



Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas

FERNANDO RAVAZZI

**REVISÃO SISTEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES DECORRENTES DA
APLICAÇÃO DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE EM SÍTIOS COM
IMPLANTES OSSEOINTEGRÁVEIS**

BARRETOS

2010



FERNANDO RAVAZZI

**REVISÃO SISTEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES DECORRENTES DA
APLICAÇÃO DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE EM SÍTIOS COM
IMPLANTES OSSEOINTEGRÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Implantodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Emília Farias Pontes
Co-orientadora: Profa. Dra. Letícia Helena Theodoro

BARRETOS

2010

Ravazzi, Fernando.

Revisão sistemática das alterações decorrentes da aplicação de laser de baixa intensidade em sítio com implantes osseointegráveis / Fernando Ravazzi. –

Barretos: [s.n.], 2010.

34 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas

Orientador: Profa. Dra. Ana Emília Farias Pontes

1. Implantes dentários 2. lasers 3. osseointegração I. Revisão sistemática das alterações decorrentes da aplicação de laser de baixa intensidade em sítios com implantes osseointegráveis.

DADOS CURRICULARES

FERNANDO RAVAZZI

Nascimento	29/11/1981 – BARRETOS/SP
Filiação	Jair Ravazzi Natalina Fátima Conte Ravazzi
2002/2005	Curso de Odontologia Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.
2006/2007	Especialização em Endodontia Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.
2008	Incorporação nas Forças Armadas (Oficial Dentista do Exército Brasileiro)
2009/2010	Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas – Área de concentração Implantodontia Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Vanessa Pereira de Oliveira Ravazzi pela demonstração de apoio e compreensão em todos os momentos dessa caminhada.

À minha filha Sofia que nasceu há alguns meses, e já se tornou a grande razão da minha vida.

Aos meus queridos pais Jair Ravazzi e Natalina Fátima Conte Ravazzi, que me presentearam com a riqueza do estudo e fizeram de mim não apenas um profissional, mas, sobretudo um ser humano. Compartilharam comigo minhas alegrias e tristezas, incentivando-me a prosseguir sempre.

Portanto, ofereço o sorriso que trago agora em minha face, fruto da esperança, da luta e da crença que vocês fizeram brotar em mim a partir de cada gesto de carinho e apoio.

Querida família, a emoção me cala, ficando a certeza de que hoje lhes ofereço mais essa vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar o meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente e me confortar nas horas difíceis.

À orientadora Profa. Dra. Ana Emília, que com sua notável contribuição calcada na experiência e exercida com grande entusiasmo meu muito obrigado por ter sido meu “porto seguro”.

À Profa. Dra. Letícia H. Theodoro minha fonte prática de informações sempre presente quando precisei.

Ao Reitor do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos Prof. Dr. Álvaro Fernandes Gomes e ao Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa Prof. Dr. Luiz Paulo Geraldo. Ao Prof. Dr. Benedito Egbert Corrêa de Toledo Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas e a Profa. Dra. Ana Emília Farias Pontes Vice-Coordenadora do Curso Pós-Graduação em Ciências Odontológicas pela idealização e dedicação nos trâmites para a concretização do curso de mestrado do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos.

A todos os professores do mestrado, deixo claro que a ciência possui um dinamismo intenso e que estudar sempre se faz necessário para o nosso crescimento profissional. Obrigado pelos 2 anos de aprendizado.

Ao colega Túlio Luiz Durigan Basso, pela colaboração na realização deste estudo.

Aos meus amigos obrigado por tudo.

Fiquem todos com Deus.

Prefácio

Uma das linhas de pesquisa deste Curso de Mestrado, intitulada “Reparação Tecidual”, visa estudar os fenômenos que regem a reparação tecidual após a inserção de implantes osseointegráveis. Considerando então que o laser de baixa intensidade (LBI) tem apresentado efeito biomodulador sobre o tecido ósseo. Surgiu o questionamento de qual seria esse efeito especificamente em sítios perimplantares. Sendo assim, a presente revisão de literatura foi delineada com o intuito de compilar e analisar as evidências científicas sobre este assunto, por meio da busca de estudos que tivessem utilizado análise histológica. Apesar das buscas por estudos de metanálise e estudos clínicos randomizados controlados, apenas estudos em animais foram selecionados e revisados.

Esta dissertação é constituída de um artigo de revisão de literatura que foi enviado para ser publicado no periódico “Ciência e Cultura”.

Sumário

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS	15
5 DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	29
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

Ravazzi F. Revisão sistemática das alterações decorrentes da aplicação de laser de baixa intensidade em sítios com implantes osseointegráveis. [Dissertação de Mestrado]. Barretos: Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas da UNIFEB; 2010.

Atualmente há uma grande demanda por técnicas e materiais que possam intensificar e acelerar o processo de reparo ósseo ao redor de implantes osseointegráveis. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi revisar estudos que tivessem avaliado a biomodulação do laser de baixa intensidade (LBI) em aumentar o contato entre o osso e a superfície do implante e acelerar o processo de reparo ósseo em áreas perimplantares. Para isto, uma busca bibliográfica computadorizada foi realizada no sítio do Medline, EBSCO, e Cochrane Reviews cruzando os termos “laser” e “dental implants” em Junho de 2010. Não foram aplicados limites à pesquisa. Respectivamente, 251, 95, e 12 resumos foram identificados. A busca foi ampliada manualmente, e no total 13 estudos se enquadraram nos critérios de inclusão. Dentre estes não foram encontrados estudos clínicos randomizados controlados ou artigos de revisão sistemática, apenas estudos controlados em animais. Deste total, 12 estudos confirmaram os benefícios do LBI na osseointegração, enquanto um não confirmou tais benefícios, o que segundo os autores possivelmente ocorreu devido ao limitado tamanho da amostra e da variedade dos valores obtidos na quantificação da porcentagem de contato osso-implante. Com base nos estudos revisados, pode-se sugerir que uso do LBI levou ao: aumento do valor do torque de remoção; aumento da deposição de cálcio e fósforo e de hidroxiapatita de cálcio, sugerindo uma aceleração da maturação óssea; aumento da dureza nos tecidos

perimplantares; aumento da quantidade de osteócitos, do metabolismo e atividade celular e aumento da extensão de contato osso-implante.

Palavras-chave: Implantes dentários; lasers; osseointegração. (busca no DeCS: <http://decs.bvs.br/>).

ABSTRACT

Ravazzi F. Revisão sistemática das alterações decorrentes da aplicação de laser de baixa intensidade em sítios com implantes osseointegráveis. [Dissertação de Mestrado]. Barretos: Curso de Mestrado em Ciências Odontológicas da UNIFEB; 2010.

In present days there is a demand for techniques and materials that may intensify and accelerate bone healing process around osseointegrated implants. Thus, the aim of the work was to reviews studies that evaluated the efficacy of low-level laser therapy in biomodule bone-implant contact and accelerate bone repair in implantar sites. A computerized literature search in Medline, EBSCO, and Cochrane Review sites crossing the terms “laser” and “dental implants” in 2010 June. No limits were applied to the research. Respectively, 251, 95 and 12 abstracts were identified. The search was extended manually, and a total of 13 studies met the inclusion criteria. From which neither clinical randomized controlled trials nor systematic review articles were found, only randomized studies in animals. Among them, 12 studies confirmed the benefits of LLLT in osseointegration, while one study did not confirm, and according to the authors possibly due to the limited size of sample and variability from the percentage of bone-implant contact values. Based on the reviewed studies, it could be suggested that the use of LLLT led to an increase in removal torque; increase in the deposition of calcium and phosphorus, and of hydroxyapatite of calcium, suggesting that occurred an acceleration on bone maturation; increase in the hardness of implantar tissues; not to mention the increase in the quantity of osteocytes, and cellular metabolism and activity; and the extension of bone-implant contact.

Keywords: Dental implants; lasers; osseointegration. (busca no Mesh:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=mesh>).

1 INTRODUÇÃO

A obtenção e manutenção da osseointegração dependem da capacidade de cicatrização, reparação e de remodelamento dos tecidos biológicos que circundam o implante e o insucesso do tratamento engloba, uma série de eventos: processos biológicos; processos biomecânicos e adaptação do paciente. Os processos de reabsorção e aposição óssea são influenciados por fatores sistêmicos e locais e são controlados pela proliferação, diferenciação e ativação de osteoclastos e osteoblastos (KIM et al., 2007).

A palavra LASER significa Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation que, em português, seria “luz amplificada pela emissão estimulada de radiação”. Na Odontologia há dois grupos de lasers, sendo esses classificados em lasers de baixa intensidade (LBI), que tem efeito não-térmico, e lasers de alta intensidade, com efeitos térmicos sobre os tecidos.

Dentre os equipamentos de LBI, os mais utilizados são os de Arsênio-Gálio (GaAs), Arsênio-Gálio-Alumínio (GaAlAs), Hélio-Neônio (HeNe), Índio-Gálio-Alumínio-Fósforo (InGaAlP), com emissão em diferentes comprimento de onda (THEODORO et al., 2002).

Os LBI atuam a nível celular, através de interação fotoquímica, aumentando o metabolismo celular e, conseqüentemente, induzindo diferentes efeitos gerais como analgésicos, antiinflamatórios e trófico-regenerativos. Estudos tem comprovado sua ação de estimulação sobre células ósseas (OSAWA et al., 1998; DÖRTBUDAK et al., 2000; KHADRA et al., 2005A; KHADRA et al., 2005B; DOMINGUEZ et al., 2009) e o tecido ósseo (TRELLES e MAYAYO, 1987; GERBI et al., 2005; MARKOVIC et al., 2005; PRETEL, 2005; CARVALHO et al., 2006; LIRANI-GALVÃO et al., 2006; NISSAN et al., 2006; CERQUEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008; KREISNER et al., 2009;

MARKOVIĆ et al., 2009; BALLEZA et al., 2010). Tais efeitos seriam desejáveis em áreas perimplantares, e possibilitariam a instalação de implantes em área com menor densidade óssea e o carregamento precoce, minimizando o tempo total do tratamento.

Pesquisas recentes em animais têm demonstrado que o LBI pode estimular a osteogênese durante a remodelação óssea e influenciar positivamente a osteogênese no processo de osseointegração de implantes dentários (KHADRA et al., 2004; KIM et al., 2007). Outro estudo demonstrou que a irradiação com laser infra-vermelho pode melhorar o processo de osseointegração por aumentar a incorporação de cálcio e hidroxiapatita no tecido ósseo (LOPES et al., 2007). Além disto, alguns estudos demonstraram que o LBI aumenta o embridamento mecânico osso-implante demonstrado pelo aumento de torque de remoção dos implantes nos tecidos irradiados (BLAY, 2001; CASTILHO FILHO, 2003; CAMPANHA et al., 2007; BOLDRINI, 2010). Por outro lado, outro estudo não mostrou efeito estatisticamente significativo na porcentagem de contato osso-implante após irradiação com LBI, e que a maior diferença numérica entre o grupo irradiado e o controle ocorreu nos implantes inseridos com menor estabilidade primária (TORRES e TEIXEIRA, 2008).

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura, avaliando criticamente os trabalhos existentes sobre o laser de baixa intensidade aplicado em sítios perimplantares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para o levantamento bibliográfico da literatura, realizou-se uma busca bibliográfica computadorizada foi realizada no sítio do Medline, EBSCO, e Cochrane Reviews (dentro do tópico “Oral Health”), cruzando os termos “laser” e “dental implants” em Junho de 2010, e assim respectivamente, 251, 95 e 12 resumos foram identificados. Não foram aplicados limites de data, idioma, ou quaisquer outros. A pesquisa foi complementada manualmente, e por meio de comunicação eletrônica encaminhada aos autores dos estudos de interesse, além de busca em sítios de companhias fabricantes e importadores dos LBI (DMC Equipamentos, São Carlos, Brasil; HELBO Photodynamic Systems GmbH & Co KG, Wels, Austria; MM Optics, São Carlos, Brasil; Theralase Technologies Inc., Toronto, Canadá).

Foram incluídos estudos que avaliassem o tecido ósseo perimplantar após a irradiação com LBI, e excluídos artigos de revisão de literatura que não fossem sistemáticas. Desta forma, no total, 13 estudos foram selecionados.

4 RESULTADOS

Nesta revisão de literatura não foram encontrados estudos clínicos randomizados controlados e artigos de revisão sistemática da literatura. Apenas estudos controlados em animais foram localizados (Tabela 1).

TABELA 1- Estudos controlados incluídos nesta revisão.

Autoria	Modelo	Protocolo de Aplicação do Laser	Avaliação	Efeito do LBI
Blay (2001)	Tibia de Coelho	830nm e 680nm, 65mW, 4J/cm ² , em 2 pontos, sendo 10 aplicações com intervalos de 48h entre elas	Torque de Remoção e Frequência de Ressonância	Maior valor do torque de remoção
Dórtbudak et al. (2002)	Crista Iliaca de Babuínos	690 nm, 100 mW por 1 mi, 6 J	Contagem de osteócitos e Quantificação de Reabsorção óssea	Maior quantidade de osteócitos presentes e viáveis
Castilho Filho (2003)	Tibia de Coelhos	780 nm, 40mW, 4 pontos, de 7,5J/cm ² por ponto, cada 48h por 14 dias	Torque de Remoção	Maior valor do torque de remoção
Guzzardella et al. (2003)	Femur de coelho	780 nm, 1 W, 300 J/cm ² , por 10 min	Histomorfometria; Microdureza	Maior contato osso-implante Maior dureza óssea próximo ao implante
Khadra et al. (2004)	Tibia de Coelho	830 nm, 150mw, 23 J/cm ² , 9 aplicações de 3 J, por 10 dias consecutivos	Torque de remoção, Histomorfometria, e Microanálise por energia dispersiva de raios X	Maior valor do torque de remoção Maior valor do contato osso-implante Maior deposição de cálcio e fósforo
Lopes et al. (2005)	Tibia de Coelho	830 nm, 10 mW, 85 J/cm ² , 7 sessões com intervalos de 48 h	Espectroscopia Raman	Maior deposição de hidroxiapatita de cálcio
Campanha et al. (2007)	Tibia de Coelhos	830 nm, 12mW, 1,075 J/cm ² por ponto, 4 pontos, 51 s, 4,3 J/dia, 7 sessões com intervalos de 48 h	Torque de Remoção	Maior valor do torque de remoção
Jakse et al. (2007)	Seio Maxilar de Ovino	680 nm, 75 mW, nos dias 0, 1, 3 e 7, totalizando 3–4 J/cm ²	Histomorfometia	Maior contato osso-implante
Kim et al. (2007)	Tibia de rato	808 nm, 96 mW, 830 mW/cm ² , e 960 mJ por ponto	Imunohistoquímica	Maior atividade metabólica do osso e células ósseas
Lopes et al. (2007)	Tibia de Coelho	830 nm, 10mW, 21,5 J/cm ² por ponto, 86 J por sessão, 7 sessões em intervalos de 48 h	Espectroscopia Raman e Microscopia Eletrônica de varredura	Maior deposição de hidroxiapatita de cálcio
Torres & Teixeira (2008)	Tibia de Coelho	830 nm, 100mW, 3 pontos ao redor dos implantes, durante 15 dias a cada 48 h, totalizando 24 J/cm ²	Histomorfometria	Não foram constatadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos
Pereira et al. (2009)	Tibia de Coelho	780 nm, 7,5 J/cm ² por 10 s em cada ponto, 4 pontos ao redor de cada implante a cada 48 h, durante 14 dias	Histometria	Maior contato osso-implante
Boldrini (2010)	Tibia de Rato	808 nm, 50 mW, 0,4 cm ² , durante 1 min e 23 s, 11 J/cm ² em duas aplicações, totalizando 22 J/cm ²	Torque de Remoção	Maior valor do torque de remoção

Blay (2001) realizou um estudo com o objetivo de avaliar se o processo de osseointegração de implantes inseridos em tíbias de coelhos sofre alterações quando são irradiadas com LBI com diferentes comprimentos de onda, por meio da análise da frequência de ressonância e do torque de remoção. Para isto, 30 coelhos foram divididos em 3 grupos: um grupo foi irradiado com laser com comprimento de onda de 680nm, o outro com laser com comprimento de onda de 830nm, enquanto os demais foram mantidos como controle. Em cada animal um implante foi instalado por tibia, e cada implante foi avaliado com

relação à frequência de ressonância antes da sutura final. Nos grupos experimentais, as irradiações foram realizadas com densidade de energia de 4 J/cm² por ponto, sendo 2 pontos de cada lado da tíbia, em 10 sessões, com intervalos de 48 horas entre elas, sendo a primeira no pós-operatório imediato. Após 3 semanas do procedimento cirúrgico, ambos implantes de cada animal foram avaliados com relação à frequência de ressonância, e um teve o torque de remoção quantificado. O implante remanescente foi novamente submerso, e 6 semanas após sua instalação, esse foi reaberto para avaliação da frequência de ressonância e torque de remoção. Os resultados da análise estatística da frequência de ressonância indicaram que em ambos os grupos irradiados apresentaram menores valores no momento da instalação dos implantes em comparação com os demais períodos. Considerando o torque de remoção, diferenças entre os grupos foram observadas às 6 semanas, com maiores valores nos grupos experimentais em comparação com o controle. Os autores concluíram que a irradiação com laser de comprimento de onda de 680 nm e 830 nm foi benéfica no processo de osseointegração de implantes instalados em tíbia de coelhos.

No ano de 2002, Dörtbudak et al. usaram cinco babuínos, em cujas cristas ilíacas foram inseridos implantes de superfície jateada e submetida a ataque ácido. As irradiações com LBI (690 nm, 100 mW por 1 minuto, 6 J) foram realizadas transcirurgicamente, na perfuração realizada com fresa para instalação do implante, e no tecido ósseo periimplantar, após sua instalação. Cinco dias após, a amostra foi removida para contagem dos osteócitos e quantificação da reabsorção óssea. Nas amostras, a contagem média de osteócito por unidade de área foi 109,8 células do grupo irradiado e 94,8 células do grupo controle. Adicionalmente, osteócitos viáveis foram encontrados em 41,7% das lacunas do grupo submetido a irradiação, e em 34,4% das lacunas do grupo não-irradiado; sendo esta diferença estatisticamente significativa. Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação à área total de reabsorção óssea. Os autores concluíram que a irradiação teve efeito positivo na integração dos implantes in vivo, enquanto a taxa de reabsorção não foi influenciada pela irradiação.

Castilho Filho (2003) avaliou, por meio do torque de remoção, a influência da irradiação com LBI no processo de reparação óssea após a instalação de implantes osseointegráveis. Foram utilizados 33 coelhos que foram divididos em 3 grupos, de acordo com o período de acompanhamento (14, 21 e 42 dias). Cada animal teve um implante instalado em cada tíbia, e uma destas foi irradiada (GaAlAs, 780nm, 7,5 J/cm², 4 pontos de irradiação, totalizando 10 segundos, com intervalo de 48 horas por um período de 14 dias). No final de cada período de observação, os animais foram sacrificados, as tíbias foram retiradas e o valor do torque de remoção dos implantes registrado. No período de 14 dias, diferenças estatisticamente significantes não foram observadas entre os grupos irradiado (14,21 Ncm) e controle (12,12 Ncm). Na comparação entre os grupos irradiado e controle, nos períodos de 21 dias (21,00 Ncm e 15,28 Ncm, respectivamente) e 42 dias (24,55 Ncm e 17,31 Ncm, respectivamente) as diferenças foram estatisticamente significantes. Os autores concluíram que houve um aumento na resistência óssea para os implantes irradiados.

Em 2003, Guzzardella et al. desenvolveram um estudo em fêmur de 12 coelhos, no qual analisaram o uso do LBI (GaAlAs, 780 nm, 300 J/cm², 1 W, por 10 minutos) em implantes de hidroxiapatita. As avaliações foram realizadas por meio da quantificação da microdureza Vickers do osso (avaliada a 200µm e 2.000µm do implante nos blocos cortados em que as peças de osso e tecido adjacentes estavam embebidos em resina) e do índice de afinidade (descrito pelos autores como a extensão de osso em direto contato com o implante sem a presença de tecido mole, dividida pela extensão total da interface osso-implante, multiplicada por 100). As irradiações foram realizadas por 5 dias consecutivos nos sítios experimentais, enquanto os demais foram mantidos como controle. Três e 6 semanas após a instalação dos implantes os animais foram sacrificados. A análise da microdureza foi feita agrupando os resultados das mensurações da 3^a e 6^a semanas de cada grupo. Desta forma, maiores valores de dureza foram observados no grupo irradiado em comparação com o controle, apenas na análise realizada a 200µm do implante. Os índices de afinidade observados foram significativamente maiores nos sítios irradiados (80,8 e 88,5, respectivamente na 3^a e 6^a semanas)

que nos não-irradiados (59,9 e 74,8, respectivamente na 3^a e 6^a semanas). Os autores concluíram que a aplicação do laser, no tratamento pós-operatório, pode melhorar a interface osso-implante.

Khadra et al. (2004) realizaram um estudo no qual inseriram discos de titânio na tíbia de 12 coelhos. Aplicações de LBI foram realizadas (GaAIs, 830 nm, 150 mw, 23 J/cm², 9 aplicações de 3 J, por 10 dias consecutivos) nos animais do grupo experimental, enquanto os demais foram mantidos como controle. Os animais foram sacrificados 8 semanas após a instalação dos implantes. As análises incluíram avaliação do torque de remoção, histomorfometria, e microanálise por energia dispersiva de raios X. Os autores observaram maior torque de remoção nos sítios irradiados em comparação com o controle (14,35 Ncm e 10,27 Ncm, respectivamente). A porcentagem de cálcio (4,76% e 2,18%, respectivamente no grupo irradiado e controle) e fósforo (3,21% e 1,62%, respectivamente) foi maior no grupo irradiado. Estas diferenças foram estatisticamente significantes. Além disto, considerando especificamente o contato osso-implante, apenas quatro implantes foram utilizados nesta análise, e os autores não apresentaram resultados numéricos, tendo apenas estimado que o aumento nos sítios irradiados foi de 10%. Com base nos resultados da deposição de cálcio e fósforo, autores sugerem que a maturação óssea seja acelerada no osso irradiado, além disto, sugerem que a irradiação pode ter um efeito favorável no processo de reparo ósseo e fixação de implantes de titânio.

Lopes et al. (2005) avaliaram a incorporação de hidroxiapatita de cálcio durante o processo de reparo ósseo ao redor de sítios submetidos ou não a radiação com LBI (GaAIs, 830 nm, 10 mw, 85 J/cm², 7 sessões com intervalos de 48 horas) por meio do espectroscopia Raman. Os implantes foram inseridos na tíbia dos 14 coelhos, e os animais foram sacrificados 15, 30, e 45 dias após. Os valores foram dos sítios irradiados foram 32±2 semanas, 70±4 semanas, e 73 ± 3 semanas, e nos sítios controles foram de 32±3 semanas, 46±4 semanas, e 43±5 semanas, respectivamente. Constatou-se uma concentração significativa maior de hidroxiapatita de cálcio nos sítios irradiados em comparação com o controle, 30 e 45 dias após a implantação. Os autores discutem que tais resultados evidenciam

uma redução em aproximadamente 30% do tempo de reparo nos sítios irradiados. Os autores concluíram que a aplicação do laser foi benéfica para o reparo ósseo.

No estudo de Campanha et al. (2007), implantes foram inseridos nas tíbias de coelhos, que foram divididos em dois grupos, aqueles irradiados com LBI (GaAlAs, 830nm, 12mW, 1,075 J/cm² por ponto, 4 pontos, 51 segundos, 4,3 J/dia, 7 sessões com intervalos de 48 horas) e os demais mantidos como controle. Os animais foram sacrificados para avaliação nos dias 15, 30 e 45. Os valores de torque foram maiores no grupo irradiado (13,62 Ncm, 24,84 Ncm, e 27,4 Ncm, respectivamente) em comparação com o controle (7,02 Ncm, 16,94 Ncm, 23,5 Ncm, respectivamente) nos dias 15 e 30. No dia 45 não houve diferença entre os grupos. Os autores concluíram que a aplicação do LBI foi responsável pelo aumento do embricamento do implante ao osso no mês inicial.

Jakse et al. (2007) estudaram o efeito do tratamento com LBI na regeneração óssea em seio maxilar com enxerto ósseo de 12 ovinos. Na primeira fase da pesquisa foi realizada elevação bilateral do seio maxilar com enxertia de osso da crista ilíaca, sendo apenas o lado teste irradiado com laser durante a cirurgia e aplicações repetidas nos dias 1, 3 e 7. Na segunda fase, o tecido enxertado foi trefinado para análise histológica e o implante foi instalado, esta fase se deu 4 semanas após, em metade das ovelhas, e 12 semanas após, nas restantes. No lado teste o mesmo protocolo de irradiação foi empregado. Dezesesseis semanas depois, os animais foram sacrificados. As aplicações de laser (680 nm, 75 mw) em cada sessão somaram 3 a 4 J/cm². As biópsias obtidas na primeira fase diferiram pouco entre o controle e o teste tanto 4 quanto 12 semanas após o enxerto. A análise realizada na segunda fase revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos considerando a porcentagem de contato osso-implante nos períodos de 4 (15,2% no grupo irradiado e de 9,3% no grupo controle) e de 12 semanas (25,2% no grupo irradiado e de 17,5% no grupo controle). Os autores concluíram que o laser não foi benéfico na regeneração óssea dentro do seio maxilar, no entanto provocou efeito positivo sobre a osseointegração.

Por sua vez, Kim et al. (2007) avaliaram a expressão de mediadores do metabolismo ósseo em sítios de 20 ratos submetidos ou não à radiação com LBI (808 nm, 96 mW, 830 mW/cm², and 960 mJ por ponto). As aplicações do grupo irradiado ocorreram durante 7 dias após a instalação de implantes. Foram avaliados o ativador do receptor do fator nuclear Kb (RANK), seu ligante (RANKL), e osteoprotegerina (OPG). Dois ratos de cada grupo foram sacrificados em cada período: 1, 3, 7, 14 e 21 dias após a implantação. Os autores observaram um aumento da expressão dos mediadores e concluíram que a radiação promoveu um aumento da atividade metabólica e aumento da atividade das células ósseas.

Lopes et al. (2007) avaliaram incorporação de cálcio de hidroxiapatita através de espectroscopia Raman, e por microscopia eletrônica de varredura, a qualidade óssea ao redor dos implantes dentários após uso de LBI (GaAlAs, 830nm, 10 mw, 21,5 J/cm² por ponto, 86 J por sessão, 7 sessões em intervalos de 48 horas). Implantes de titânio foram instalados na tíbia de 14 coelhos, destes, 8 foram irradiados com LBI e 6 foram mantidos como controle. Os animais foram sacrificados 15, 30 e 45 dias após a cirurgia. Oito leituras foram tomadas ao redor do implante pela espectroscopia Raman. Os resultados mostraram maior concentração de cálcio de hidroxiapatita nos sítios irradiados (33, 75, e 65, respectivamente) em comparação com controle (30, 47, e 36, respectivamente) aos 30 e 45 dias. Os autores discutem que esses resultados representam uma redução em aproximadamente 30% do tempo de reparo nos sítios irradiados. Os autores concluíram que a aplicação do laser melhorou o reparo ósseo.

Torres e Teixeira (2008) realizaram estudo em que avaliaram a influência do LBI na formação óssea em implantes em relação à estabilidade primária em osso do tipo IV. Para isto, utilizaram 6 coelhos da raça Nova Zelândia que receberam cada qual quatro implantes na tíbia, dois com ancoragem monocortical e dois com bicortical. O grupo experimental recebeu irradiação com LBI (GaAlAs, 830 nm em 3 pontos ao redor dos implantes, durante 15 dias a cada 48 horas, totalizando 24 J/cm² por tíbia). A rotina do grupo controle foi idêntica, porém com o equipamento de laser desligado. Após 30 dias, todos os animais sofreram eutanásia, as lâminas histológicas foram processadas e avaliadas com

relação ao percentual de contato osso-implante. Como resultado, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos irradiado e controle, com ancoragem mono (73% e 62%, respectivamente) ou bicortical (81% e 77%). Observou-se que o efeito do laser na porcentagem de contato osso-implante foi mais positivo nos implantes com menor estabilidade primária. As amostras irradiadas pareceram apresentar maior vascularização e organização lamelar, sugerindo maior maturação em relação ao controle, independente da estabilidade. Os autores concluíram que o laser não mostrou efeito estatisticamente significativo na porcentagem de contato osso-implante, e que a maior diferença numérica entre o grupo irradiado e o controle ocorreu nos implantes inseridos com menor estabilidade primária.

Em 2009, Pereira et al. desenvolveram um estudo com objetivo de avaliar histometricamente a influência do tratamento com LBI sobre o reparo ósseo ao redor de implantes de titânio inseridos nas tíbias de 12 coelhos. Os implantes da tíbia direita foram irradiados com LBI (AsGaAl, 780nm, 7,5 J/cm² por 10s em cada ponto, quatro pontos ao redor de cada implante a cada 48 horas durante 14 dias), enquanto os da tíbia esquerda não foram irradiados, servindo como grupo controle. Metade dos animais foi sacrificada 3 semanas após a cirurgia, enquanto os demais foram sacrificados após 6 semanas. Foram realizadas avaliações do contato osso-implante e da área de novo osso. As porcentagens de contato osso-implante foram significativamente maiores no grupo irradiado (35,9% e 37,1%) em ambos os períodos comparado com controle (32,5% e 29,3%). Porém, na análise intra-grupos (3 versus 6 semanas), diferenças significantes não foram detectadas. Com relação à avaliação da área de novo osso, tanto no grupo irradiado (63,4% e 74,0%) quanto no grupo controle (59,2% e 69,2%), os valores aumentaram significativamente, todavia, diferenças significantes não foram observadas entre os grupos. Os autores concluíram que o uso do laser não afetou a área de novo osso, mas foi eficaz em melhorar a porcentagem de contato osso-implante.

Por fim, Boldrini (2010) avaliou o valor do torque de remoção de implantes cujos leitos foram irradiados ou não com LBI (GaAlAs, 808 nm, 50

mW, com feixe colimado de $0,4 \text{ cm}^2$, durante 1 minuto e 23 segundos, e com densidade de energia de 11 J/cm^2 em duas aplicações, totalizando 22 J/cm^2 , sendo estas realizadas imediatamente após o preparo do leito criado para instalação do implantes). Para isto, 64 ratos adultos Wistar foram utilizados. Metade dos animais foi incluída no grupo teste (irradiados), enquanto os demais foram incluídos no grupo controle (não-irradiados). Todos os animais tiveram a tíbia perfurada com fresa de 2 mm, onde um implante (2,2 x 4 mm) foi inserido. Os animais foram sacrificados 7, 15, 30 e, 45 dias após a instalação dos implantes. Na quantificação do torque de remoção, os valores obtidos no grupo irradiado nos períodos de acompanhamento foram 1,98 Ncm, 2,50 Ncm, 9,25 Ncm, e 12,25 Ncm, e no grupo controle foram 1,75 Ncm, 3,14 Ncm, 6,40 Ncm, e 9,86 Ncm. Nos períodos de 30 e 45 dias, os valores de torque foram estatisticamente maiores no grupo irradiado, e em ambos os grupos foram observados aumentos nos valores do torque com o decorrer do tempo. A autora sugere que a irradiação com laser foi benéfica para aumentar o torque de remoção de implantes osseointegráveis.

5 DISCUSSÃO

Este estudo foi desenvolvido para avaliar as alterações ósseas observadas em sítios perimplantares irradiados por LBI. No delineamento da metodologia, optou-se pela utilização dos LBI pela relatada capacidade de estimular células ósseas (OSAWA et al., 1998; DÖRTBUDAK et al., 2000; KHADRA et al., 2005a; KHADRA et al., 2005b; DOMINGUEZ et al., 2009) e o tecido ósseo (TRELLES e MAYAYO, 1987; GERBI et al., 2005; MARKOVIC et al., 2005; PRETEL, 2005; CARVALHO et al., 2006; LIRANI-GALVÃO et al., 2006; NISSAN et al., 2006; CERQUEIRA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008; KREISNER et al., 2009; MARKOVIĆ et al., 2009; BALLEZA et al., 2010), juntamente ao alto poder de penetração em profundidade, e pelo custo acessível.

A evidência científica está relacionada à realização de estudos clínicos randomizados controlados ou revisões de literatura sistemática, que não foram detectados nesta busca bibliográfica. Sendo assim, com base nos estudos revisados, apenas sugere-se que a aplicação de LBI seja benéfica no processo de osseointegração, conforme destacado por vários autores (BLAY, 2001; DÖRTBUDAK et al., 2002; CASTILHO FILHO, 2003; GUZZARDELLA et al., 2003; KHADRA et al. 2004; LOPES et al., 2005; CAMPANHA et al., 2007; JACKSE et al., 2007; KIM et al., 2007; LOPES et al.; 2007; PEREIRA et al. 2009; BOLDRINI, 2010). Ressalta-se que apenas um estudo (TORRES e TEIXEIRA, 2008) não confirmou tais benefícios, o que segundo os autores possivelmente ocorreu devido ao limitado tamanho da amostra (6 coelhos no total) e da variedade dos valores de porcentagem de contato osso-implante.

Outros estudos demonstraram que o LBI pode aumentar a interação mecânica do osso com o implante, avaliada pela quantificação do torque de remoção (BLAY, 2001; CASTILHO FILHO, 2003; CAMPANHA et al., 2007; BOLDRINI 2010). Este fato pode ser justificado pelo aumento da velocidade da formação óssea resultante do aumento do metabolismo celular após a irradiação

com LBI. O LBI pode acelerar o processo de reparo durante a formação do tecido ósseo por estimular a função dos osteoblastos além de acelerar a mineralização óssea (KIM et al., 1996). De acordo com Blay (2001), que fez avaliações na 3^a e 6^a semanas, maiores valores foram detectados no grupo irradiado apenas na 6^a semana. Para Castilho Filho (2003), que fez avaliações aos 14, 21 e 42 dias, as diferenças foram observadas nos períodos de 21 e 42 dias. Khadra et al. (2004) tiveram apenas um período de observação (8 semanas), sendo neste confirmado maior torque no grupo irradiado. Boldrini (2010) realizou as avaliações aos 7, 15, 30 e 45 dias, e assim detectou diferenças significantes entre os grupos apenas nos períodos de 30 e 45 dias. Vale ressaltar que Boldrini (2010) irradiou as áreas perimplantares utilizando um protocolo diferenciado, pois em vez de proceder a múltiplas aplicações após o término da cirurgia de instalação do implante osseointegrável, a autora realizou apenas uma sessão de irradiação, transcirúrgica, diretamente no tecido ósseo, após o preparo do leito de instalação do implante. Contrariamente ao que foi detectado nos demais estudos, que observaram as diferenças entre os grupos nas avaliações tardias, Campanha et al. (2007), constataram as diferenças significantes apenas nos períodos iniciais (15 e 30 dias), e não no período de 45 dias.

Com relação à deposição de cálcio e fósforo nas áreas perimplantares, Khadra et al. (2004) observaram valores significantemente maiores no grupo irradiado quando comparado ao controle, tendo sido os animais sacrificados 8 semanas após a instalação dos implantes. Esta mesma tendência foi observada 30 e 45 dias após a implantação, nos estudos de Lopes et al. (2005) e Lopes et al. (2007) que avaliaram a deposição de Hidroxiapatita de Cálcio. Estes três estudos sugerem que houve uma aceleração no processo de maturação óssea no osso irradiado, corroborando os achados de Trelles e Mayayo (1987) que investigaram o reparo em sítios sem implantes.

No estudo de Guzzardella et al. (2003), cujo objetivo foi quantificar a microdureza Vickers óssea em áreas distantes 200 μm e 2000 μm do implante, agrupando amostras de animais sacrificados 3 e 6 semanas após a implantação,

observaram na maior proximidade do implante (200 μm) maior dureza óssea no grupo irradiado em comparação com o controle.

Na avaliação histológica realizada para contagem de osteócitos, o grupo irradiado teve quantidade significativamente maior de osteócitos presentes e viáveis que o controle (DÖRTBUDAK et al., 2002). Neste estudo, a irradiação foi realizada em sessão única, transcurricamente, diretamente sobre o tecido ósseo, e os animais foram sacrificados após 5 dias.

Outro estudo em animais demonstrou que o LBI também pode influenciar na formação do tecido ósseo por aumentar a vascularização e acelerar a formação de um tecido ósseo com trabeculado mais denso (TRELLES e MAYAYO, 1987).

O processo de reabsorção e aposição óssea são influenciados por fatores sistêmicos e locais, controlados pela proliferação, diferenciação e ativação de osteoclastos e osteoblastos. O estudo de Kim et al. (2007) demonstrou que o LBI influencia a expressão de citocinas responsáveis pela formação e reabsorção óssea, estimulando e controlando o metabolismo ósseo e pelo aumento da expressão de OPG (inibe a ativação de osteoclastos) ao mesmo tempo que revelou a expressão de RANKL (ativa a diferenciação de osteoclastos). Além disto o LBI estimulou a neoformação óssea até o período final de avaliação nos ratos. Os autores observaram um aumento da expressão de RANKL no grupo experimental; os níveis de OPG foram maiores e mais uniforme no grupo experimental e a expressão do RANK foi observado no primeiro dia de avaliação no grupo experimental enquanto no grupo controle apenas aos 21 dias. Diante dos resultados os autores concluíram que a radiação promoveu um aumento da atividade metabólica e aumento da atividade das células ósseas já que a OPG e o RANK são marcadores de inibição de reabsorção óssea enquanto o RANKL de ativação de osteoclastos.

A avaliação histomorfométrica é considerada uma análise padrão em pesquisas de osseointegração. Alguns estudos avaliaram o contato osso-implante após a irradiação do tecido ósseo com LBI (GUZZARDELLA et al., 2003; KHADRA et al., 2004; JAKSE et al., 2007; PEREIRA et al., 2009; TORRES e

TEIXEIRA, 2008). Dos estudos descritos a maioria demonstrou que o LBI aumenta o contato osso-implante, enquanto um estudo que avaliou o contato osso implante não demonstrou diferenças significantes com o grupo não irradiado com LBI (TORRES e TEIXEIRA, 2008) o que pode ser justificado pela amostra limitada.

Com relação à taxa de reabsorção óssea, Dörtbudak et al. (2002) concluíram que esta não foi influenciada pela irradiação com LBI. Por sua vez, ao calcular a área de formação óssea, Pereira et al. (2009) não observaram benefícios com a irradiação com LBI, possivelmente pelo reduzido tempo de acompanhamento.

Com relação ao comprimento de onda, vários estudos têm demonstrado que o laser na faixa do infra-vermelho próximo é o mais efetivo para acelerar o reparo ósseo, devido ao seu alto poder de penetração no tecido ósseo quando comparado ao laser na faixa do visível (LOPES et al., 2005; PINHEIRO e GERBI, 2006) os efeitos biológicos do tecido ósseo resultantes da irradiação com LBI provavelmente se devem a escolha do comprimento de onda ideal com maior penetração no tecido ósseo ocasionando alterações a nível celular como aumento da síntese de ATP, diferenciação precoce de osteoblastos, liberação de fatores de crescimento, aumento dos níveis de cálcio, fósforo, proteínas, angiogênese pronunciada e formação de tecido conjuntivo diferenciado (LOPES et al., 2007).

Ainda é muito difícil comparar estudos sobre a ação do LBI na osseointegração, devido aos diferentes modelos experimentais utilizados, comprimentos de onda variáveis e parâmetros distintos de irradiação como energia, potência de saída, tempo e frequência de irradiação, dose e irradiância os quais influenciam diretamente na resposta biológica. Todavia tem-se notado um aumento no número de pesquisas que avaliam o efeito do LBI no metabolismo do tecido ósseo e acreditamos que num futuro próximo haja uma tendência de aumento de estudos sobre o efeito do LBI na osseointegração de implantes dentários, a fim de que possamos definir parâmetros seguros e adequados de irradiação que possam favorecer a reparação do tecido ósseo principalmente em situações de reparo comprometidas.

Diante dos resultados obtidos neste estudo sugere-se que a terapia com LBI possa ser uma opção como método não-invasivo para o estímulo do reparo ósseo em áreas peri-implantares, e reforça-se a necessidade da realização de estudos experimentais e clínicos randomizados controlados sobre o assunto.

6 CONCLUSÃO

Com base nos estudos revisados, pode-se sugerir que uso do LBI promoveu: aumento do valor do torque de remoção; aumento da deposição de cálcio e fósforo e de hidroxiapatita de cálcio, sugerindo uma aceleração da maturação óssea; aumento da dureza nos tecidos perimplantares; aumento da quantidade de osteócitos, do metabolismo e acelerou a atividade celular; aumento da extensão do contato osso-implante.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLEZA, B. L. F.; ÁNGEL, F. G.; BENÍTEZ, J. M. T.; ROMO, M. J.; GREGORY, P. A.; DÍAZ, O. A. Efectos del láser de baja intensidad en la calcificación ósea. *Oral*, v.11, n. 33, p. 564-568, 2010.
- BLAY, A. Efeitos da radiação laser em baixa intensidade no mecanismo de osseointegração de implantes: estudo “in vivo”. São Paulo, SP: Dissertação de Mestrado Profissionalizante na Área de Laser em Odontologia, Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, 2001.
- BOLDRINI, C. Avaliação do efeito do laser na formação óssea ao redor de implantes osseointegráveis. Estudo biomecânico em ratos. Barretos, SP: Dissertação de Mestrado em Ciências Odontológicas, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2010.
- CAMPANHA, B. P.; POZZA, D. H.; WEBER, J. B. B.; OLIVEIRA, M. G. Anchorage evaluation of dental implants irradiated with GaAlAs laser (830nm). Salvador: *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 6, n. 1, p. 32-38, 2007.
- CARVALHO, P. T. C.; SILVA, I. S.; REIS, F. A.; BELCHIOR, A. C. G.; FACCO, G. G.; GUIMARÃES, R. N.; FERNANDES, G. H. C.; DENADAI, A. S. Effect of 650 nm low-power laser on bone morphogenetic protein in bone defects induced in rat femors. São Paulo: *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 21, supl. 4, p. 63-68, 2006.
- CASTILHO FILHO, T. Avaliação da ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tíbia de coelhos. São Paulo, SP: Dissertação de Mestrado Profissionalizante na Área de Laser em Odontologia, Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares, 2003.
- CERQUEIRA, A.; SILVEIRA, R. L.; OLIVEIRA, M. G.; 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. São Paulo: *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 22, n. 2, p. 92-97, 2007.
- DOMINGUEZ, A.; CASTRO, P.; MORALES, M. An in vitro study of the reaction of human osteoblasts to low-level laser irradiation. Londres: *The Journal of Oral Laser Applications*, v. 9, p.21-28, 2009.
- DÖRTBUDAK, O.; HAAS, R.; MALLATH-POKORNY, G. Biostimulation of bone marrow cells with a diode soft laser. Dinamarca: *Clinical Oral Implants Research*, v. 11, n. 6, p. 540-545, 2000.
- DÖRTBUDAK, O.; HAAS, R.; MALLATH-POKORNY, G. Effect of low-power laser irradiation on bony implant sites. Dinamarca: *Clinical Oral Implants Research*, v. 13, n. 3, p. 288-292, 2002.
- GERBI, M. E.; PINHEIRO, A. L.; MARZOLA, C.; LIMEIRA JÚNIOR, F. A.; RAMALHO, L. M.; PONZI, E. A.; SOARES, A. O.; CARVALHO, L. C.; LIMA, H. V.; GONÇALVES, T. O. Assessment of bone repair associated with the use of organic bovine bone and membrane irradiated at 830 nm. New Rochelle: *Photomedicine and Laser Surgery*, v. 23, n. 4, p. 382-388, 2005.
- GUZZARDELLA, G. A.; TORRICELLI, P.; NICOLI-ALDINI, N.; GIARDINO, R. Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study. Dinamarca: *Clinical Oral Implants Research*, v. 14, n. 2, p. 226-32, 2003.
- 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. Dinamarca: *Clinical Oral Implants Research*, v. 18, n. 4, p. 517-24, 2007.
- KHADRA, M.; KASEM, N.; LYGSTADAAS, S. P.; HAANÆS, H. R.; MUSTAFA, K. Laser therapy accelerates initial attachment and subsequent behaviour of human oral fibroblasts cultured on titanium implant material. A scanning electron microscopic and histomorphometric analysis. Dinamarca: *Clinical Oral Implants Research*, v. 16, p. 168–175, 2005a.

- KHADRA, M.; LYGSTADAAS, S. P.; HAANAES, H. R.; MUSTAFA, K.
Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Inglaterra: Biomaterials*, v. 26, n. 17, p. 3503-3509, 2005b.
- KHADRA, M.; RØNOLD, H. J.; LYGSTADAAS, S. P.; ELLINGSEN, J. E.; HAANAES, H. R. Low-level laser therapy stimulates bone-implant interaction: an experimental study in rabbits. *Dinamarca: Clinical Oral Implants Research*, v. 15, n. 3, p. 325-332, 2004.
- KIM, K.S.; KIM, J.K.; KIM, S.W.; LEE, J.H.; KIM, Y.K.; KO, S.Y.; SHIMIZU, M. Effects of low level laser irradiation (LLL) with 904 nm pulsed diode laser on osteoblasts: a controlled trial with the rat osteoblast model. *Laser Therapy*, v. 8, p. 223-232, 1996.
- KIM, Y. D.; KIM, S. S.; HWANG, D. S.; KIM, S. G.; KWON, Y. H.; SHIN, S. H.; KIM, U. K.; KIM, J. R.; CHUNG, I. K. Effect of low-level laser treatment after installation of dental titanium implant-immunohistochemical study of RANKL, RANK, OPG: an experimental study in rats. *Malden: Lasers in Surgery and Medicine*, v. 39, n. 5, p. 441-450, 2007.
- KREISNER, P. E.; BLAYA, D.; GAIÃO, L.; MACIEL-SANTOS, M. E.; ETGES, A.; SANTANA-FILHO, M.; OLIVEIRA, M. G. Histological evaluation of the effect of low-level laser on distraction osteogenesis in rabbit mandibles. *Valencia: Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 15, n. 4, p. 616-8, 2010.
- LIRANI-GALVÃO, A. P.; JORGETTI V.; SILVA, O. L. Comparative study of how low-level laser therapy and low-intensity pulsed ultrasound affect bone repair in rats. *New Rochelle: Photomedicine and Laser Surgery*, v. 24, n. 6, p. 735-740, 2006.
- LOPES, C. B.; PINHEIRO, A. L.; SATHAIAH, S.; DA SILVA, N. S.; SALGADO, M. A. Infrared laser photobiomodulation (lambda 830 nm) on bone tissue around dental implants: a Raman spectroscopy and scanning electronic microscopy study in rabbits. *New Rochelle: Photomedicine and Laser Surgery*, v. 25, n. 2, p.96-101, 2007.

- LOPES, C. B.; PINHEIRO, A. L.; SATHAIAH, S.; DUARTE, J.; CRISTINAMARTINS, M. Infrared laser light reduces loading time of dental implants: a Raman spectroscopic study. *New Rochelle: Photomedicine and Laser Surgery*, v. 23, n. 1, p. 27-31, 2005.
- MARKOVIC, A.; KOKOVIC, V.; TODOROVIC, L. The influence of low-power laser on healing of bone defects: an experimental study. *Londres: The Journal of Oral Laser Applications*, v.5, p. 169-172, 2005.
- MARKOVIC, A.; DRAZIC, R.; COLIC, S. Effect of laser on the bone defects healing in rats: an experimental study. *Servia: Stomatološki Glasnik Srbije*, v. 56, n. 2, p. 86-90, 2009.
- NISSAN, J.; ASSIF, D.; GROSS, M. D.; YAFFE, A.; BINDERMAN, I. Effect of low intensity laser irradiation on surgically created bony defects in rats. *Inglaterra: Journal of Oral Rehabilitation*, v.33, n. 8, p. 619-624, 2006.
- OLIVEIRA, E. A.; OLIVEIRA, V. G. M.; PIRES, J. A.; BARRETO, A. L. S.; RIBEIRO, M. A. G.; PINHEIRO, A. L. B.; MARQUES, A. M. C.; MELO, C. M.; ALBUQUERQUE JÚNIOR, R. L. C. Effect of low-level laser therapy and mineral trioxide aggregate on alveolar bone repair. *Piracicaba: Brazilian Journal of Oral Science*, v. 7, n. 27, p. 1657-1661, 2008.
- 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. *EUA: Bone*. v. 22, n. 4, p. 347-354, 1998.
- PEREIRA, C. L.; SALLUM, E. A.; NOCITI JUNIOR, F. H.; MOREIRA, R. W. The effect of low-intensity laser therapy on bone healing around titanium implants: a histometric study in rabbits. *EUA: The International journal of oral & maxillofacial implants*, v. 24, n. 1, p. 47-51, 2009.
- PINHEIRO, A.L.B.; GERBI, M.E.M.M. Photoengineering of bone repair process. *Photomed Laser Surg* v. 24, p.169-178, 2006.
- PRETEL, H. Ação de biomateriais e do laser de baixa intensidade na reparação de tecido ósseo. Estudo histológico em ratos. Araraquara, SP: Dissertação de Mestrado em Ciências Odontológicas, Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, 2005.

- QUEIROGA, A. S.; SOUSA, F. B.; ARAÚJO, J. M. S.; SANTOS, S. D.; SOUSA, C. D'F. S.; QUINTANS, T. C.; ALMEIDA, T. P.; NONAKA, C. F. W.; BATISTA, L. V.; LIMEIRA JUNIOR, F. A. Evaluation of bone repair in the femur of rats submitted to laser therapy in different wavelengths: an image segmentation method of analysis. *EUA: Laser Physics*, v. 18, n. 9, p. 1087–1091, 2008.
- THEODORO, L. H.; GARCIA, V. G.; MARCANTONIO JUNIOR, E. Lasers em Implantodontia. Curitiba: *Revista Brasileira de Cirurgia e Implantodontia*, v. 33, p. 74-78, 2002.
- TRELLES, M. A.; MAYAYO, E. Bone fracture consolidates faster with low-power laser. Malden: *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 7, n. 1, p. 36-45, 1987.

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservados ao autor)

Barretos, 06 de dezembro de 2010,
Fernando Ravazzi