

# O USO DA FOTOBIMODULAÇÃO NA REPARAÇÃO ÓSSEA (REVISÃO DA LITERATURA)

**Casalechi, V. L.<sup>1,2</sup>, Casalechi, H. L.<sup>1,2</sup>, Sonnewend, D.<sup>1,2</sup>, Nicolau, R. A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Faculdade de Ciências da Saúde

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, UNIVAP

Av. Shishima Hifumi, 2911 - Bairro Urbanova. CEP 12244-000

São José dos Campos, Brasil

[vitorcasalechi@bol.com.br](mailto:vitorcasalechi@bol.com.br)

**Resumo** – O osso é um tecido extremamente complexo e está em constante remodelação, mediado basicamente por dois tipos de células, osteoblastos e osteoclastos. Frequentemente, a reparação óssea é mais lenta em relação à reparação de tecidos moles, devido a diferente morfologia e composição entre os tecidos. Nos últimos 10 anos, as terapias envolvendo o uso de fontes luminosas passaram a ser utilizadas em um grande número de procedimentos envolvendo o reparo de feridas de tecidos moles em animais e em humanos, posteriormente, estes tratamentos passaram a ser utilizados também como auxiliares eficientes no reparo de tecidos mineralizados. Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura dos sobre o uso da fotobiomodulação no processo de reparação tecidual óssea. Foi utilizado material bibliográfico obtido através de visitas às bases de dados da Bireme (Lilacs, Medline e Scielo). Foram descartados os textos não pertinentes que, não tratavam de reparação óssea. A partir desta revisão pode-se concluir que a fotobiomodulação tem mostrado resultados positivos em reparação de tecido duro, reduzindo a dor e diminuindo o período da reparação.

**Palavras-chave:** Reparação óssea, Tecido ósseo, Fotobiomodulação

**Área do Conhecimento:** IV - Ciências da saúde

## Introdução

O osso é um tecido extremamente complexo, com três componentes principais: matriz orgânica, componente mineral e componente celular (osteoblastos, osteoclastos e osteócitos). O esqueleto é composto por dois tipos de ossos: o cortical e o trabecular. O osso cortical é responsável por 80% da massa esquelética, está presente nas epífises dos ossos longos e é encontrado como revestimento de todos os ossos do organismo. O osso trabecular constitui cerca de 20% da massa esquelética e é encontrado nos corpos vertebrais e nos ossos chatos (MARINHO, 1995).

Microscopicamente, os ossos são formados por cristais de hidroxapatita de cálcio e fibras de colágeno, as quais estão embebidas em uma substância amorfa que contém mucopolissacarídeos. Este tecido de sustentação está em constante remodelação, mediado basicamente por dois tipos de células: osteoblastos e os osteoclastos. A atividade anabólica do osso (formação) é mediada pelos osteoblastos, que derivam das células-tronco do tecido conjuntivo, as quais são responsáveis pela síntese dos constituintes orgânicos do osso e consequentemente pela calcificação da matriz osteóide. A atividade catabólica (reabsorção) é mediada pelos osteoclastos, que são células gigantes multinucleadas da linhagem dos

macrófagos. Os osteócitos são conhecidos como moduladores da atividade celular, já que determinam reativação óssea da transmissão de impulsos mecânicos e elétricos (MARINHO, 1995).

A reparação tecidual óssea é um processo complexo que envolve respostas locais e sistêmicas, frequentemente, essa reparação é mais lenta em relação à reparação de tecidos moles, devido a diferente morfologia e composição entre os tecidos. O tecido ósseo possui uma enorme capacidade de regeneração, na maioria dos casos isso possibilita a restauração da arquitetura e função original. No entanto, existem algumas condições que dificultam essa capacidade de regeneração e a completa reparação pode não ocorrer, caso não haja um bom suprimento sanguíneo, estabilidade mecânica ou ocorra alta proliferação de outros tecidos locais (PINHEIRO et al., 2003).

A fototerapia além de apresentar bons resultados na reparação de tecidos moles, também tem mostrado resultados positivos em reparação de tecido duro, aumentando o conforto pós-operatório e diminuindo o período da reparação (MERLI et al., 2005).

Este estudo tem por finalidade realizar uma revisão de literatura sobre o uso da fotobiomodulação (FBM) no processo de reparação óssea.

## Metodologia

O material bibliográfico para realização do presente trabalho foi obtido através de visitas às bases de dados da Bireme (Lilacs, Medline e Scielo).

Foram selecionadas inicialmente as referências nacionais e internacionais que continham as palavras-chaves: Reparação óssea, Lesão óssea e a palavra fotobiomodulação no título.

Para excluir os textos não pertinentes, foram descartadas as referências que não tratavam de reparação óssea.

## Revisão de Literatura

Segundo Pinheiro et al. (2003) e Weber et al. (2006), a perda óssea ou defeito ósseo pode resultar de diversos fatores, tais como, procedimentos cirúrgicos, patologias, traumas ou mesmo um processo fisiológico. Esses defeitos ósseos frequentemente prejudicam e contra-indicam a colocação de implantes osteointegrados ou mesmo atrapalham a adaptação de próteses removíveis (BEZERRA, 2002).

De acordo com Graziani et al. (2004), o enxerto ósseo é o recurso mais comum usado no tratamento de defeitos congênitos e em procedimentos de reconstrução óssea. Diversas técnicas e materiais de enxerto são descritos para reparar tais defeitos.

A neoformação óssea ocorre por três mecanismos: osteogênese, osteoindução e osteocondução (ABRAHAMS, 2000). A osteogênese é caracterizada quando o próprio enxerto é suprido de células capazes de formação óssea (osteoblastos), a osteoindução é a capacidade do enxerto de estimular a atividade osteoblástica do tecido ósseo adjacente, com neoformação óssea, já na osteocondução células mesenquimais diferenciadas invadem o enxerto, promovendo a formação de cartilagem e em seguida a ossificação (RAGHOEBAR et al., 2005).

A ação da Fotobiomodulação Laser (FBML) tem início através da absorção da luz pelos cromóforos. Um importante cromóforo é o citocromo C, enzima presente nas mitocôndrias das células, que faz parte da respiração celular. A mitocôndria por sua vez é responsável pela conversão do ADP em ATP, fornecendo energia para a célula manter suas atividades metabólicas (síntese de proteína; motilidade celular; manutenção do potencial de membrana e replicação celular). Devido à fotossensibilidade do citocromo C a energia da luz laser é absorvida e posteriormente transformada em energia (HARRIS, 1991; WILDEN, 1998; DAMANTE, 2003).

Galvão et al. (2006), compararam as consequências da FBML com o ultrassom (US) pulsado de baixa intensidade na reparação óssea. Em estudo usaram o laser AsGaAl ( $\lambda = 780 \text{ nm}$ ) e US (1.5 MHz) em 48 ratos que tiveram a tibia osteotomizadas. Após análise histomorfométrica verificaram que o grupo tratado com FBML apresentou um grande aumento no número de osteoblastos e de volume osteóide, enquanto o grupo tratado com US apresentou um aumento significativo de osteoclastos.

Em estudo onde foram criadas cirurgicamente cavidades ósseas em mandíbulas de ratos, Nissan et al. (2006) avaliaram o efeito da FBML na reparação óssea. Para este estudo foi utilizado o laser AsGa, após a cirurgia. Após análise bioquímica observaram que houve um aumento significativo no acúmulo de radiocálcio em duas semanas após a cirurgia.

Em um estudo feito para avaliar o efeito da FBML na proliferação de osteoblastos em humanos, Stein et al. (2005), irradiaram culturas de osteoblastos com laser HeNe ( $\lambda = 632 \text{ nm}$ ) e quantificaram a proliferação dos fibroblastos através de contagem de células e colorimetria, observaram um aumento significativo (31-58%) e uma alta contagem de osteoblastos quando comparados ao grupo não irradiado.

Pinheiro et al. (2001) e Nicolau et al. (2003) descrevem vários fenômenos biológicos afetados pela FBML, incluindo, aumento na produção de ATP, redução de prostaglandina, melhora da permeabilidade da parede celular, alteração da condução nervosa e do suprimento sanguíneo, neoformação vascular, acetilcolina, serotonina, cortisol, melhora da função celular (liberação de fatores de crescimento, replicação celular), melhora das sínteses de DNA e de proteínas, além de efeito antiinflamatório, redução da dor e aceleração da reparação tecidual. Segundo Nissan et al. (2006), a FBML exhibe bons resultados, dentre eles na cicatrização de feridas, melhora na regeneração de nervos, melhora na formação neovascular e na indução de formação óssea.

## Discussão

A FBML é uma modalidade de tratamento clínico que não produz efeito térmico sobre os tecidos, portanto, os efeitos biológicos não podem ser atribuídos ao aumento de calor. A intensidade dos efeitos depende do metabolismo celular ou da condição clínica tecidual antes da irradiação. Isso explica o porquê do efeito positivo da fotobiomodulação nem sempre ser detectável.

A resposta fotobiológica tem sido sugerida como uma resposta da absorção de um comprimento de onda específico por algum fotorreceptor molecular desconhecido. Como o

fotorreceptor normalmente participa das reações metabólicas nas células, o mesmo pode não estar necessariamente ligado às respostas para a luz laser. Um destes fotorreceptores é o citocromo C, como descrito por Harris (1991), Wildem (1998) e Damante (2003), devido a sua fotossensibilidade o citocromo C absorve a energia da luz laser e posteriormente a transforma em energia para a célula.

Nos últimos 10 anos, as terapias envolvendo o uso de fontes luminosas passaram a ser utilizadas em um grande número de procedimentos envolvendo o reparo de feridas de tecidos moles em animais e em seres humanos. Posteriormente, estes tratamentos passaram a ser utilizados também como auxiliares eficientes no reparo de tecidos mineralizados, como sugerido por Galvão et al. (2006), em estudo onde concluíram que a FBML acelera o processo de reparação diretamente na formação óssea.

Pinheiro et al. (2001), afirmam que os efeitos da FBML em osso ainda não são bem conhecidos, devido a resultados conflitantes. Não sabendo se ocorre no osso em geral ou se é apenas uma estimulação de células isoladas. Desde então alguns estudos mostram resultados efetivos de FBML com a utilização de vários tipos de laser no processo de reparação óssea, como HeNe, AsGaAl e AsGa. Nissan et al. (2006), sugerem que o laser AsGa é efetivo no processo de cura do osso pois afeta o transporte de cálcio durante a nova formação óssea, concordando com Galvão et al. (2006), que afirmam que o laser AsGaAl em 780 nm, acelera esse processo diretamente na formação óssea. Stein et al. (2005), concluíram em estudo in vitro, que o laser HeNe em 632 nm promove a proliferação de osteoblastos humanos, e sugerem que tais resultados possivelmente terão implicações clínicas.

## Conclusão

A partir desta revisão pode-se concluir que poucos estudos são direcionados ao uso da fotobiomodulação no processo de reparação óssea. A maior parte dos estudos, realizados em modelos clínicos ou experimentais, sugere que a fotobiomodulação na reparação do tecido ósseo diminui a dor e o tempo de reparação.

## Referências Bibliográficas

- ABRAHAMS, J. J.; HAYT, M.W.; ROCK, R. Sinus lift procedure of the maxilla in patients with inadequate bone for dental implants: radiographic appearance. **AJR**, v.174, p.1289-1292, 2000.
- BEZERRA, F. J. B.; LENHARO, A. Terapia clínica avançada em implantodontia. **São Paulo, Artes Médicas**, p.139-156, 2002.

- DAMANTE, C. A., Avaliação clínica e histológica dos efeitos do laser em baixa intensidade (GaAIs) na cicatrização de gengivoplastia em humanos. **Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo**, 2003.

- GALVÃO, L. AP.; JORGETTI, V.; DA SILVA, O. L. Comparative study of how low-level laser therapy and low-intensity pulsed ultrasound affect bone repair in rats. **Photomed Laser Surg.** v. 24, n. 6, p. 735-40, 2006

- GRAZIANI, F.; DONOS, N.; NEEDLEMAN, I.; TONETTI, M. G. Comparison of implant survival following sinus floor augmentation procedures with implants placed in pristine posterior maxillary bone: a systematic review. **Clin. Oral Impl. Res.**, v.15, p.677-682, 2004.

- HARRIS, D.M., Biomolecular Mechanisms of laser biostimulation. **J. clin. Laser Med. Surg.**, v.9, n.4, p.277-79, Aug. 1991.

- MARINHO, R. M., **Climatério**. Rio de Janeiro: MEDSI Editora Médica e Científica, 1995.

- MERLI, L.A.; SANTOS, M.T.; GENOVESE W.J.; FALOPPA, P., Effect of low-intensity laser irradiation on the processo f bone repair. **Photomed Laser Surg.**, v.23, n.2, p.212-215, Apr. 2005.

- NICOLAU, R. A.; JORGETTI, V.; RIGAU, J.; PACHECO, M. T. T.; REIS, L. M; ZÂNGARO, R. A., Effect of low-power GaAIs laser (660 nm) on bone structure and cell activity: an experimental animal study. **Lasers Med Sci.**, v.18, p.89-94, 2003.

- NISSAN, J.; ASSIF, D.; GROSS M.D.; YAFFE, A., INDERMAN, I., Effect of low intensity laser irradiation on surgically created bony defects in rats. **Journal of Oral Rehabilitation.** v.33, n.8, p.619-924, Aug. 2006.

- PINHEIRO, A.L.B.; OLIVEIRA, M.G., et al., Biomodulatory effects of LLLT on bone regeneration. **Laser Therapy.** vol 13, p 73-78, 2001.

- PINHEIRO, A.L.B.; LIMEIRA JUNIOR, F.A.; GERBI, M.E.M., et al., 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.**, 21, 383-388, 2003.

- PINHEIRO, A.L.B.; LIMEIRA JUNIOR, F.A.; GERBI, M.E.M.; RAMALHO, L.M.P.; MARZOLA, C.; PONZI, E.A.C., Effect of low level laser therapy on the repair of bone defects grafted with inorganic bovine bone. **Braz. Dent. J.** v.14, n.3, 2003.

- RAGHOEBAR, G. M.; SCHORTINGVIS, J.; LIEM, R.S.; RUBEN, J. L.; VAN DER WAL, J. E. VISSINK, A. Does platelet-rich plasma promote remodeling of autologous bone grafts used for augmentation of the maxillary sinus floor?. **Clin. Oral Impl. Res.** v.16, p.349-356, 2005.

- STEIN, A.; BENAYAHU, D.; MALTZ, L.; ORON, U. Low-level laser irradiation promotes proliferation and differentiation of human osteoblasts in vitro. **Photomed Laser Surg.** v. 23, n. 2, p. 161-6, 2005.

- WEBER, J.B.B.; PINHEIRO, A.L.B.; OLIVEIRA, M.G.; OLIVEIRA, F.A.M.; RAMALHOR, L.M.P., Laser therapy improves healing of bone defects submitted to autologous bone graft. **Photomed Laser Surg.** v.24, n.1, p.38-44, 2006.

- WILDEN, L.; KERTHEIN, R. Import of Radiation phenomena of electrons and therapeutic low-level laser in regard to the mitochondrial energy transfer. **J. clin. Laser Med. Surg.** v.16, n.3, 1998.