



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada

LAÍS KAWAMATA DE JESUS

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO LASER DE BAIXA
INTENSIDADE NA OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES
COM DIFERENTES SUPERFÍCIES: ANÁLISE POR
FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA E BIOMÊCANICA**

Araçatuba – SP

2017



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada

LAÍS KAWAMATA DE JESUS

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO LASER DE BAIXA
INTENSIDADE NA OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES
COM DIFERENTES SUPERFÍCIES: ANÁLISE POR
FREQUÊNCIA DE RESSONÂNCIA E BIOMÊCANICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Francisley Ávila Souza.

Araçatuba – SP

2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Milton Santiago de Jesus Filho e Olga Tiyoko Kawamata de Jesus, que não mediram esforços para que meu sonho se realizasse. Sem eles nada disso seria possível, todo meu amor, admiração, respeito e gratidão à vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao **Gohouzen e a todos os grandes mestres da Honmon Butsuryu Shu do Brasil (HBS)**, por permitir que tudo isso acontecesse e por toda sabedoria, força e iluminação recebida até os dias de hoje. **NAMUMYOUHOURENGUEKYOU.**

Aos **meu pais**, por todo amor, apoio, educação e esforço que fizeram de mim a pessoa que hoje sou. Eu só tenho motivos para agradecer, sou e serei eternamente grata por tudo que fizeram por mim. Obrigado por tudo. Amo muito vocês.

Ao meu professor e orientador, **Francisley Ávila Souza**, por todo conhecimento, dedicação, paciência, esforço e apoio sendo essencial para meu conhecimento científico e profissional. Ao senhor, meus sinceros agradecimentos. Receba minha enorme admiração, respeito e eterna gratidão pelo aprendizado durante todo o período que convivemos.

À **Erika Kiyoko Chiba**, por 12 anos de amizade e companheirismo. Sinto que sua amizade foi um presente que a vida me deu, meu coração se enche de orgulho e gratidão sempre que penso em todos os momentos que já passamos juntas. Obrigada por sempre estar presente, por ser essa pessoa que sempre me anima, por me confortar com palavras de coragem e que torce pela minha felicidade. Amigas como você são raras e eu tive a sorte de encontrar você.

À **Lara Mariano Pinheiro**, com quem partilhei maior parte da graduação, momentos de alegria, tristeza, preocupação, desesperos e conquistas, que em tempos fomos inseparáveis. Você foi o meu apoio na maior parte do tempo. Obrigada pelo carinho e pelas horas compartilhadas entre sorrisos ou lágrimas. Jamais esquecerei nossa amizade, saiba que sempre poderá contar comigo.

Às **minhas duplas** de clínica, por todo aprendizado e experiências trocadas nesta caminhada. Sou grata por todos esses momentos que trouxeram vocês até mim.

Ao **melhor grupo de estudo**, composto por **Erika Chiba, Jéssica Cordeiro, Juliana Nobre, Karen Lumi, Lara Mariano, Letícia Brasil e Pedro Henrique Chaves**, foi um privilégio ter ao meu lado pessoas tão maravilhosas como vocês. Nunca terei como agradecê-los pelo apoio que me ofereceram em momentos que tanto precisei. Não há nada melhor na vida do que saber que temos ombros amigos para nos apoiar nos momentos difíceis, e braços amigos para festejar os momentos felizes.

À **Turma 59 FOA-UNESP**, por tudo que passamos durante a graduação, vocês foram essenciais para meu crescimento. Levarei sempre comigo. Sentirei saudades. Sucesso à todos.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba Prof. Tit. Wilson Roberto Poi e do vice-diretor Prof. Tit. João Eduardo Gomes Filho. Obrigada FOA-UNESP pela atenção e competência na formação de profissionais.

À **todos professores da graduação**, que foram e são tão importantes não só para a minha, mas para a excelente formação dos alunos da FOA-UNESP.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pela concessão da bolsa de iniciação científica e reserva técnica para a realização da pesquisa. Processo 2016/02402-7.

E Por fim, à todos aqueles que direta ou indiretamente participaram do meu trabalho e da minha formação, os meus sinceros agradecimentos.

***“Não dependa do sentimento que faz pensar existir o amanhã.
O aprendizado é um fato que deve acontecer hoje.”***

(Nissen Shounin V.56)

KAWAMATA, L. J. **Avaliação dos efeitos do laser de baixa intensidade na osseointegração de implantes com diferentes superfícies: análise por frequência de ressonância e biomecânica.** 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

RESUMO

O laser de baixa potência tem sido amplamente utilizado para acelerar as fases do processo de reparação da interface formada entre osso e implante. A proposição do presente trabalho foi avaliar os efeitos do laser de baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes com superfície usinada (SU) e modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (SJA), instalados em tíbias de coelhos utilizando-se as análises de frequência de ressonância e do torque de remoção dos implantes. Para tal, 20 coelhos *Albinus* receberam 40 implantes (Ti_4Al_6V) de $4 \times 10 mm$ em leitos cirúrgicos fresados na porção medial das tíbias direita e esquerda, sendo um implante de cada superfície em cada tíbia, distribuídos aleatoriamente. Assim, os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo I – animais que não receberam a aplicação do laser de baixa intensidade e Grupo II – animais que receberam a aplicação do laser de baixa intensidade. Após instalação de cada implante foi mensurado o seu coeficiente de estabilidade por meio da análise de frequência por ressonância. Nos períodos de 21 e 42 dias foram realizadas análises de frequência por ressonância, biomecânica e histológica qualitativa. Os resultados obtidos por meio da análise de frequência por ressonância não demonstraram diferenças estatísticas entre grupo I e II. Entretanto na análise biomecânica houve um aumento do torque de remoção aos 21 e 42 dias, sendo este estatisticamente significativo para o grupo II. E na análise histológica qualitativa não houve grandes diferenças entre as mesmas superfícies com e sem a aplicação do laser de baixa intensidade. Diante dos resultados alcançados conclui-se que o laser de baixa intensidade acelerou as fases iniciais do processo de osseointegração, permitindo valores de torque de remoção superiores quando comparados a implantes instalados sem a irradiação por laser.

Palavras chaves: Implante dentário. Osseointegração. Terapia a laser. Modificação da superfície.

KAWAMATA, L. J. Evaluation of the effects of low intensity laser in implant osseointegration with different surfaces: frequency by resonance and biomechanics analysis. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2017.

ABSTRACT

The low-power laser has been widely used to speed stages of the repair process interface formed between bone and implant. The purpose of this study was to evaluate the effects of low intensity laser in the process of osseointegration of implants with machined surface (SU) and modified by Al₂O₃ blasting followed by acid etching (SJA), installed in tibias of rabbits using the resonance frequency analysis and removal torque of implants. To this end, 20 Albinus rabbits received 40 implants (Ti4Al6V) of 4x10mm in surgical beds milled in the medial portion of the right and left tibia, being one implant of each surface in each tibia, randomly distributed. Thus, the animals were randomly divided into two groups: Group I – animals that are not a low intensity laser application and Group II – animals that received a low intensity laser application. After installation of each implant, its stability coefficient was measured by resonance frequency analysis. In the periods of 21 and 42 days, frequency, resonance, biomechanical and qualitative histological analyzes were performed. The results obtained through the resonance frequency analysis did not show statistical differences between groups I and II. However, in the biomechanical analysis there was an increase in removal torque at 21 and 42 days, which was statistically significant for group II. And in the qualitative histological analysis there were no big differences between the same surfaces with and without the application of low intensity laser. In view of the results obtained, it was concluded that the low intensity laser accelerated the initial phases of the osseointegration process, allowing higher values of removal torque when compared to implants installed without laser irradiation.

Keywords: Dental implants. Osseointegration. Laser therapy. Surface modification.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Anestesia local | 04 |
| Figura 2 – Incisão dermo-periosteal na metáfise tibial | 05 |
| Figura 3 – Protocolo de perfuração Emfils | 05 |
| Figura 4 – Perfuração com irrigação externa..... | 06 |
| Figura 5 – Aplicação de laser na loja cirúrgica | 07 |
| Figura 6 – Inserção do implante de superfície usinada | 07 |
| Figura 7 – Inserção do implante de superfície tratada | 08 |
| Figura 8 – Implante inserido | 08 |
| Figura 9 – Osstell® ISQ | 09 |
| Figura 10 – Posições das leituras com Osstell® no implante | 09 |
| Figura 11 – Ilustração do SmartPeg™ | 10 |
| Figura 12 – Leitura com a sonda de medição do Osstell® | 10 |
| Figura 13 – Sistema completo do Osstell® (1.Instalação do SmartPeg, 2.Leitura com a sonda, 3.Valor em ISQ obtido) | 11 |
| Figura 14 – Sutura com Nylon 4.0 | 11 |
| Figura 15 – Aplicação do Laser com quatro pontos | 12 |
| Figura 16 – Torquímetro modelo BGI da marca Mark 10 Corporation | 13 |
| Figura 17 – Remoção dos implantes com torquímetro digital | 13 |
| Figura 18 – Grupo I SU1 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X) | 18 |
| Figura 19 – Grupo II SU2 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X) | 19 |
| Figura 20 – Grupo I SJA1 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X) | 19 |
| Figura 21 – Grupo II SJA2 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X) | 19 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante, a irradiação com laser e o tempo..... 15
- Tabela 2** – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser, independentemente do tempo..... 16
- Tabela 3** – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo a irradiação com laser e o tempo, independentemente do tratamento de superfície do implante..... 17
- Tabela 4** – Médias e desvios padrão dos valores de contra-torque (N·cm), segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser..... 17

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Diagrama de colunas dos valores médios e desvio padrão de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante, a irradiação com laser e o tempo..... 15
- Gráfico 2** – Diagrama de colunas dos valores médios e desvio padrão de contra-torque (N·cm), segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser..... 18

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------------------------------|---|
| Al₂O₃ | Óxido de alumínio |
| AsGaAl | Arsênio-Gálio-Alumínio |
| HeNe | Hélio-Neônio |
| ISQ | Coefficiente de estabilidade do implante |
| J/cm² | Joules por centímetro quadrado |
| mW | mili-Watt |
| nm | Nanômetro |
| N·cm | Newton centímetro |
| r.p.m. | Rotações por minuto |
| SU | Superfície Usinada |
| SJA | Superfície modificada por jateamento de Al ₂ O ₃ seguido do condicionamento ácido |
| Ti₄Al₆V | Liga de Titânio-Alumínio-Vanádio |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 01 |
| 2 | OBJETIVO | 02 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 02 |
| 3.1 | Implantes | 02 |
| 3.2 | Animais e Grupos experimentais | 03 |
| 3.3 | Cirurgia experimental | 04 |
| 4 | FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS | 12 |
| 4.1 | Análise de Frequência por Ressonância | 12 |
| 4.2 | Análise Biomecânica – Remoção por Contra-Torque | 12 |
| 4.3 | Análise Estatística | 14 |
| 5 | RESULTADOS | 14 |
| 5.1 | Análise de Frequência por Ressonância | 14 |
| 5.2 | Análise Biomecânica – Remoção dos Implantes por Contra-Torque | 17 |
| 5.3 | Análise Histológica Qualitativa | 18 |
| 6 | DISCUSSÃO | 20 |
| 7 | CONCLUSÃO | 24 |
| | REFERÊNCIAS | 24 |
| | ANEXO - COMITÊ DE ÉTICA | 30 |

1. INTRODUÇÃO

O Laser é um acrônimo com origem na língua inglesa que significa: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, cuja tradução e interpretação é "Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação" (MAIMAN, 1960). Esta radiação é do tipo eletromagnética não ionizante, ou seja, uma fonte luminosa com características bastante específicas (MAILLET, 1987). A ação do laser pode ser classificada de acordo com a interação do mesmo com o tecido alvo em questão. A célula tem um limiar de sobrevivência baseado no tipo de tecido onde está localizada e em seu estado fisiológico. Quando se trabalha com o laser respeitando esse limiar, é oferecida à célula uma baixa intensidade de energia, e trabalha-se com o laser operando em baixa densidade de potência. Este fato explica a classificação em laser de baixa intensidade e laser de alta intensidade (ALMEIDA-LOPES, 1999). Os lasers de baixa intensidade podem ser ativados por diferentes meios químicos, entre eles He-Ne (YAMADA, 1991) e AsGaAl (BLAY, 2001).

O laser de baixa intensidade, também conhecido como terapêutico tem sido empregado na cicatrização de tecidos duros e moles, visto que acelera o processo de reparo dos tecidos, promove um efeito antiinflamatório, analgésico, estimula o sistema imunológico e participa da regeneração celular (GUTKNECHT *et al.*, 2004). Os efeitos terapêuticos do laser de baixa intensidade para o tratamento de feridas foi primeiramente descrito por (MESTER *et al.*, 1971), seguido por um grande número de pesquisadores (KHADRA *et al.*, 2004; HODE & TUNÉR, 2006; GENOVESE, 2007; KIM *et al.*, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008) que comprovaram os efeitos da bioestimulação.

A literatura tem sugerido várias medidas para aumentar as taxas de sobrevida dos implantes osseointegráveis, que dentre elas destaca-se as modificações da macro e microestrutura da superfície dos implantes (ELIAS *et al.*, 2008), em que o objetivo final é aumentar a estabilidade inicial dos implantes, melhorar os níveis de osseointegração em áreas de baixa densidade, como também fazer o carregamento protético mais rápido (BLAY, 2001). Alguns estudos com laser de alta intensidade (FAEDA *et al.*, 2009; QUEIROZ *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2014) relataram que o tratamento da superfície permite acelerar as fases iniciais do processo de reparação da interface formada entre osso e implante.

Considerando que os efeitos terapêuticos da laserterapia incluem aceleração do processo de reparação óssea (TRELLES & MAYAYO, 1987), estudos prévios (LIZARELLI *et al.*, 1999; KUCEROVÁ *et al.*, 2000; DÖRTBUDACK *et al.*, 2000; BLAY, 2001; UEDA & SHIMIZU, 2001; GUZZARDELLA *et al.*, 2003; CASTILHO FILHO, 2003; MORALES, 2006; KIM *et al.*, 2007; JAKSE *et al.*, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008) aplicaram esta metodologia com diferentes comprimentos de onda e tempo de exposição para melhorar e/ou acelerar o processo de osseointegração. A aplicação do laser de baixa intensidade no leito cirúrgico durante a instalação de implantes osseointegráveis proporciona um maior contato osso implante (GUZZARDELLA *et al.*, 2003) e maiores valores de torque de remoção (BLAY, 2001), quando comparados a implantes instalados sem a aplicação do laser de baixa intensidade.

Assim, diante do exposto, é justificado a avaliação do processo de osseointegração de implantes com superfície usinada (SU) e modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (SJA), instalados em tíbias de coelhos, submetidos ou não ao tratamento com laser de baixa intensidade.

2. OBJETIVO

Analisar os efeitos do laser de baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes com superfície usinada (SU) e modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (SJA), instalados em tíbias de coelhos por meio das análises de frequência de ressonância e do torque de remoção dos implantes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal da FOA-UNESP e recebeu parecer favorável para o seu desenvolvimento sob protocolo número FOA-00950/2013 (parecer anexado na página 30).

3.1 Implantes

Neste estudo utilizaram-se 40 implantes de hexágono externo, apresentando dimensões de 4x10mm (Emfils Implantes, São Paulo, Brasil), com duas superfícies diferentes. As superfícies de implantes analisadas foram:

1. Implante de liga de titânio grau V e superfície usinada (SU) (Novo Colosso Emfils, Itu-SP, Brasil). Este implante não está disponível comercialmente;

2. Implante de liga de titânio grau V e superfície modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido, comercialmente disponível (SJA) (Novo Colosso Emfils, Itu-SP, Brasil).

3.3 Animais e Grupos Experimentais

Foram utilizados 20 coelhos machos brancos (Albinus), com idade de aproximadamente 5 meses, com peso corporal de 3 a 4 Kg e foram mantidos em gaiolas individuais com dieta padrão, ração sólida (Procoelho, Primor) e água “ad libitum” no Biotério da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – FOA, UNESP.

Os animais foram separados aleatoriamente em dois grupos experimentais de acordo com a aplicação do laser de baixa intensidade e a superfície utilizada:

Grupo I – Os animais receberam aleatoriamente os implantes em suas tíbias direita e esquerda sem a aplicação do laser de baixa intensidade na loja cirúrgica osteotomizada. Os implantes utilizados foram os seguintes:

- **Superfície usinada (SU1)** - Os animais receberam implantes com conexão de hexágono externo, fabricados em liga de $\text{Ti}_4\text{Al}_6\text{V}$ com dimensões de 4 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento de superfície usinada (Novo Colosso, Emfils Ind Com Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) instalados em osteotomia na região medial da face lateral da tíbia após fresagem padronizada para implantodontia com 3,5 mm de diâmetro e 10 mm de profundidade.

- **Superfície modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (SJA1)** - Os animais receberam implantes com conexão de hexágono externo, fabricados em liga de $\text{Ti}_4\text{Al}_6\text{V}$ com dimensões de 4 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento de superfície modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (Novo Colosso, Emfils Ind Com Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) instalados em osteotomia na região medial da face lateral da tíbia após fresagem padronizada para implantodontia com 3,5 mm de diâmetro e 10 mm de profundidade.

Grupo II – Os animais receberam aleatoriamente os implantes em suas tíbias direita e esquerda com a aplicação prévia do laser de baixa intensidade na loja cirúrgica osteotomizada, seguida da mesma aplicação no pós-operatório imediatamente após sutura. Os implantes utilizados foram os seguintes:

- **Superfície usinada (SU2)** - Os animais receberam implantes com conexão de hexágono externo, fabricados em liga de $\text{Ti}_4\text{Al}_6\text{V}$ com dimensões de 4 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento de superfície usinada (Novo Colosso, Emfils

Ind Com Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) instalados em osteotomia na região medial da face lateral da tíbia após fresagem padronizada para implantodontia com 3,5 mm de diâmetro e 10 mm de profundidade.

- **Superfície modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (SJA2)** - Os animais receberam implantes com conexão de hexágono externo, fabricados em liga de Ti_4Al_6V com dimensões de 4 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento de superfície modificada por jateamento de Al_2O_3 seguido do condicionamento ácido (Novo Colosso, Emfils Ind Com Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) instalados em osteotomia na região medial da face lateral da tíbia após fresagem padronizada para implantodontia com 3,5 mm de diâmetro e 10 mm de profundidade.

3.3 Cirurgia Experimental

Após jejum pré-operatório de 8 horas, os animais foram submetidos à anestesia geral por administração via intramuscular de 50mg/kg de cloridrato de ketamina (Vetaset – Fort Dodge Saúde Animal Ltda, São Paulo, Brasil), e 5mg/Kg de cloridrato de xilazina (Dopaser – Laboratório Calier do Brasil Ltda, São Paulo, Brasil).

Posteriormente, foi realizado a tricotomia e a antissepsia com PVPI degermante e tópico (PVPI 10%, Riodeine, Rioquímica, São José do Rio Preto, Brasil). Como complementação anestésica, os animais receberam anestesia local de cloridrato de mepivacaína (0,3 ml/Kg, Scandicaine 2% com adrenalina 1:100.000, Septodont, França) (Figura 1).



Figura 1 – Anestesia local.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foi realizada uma incisão dermo-periosteal de aproximadamente 2 cm de comprimento na metáfise tibial (Figura 2), por meio de lâmina de bisturi número 15 (Feather Industries Ltda, Tokyo, Japão), montada em cabo de bisturi número 3. Na sequência, o tecido mole foi divulsionado em espessura total, expondo o tecido ósseo para instalação dos implantes.



Figura 2 – Incisão dermo-periosteal na metáfise tibial.

Fonte: Autoria própria.

Para o preparo do leito cirúrgico foi utilizado um motor elétrico (Driller BLM 350) com velocidade final de 1500 r.p.m. e contra-ângulo redutor de 20:1 (W&H, Alemanha, GER). As perfurações seguiram o protocolo padrão do sistema Emfils (Figura 3).

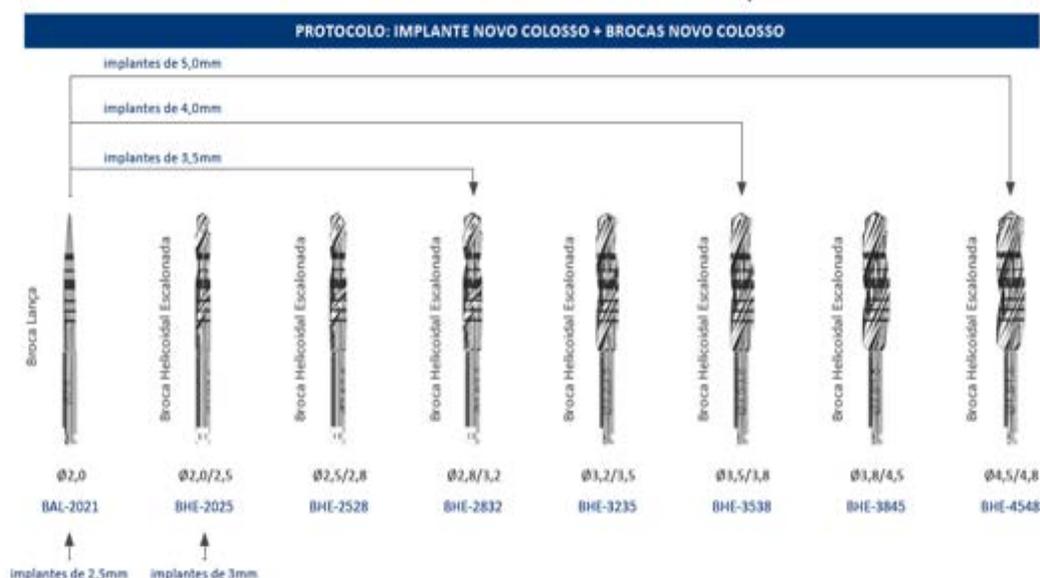


Figura 3 – Protocolo de perfuração Emfils.

Fonte: Manual Novo Colosso

- A perfuração inicial foi realizada com uma broca lança para romper a cortical óssea;
- Em seguida, utilizou-se uma broca escalonada de 2,0/2,5 mm de diâmetro através do osso cortical;
- Na sequência, uma broca escalonada de 2,5/2,8 mm de diâmetro através do osso cortical;
- Depois, uma broca escalonada de 2,8/3,2 mm de diâmetro através do osso cortical;
- Posteriormente, uma broca escalonada de 3,2/3,5 mm de diâmetro através do osso cortical;
- Por fim, uma broca escalonada de 3,5/3,8 mm de diâmetro.

Todas as perfurações foram realizadas sob irrigação externa abundante, com a utilização de solução fisiológica a 0,9% (Darrow, Rio de Janeiro, Brasil), para evitar aquecimento prejudicial na região (Figura 4). Após fresagem, nos animais pertencentes ao Grupo II, foi realizada uma aplicação do laser infravermelho, em baixa intensidade AsGaAl de modo contínuo (DMC Equipamentos, Whitening Lase II, São Carlos, Brasil), perpendicularmente e em contato com a loja cirúrgica, com comprimento de onda de 810nm, potência de 100mW, com dose pré-determinada de 8,7J/cm² e duração de 25 segundos para uma área de 1cm² (dosimetria pré-programada para Implantodontia do Whitening Lase II, São Carlos, Brasil) (Figura 5).



Figura 4 – Perfuração com irrigação externa.

Fonte: Autoria própria.



Figura 5 – Aplicação de laser na loja cirúrgica.

Fonte: Autoria própria.

Os implantes foram adaptados a um dispositivo para colocação em contra-ângulo, e instalados na velocidade de 20 r.p.m. e torque fixo de 20 N·cm até atingir a profundidade determinada (Figuras 6 e 7).



Figura 6 – Inserção do implante de superfície usinada.

Fonte: Autoria própria.



Figura 7 – Inserção do implante de superfície tratada.

Fonte: Autoria própria.

Imediatamente após a instalação dos implantes (Figura 8), a estabilidade primária foi mensurada por meio do aparelho analisador de frequência por ressonância (Osstell® Instrument, Integration Diagnostics AB, Gotemburgo, Suécia) (Figura 9). As aferições foram realizadas em quatro posições distintas do implante (Figura 10), utilizando-se um transdutor compatível (SmartPegs™ Instrument, Integration Diagnostics AB, Gotemburgo, Suécia) que foi aparafusado no implante (Figura 11). Desta forma, foram obtidas quatro leituras para cada implante e, em seguida, foi realizada uma média aritmética.

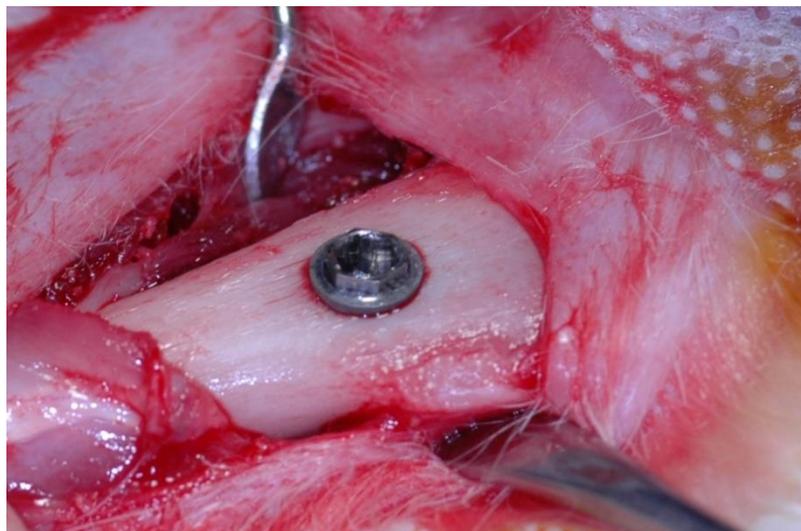


Figura 8 – Implante inserido.

Fonte: Autoria própria.



Figura 9 – Osstell® ISQ.
Fonte: Autoria própria.

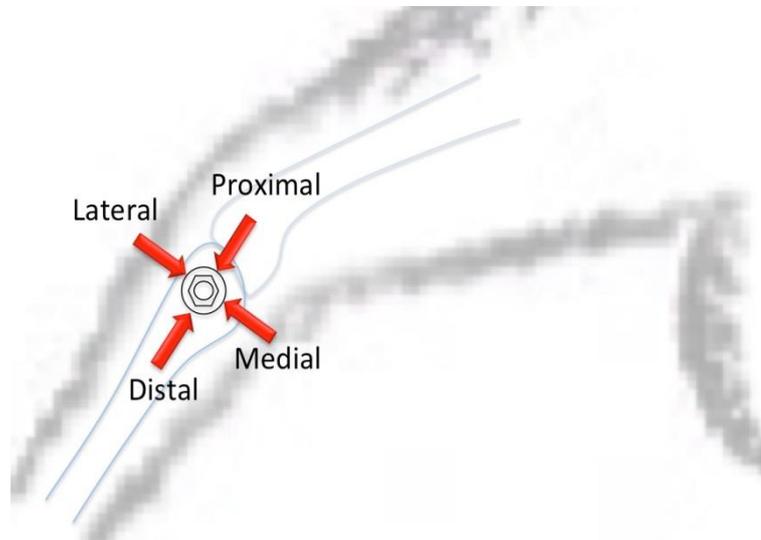


Figura 10 – Posições das leituras com Osstell® no implante.
Fonte: Autoria própria.



Figura 11 – Ilustração do SmartPeg™.

Fonte: Manual Osstell®.



Figura 12 – Leitura com a sonda de medição do Osstell®.

Fonte: Autoria própria.

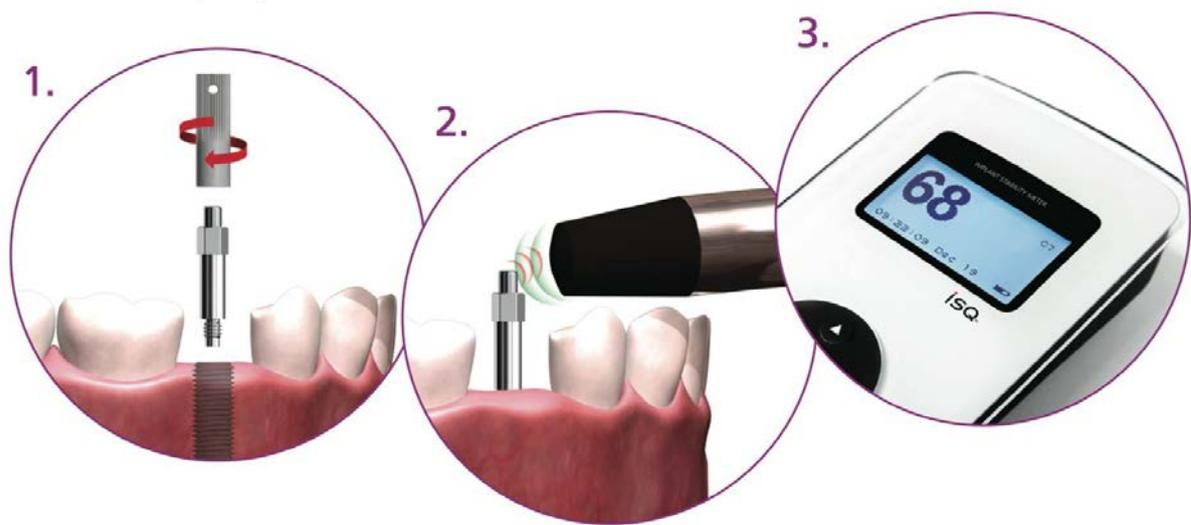


Figura 13 – Sistema completo do Osstell® (1.instalação do SmartPeg, 2.Leitura com a sonda, 3.Valor em ISQ obtido)

Fonte: Manual Osstell®.

A sutura foi realizada em planos, empregando-se fio absorvível de Poliglactina 910 (Vycril 4.0, Ethicon, Johnson Prod., São José dos Campos, Brasil) com pontos contínuos no plano muscular e fio não-absorvível de Nylon (Ethicon 4.0, Johnson, São José dos Campos, Brasil) com pontos interrompidos no plano da derme (Figura 14). No pós-operatório, os animais receberam administração via intramuscular de Pentabiótico (0,1ml/Kg, Fort Dodge Saúde Animal Ltda, São Paulo, Brasil) e de Dipirona Sódica (1mg/Kg/dia, Ariston Indústrias Químicas e Farmacêuticas Ltda, São Paulo, Brasil) em dose única.



Figura 14 – Sutura com Nylon 4.0.

Fonte: Autoria própria.

Posteriormente a sutura, os coelhos pertencentes ao grupo II receberam novamente a aplicação do laser AsGaAl em baixa intensidade (DMC Equipamentos, Whitening Lase II, São Carlos, Brasil) com fluência de $8,7\text{J}/\text{cm}^2$ por ponto, externamente na derme, perpendicularmente em 4 pontos diferentes (Figura 15).

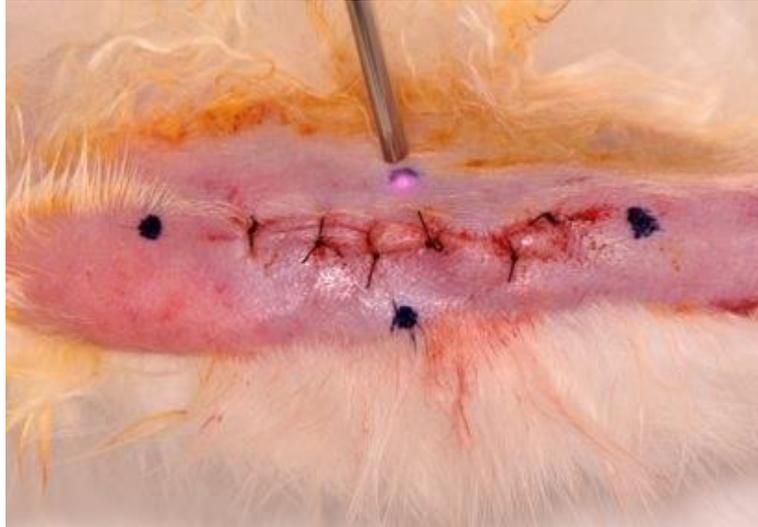


Figura 15 – Aplicação do Laser com quatro pontos.

Fonte: Autoria própria.

4. FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise de Frequência por Ressonância

Após os períodos pós-operatórios de 21 e 42 dias, os animais foram submetidos aos mesmos protocolos pré-operatórios e operatórios. Os implantes foram reabertos para uma nova mensuração de medidas de frequência por ressonância utilizando-se o aparelho Osstell®.

4.2 Análise Biomecânica – Remoção por Contra-Torque

Em seguida, foi realizado uma análise biomecânica por meio de medidas de torque de remoção, em que foi mensurado a força necessária em N·cm para romper a interface formada entre osso e implante. Para isto, foi utilizado um torquímetro digital (Torque gauge BGI, Mark 10 Corporation, New York, EUA) (Figuras 16 e 17), que mediu a resistência óssea à remoção no modo contra-torque. Este aparelho estabelece medidas com indicações decimais de torque em unidades de N·cm. Os valores foram anotados e tabulados.



**Figura 16 – Torquímetro modelo BGI da marca Mark 10 Corporation.
Fonte: Autoria própria.**



**Figura 17 – Remoção dos implantes com torquímetro digital.
Fonte: Autoria própria.**

Após essa etapa, foi realizada a eutanásia dos animais com injeção de pentobarbital sódico em uma sobredosagem conforme os procedimentos preconizados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA). Em seguida, foi removido as tíbias direita e esquerda dos coelhos. As peças foram fixadas no formol neutro a 10% tamponado, descalcificadas em EDTA e submetidas ao processamento para coloração com Hematoxilina-Eosina, no laboratório de Histologia do Departamento de Cirurgia e Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia de Araçatuba. A leitura foi realizada em microscopia óptica e em seguida foi realizada análise histológica qualitativa.

4.3 Análise Estatística

Após verificação do atendimento dos pressupostos de normalidade e de homogeneidade de variância, os valores de frequência por ressonância, foram submetidos à análise de variância a três critérios. A comparação entre os dados de contra-torque foi realizada pela análise de variância a dois critérios. O teste de Tukey foi aplicado para realização das comparações múltiplas. Para os cálculos estatísticos foi utilizado o programa SPSS 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), adotando o nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

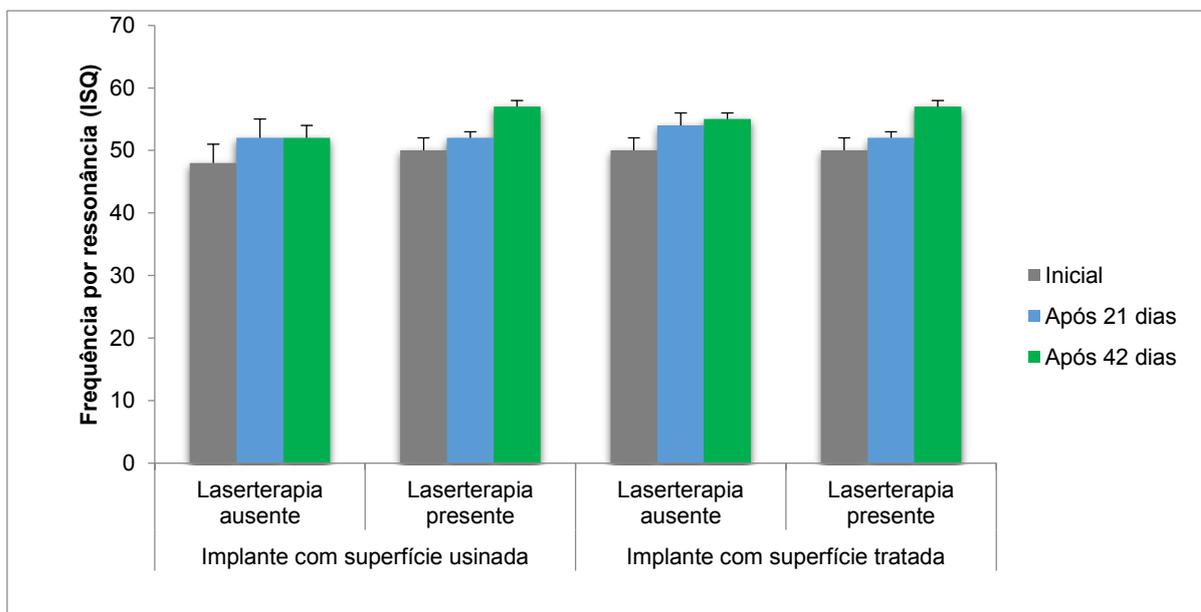
5.1 Análise de Frequência por Ressonância

A tabela 1 e o gráfico 1 apresentam a análise descritiva, em termos de médias e desvios padrão, dos valores de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante e a realização da laserterapia, nos momentos inicial e após 21 e 42 dias de espera.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante, a irradiação com laser e o tempo.

| Superfície do implante | Laserterapia | Tempo | Frequência por ressonância (ISQ) |
|------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|
| Usinada | Ausente | Inicial (0) | 48 (3) |
| | | Após 21 dias | 52 (3) |
| | | Após 42 dias | 52 (2) |
| | Presente | Inicial (0) | 50 (2) |
| | | Após 21 dias | 52 (1) |
| | | Após 42 dias | 57 (1) |
| Tratada | Ausente | Inicial (0) | 50 (2) |
| | | Após 21 dias | 54 (2) |
| | | Após 42 dias | 55 (1) |
| | Presente | Inicial (0) | 50 (2) |
| | | Após 21 dias | 52 (1) |
| | | Após 42 dias | 57 (1) |

Gráfico 1 – Diagrama de colunas dos valores médios e desvio padrão de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante, a irradiação com laser e o tempo.



A análise de variância a três critérios revelou que não houve interação tripla significativa entre as variáveis *Superfície x Laserterapia x Tempo* ($p = 0,735$). A interação *Superfície x Laserterapia* revelou-se significativa ($p = 0,011$), assim como a

interação *Laserterapia x Tempo* ($p = 0,006$). Já a interação *Superfície x Tempo* não foi significativa ($p = 0,970$).

Os resultados do teste de Tukey, aplicado para o desmembramento da interação *Superfície x Laserterapia*, podem ser visualizados na tabela 2. Na ausência de irradiação com laser, em todos os momentos de análise (0, 21 e 42 dias), a frequência por ressonância obtida com os implantes SJA foi significativamente superior àquela observada para os implantes SU. Na presença de laserterapia não se verificou diferença significativa na frequência por ressonância mensurada para implantes SJA e SU.

Tabela 2 – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser, independentemente do tempo.

| Superfície do implante | Laserterapia | |
|------------------------|------------------|------------------|
| | Ausente | Presente |
| Usinada | 50 (3) Bb | 52 (4) Aa |
| Tratada | 52 (3) Aa | 52 (3) Aa |

*Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre superfícies dentro de cada coluna.
Letras minúsculas distintas indicam efeito significativo da laserterapia dentro de cada linha.*

Comparando-se o efeito da laserterapia sobre a frequência por ressonância dos implantes SU constatou-se que, realizando-se a irradiação com laser, foram obtidos valores significativamente mais elevados (tabela 2), independentemente do tempo. Já para os implantes SJA, a laserterapia não influenciou significativamente os valores de frequência por ressonância (tabela 2).

A tabela 3 revelou os resultados do teste de Tukey, aplicado para o desmembramento da interação *Laserterapia x Tempo*. Utilizando-se ou não o laser, valores significativamente menores de frequência por ressonância foram observados inicialmente (tempo 0). Na ausência de irradiação com laser, não se observou diferença significativa entre os valores de frequência por ressonância após 21 e 42 dias de espera, independentemente do tipo de superfície dos implantes. Já, com a aplicação do laser, após 42 dias de espera, obteve-se valores significativamente mais altos de frequência por ressonância em relação ao tempo de espera de 21 dias.

Tabela 3 – Médias e desvios padrão dos valores de frequência por ressonância, segundo a irradiação com laser e o tempo, independentemente do tratamento de superfície do implante.

| Tempo | Laserterapia | |
|--------------|------------------|------------------|
| | Ausente | Presente |
| Inicial (0) | 49 (3) Ba | 50 (2) Ca |
| Após 21 dias | 53 (3) Aa | 52 (1) Ba |
| Após 42 dias | 54 (2) Ab | 57 (1) Aa |

*Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre tempos dentro de cada coluna.
Letras minúsculas distintas indicam efeito significativo da laserterapia dentro de cada linha.*

Nos tempos 0 e 21, a laserterapia não influenciou os valores de frequência por ressonância, enquanto após 42 dias, a irradiação com laser ocasionou aumento significativo da frequência por ressonância (tabela 3).

5.2 Análise Biomecânica – Remoção dos Implantes por Contra-Torque

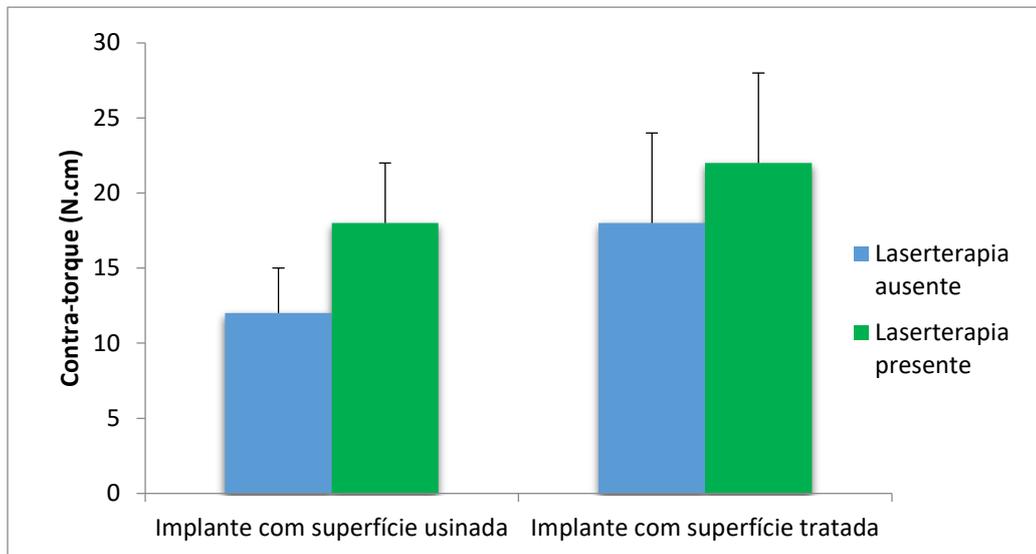
Pela tabela 4 e o gráfico 2 pode-se visualizar os valores médios e os desvios padrão do contra-torque, segundo o tratamento da superfície do implante e a realização da laserterapia.

Tabela 4 – Médias e desvios padrão dos valores de contra-torque (N·cm), segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser.

| Superfície do implante | Laserterapia | | Média geral |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Ausente | Presente | |
| Usinada | 12 (3) | 18 (4) | 15 (5) B |
| Tratada | 18 (6) | 22 (6) | 20 (6) A |
| Média geral | 15 (6) b | 20 (5) a | — |

*Letras maiúsculas distintas indicam diferença significativa entre superfícies.
Letras minúsculas distintas indicam efeito significativo da laserterapia.*

Gráfico 2 - Diagrama de colunas dos valores médios e desvio padrão de contra-torque (N.cm), segundo o tratamento da superfície do implante e a irradiação com laser.



A análise de variância a dois critérios demonstrou não haver interação significativa entre as variáveis *Superfície* x *Laserterapia* ($p = 0,631$). Independentemente de ter sido ou não aplicado o laser, o contra-torque aferido para os implantes SJA foi significativamente maior que aquele proporcionado pelos implantes SU ($p = 0,002$), como se nota na tabela 4 e no gráfico 2. Independentemente se a superfície dos implantes era usinada ou tratada, a laserterapia resultou em aumento significativo do contra-torque ($p = 0,003$; tabela 4; gráfico 2).

5.3 Análise Histológica Qualitativa

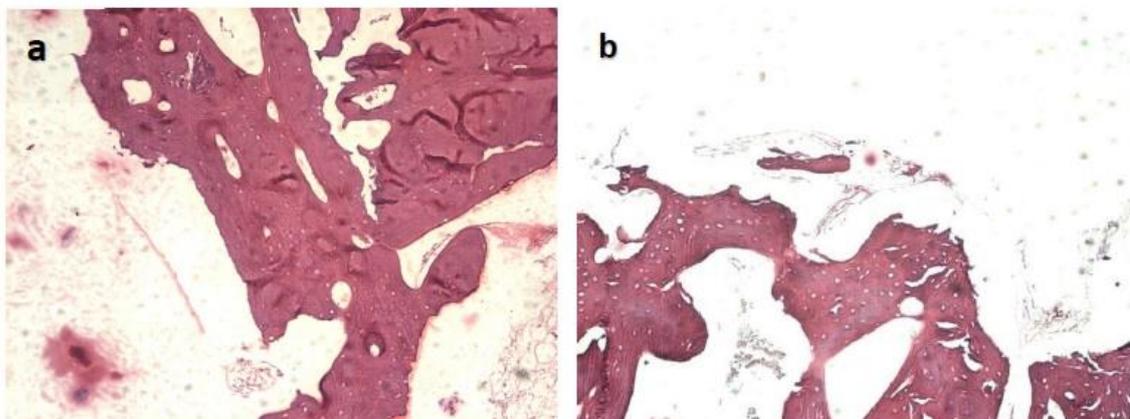


Figura 18 – Grupo I SU1 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X)

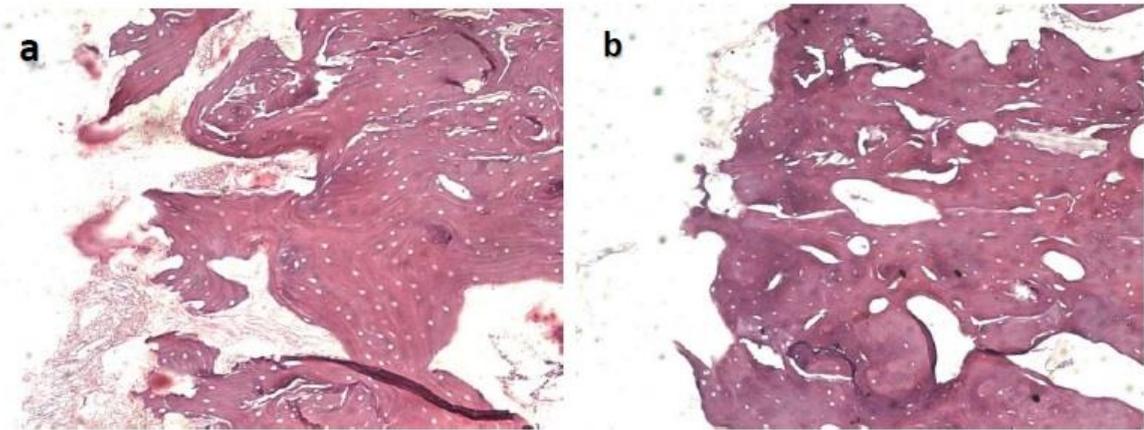


Figura 19 – Grupo II SU2 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X)

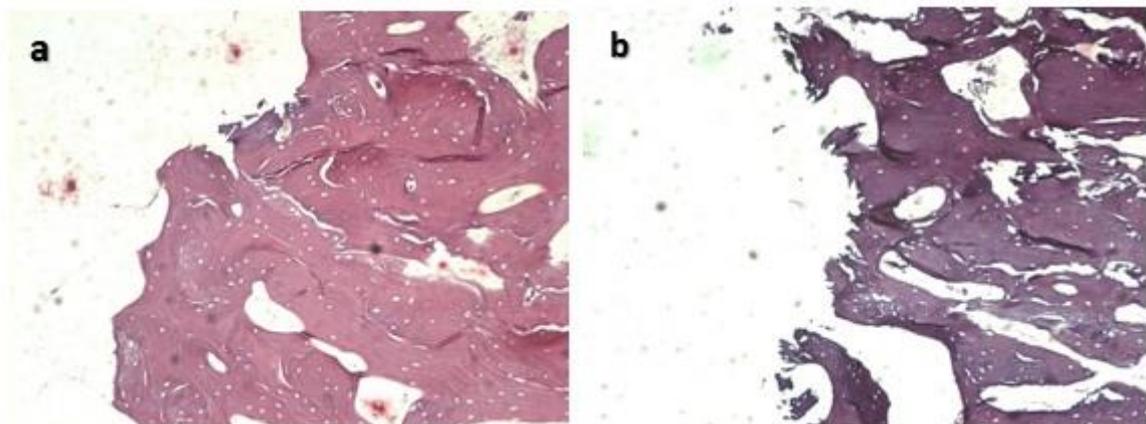


Figura 20 – Grupo I SJA1 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X)

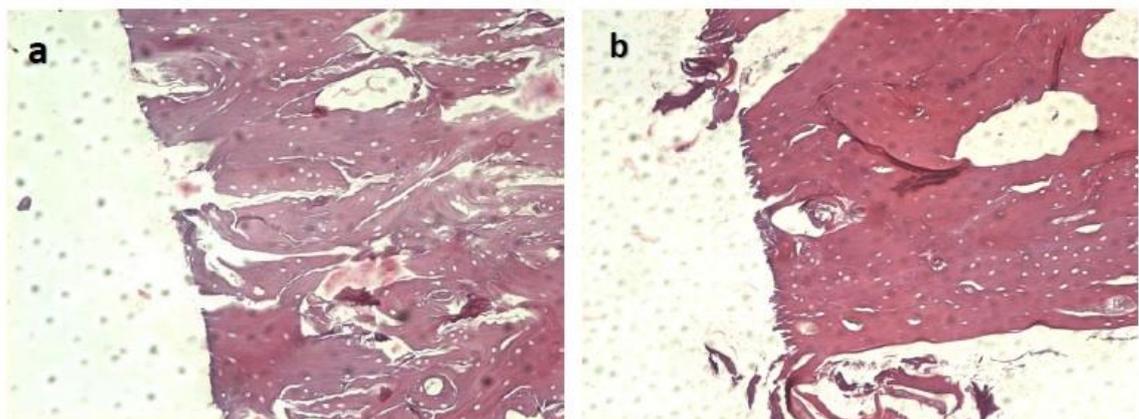


Figura 21 – Grupo II SJA2 após 21 (a) e 42 (b) dias de implantação (HE 125X)

Aos 21 dias no grupo SU1 (Figura 18a), 42 dias no grupo SU1 (Figura 18b) e 21 dias no grupo SU2 (Figura 19a) pode-se notar tecido ósseo com formato de roscas ao redor do implante (área negativa), sugerindo que a fratura provocada pelo contra-torque ocorreu na interface formada entre osso e implantes. Já, aos 42 dias no

grupo SU2 (Figura 19b) foi possível observar tecido ósseo dilacerado sem presença de roscas residuais, sugerindo melhor interface formada entre osso e implante.

Aos 21 dias no grupo SJA1 (Figura 20a) pode-se notar tecido ósseo dilacerado, mas com presença de roscas residuais ao redor do implante (área negativa), sugerindo que a fratura provocada pelo contra-torque ocorreu na interface formada entre osso e implantes. Enquanto aos 21 dias no grupo SJA2 (Figura 21a), 42 dias no grupo SJA1 (Figura 20b) e 42 dias no grupo SJA2 (Figura 21b) pode-se notar tecido ósseo dilacerado (área negativa), sugerindo melhor interface formada entre osso e implante.

6. DISCUSSÃO

O Laser de baixa potência apresenta vários efeitos terapêuticos, entre eles a aceleração dos processos de cicatrização, regeneração óssea, atenuação de processos dolorosos, entre outros (TRELLES & MAYAYO, 1987; SILVA, 2007; SANTIAGO, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008). No entanto, alguns autores (DAVID et al., 1996; KUCEROVÁ et al., 2000; JAKSE et al., 2007) não encontraram tais efeitos em seus estudos. (MESTER et al., 1971), iniciou os primeiros trabalhos para a bioestimulação com laser de baixa intensidade e, a partir daí, vários foram os autores que descreveram os efeitos do laser de baixa intensidade reconhecendo-o como terapêutico (KARU et al., 1987; MAILLET, 1987; TRELLES & MAYAYO, 1987; KARU, 1989; SMITH, 1991; YAMADA, 1991; BARUSHKA et al., 1995; YAAKOBI et al., 1996; SAITO & SHIMIZU, 1997; LUGER et al., 1998; REDDY et al., 1998; ALMEIDA-LOPES, 1999; LIZARELLI et al., 1999; DÖRTBUDACK et al., 2000; FUTAMI et al., 2000; AMORIM, 2001; BAGNATO, 2001; BLAY, 2001; UEDA & SHIMIZU, 2001; DÖRTBUDACK et al., 2002; SILVA JÚNIOR et al., 2002; CASTILHO FILHO, 2003; GUZZARDELLA et al., 2003; NICOLA et al., 2003; PINHEIRO et al., 2003; PUGLIESE et al., 2003; ALMEIDA-LOPES, 2004; KHADRA et al., 2004; PINHEIRO et al., 2004; KHADRA et al., 2005a; KHADRA et al., 2005b; KHADRA et al., 2005c; NEVES, 2005; HODE & TUNÉR, 2006; MORALES, 2006; GENOVESE, 2007; KIM, 2007; SANTIAGO, 2007; SILVA, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008).

O processo de osseointegração é diretamente dependente da circulação sanguínea local e, sabe-se que, em um ambiente com boa vascularização, a formação óssea é favorecida (TRELLES & MAYAYO, 1987). O laser de baixa intensidade é

muito utilizado como meio terapêutico para estimular a microcirculação, uma vez que promove um aumento da produção de células endoteliais (MESTER et al., 1971). Apresenta ainda, os efeitos secundários, como o aumento dos nutrientes, oxigênio e elementos sanguíneos de defesa, traduzindo uma capacidade anti-inflamatória (TRELLES & MAYAYO, 1987; SILVA, 2007; SANTIAGO, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008). A ação anti-inflamatória é considerada outro fator que estimula a osseointegração (DÖRTBUDACK et al., 2000), portanto, a irradiação por laser de baixa intensidade em implantes osseointegráveis resulta em uma melhor interface osso-implante (GUZZARDELLA et al., 2003).

No presente estudo, a avaliação da osseointegração de implantes instalados em tíbias de coelhos após 21 e 42 dias, foi efetuada utilizando-se dois métodos biomecânicos: torque de remoção dos implantes e análise da frequência por ressonância. O torque de remoção avaliou indiretamente o grau de osseointegração do implante. Assim como os trabalhos realizados (JOHANSSON et al., 1987; JOHANSSON et al., 1991; JOHANSSON et al., 1998) avaliaram o torque necessário para remover diferentes tipos de implantes em tíbias de coelhos, investigando a estabilidade da interface osso e implante, pela ruptura desta ligação em diferentes períodos de tempo. Esses trabalhos afirmaram que vários fatores, como estrutura da superfície dos implantes, geometria dos implantes, estrutura da interface e o tipo de osso envolvido, podem influenciar nos valores do torque de remoção. Neste estudo, a geometria dos implantes e a localização de sua instalação foram padronizadas, e os valores obtidos tanto no torque de remoção, quanto a frequência de ressonância foram avaliados nas mesmas condições tanto para o grupo I, bem como, para o grupo II. Ressalta-se que os implantes do grupo II (com irradiação do laser de baixa intensidade) apresentaram valores de torques de remoção estatisticamente superiores ($p < 0,05$) quando comparados com os implantes de grupo I (sem irradiação do laser de baixa intensidade). Estudo anterior (BLAY, 2001) apresentou resultado semelhante a este, em que implantes instalados em tíbias de coelhos, que foram submetidas à irradiação com laser de baixa intensidade e tiveram valores de torque de remoção estatisticamente superiores ($p < 0,05$) quando comparados com implantes instalados em tíbias de coelhos sem a irradiação com laser de baixa intensidade.

O metabolismo ósseo em coelhos é de até 4 vezes mais rápido quando comparado ao do ser humano (ROBERTS & GARETO, 2009). Neste sentido, 6 semanas em coelhos é um período que pode-se esperar a osseointegração de

implantes. No ser humano, este período poderá ser de até 4 vezes mais tardio, que corresponderia a 24 semanas. O presente estudo analisou as alterações na estabilidade dos implantes na tíbia de coelhos após 21 e 42 dias que correspondem a 3 e 6 semanas. Nestes períodos é possível analisar as fases precoces e mais avançadas da osseointegração.

As inúmeras pesquisas envolvendo o laser em baixa intensidade têm revelado melhorias nos processos de bioestimulação, reparação tecidual, regeneração e remodelação óssea e atenuação dos processos dolorosos (DÖRTBUDACK et al., 2000; DÖRTBUDACK et al., 2002). Essa tecnologia poderá ajudar na aceleração do metabolismo de osseointegração, diminuindo o tempo de espera para colocação de carga sobre os implantes. Muitos estudos (DÖRTBUDACK et al., 2000; DÖRTBUDACK et al., 2002; GUZZARDELLA et al., 2003; JAKSE et al., 2007) sugerem que o sistema mitocondrial, ou mesmo as porfirinas endógenas da célula, sejam os cromóforos absorvedores de energia nas terapias com os lasers em baixa intensidade.

O laser de baixa intensidade pode ser apresentado no modo pulsado e contínuo (UEDA & SHIMIZU, 2001). O modo pulsado exerce maior efeito de bioestimulação em osteoblastos (DÖRTBUDACK et al., 2000), formação óssea, atividade da fosfatase alcalina e expressão do gene fosfatase alcalina *in vitro* (UEDA & SHIMIZU, 2001), quando comparado ao laser de baixa intensidade no modo contínuo. Este fato justificou a utilização do laser de baixa intensidade no modo pulsado para que pudéssemos obter os efeitos superiores de bioestimulação óssea neste estudo.

A literatura científica não fornece uma evidência quanto ao momento cirúrgico da irradiação do laser de baixa potência. Neste estudo, a irradiação por laser de baixa potência foi realizada no trans e pós-operatório imediatamente após a sutura. (BLAY 2001), em seu estudo, para avaliar os efeitos do laser de baixa potência em implantes, também realizou a laserterapia no trans e pós-operatório. Entretanto, outros estudos (GUZZARDELLA et al., 2003; CASTILHO FILHO, 2003; KHADRA et al., 2004; JAKSE et al., 2007) realizaram a irradiação por laser de baixa potência apenas no pós-operatório. Estes estudos encontraram valores superiores de extensão linear de contato osso e implante (GUZZARDELLA et al., 2003; KHADRA et al., 2004) e de torque de remoção (BLAY, 2001; CASTILHO FILHO, 2003) quando comparados com os implantes instalados sem a irradiação por laser. O laser de baixa intensidade pode atuar benéficamente também em regiões submetidas a enxerto ósseo seguido da

instalação de implantes. (JAKSE et al., 2007), em um estudo experimental em ovelhas relataram que possivelmente a laserterapia pós-operatória teve um efeito positivo na osseointegração dos implantes instalados imediatamente após o cirurgia de elevação da membrana sinusal.

O laser de baixa intensidade utilizado no presente estudo foi semiconductor com comprimento de onda de 880nm. Esse comprimento de onda apresenta um grande número de aplicações em odontologia, pois produzem efeitos fotobiológicos que promovem bioestimulação (LIZARELLI et al., 1999; DÖRTBUDACK et al., 2000; BLAY, 2001; UEDA & SHIMIZU, 2001; DÖRTBUDACK et al., 2002; CASTILHO FILHO, 2003; GUZZARDELLA et al., 2003; NEVES, 2005; MORALES, 2006; KIM, 2007; TORRES & TEIXEIRA, 2008). Além disso, esse comprimento de onda possui uma grande profundidade de penetração nos tecidos biológicos, pois a água e a hemoglobina têm baixo coeficiente de absorção para estes comprimentos de onda (GUZZARDELLA et al., 2003).

Neste estudo, o laser de baixa potência apresentou efeitos benéficos no processo de osseointegração, em que implantes submetidos à irradiação de laser de baixa intensidade no trans e pós-operatório imediato apresentaram valores de torque de remoção superiores quando comparados a implantes instalados sem a irradiação do laser. No entanto, trabalhos anteriores (KUCEROVÁ et al., 2000; MORALES, 2006; TORRES & TEIXEIRA, 2008) não encontraram efeitos positivos significativos da terapia laser de baixa intensidade na osseointegração e reparo alveolar. (KUCEROVÁ et al., 2000), mostraram que a terapia de laser de baixa intensidade não foi significativamente eficiente no processo de reparo alveolar após exodontia de molares. (MORALES, 2006), não evidenciou o efeito do laser de AsGaAl na estabilidade dos implantes com o aparelho Osstell®, porém os padrões de reparação óssea e a taxa de osseointegração entre os implantes não foi similar. (TORRES & TEIXEIRA, 2008), relataram que o laser de baixa potência não mostrou efeito estatisticamente significativo na porcentagem de contato osso e implante.

O presente estudo teve o objetivo de acrescentar à literatura científica os resultados obtidos para que o clínico possa utilizar o laser em baixa intensidade com a certeza de que uma regeneração óssea mais rápida poderá ser conseguida. Os resultados obtidos no presente estudo confirmam a hipótese de que a radiação por laser, emitida em baixa intensidade com comprimentos de onda de 810nm, possuem efeito bioestimulante sobre o tecido ósseo ao redor de implantes comprovados pela

análise biomecânica por meio de medidas de torque de remoção. Dessa forma, esta terapia pode ser considerada um importante coadjuvante na clínica de implantodontia. No entanto, uma vez que a análise histológica qualitativa não mostrou grandes diferenças entre as mesmas superfícies com e sem a aplicação do laser de baixa intensidade, estudos histométricos, imunoistoquímicos e tomográficos são necessários para ratificar e elucidar os resultados obtidos neste trabalho.

7. CONCLUSÃO

Diante dos resultados alcançados conclui-se que o laser de baixa intensidade acelerou as fases iniciais do processo de osseointegração, permitindo valores de torque de remoção superiores quando comparados a implantes instalados sem a irradiação por laser.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA-LOPES L. Análise in vitro da Proliferação Celular de Fibroblastos de Gengiva Humana Tratados com Laser de Baixa Potência, 1999. Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade Vale do Paraíba como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. São José dos Campos, SP, 1999.
2. ALMEIDA-LOPES L. Laserterapia na Odontologia. Revista Biodonto - Clínica Odontológica Integrada, Bauru 2004; 1:1-89.
3. AMORIM JCF. Reparação gengival após técnica de gengivectomia e aplicação de laser em baixa intensidade: avaliação clínica e biométrica em humanos. 2001. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
4. BAGNATO VS. Os fundamentos da luz laser. J BrasClín Odontológica Integrada 2001; 5(20).
5. BLAY A. Efeitos da radiação laser em baixa intensidade no mecanismo de osseointegração de implantes: estudo in vivo. 2001. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

6. BARUSHKA O, YAAKOBI T, ORON U. Effect of low energy laser (He-Ne) irradiation on the process of bone repair in the rat tibia. *Bone* 1995; 16(1):47-55.
7. CASTILHO FILHO T. Avaliação biomecânica da ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tíbias de coelhos. 2003. 64f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Lasers em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
8. DAVID R, NISSA M, COHEN I, SOUDRY M. Effect of low-power He-Ne laser on fracture healing in rats. *Lasers Surg. Med* 1996; 19(4):458-64.
9. DÖRTBUDACK O, HAAS R, MAILATH-POKORNY G. Biostimulation of bone marrow cells with a diode soft laser. *Clinic. Oral Impl. Res* 2000; 11(6):540-45.
10. DÖRTBUDACK O, HAAS R, MAILATH-POKORNY G. Effect of low – power laser irradiation on bony implant sites. *Clinic. Oral Impl. Res* 2002, 13(3):288-92.
11. ELIAS CN, LIMA JHC, SANTOS MV. Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica. *Rev ImplantNews* 2008; 5(5):467-476.
12. FAEDA RS, TAVARES HS, SARTORI R, GUASTALDI AC, MARCANTONIO EJr. Evaluation of titanium implants with surface modification by laser beam. Biomechanical study in rabbit tibias. *Braz Oral Res* 2009; 23(2):137-43.
13. FUTAMI T, FUJII N, OHNISHI H, TAGUCHI N, KUSAKARI H, OHSHIMA H, MAEDA T. Tissue response to titanium implants in the rat maxilla: ultrastructural and histochemical observations of the bone-titanium interface. *J. Periodontol* 2000; 71(2):287-98.
14. GENOVESE WJ. Laser de Baixa Intensidade. Aplicações Terapêuticas em Odontologia. São Paulo: Livraria e Editora Santos, 2007; 130.
15. GUTKNECHT N, EDUARDO CP. A Odontologia e o laser: atuação do laser na especialidade odontológica. São Paulo: Quintessence, 2004.
16. GUZZARDELLA GA, TORRICELLI P, NICOLI-ALDINI N, GIARDINO R. Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study. *Clin Oral Implants Res* 2003; 14(2):226-32.
17. HODE L, TUNÉR J. Wrong parameters can give just any results. *Lasers Surg Med* 2006; 8(4):343.

18. JAKSE N, PAYER M, TANGL S, BERGHOLD A, KIRMEIER R, LORENZONI M. Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation. An experimental study on sheep. *Clinical oral implants research* 2007; 18(4):517-24.
19. JOHANSSON CB, ALBREKTSSON T. Integration of screw implants in the rabbit: A 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1987; 2(2):69-75.
20. JOHANSSON CB, HAN CH, WENNERBERG A, ALBREKTSSON T. A quantitative comparison of machined commercially pure Titanium and Titanium-Aluminum-Vanadium implants in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13(3):315-21.
21. JOHANSSON CB, SENNERBY L, ALBREKTSSON T. A removal torque and histomorphometric study of bone tissue reactions to commercially pure Titanium and Vitallium® implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991; 6(4):437-41.
22. KARU T. Laser biostimulation: a photobiological phenomenon. *J. Photochem. Photobiol. B* 1989; 3(4):638-40.
23. KARU T. Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. *IEEE J Quantum Electron* 1987; 23(10):1703-17.
24. KHADRA M, LYGSTADAAS SP, HAANAES HR, MUSTAFA K. Determining optimal dose of laser therapy for attachment and proliferation of human fibroblasts cultured on titanium implant material. *J. Biomed. Mater. Res. A* 2005b; 73(1):55-62.
25. KHADRA, LYGSTADAAS SP, HAANAES HR, MUSTAFA K. Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomater* 2005a; 26(17):3503-9.
26. KHADRA, M. et al. Laser therapy accelerates initial attachment and subsequent behaviour of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. A scanning electron microscopic and histomorphometric analysis. *Clin. Oral Implants Res* 2005c; 16(2):168-75.
27. KHADRA M, RONOLD HJ, LYGSTADAAS SP, ELLINGSEN JE, HAANAES HR. Low-level laser therapy stimulates bone-implant interaction: an experimental study in rabbits. *Clin Oral Implants Res* 2004; 15(3):325-32.
28. KIM YD, KIM SS, HWANG DS, KIM SG, KWON YH, SHIN SH, KIM UK, KIM JR, CHUNG IK. Effect of low-level laser treatment after installation of dental

titanium implant-immunohistochemical study of RANKL, RANK, OPG: an experimental study in rats. *Lasers SurgMed* 2007; 39(5):441-50.

29. KUCEROVÁ H, DOSTÁLOVÁ T, HIMMLOVA L, BÁRTOVÁ J, MAZÁNEK J. Low-level laser therapy after molar extraction. *J Clin Laser Med Surg* 2000; 18(6):309-15.

30. LIZARELLI RFZ, CICONELLI KPC, BRAGA CA, BERRO RJ. Low-powered laser therapy associated with oral implantology. in *Lasers in Dentistry V*, John D. B. Featherstone, Peter Rechmann, D.D.S., Daniel Fried, Editors, *Proceedings of SPIE* 1999; 3593:69-73.

31. LUGER EJ, ROCHKIND S, WOLLMAN Y, KOGAN G, DEKEL S. Effect of low-power laser irradiation on the mechanical properties of bone fracture healings rats. *Laser Surg. Med* 1998; 22(2):97-102.

32. MAILLET H. O laser: princípios e técnicas de aplicação. São Paulo: Manole 1987; 538.

33. MAIMAN TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 1960; 187:493-494.

34. MESTER E, SPIRY T, SZENDE B, TOTA JG. Effect of laser rays on wound healing. *Am J Surg* 1971; 122(4):532-5.

35. MORALES, JMG. Efeito Avaliação do efeito da irradiação com laser de diodo de GaAlAs na estabilidade de implantes de titânio por meio da análise de frequência de ressonância Dissertação Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia. São Paulo, SP, 2006.

36. NEVES LS, SILVA CMS, HENRIQUES JFC, CANÇADO RH, HENRIQUES RP, JANSON G. A utilização do laser em Ortodontia. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial* , Maringá 2005; 10(5):149-156.

37. NICOLA RA, JORGETTI V, RIGAU J, PACHECO MTT, DOS REIS LM, ZÂNGARO RA. Effect of low-power GaAlAs laser (660 nm) on bone structure and cell activity: an experimental animal study. *Lasers Med. Sci* 2003; 18(2):89-94.

38. 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* 2004; 21(5):301-6.

39. PINHEIRO ALB, LIMEIRA JÚNIOR FA, GERBI MEM, RAMALHO LMP, MARZOLA C, PONZI EAC. Effect of low level laser therapy on the repair of bone defects grafted with inorganic bovine bone. *Braz. Dent. J* 20013; 14(3):177-81.
40. PULGLIESE LS, MEDRADO AP, REIS SR, ANDRADE ZA. The influence of low-level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesq. Odontol. Bras* 2003; 17(4):307-13.
41. QUEIROZ TP, SOUZA FÁ, GUASTALDI AC, MARGONAR R, GARCIA-JÚNIOR IR, HOCHULI-VIEIRA E. Commercially pure titanium implants with surfaces modified by laser beam with and without chemical deposition of apatite. *Biomechanical and topographical analysis in rabbits. Clin Oral Implants Res* 2013; 24(8):896-903.
42. REDDY GK, STEHNO-BITTEL L, ENWEMEKA CS. Laser photostimulation of collagen production in healing rabbit Achilles tendons. *Lasers Surg. Med* 1998; 22(5):281-7.
43. ROBERTS WE, GARETTO LP. "Bone Physiology and metabolism" in *Contemporary Implant Dentistry*. St. Louis, Mo, USA: Mosby 2009; 225-37.
44. 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. DentofacOrthop* 1997; 111(5):525-32.
45. SANTIAGO VCCE. Avaliação do efeito do soft laser no processo de reparo ósseo pós-disjunção da sutura palatina mediana em cães. 2007. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde, da Universidade de Marília (UNIMAR), para obtenção do Título de Mestre em Clínica Odontológica, área de concentração em Ortodontia, 2007.
46. SILVA JÚNIOR AN, PINHEIRO AL, OLIVEIRA MG, WEISMANN R, RAMALHO LM, NICOLAU RA. Computadorized morphometric assesment of the effect of low-level laser therapy on bone repair: an experimental animal study. *J. Clin. Laser Med. Surg* 2002; 20(2):83-7.
47. SILVA TCDA. Estudo in vivo dos efeitos biomoduladores de um laser em baixa intensidade no fator de crescimento endotelial vascular / In vivo study of the biomodulato reffects of low level laser therapyon vascular endothelial growth factor. Tese apresentada a Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia de Bauru para obtenção do grau de Mestre, 2007.
48. SMITH, KC. The photobiological basis of low level laser radiation therapy. *Laser Therapy* 1991; 3:19-25.

49. SOUZA FA, QUEIROZ TP, GUASTALDI AC, GARCIA-JÚNIOR IR, MAGRO-FILHO O, NISHIOKA RS, SISTI KE, SONODA CK. Comparative in vivo study of commercially pure Ti implants with surfaces modified by laser with and without silicate deposition: Biomechanical and scanning electron microscopy analysis. *J Biomed Mater Res Part B* 2013; 101(1):76-84.
50. SOUZA FÁ, QUEIROZ TP, SONODA CK, OKAMOTO R, MARGONAR R, GUASTALDI AC, NISHIOKA RS, GARCIA JÚNIOR IR. Histometric analysis and topographic characterization of cp Ti implants with surfaces modified by laser with and without silica deposition. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014; 102(8):1677-88.
51. TORRES MRO, TEIXEIRA E. Influência do laser de baixa potência (GaAlAs – λ 830nm) na formação óssea em relação à estabilidade primária em osso tipo IV. *Journal of Dental Science* 2008; 22:2636-3055.
52. TRELLES MA, MAYAYO E. Bone fracture consolidates faster with low power laser. *Lasers Surg. Med* 1987; 7:36-45.
53. UEDA Y, SHIMIZU N. Pulse irradiation of low-power laser stimulates bone nodule formation. *J. Oral Sci* 2001; 43(1):55-60.
54. YAAKOBI T, MALTZ L, ORON U. Promotion of bone repair in the cortical bone of the tibia in rats by low energy laser (He-Ne) irradiation. *Calcif. Tissue Int* 1996; 59(4):297-300.
55. YAMADA K. Biological effects of low power laser irradiation on clonal osteoblastic cells. *J JpnOrhopAssoc* 1991; 65(9):787-99.

ANEXO - COMITÊ DE ÉTICA



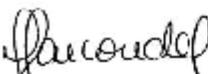
Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA)
Committee for Ethical Use of Animals (CEUA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto "Avaliação do processo de reparo ao redor de implantes com superfícies modificadas experimental e comercialmente disponíveis. Estudo biomecânico e histométrico em coelhos" sob responsabilidade do Pesquisador FRANCISLEY ÁVILA SOUZA e colaboração de Idelmo Rangel Garcia Júnior, Paulo Sérgio Perri de Carvalho e Sabrina Ferreira está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo CEUA, de acordo com o processo FOA-00950-2013.

CERTIFICATE

We certify that the research "Evaluation of repair process around of modified implant surfaces experimental and commercially available. Biomechanical and hystometric study rabbits", process number FOA-00950-2013, under responsibility of FRANCISLEY ÁVILA SOUZA and with collaboration of Idelmo Rangel Garcia Júnior, Paulo Sérgio Perri de Carvalho and Sabrina Ferreira agree with Ethical Principles in Animal Research (COBEA) and was approved by CEUA.


Prof. Adj. MARY MARCONDES
Vice-Coordenadora da CEUA
CEUA Vice-Coordinator