou e sorteou cada paciente, de um a treze. Cada imagem radiográfica foi igualmente numerada e sorteada, totalizando 78 imagens, de maneira que não houvesse sequência lógica. Posteriormente, foram devolvidas ao pesquisador que somente teve acesso à ficha com os valores previamente medidos depois de finalizada toda avaliação. O método aplicado foi semelhante ao utilizado por SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003), embora não tenha sido observado nos estudos de COBO *et al.*, (1992); MENDONÇA & CUOGHI (2005); MALMSTRÖM & GURGEL (2007) e SANNOMIYA *et al.*, (2007).

COBO *et al.*, (1992); SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003); MENDONÇA & CUOGHI (2005); MALMSTRÖM & GURGEL (2007) e SANNOMIYA *et al.* (2007) utilizaram áreas padronizadas e avaliaram apenas a quantidade de *pixels*, sem estabelecer a relação entre a área. Neste estudo, mesmo sendo as variáveis quantitativas contínuas (número de *pixels* e área), a sua distribuição não foi igual, pois cada paciente possuiu um tamanho diferente de áreas de acordo com os tempos (F0≠F1≠F2≠F3≠F4≠F5). Por este motivo os valores de *pixels* (APÊNDICES I e II) e os valores de DO (*pixels*/área), utilizados neste estudo (TABELAS 3 e 4), foram calculados considerando-se a área, por melhor adequar-se na determinação da DO de cada área da SPM anterior, com os ossos antigos e neoformado.

A casuística foi composta por indivíduos adultos, sendo que o grupo controle consistiu de pacientes com idade entre 18 e 33 anos (média de 23,8 anos), e o grupo *laser* com idade entre 22 e 32 anos (média de 25,9). Resultados semelhantes foram observados nos estudos de MALMSTRÖM & GURGEL (2007) e SANNOMIYA *et al.* (2007), cuja amostra consistiu somente de pacientes adultos na ERMAC.

A confiabilidade de um método de mensuração é obtida quando se atinge resultados reprodutíveis para medidas realizadas duplamente pelo mesmo pesquisador ou por pesquisadores independentes (SWENNEN *et al.*, 2006). PODESSER *et al.* (2004) recomendaram que, sempre que possível, todas as mensurações fossem realizadas pelo mesmo observador. Neste estudo, as variáveis analisadas, correspondentes aos valores de *pixels* do trapézio dos pacientes pertencentes ao grupo controle e *laser*, nos diferentes tempos (F0, F1, F2, F3, F4 e F5), foram medidas três vezes pelo

mesmo observador, tendo sido realizado o teste de reprodutibilidade para avaliar se essas três medidas poderiam ser resumidas por meio das médias.

O coeficiente de correlação é classificado como tendo alta reprodutibilidade quando o CCI foi maior ou igual a 0,90; boa reprodutibilidade quando os valores ficaram entre 0,80 a 0,89; fraca reprodutibilidade quando os valores variaram entre 0,70 a 0,79 e baixa reprodutibilidade quando os valores foram menores ou iguais a 0,69. As medidas deste estudo produziram um valor superior de 98,9%. Para os pacientes do grupo controle, produziu medidas cujo IC foram de 99,7% a 100%, sendo o CCI para valores de *pixels* (PX) e Área (AR) nos diferentes tempos, de 99,9% a 100%. Para os pacientes do grupo *laser*, as medidas de cujo IC foram de 96,9% a 100%, sendo CCI para PX e AR nos diferentes tempos, de 99,1% a 100%. Portanto, as aferições foram altamente concordantes, podendo-se considerar que os resultados do erro metodológico demonstraram uma reprodutibilidade adequada na mensuração e traçado do trapézio, realizados pelo pesquisador, uma vez que a precisão das mensurações empregadas nesta pesquisa encontrou-se dentro dos parâmetros aceitáveis. Resultados semelhantes também foram obtidos nos estudos de MALMSTRÖM & GURGEL (2007) e SANNOMIYA *et al.* (2007) que utilizaram as médias para o cálculo estatístico da DO.

Relativamente à DO da SPM anterior do grupo *laser*, o estudo do fechamento da SPM anterior em ratos, considerando parâmetro dinâmico da análise histológica, foi descrito por SAITO & SHIMIZU (1997), no qual observaram maior aposição mineral em animais radiados com *laser* AsGaAl em comparação aos grupos controle, durante a disjunção palatina.

Na presente pesquisa, utilizando o mesmo *laser* infravermelho, o enfoque esteve sobre a análise da DO de imagens radiográficas da SPM anterior, pois tal técnica de mensuração permitiu uma análise quantitativa dos parâmetros de formação óssea pelas diferenças de DO (TABELAS 3 e 4).

Em relação ao tratamento com *laser* para estimular a neoformação óssea, o estudo que mais se assemelha a este foi o de VEDOVELLO FILHO *et al.* (2005), que realizou a aplicação de *laser* infravermelho em suturas expandidas não cirúrgicas (ERM), utilizando aparelho de Haas em pacientes jovens, a TC foi empregada para avaliar os efeitos do *laser* sobre a sutura, por um período de um mês. Os autores não mencionaram a porcentagem de aumento de formação de osso na sutura em 30 dias, que, neste estudo, apresentou uma diferença de crescimento ósseo (DO) de 10,60% (TABELA 5).

Do ponto de vista quantitativo, os resultados obtidos neste experimento demonstraram diferenças entre os grupos, controle e *laser*, com associação de significância estatística, evidenciando a ação positiva do *laser* de baixa intensidade no processo de neoformação óssea com valores de DO na ordem de 26,3% aos sete meses de avaliação. Estes resultados estão de acordo com os estudos de SAITO & SHIMIZU (1997) e VEDOVELLO FILHO *et al.* (2005), que também encontraram aumento da neoformação óssea frente à radiação com *laser*.

SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003) avaliaram a DO de radiografias digitalizadas em pacientes jovens submetidos a ERM, por meio de três áreas e por três meses. O estudo de MALMSTRÖM & GURGEL (2007) utilizou-se do mesmo tipo de avaliação, porém, realizando as

medidas em pacientes submetidos à ERMAC, sendo o tempo de estudo de quatro meses. O estudo de SANNOMIYA *et al.* (2007), que também avaliou pacientes submetidos a ERMAC, mas medindo a DO em duas áreas (anterior e posterior ao parafuso expensor), cujo período de análise foi de três meses. Apesar das formas similares da técnica de avaliação desses autores, observou-se que, ao final, a DO não alcançou os mesmos valores iniciais, confirmando os resultados do presente estudo que, num período de sete meses, também não alcançou os mesmos valores iniciais em ambos os grupos (controle e *laser*).

Na avaliação das radiografias digitais iniciais, isto é, antes do procedimento cirúrgico, foi verificado que em todos os pacientes a SPM anterior encontrava-se supostamente fechada e com alta DO. A expansão maxilar esquelética foi observada pela abertura da SPM anterior, que obteve valores médios, para o grupo controle, de 27,5 (F1), 38,8 (F2), 45,3 (F3), 54,7 (F4) e 75,4 (F5) (TABELA 3). Nos pacientes do grupo *laser* os valores médios foram: 31,1 (F1), 46,0 (F2), 57,8 (F3), 64,7 (F4) e 86,4 (F5) (TABELA 4). Estes achados não puderam ser confrontados, pois não foram encontrados, na literatura, estudos avaliando a DO da SPM anterior após ERMAC com aplicação de *laser*. Vale destacar que CEPERA *et al.* (2008) apresentaram uma revisão da literatura sobre a estimulação do *laser* na ERM e ERMAC, confirmando a escassez de estudos sobre *laser* nestes tipos de tratamentos.

Nos trabalhos publicados por, MELSEN (1975), PERSSON & THILANDER (1977) e ENNES & CONSOLARO (2004) em que foram avaliadas suturas palatinas de humanos, observou-se uma grande variação entre a idade

mínima e máxima, nas quais se formam as pontes ósseas. Neste estudo foram observados os valores de *pixels* dos dois grupos que apresentaram diferenças com significância estatística, bem como os valores de DO antes da ERMAC (TABELAS 3 e 4), que reforçam a variabilidade de fechamento das suturas palatinas, bem como a neoformação óssea da SPM anterior regenerava-se de forma diferente, porém sem alcançar os mesmos valores anteriores ao ato operatório, mesmo nos pacientes que foram submetidos ao tratamento com *laser*.

A análise das imagens possibilitou uma melhor detecção destas variações, tendo sido observadas diferenças na quantidade e na forma da abertura da SPM anterior, assimetrias e presença de fragmentos e espículas ósseas na região, e, ainda, momentos diferenciados de neoformação óssea durante a remodelação da área. Na radiografia inicial a SPM anterior apresentou-se como uma linha radiolúcida estreita, definida e uniforme, margeando as superfícies ósseas. Imediatamente após a disjunção, a imagem radiolúcida da sutura tornou-se mais ampla. À medida que a neoformação óssea ocorreu, revelou-se um aumento de radiopacidade em nível da sutura, de forma variada entre os pacientes (APÊNDICES I e II), que segue das margens ósseas da sutura em direção à linha média. Ao final do período de contenção e pós-contenção, o resultado radiográfico mostrou uma área parcialmente radiolúcida pouco definida, circundada por osso novo e antigo com baixo grau de DO que não foi alcançado ao observado inicialmente ao tratamento (APÊNDICES III e IV). Este fato foi observado por SIMÕES, ARAÚJO, BITTENCOURT (2003), SANNOMIYA *et al.* (2007), MALMSTRÖM & GURGEL (2007).

Analisando o grupo dos pacientes que se submeteram a laserterapia, observou-se que também houve neoformação óssea da SPM anterior, em todas as fases do tratamento. Importante destacar que, quanto menor a diferença percentual entre o valor da DO no tempo F0, em relação ao valor no tempo x (F1, F2, F3, F4, F5), essa diferença revelou uma tendência a 100% de ossificação, que corresponde à DO inicial, significando maior quantidade de DO nesses tempos, mostrando uma reparação óssea mais rápida (TABELA 5).

Neste estudo, os resultados mostraram que a radiação com *laser* de baixa intensidade acelerou a neoformação óssea na SPM anterior após a ERMAC, porém sem afirmar se este efeito dependeu da intensidade total da radiação com *laser* ou da duração e frequência da radiação, como sugerido por SAITO & SHIMIZU (1997) e VEDOVELLO FILHO *et al.* (2005). Tampouco se pode afirmar que a terapia com *laser* apresentou um efeito terapêutico benéfico na inibição da recidiva e na diminuição do período de contenção, por meio da aceleração da neoformação óssea da SPM anterior.

Quanto à terapia *laser* na SPM anterior, não foi possível afirmar, também, se os resultados obtidos foram dose dependente e/ou se estavam relacionados à frequência de aplicação e/ou à qualidade do osso neoformado, considerando-se que são necessários estudos histomorfométricos e histológicos, em humanos, que possam comprovar e comparar outras variáveis, tais como: a quantidade de energia, a fluência, o número de pontos radiados, o tamanho da área radiada, a dose e a frequência de radiação.

Muito há que se percorrer para a compreensão da terapia com *laser* de baixa intensidade, principalmente em relação às quais parâmetros de dosimetria deve-se adotar para encontrar seus melhores efeitos, cujo caminho encontra-se nas pesquisas e nos resultados dos tratamentos clínicos. Este estudo revelou resultados muito satisfatórios dentro do protocolo utilizado e dos procedimentos adotados por outros estudos similares apresentados.

Os resultados com significância estatística desta pesquisa, apresentando o efeito do *laser* sobre o tecido ósseo da porção anterior da sutura palatina mediana, por meio da avaliação da densidade óptica, propiciaram a abertura de um campo de pesquisa, no sentido de estudos mais detalhados da atuação dos *lasers* de baixa intensidade na bioestimulação da neoformação óssea da porção anterior da sutura palatina mediana após a expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente.

CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

O *laser* de baixa intensidade acelera a neoformação óssea da porção anterior da sutura palatina mediana após expansão rápida assistida cirurgicamente, porém sem atingir os valores do pré-operatório, no período de sete meses pós-expansão.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Almeida SM, Oliveira AEF, Ferreira RI, Bóscolo FN. Image quality in digital radiographic systems. *Braz Dent J.* 2003;14(2);136-41.

Aloise AC, Pereira MD, Hino CT, Filho AG, Ferreira LM. Stability of the transverse dimension of the maxilla after surgically assisted rapid expansion. *J Craniofac Surg.* 2007 Jul;18(4);860-5.

Andrade EL, Lascala CA. Utilização de filmes radiográficos periapicais durante a expansão rápida da maxila. *Rev Paul Odontol.* 2002 jul-ago;24(4);15-9.

Barros BM, Soviero VM, Moliterno LFM. Dispositivo para padronização de radiografias intra-orais. *Rev Bras Odontol.* 2003 jul-ago;60(4);229-31.

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

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

Capellozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica. Parte I. *R Dental Press Ortodon Ortop Maxilar.* 1997;2(3);88-102.

Cepera F, Angelieri F, Bommarito S, Siqueira DF. Efeito do laser de baixa intensidade na expansão rápida da maxila. *Ortodontia. SPO.*

2008;41(3);222-6.

Cerqueira A, Silveira RL, Oliveira MG, Sant'ana Filho M, Heitz C. Bone tissue microscopic findings related to the use of diode laser (830nm) in ovine mandible submitted to distraction osteogenesis. *Acta Cir Bras.* 2007 Mar-Apr;22(2);92-7.

Cobo JM, Vijande M, Suarez-Quintanilla D. Evaluation of maxillary disjunction with bone densitometry. *J Clin Orthod.* 1992 Feb;26(2);107-10.

Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Jul;116(1);46-59.

Ennes JP, Consolaro AC. Sutura palatina mediana: avaliação do grau de ossificação em crânios humanos. *Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2004 set-out;9(5);64-73.

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);718-25.

Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med.* 2000;26(3);282-91.

Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prahl-Andersen B, Schulten AJ. Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Oct;34(7);709-14.

Loddi PP, 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 Mar;19(2);433-8.

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 Ortodon Ortop Facial.* 2007;12(3);82-93.

Melsen, B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975 Jul;68(1);42-54.

Mendonça MR, Cuoghi OA. Avaliação da densidade radiográfica na sutura palatina mediana em pacientes submetidos à expansão rápida da maxila por meio de imagem digitalizada. 5º Congresso Internacional da Associação Brasileira de Ortodontia e Ortopedia Facial (ABOR), 2005.

Miloro M, Miller JJ, Stoner JA. Low-level laser effect on mandibular distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Feb;65(2);168-76.

Mol A. Imagem processing tools for dental applications. *Dent Clin North Am.* 2000 Apr;44(2);299-318.

Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-Energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone*. 1998 Apr;22(4);347-54.

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

Phillips C, Medland WH, Fields HW JR, Proffit WR, White RP JR. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 1992;7(3);139-46.

Pinheiro ALB, Gerbi ME. Photoengineering of bone repair processes. *Photomed Laser Surg*. 2006 Apr;24(2);169-78.

Pinheiro ALB, Limeira Júnior FA, Gerbi MEM, Ramalho LMP, Marzola C, Ponzi EAC, Soares AO, Carvalho LCB, Lima HCV, Gonçalves TO. Effect of 830-nm laser light on the repair of bone defects grafted with inorganic bovine bone and decalcified cortical osseous membrane. *J Clin Laser Med Surg*. 2003 Dec;21(6);383-8.

Pinheiro ALB, Oliveira MAM, Martins PPM. Biomodulação da cicatrização óssea pós-implantar com o uso da laserterapia não-cirúrgica: estudo por microscopia eletrônica de varredura. *Rev FOUFBA*. 2001;(22);12-19.

Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computed tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod*. 2007 Feb;29(1);37-44.

Pogrel MA, Kaban LB, Vargervik K, Baumrind S. Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1992;7(1);37-41.

Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 May;111(5);525-32.

Sannomiya EK, Macedo MM, Siqueira DF, Goldenberg FC, Bommarito S. Evaluation of optical density of the midpalatal suture 3 months after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007 Feb;36(2);97-101.

Santos-Pinto CCM, Henriques JFC. Expansão rápida da maxila: preceitos clínicos e radiográficos. *Rev Odont USP.* 1990;4(2);164-6.

Silva Filho OG, Graziani GF, Lauris RCMC, Lara TS. Ossificação da sutura palatina mediana após o procedimento de expansão rápida da maxila: estudo radiográfico. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2008 mar-abr;13(2);124-131.

Silva Filho OG, Lara TS, Da 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 maio-jun;12(3);94-103.

Silverstein K, Quinn PD. Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997 Jul;55(7);725-7.

Simões FXPC, Araújo TM, Bittencourt MAV. Avaliação da maturação óssea na sutura palatina mediana, após expansão rápida da maxila, por meio da imagem digitalizada. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2003 jan-fev;8(1);59-67.

Takeda Y. Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988 Dec;17(6);388-91.

Tavano O, Pavan AJ, Silva MJA, Guimarães SAC. Estudo da densidade radiográfica digital do tecido ósseo face ao implante do polímero de mamona em coelhos. *Rev Fac Odontol Bauru.* 1999 jul-dez;7(3/4);53-8.

Terra ER, Pontual AA, Cruz AD, Haiter Neto F. Avaliação da precisão da imagem radiográfica obtida com o uso de diferentes posicionadores. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2006;60(5);357-60.

Vardimon AD, Brosh T, Spiegler A, Lieberman M, Pitaru S. Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Apr;113(4);371-8.

Vedovello Filho M, Oliveira PC, Tubel CAM, Vedovello SAS, Côrrea F. Avaliação da ossificação da sutura palatina pós-disjunção maxilar com e sem aplicação do softlaser. *Ortodontia SPO.* 2005 jan-mar;38(1);51-56.

Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod.* 2001 Apr;23(2);105-14.

Wriedt S, Kunkel M, Zentner A, Wahlmann UW. Surgically assisted rapid palatal expansion. An acoustic rhinometric, morphometric and sonographic investigation. *J Orofac Orthop.* 2001 Mar;62(2);107-15.

NORMAS ADOTADAS

NORMAS ADOPTADAS

BIREME. Centro Latinoamericano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde. DeCS: descritores em ciências da saúde [citado em 01 abr 2006]. Disponível em: <http://decs.bvs.br/>.

Sociedade Brasileira de Anatomia. Comissão Federativa da Terminologia Anatômica. Terminologia anatômica internacional. São Paulo: Manole; 2001.

UNIFESP. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Plástica Reparadora. Orientação normativa para elaboração e apresentação de teses. São Paulo; 2008.

ABSTRACT

ABSTRACT

BACKGROUND: The surgically assisted rapid maxillary expansion is the treatment of choice for the correction of the transverse maxillary deficiency in adults. Few studies have been written about the quantitative evidence of biostimulatory effect produced by low-level laser therapy through optical density of the midpalatal suture. **OBJECTIVE:** To evaluate the effects produced by low-level laser therapy in bone regeneration in midpalatal suture after surgically assisted rapid maxillary expansion. **METHODS:** Thirteen adult patients of both genders, aged between 18 and 33 years, with transverse maxillary deficiency ($\geq 7.0\text{mm}$), underwent subtotal LeFort I maxillary osteotomy, with separation of the pterygomaxillary suture, and were divided into two groups: control group (CG) with six patients without application of laser, and laser group (GL) with seven patients who received Gallium-Aluminum-Arsenide laser of 100mW, $\lambda=830\text{nm}$ (infrared) at three points on the midpalatal suture, with a dose of 8.4J, and fluency of $140\text{J}/\text{cm}^2$ with a total dose of 25.2J, and $420\text{J}/\text{cm}^2$ per session. The laser was applied 24 hours after operation and every 48 hours, totaling eight sessions. The radiographs of preoperative period, 1, 2, 3, 4 and 7 months, were taken from each patient after the surgery. A trapezoid-shaped area, with height of 15mm between the roots of upper central incisors, was demarcated in each radiographic image to obtain the optical density. Seventy eight digital periapical radiographs were evaluated. **RESULTS:** The laser group showed a statistically significant difference in the optical densities values (26.3% of bone regeneration), presenting individual variability and no similarity of the preoperative values with the final period of the study. **CONCLUSIONS:** The low-level laser accelerates the bone regeneration process of upper midpalatal suture, after surgically assisted rapid maxillary expansion, however without reaching the preoperative values during the period of seven months post-expansion.

KEYWORDS: 1. Lasers. 2. Low-Level Laser Therapy. 3. Bone Regeneration. 4. Radiographic Image Enhancement. 5. Palatal Expansion Technique.

APÊNDICES

**APÊNDICE I. MEDIDAS DE DENSIDADE ÓPTICA DOS
PACIENTES DO GRUPO CONTROLE**

TABELA 6. Valores dos *pixels* (PX1, PX2, PX3) contidos na área demarcada (AR1, AR2, AR3) avaliados em três momentos diferentes, com a densidade óptica média de *pixels* (DO1, DO2, DO3) (PX/AR1, PX/AR2, PX/AR3) e suas médias totais (DO_{medPX} , DO_{medAR} , DO_{medDO}), nos tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 dos pacientes do grupo controle.

PACIENTES	MEDIDAS	TEMPO					
		F0 Inicial	F1 (1 Mês)	F2 (2 Meses)	F3 (3 Meses)	F4 (4 Meses)	F5 (7 Meses)
3	PX1	104,46	53,02	70,85	72,95	79,79	95,09
	AR1	29,25	272,25	230,25	207,00	204,00	159,00
	DO1	357,10	19,40	30,70	35,20	39,10	59,80
	PX2	105,52	53,04	70,95	73,01	79,71	95,12
	AR2	29,25	271,50	231,00	208,50	203,25	159,75
	DO2	360,70	19,50	30,70	35,00	39,20	59,50
	PX3	105,34	53,12	70,81	72,82	79,52	95,12
	AR3	29,25	272,25	230,25	207,75	203,25	159,75
	DO3	360,10	19,50	30,70	35,00	39,10	59,50
	DO_{medPX}	105,10	52,72	70,87	72,92	79,67	95,11
	DO_{medAR}	29,17	272,00	230,50	207,75	203,50	159,50
	DO_{medDO}	360,30	19,40	30,70	35,10	39,10	59,60
6	PX1	136,93	82,78	102,13	109,22	116,78	116,89
	AR1	55,50	309,00	305,25	246,80	242,25	152,25
	DO1	246,70	26,70	33,40	44,20	48,20	76,70
	PX2	135,56	82,21	102,38	109,12	116,58	116,83
	AR2	55,50	308,25	304,50	248,25	242,25	152,25
	DO2	244,20	26,60	33,60	43,90	48,10	76,70
	PX3	136,52	82,56	102,08	108,85	116,69	116,99
	AR3	55,50	309,00	304,50	246,00	242,25	152,25
	DO3	245,90	26,70	33,50	44,20	48,10	76,80
	DO_{medPX}	136,33	86,51	102,19	109,06	116,68	116,90
	DO_{medAR}	55,50	308,75	304,75	247,01	242,25	152,25
	DO_{medDO}	245,60	28,00	33,50	44,10	48,10	76,70
8	PX1	118,94	80,72	81,13	85,29	95,87	106,45
	AR1	34,50	266,25	224,25	216,00	187,50	162,75
	DO1	344,70	30,30	36,10	39,40	51,10	65,40
	PX2	118,63	80,67	81,21	85,00	95,76	106,44
	AR2	34,50	264,75	225,00	216,00	187,50	163,25
	DO2	343,80	30,40	36,10	39,30	51,00	65,20
	PX3	118,33	80,68	81,48	84,97	95,73	106,59
	AR3	34,50	264,00	225,00	216,00	187,50	162,75
	DO3	342,90	30,50	36,20	39,30	51,00	65,50
	DO_{medPX}	118,63	80,69	81,27	85,08	95,78	106,49
	DO_{medAR}	34,50	265,00	224,75	216,00	187,50	162,91
	DO_{medDO}	343,80	30,40	36,10	39,30	51,00	65,30

Continua Tabela 6 (...)

APÊNDICE I. MEDIDAS DE DENSIDADE ÓPTICA DOS PACIENTES DO GRUPO CONTROLE

(...) Continuação

TABELA 6. Valores dos *pixels* (PX1, PX2, PX3) contidos na área demarcada (AR1, AR2, AR3) avaliados em três momentos diferentes, com a densidade óptica média de *pixels* (DO1, DO2, DO3) (PX/AR1, PX/AR2, PX/AR3) e suas médias totais (DO_{medPX} , DO_{medAR} , DO_{medDO}), nos tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 dos pacientes do grupo controle.

PACIENTES	MEDIDAS	TEMPO					
		F0 Inicial	F1 (1 Mês)	F2 (2 Meses)	F3 (3 Meses)	F4 (4 Meses)	F5 (7 Meses)
9	PX1	139,81	85,99	89,12	93,68	95,69	117,46
	AR1	57,18	294,00	285,75	227,25	222,75	182,25
	DO1	244,50	29,20	31,10	41,20	42,90	64,40
	PX2	139,45	85,83	89,85	93,73	95,62	117,56
	AR2	57,00	293,25	287,25	227,25	222,75	182,25
	DO2	244,60	29,20	31,20	41,20	42,90	64,50
	PX3	139,17	85,85	89,05	93,61	95,73	117,59
	AR3	57,00	294,00	286,75	227,25	222,75	182,25
	DO3	244,10	29,00	31,00	41,20	42,90	64,50
	DO_{medPX}	139,47	85,89	89,34	93,67	95,68	117,53
	DO_{medAR}	57,06	293,75	286,58	227,25	222,75	182,25
	DO_{medDO}	244,40	29,20	31,10	41,20	42,90	64,40
11	PX1	127,15	65,89	103,82	108,75	115,84	120,09
	AR1	42,00	207,75	189,75	177,75	168,00	127,50
	DO1	302,70	31,70	54,70	61,10	68,90	94,10
	PX2	126,71	65,72	103,92	109,43	115,59	120,16
	AR2	42,00	207,75	189,75	177,75	168,00	127,50
	DO2	301,70	31,60	54,70	61,50	68,80	94,20
	PX3	126,64	66,41	103,86	109,23	115,64	120,63
	AR3	42,00	207,75	189,65	177,65	167,95	127,70
	DO3	301,50	31,90	54,70	61,40	68,80	94,40
	DO_{medPX}	126,83	66,00	103,86	109,13	115,69	120,29
	DO_{medAR}	42,00	207,75	189,71	177,71	167,98	127,56
	DO_{medDO}	301,90	31,70	54,70	61,40	68,80	94,30
12	PX1	154,1	65,55	99,46	102,72	110,47	112,12
	AR1	27,00	252,75	213,75	203,25	141,75	121,50
	DO1	570,70	25,90	46,50	50,50	77,90	92,20
	PX2	154,40	67,25	99,54	102,92	110,98	112,04
	AR2	27,00	252,75	213,75	203,25	141,75	121,50
	DO2	571,80	26,60	46,50	50,60	78,30	92,20
	PX3	154,16	66,62	99,56	102,90	111,30	111,96
	AR3	27,00	252,75	213,75	203,25	141,75	121,50
	DO3	570,90	26,40	46,50	50,60	78,50	92,10
	DO_{medPX}	154,22	66,47	99,52	102,84	110,91	112,04
	DO_{medAR}	27,00	252,75	213,75	203,25	141,75	121,50
	DO_{medDO}	571,10	26,30	46,50	50,60	78,20	92,20

(...) Final Tabela 6

**APÊNDICE II. MEDIDAS DE DENSIDADE ÓPTICA DOS
PACIENTES DO GRUPO LASER**

TABELA 7. Valores dos *pixels* (PX1, PX2, PX3) contidos na área demarcada (AR1, AR2, AR3) avaliados em três momentos diferentes, com a densidade óptica média de *pixels* (DO1, DO2, DO3) (PX/AR1, PX/AR2, PX/AR3) e suas médias totais (DO_{medPX}, DO_{medAR}, DO_{medDO}), nos tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 dos pacientes do grupo *laser*.

PACIENTES	MEDIDAS	TEMPO						
		F0 Inicial	F1 (1 Mês)	F2 (2 Meses)	F3 (3 Meses)	F4 (4 Meses)	F5 (7 Meses)	
1	PX1	103,36	86,37	87,38	105,14	110,08	126,19	
	AR1	116,25	329,25	291,00	268,50	231,00	216,00	
	DO1	88,90	26,20	30,00	39,10	47,60	58,40	
	PX2	103,25	85,52	87,62	104,53	110,44	126,78	
	AR2	114,00	323,25	290,25	264,00	231,75	219,00	
	DO2	90,50	26,40	30,10	39,60	47,60	57,90	
	PX3	103,53	86,01	88,03	108,33	110,42	126,69	
	AR3	114,75	324,00	291,00	266,25	231,75	213,75	
	DO3	90,20	26,50	30,20	40,60	47,60	59,20	
	DO_{medPX}	103,38	85,96	87,67	106,00	110,31	126,55	
	DO_{medAR}	115,00	325,50	290,75	266,25	231,50	216,25	
	DO_{medDO}	89,90	26,40	30,10	39,80	47,60	58,50	
	2	PX1	102,42	81,59	110,09	124,12	126,57	129,53
		AR1	36,00	258,75	242,25	221,25	190,50	138,00
		DO1	284,50	31,50	45,40	56,10	66,40	93,80
PX2		103,45	80,66	109,97	125,07	126,55	129,66	
AR2		36,00	258,00	241,50	223,50	193,50	138,75	
DO2		287,30	31,20	45,50	55,90	65,40	93,40	
PX3		102,77	81,29	109,83	124,92	126,74	129,61	
AR3		36,00	258,00	242,25	222,75	192,00	139,50	
DO3		285,40	31,50	45,30	56,00	66,00	92,90	
DO_{medPX}		102,88	81,18	109,96	124,70	126,62	129,60	
DO_{medAR}		36,00	258,25	242,00	222,50	192,00	138,75	
DO_{medDO}		285,70	31,40	45,40	56,00	65,90	93,40	
4		PX1	111,59	82,13	103,39	106,08	107,47	130,39
		AR1	60,00	320,25	246,00	223,50	196,50	153,75
		DO1	185,90	25,60	42,00	47,40	54,70	84,80
	PX2	111,45	81,94	103,28	106,65	107,85	130,04	
	AR2	60,00	321,25	246,75	223,54	196,52	153,65	
	DO2	185,70	25,50	41,80	47,70	54,90	84,60	
	PX3	111,26	82,79	103,49	106,56	107,83	129,96	
	AR3	60,00	323,25	246,65	222,85	196,58	153,75	
	DO3	185,40	25,60	41,90	47,80	54,80	84,50	
	DO_{medPX}	111,43	82,28	103,38	106,43	107,71	130,13	
	DO_{medAR}	60,00	321,58	246,46	223,29	196,53	153,71	
	DO_{medDO}	185,70	25,50	41,90	47,60	54,80	84,60	

Continua Tabela 7 (...)

**APÊNDICE II. MEDIDAS DE DENSIDADE ÓPTICA DOS
PACIENTES DO GRUPO LASER**

(...) Continuação

TABELA 7. Valores dos *pixels* (PX1, PX2, PX3) contidos na área demarcada (AR1, AR2, AR3) avaliados em três momentos diferentes, com a densidade óptica média de *pixels* (DO1, DO2, DO3) (PX/AR1, PX/AR2, PX/AR3) e suas médias totais (DO_{medPX} , DO_{medAR} , DO_{medDO}), nos tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 dos pacientes do grupo *laser*.

PACIENTES	MEDIDAS	TEMPO					
		F0 Inicial	F1 (1 Mês)	F2 (2 Meses)	F3 (3 Meses)	F4 (4 Meses)	F5 (7 Meses)
5	PX1	116,67	81,14	95,96	105,63	120,23	139,20
	AR1	66,00	219,75	147,75	139,50	139,50	119,25
	DO1	176,70	36,90	64,90	75,70	86,10	116,70
	PX2	116,65	81,28	96,08	105,78	119,98	138,96
	AR2	66,00	222,00	149,25	141,00	137,25	118,50
	DO2	176,70	36,60	64,30	75,00	87,40	117,20
	PX3	115,53	81,13	96,10	105,48	120,19	139,18
	AR3	66,00	220,50	149,25	140,25	137,25	118,50
	DO3	175,00	36,80	64,30	75,20	87,50	117,40
	DO_{medPX}	116,28	81,18	96,04	105,63	120,13	139,11
	DO_{medAR}	66,00	220,75	148,75	140,25	138,00	118,75
	DO_{medDO}	176,10	36,70	64,50	75,30	87,00	117,10
7	PX1	114,67	74,01	94,04	103,67	124,53	130,45
	AR1	59,25	301,50	246,00	213,75	212,25	192,00
	DO1	193,50	24,50	38,20	48,50	58,60	67,90
	PX2	114,33	74,23	94,72	103,51	124,33	129,82
	AR2	59,25	303,25	246,52	213,50	211,75	191,95
	DO2	192,90	24,40	38,40	48,40	58,70	67,60
	PX3	114,85	74,00	94,74	103,73	124,74	129,49
	AR3	59,35	300,75	246,61	214,50	210,75	192,00
	DO3	193,50	24,60	38,40	48,30	59,10	67,40
	DO_{medPX}	114,61	74,08	94,50	103,63	124,53	129,92
	DO_{medAR}	59,28	301,83	246,37	213,91	211,58	191,98
	DO_{medDO}	193,30	24,50	38,30	48,40	58,80	67,60
10	PX1	97,56	82,41	121,30	122,10	122,22	124,84
	AR1	32,25	300,00	252,00	171,75	171,75	119,25
	DO1	302,50	27,40	48,10	71,10	71,10	104,60
	PX2	97,37	82,61	121,32	122,17	122,36	125,15
	AR2	32,25	300,00	252,00	171,75	171,75	119,25
	DO2	301,90	27,50	48,10	71,10	71,20	104,90
	PX3	97,18	82,66	122,11	122,12	122,77	125,18
	AR3	32,25	300,00	252,00	171,75	171,75	119,25
	DO3	301,30	27,50	48,40	71,10	71,40	104,90
	DO_{medPX}	97,37	82,56	121,57	122,13	122,45	125,05
	DO_{medAR}	32,25	300,00	252,00	171,75	171,75	119,25
	DO_{medDO}	301,90	27,50	48,20	71,10	71,30	104,80

Continua Tabela 7 (...)

**APÊNDICE II. MEDIDAS DE DENSIDADE ÓPTICA DOS
PACIENTES DO GRUPO LASER**

(...) Continuação

TABELA 7. Valores dos *pixels* (PX1, PX2, PX3) contidos na área demarcada (AR1, AR2, AR3) avaliados em três momentos diferentes, com a densidade óptica média de *pixels* (DO1, DO2, DO3) (PX/AR1, PX/AR2, PX/AR3) e suas médias totais (DO_{medPX} , DO_{medAR} , DO_{medDO}), nos tempos F0, F1, F2, F3, F4 e F5 dos pacientes do grupo *laser*.

PACIENTES	MEDIDAS	TEMPO					
		F0 Inicial	F1 (1 Mês)	F2 (2 Meses)	F3 (3 Meses)	F4 (4 Meses)	F5 (7 Meses)
13	PX1	95,27	87,33	98,14	112,42	114,05	120,44
	AR1	81,75	190,50	182,25	170,25	168,75	153,00
	DO1	116,50	45,80	53,80	66,00	67,50	78,70
	PX2	95,20	87,17	98,20	112,25	113,92	120,02
	AR2	81,75	190,50	181,50	168,75	168,00	151,50
	DO2	116,40	45,70	54,10	66,50	67,80	79,20
	PX3	95,13	87,26	98,43	112,47	113,84	119,34
	AR3	81,75	190,50	183,00	168,75	167,25	150,00
	DO3	116,30	45,80	53,70	66,60	68,00	79,50
	DO_{medPX}	95,20	87,25	98,25	112,38	113,93	119,93
	DO_{medAR}	81,75	190,50	182,25	169,25	168,00	151,50
	DO_{medDO}	116,40	45,80	53,90	66,40	67,80	79,10

(...) Final Tabela 7

APÊNDICE III. IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS DOS PACIENTES DO GRUPO CONTROLE

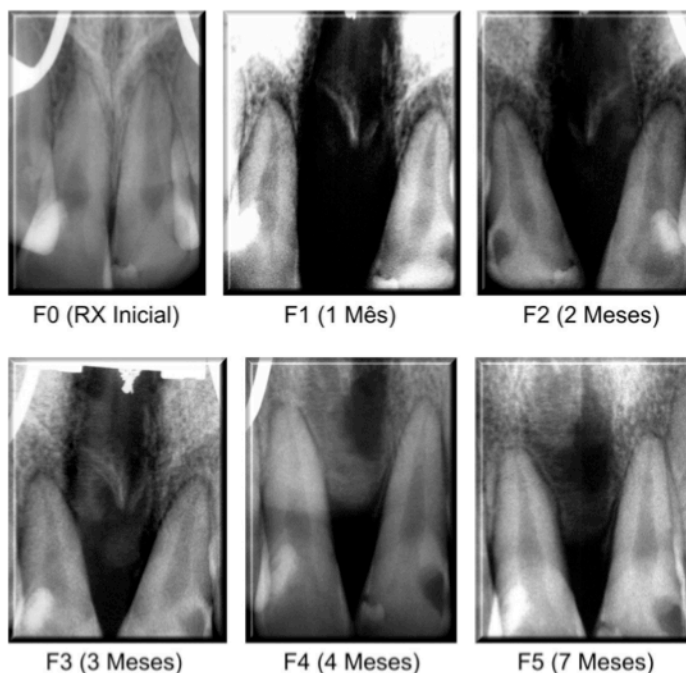


FIGURA 13. Radiografias digitais SPM anterior do paciente três, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

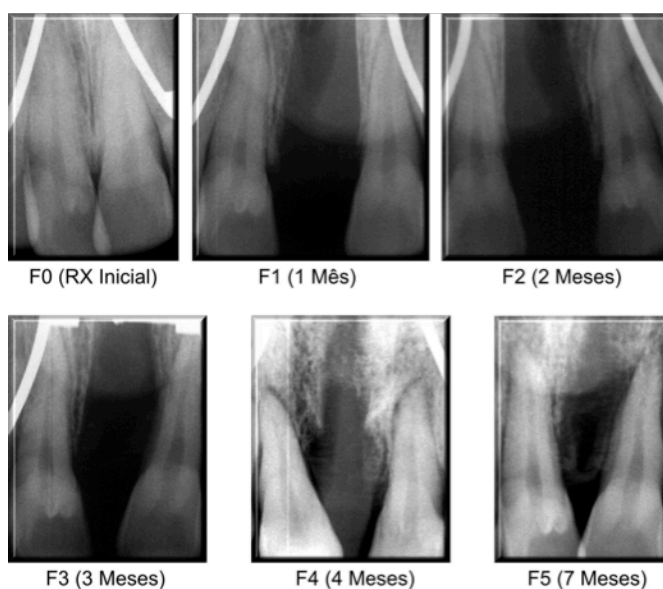


FIGURA 14. Radiografias digitais SPM anterior do paciente seis, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

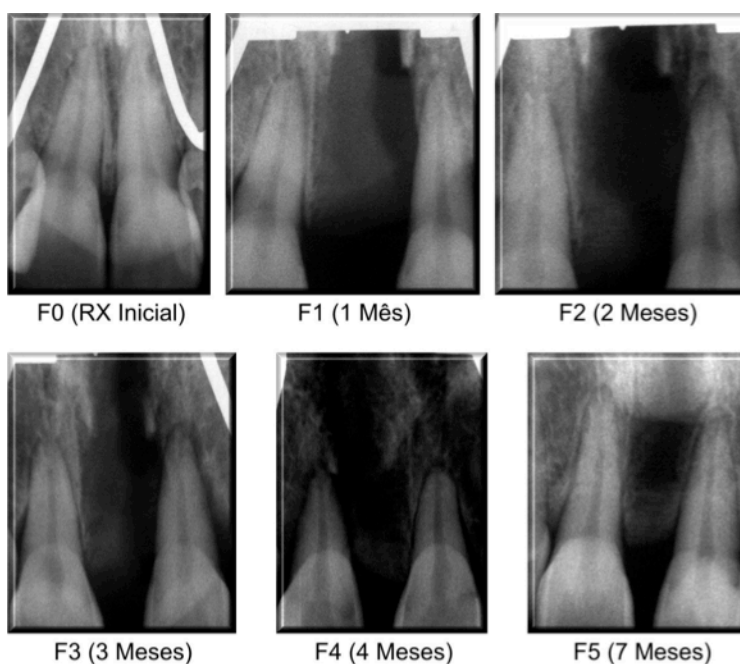


FIGURA 15. Radiografias digitais SPM anterior do paciente oito, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

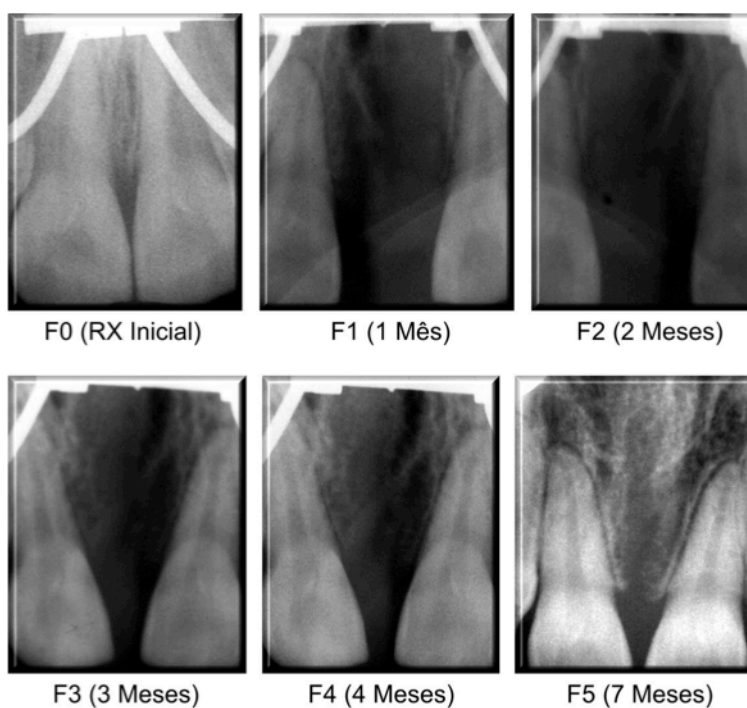


FIGURA 16. Radiografias digitais SPM anterior do paciente nove, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

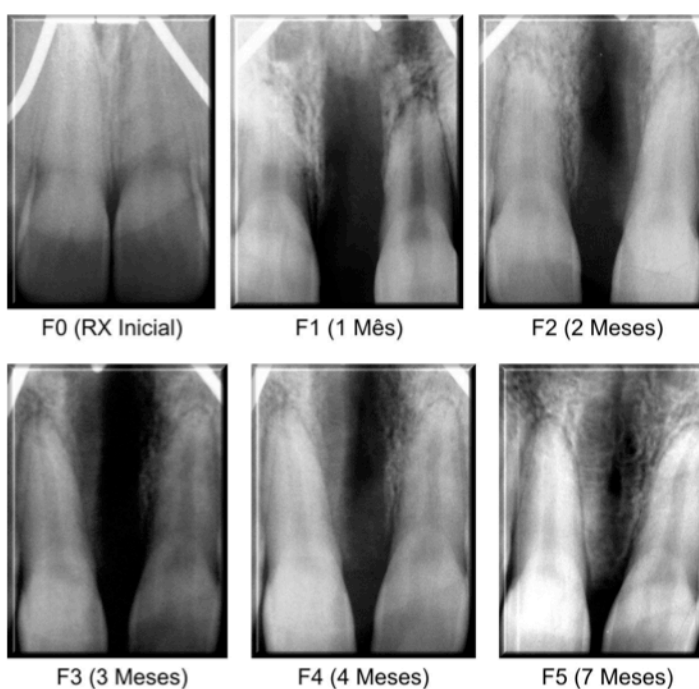


FIGURA 17. Radiografias digitais SPM anterior do paciente 11, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

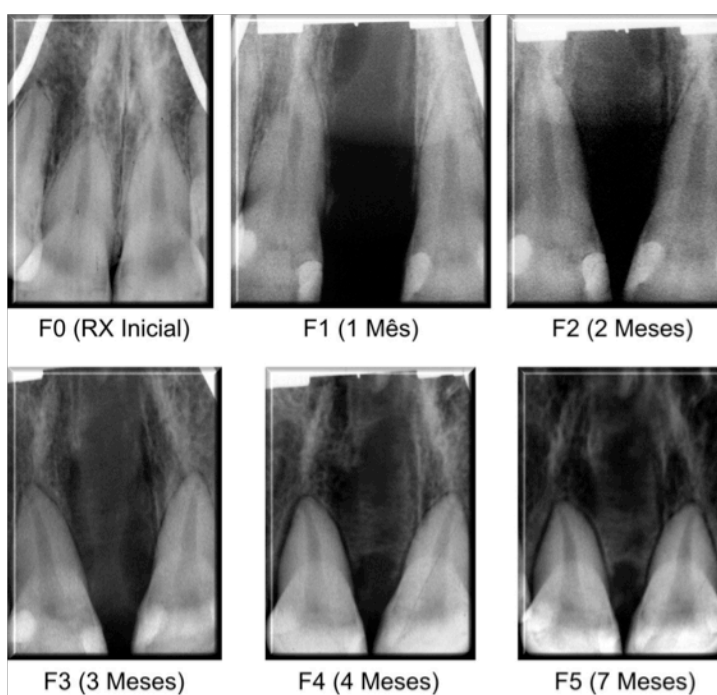


FIGURA 18. Radiografias digitais SPM anterior do paciente 12, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo controle.

APÊNDICE IV. IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS DOS PACIENTES DO GRUPO *LASER*

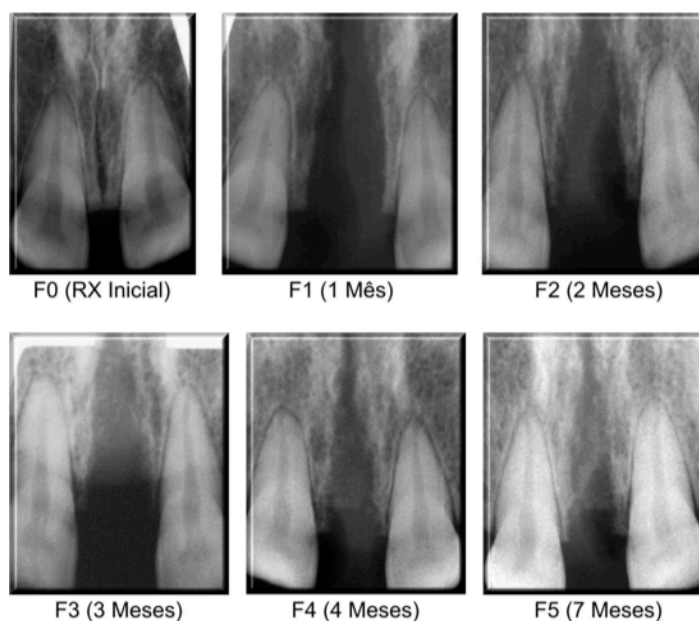


FIGURA 19. Radiografias digitais SPM anterior do paciente um, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

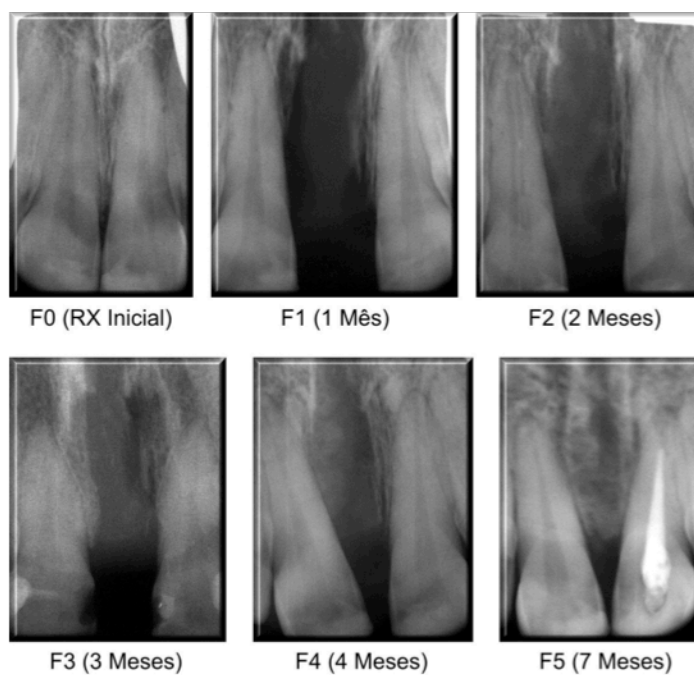


FIGURA 20. Radiografias digitais SPM anterior do paciente dois, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

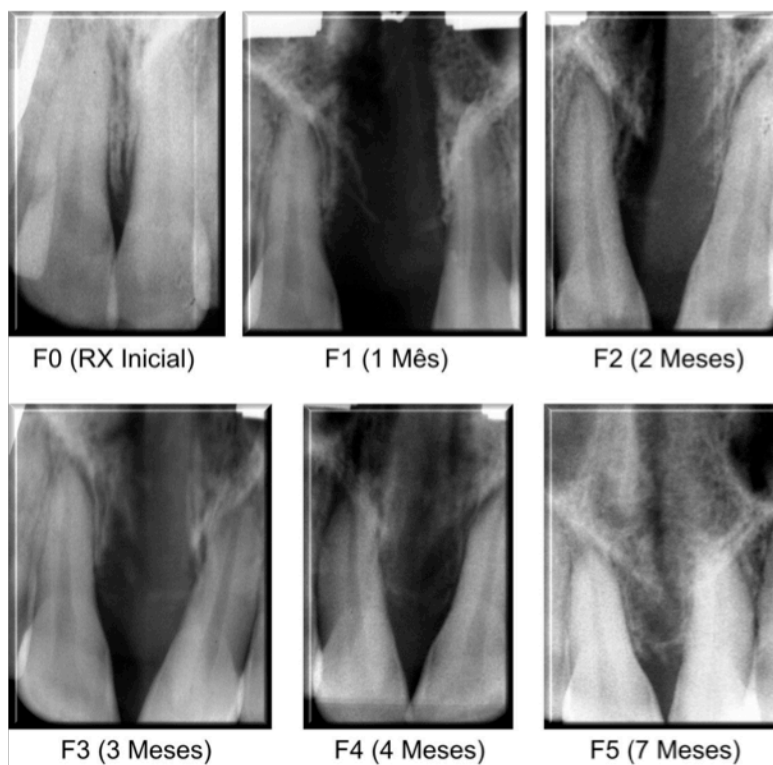


FIGURA 21. Radiografias digitais SPM anterior do paciente quatro, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

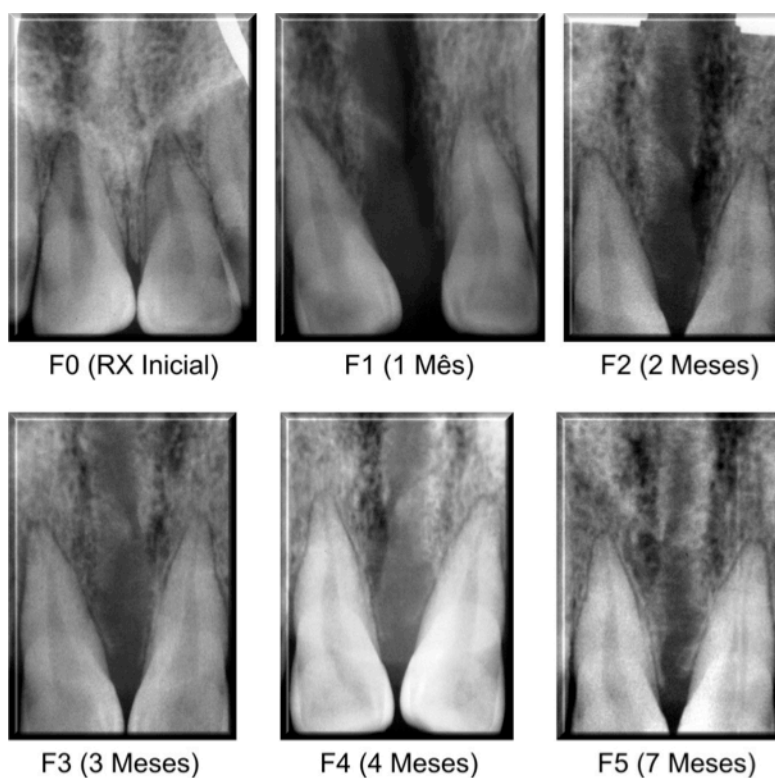


FIGURA 22. Radiografias digitais SPM anterior do paciente cinco, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

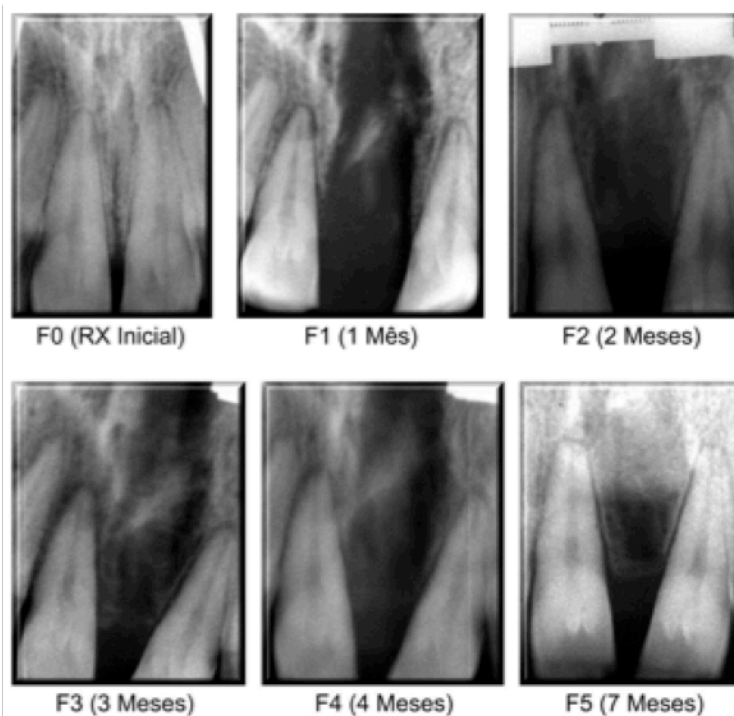


FIGURA 23. Radiografias digitais SPM anterior do paciente sete, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

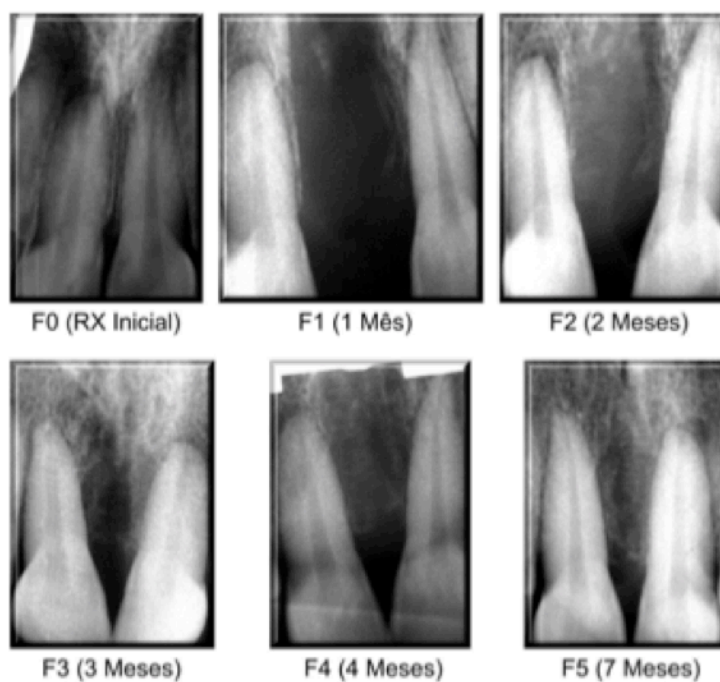


FIGURA 24. Radiografias digitais SPM anterior do paciente 10, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

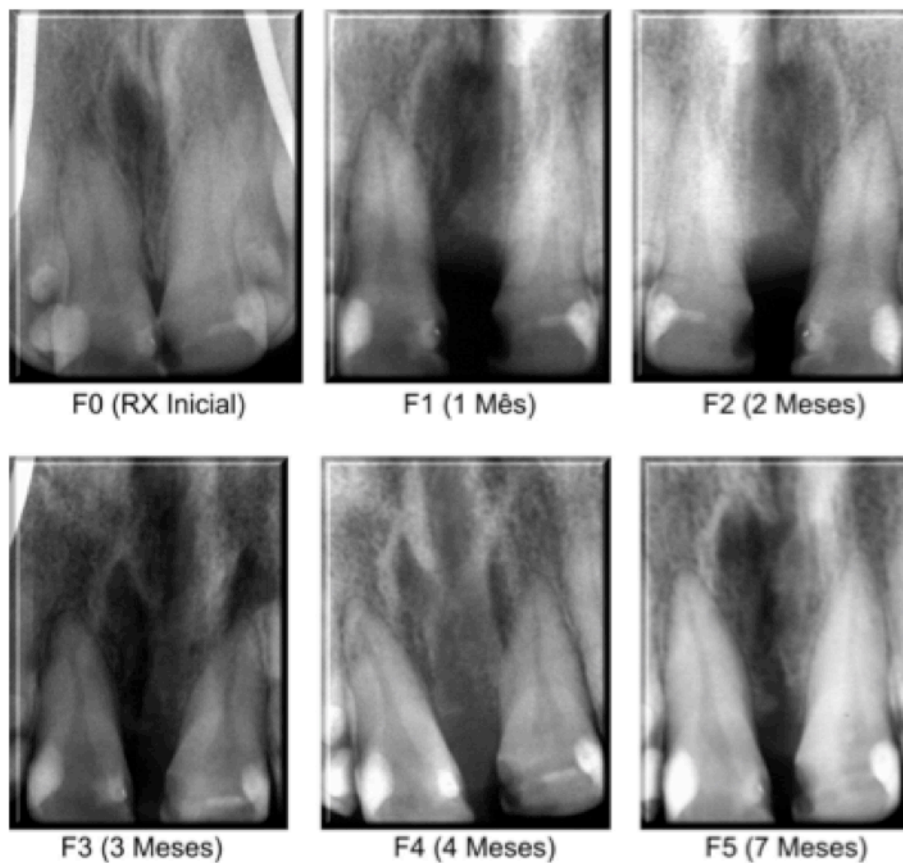


FIGURA 25. Radiografias digitais SPM anterior do paciente 13, nos tempos medidos no pré-operatório (F0), um mês pós-operatório (F1), dois meses (F2), três meses (F3), quatro meses (F4) e sete meses (F5) do grupo *laser*.

ANEXOS

ANEXO I. FOLHA DE APROVAÇÃO DO PROTOCOLO CEP. 0078/05



Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 18 de março de 2005.
CEP 0078/05

Ilmo(a). Sr(a).
Pesquisador(a) PIERANGELO ANGELETTI
Co-Investigadores: Max Domingues Pereira
Disciplina/Departamento: Cirurgia Plástica/Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo
Patrocinador: Recursos Próprios.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: "Avaliação do reparo ósseo com uso do laser de baixa potência (AsGaAL) em pacientes submetidos a expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente".

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: Intervenção terapêutica.
RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: Risco mínimo, desconforto moderado, decorrente de internação, procedimento cirúrgico e aplicação de laser.
OBJETIVOS: Avaliar o efeito do laser diodo não -cirúrgico na disjunção palatina assistida cirurgicamente..
RESUMO: Serão utilizadas radiografias oclusais de 12 pacientes adultos, com indicação de expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente, com discrepância transversal maior que 5 mm. Os pacientes serão distribuídos em dois grupos: 1- controle (G1) composto de seis pacientes que não serão submetidos à terapia laser. 2- (G2) composto de seis pacientes que serão submetidos à terapia laser. Os pacientes deverão estar com o aparelho expansor maxilar do tipo Hyrax de 12 mm fixados aos primeiros pré-molares e aos primeiros molares, duas semanas antecedendo o procedimento cirúrgico. A cirurgia é realizada sob anestesia geral. É feita uma incisão no sulco gengival superior e osteotomia tipo Lefort I e osteotomia palatina mediana. A ativação do aparelho fixo Hyrax é realizada no 4º dia pós operatório até a expansão planejada. A aplicação do laser será realizada durante o período de ativação do expansor, iniciando após o ato cirúrgico, com intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. Serão realizadas radiografias digitais, tipo periapical, no período pré operatório, 1, 2, 3 e 4 meses após o ato cirúrgico..
FUNDAMENTOS E RACIONAL: Estudo apresenta revisão da literatura, e visa aplicar técnica alternativa ou coadjuvante com uso de laser em pacientes com indicação de expansão rápida da maxila..
MATERIAL E MÉTODO: Estão descritos os procedimentos de forma detalhada.
TCLE: .
DETALHAMENTO FINANCEIRO: Sem financiamento externo- R\$ 1320,00.
CRONOGRAMA: 18 meses.
OBJETIVO ACADÊMICO: Doutorado.
ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: 13/03/2006 e 08/03/2007.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU** e **APROVOU** o projeto de pesquisa referenciado.

1. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e termo de consentimento livre e esclarecido. Nestas circunstâncias a inclusão de pacientes deve ser temporariamente interrompida até a resposta do Comitê, após análise das mudanças propostas.
2. Comunicar imediatamente ao Comitê qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento do estudo.
3. Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Atenciosamente,

Prof. Dr. José Osmar Medina Pestana
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da
Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo

ANEXO II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O título deste projeto é: Avaliação do reparo ósseo com uso do *laser* de baixa intensidade (As-Ga-Al) em pacientes submetidos à expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente

Estas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo que tem como objetivo estudar a ossificação na cicatrização do palato após a Expansão Maxilar Cirurgicamente Assistida – ERMAC - (aumento transversal do maxilar superior).

A cirurgia para aumentar o tamanho da maxila em pacientes adultos é um procedimento rotineiro utilizando aparelhos fixados nos dentes e não há estudos que mostrem vantagens ou desvantagens, sendo, portanto uma preferência e experiência do cirurgião. A cirurgia é realizada sob anestesia geral, com duração de aproximadamente duas horas. O aparelho é retirado sem anestesia, não havendo a necessidade de outra cirurgia para a remoção do aparelho após se conseguir o total da expansão desejada. Essa remoção é feita no consultório (ambulatório).

Este estudo é necessário para que se possam avaliar os benefícios da aplicação do *laser* como meio auxiliar na cicatrização do osso no palato em pacientes que são submetidos a expansão do maxilar por meio de cirurgia;

Para a avaliação deste estudo, serão realizados no pré-operatório, pós-expansão, 1, 2, 3 e 4 meses do final da expansão: radiografias digitais feitas por computador. Estas radiografias serão a fonte de pesquisa para este estudo especificamente.

Fui esclarecido (a) que para participar da aplicação do *laser* eu serei selecionado (a) por um sorteio que é feito pelo computador.

Fui informado que no caso de eu não ser selecionado para receber aplicações do *laser*, me foi garantido todos os cuidados necessários dos outros tratamentos recebidos pelos pacientes selecionados, sem me causar nenhum custo ou problema a minha saúde.

Fui esclarecido(a) que a realização desse tratamento não tem riscos, uma vez que esse procedimento clínico que será realizado já faz parte do tratamento de rotina na clínica médica e odontológica, seguindo os adequados princípios técnicos e científicos reconhecidos.

A mim foi garantido tratar-se de tratamento seguro, com dose reduzida de radiação, com aparelho moderno e de acordo com especificações do governo e do Ministério da Saúde, não causando qualquer prejuízo ou dano a minha pessoa.

Estou informado (a) que será feita aplicações de *laser* no período em que eu estiver ativando o expansor.

Sei que estas aplicações serão feitas a cada 48 horas até o final da expansão planejada.

Fui informado (a) que as aplicações de *laser* e as radiografias digitais por computador serão feitas apenas para este estudo e em nada influenciará (influenciarão) o meu tratamento; não vai (vão) me causar nenhum problema, pois todos os cuidados de segurança estão sendo tomados de acordo com as normas da vigilância sanitária.

Em qualquer etapa deste estudo, eu terei acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimentos de eventuais dúvidas. Os principais investigadores são os Drs. Pierangelo Angeletti e Max Domingues Pereira que poderão ser encontrados na Disciplina de Cirurgia Plástica da UNIFESP-EPM, Rua Napoleão de Barros 715, telefone 55764118. Se eu tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entrarei em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa(CEP)- Rua Botucatu, 572-1º andar-cj 14, tel. 5571-1062, fax 5539-7162.

Fui informado (a) que me são garantidas a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar deste estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de meu tratamento na Instituição.

Fui informado (a) que as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros pacientes , não sendo divulgado a identificação de nenhum paciente.

Sei que tenho o direito de ser mantido (a) atualizado (a) sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Sei que não terei despesas pessoais para participar deste estudo, incluindo exames e consultas. Também não terei compensação financeira para minha participação.

Sei que há compromisso do pesquisador de utilizar os dados, as informações e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado (a) a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo este estudo.

Eu discuti com o Dr. Pierangelo Angeletti e Dr. Max Domingues Pereira sobre a minha decisão em participar neste estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Data _____

ASSINATURA DO PACIENTE

Data _____

ASSINATURA DA TESTEMUNHA

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente para a participação neste estudo.

Data _____

PIERANGELO ANGELETTI

Data _____

MAX DOMINGUES PEREIRA

FONTES CONSULTADAS

FONTES CONSULTADAS

Colls, J. La terapia laser hoy. Barcelona: Centro de documentación Laser de Meditec, 1984. In: Genovese WJ. Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia. 1 ed. São Paulo: Santos; 2007. 130 p.

Genovese WJ. Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia. 1 ed. São Paulo: Santos; 2007. 130 p.

Hollander, M; Wolfe, DA. Nonparametric statistical methods. New York: John Wiley & Sons, 1973. 503p.

Siegel S. Estatística não-paramétrica (para as ciências do comportamento). São Paulo: McGraw-Hill; 1975. 350p.