

# O USO DA FOTOTERAPIA NO REPARO TECIDUAL DE FERIDAS CUTÂNEAS: REVISÃO DA LITERATURA

**Mauro Antônio Dall Agnol, Renata Amadei Nicolau**

Universidade do Vale do Paraiba (UNIVAP), Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D),  
Mestrado em Engenharia Biomédica, Centro de Laser Terapia e Fototerapia. Avenida Shishima Hifume  
nº2911, 12244-000 Urbanova São José dos Campos - SP.  
maurounochapeco@gmail.com, rani@univap.br

**Resumo** - Os conhecidos efeitos positivos da biomodulação após fototerapia contribuíram para o seu amplo uso na área médica, favorecendo o processo de reparo tecidual em feridas cutâneas. Contudo, os estudos sobre o tema apresentam grande diversidade metodológica, a qual dificulta a obtenção de pontos conclusivos. O presente trabalho identificou, através de uma revisão bibliográfica sistemática da última década, o modelo utilizado no estudo, a presença e o tipo de agravo e o efeito da fototerapia no reparo de feridas cutâneas. Os dados levantados revelaram efeito positivo da fototerapia em mais de 81% dos estudos. Em 2,8% foi relatado efeito negativo e 16% apresentaram resultados nulos. A grande maioria dos estudos utilizou ratos (69%), e destes, 89% apresentaram efeitos positivos e somente 13,9% empregaram fatores agravantes, onde o diabetes foi predominante. A amostra utilizada permitiu concluir que a fototerapia apresenta efeitos positivos no reparo de feridas cutâneas, não demonstrando efeitos prejudiciais, que atestem alguma contra-indicação. Os dados sugerem que mais estudos com presença de fatores agravantes sejam realizados.

**Palavras-chave:** Fototerapia, reparo de feridas cutâneas, TLBP  
**Área do Conhecimento:** III - ENGENHARIAS

## Introdução

Os efeitos da biomodulação após fototerapia são estudados há muitos anos e cada vez mais conhecidos. Isso implica na sua ampla utilização na área médica, determinando que o emprego de várias fontes de emissão de luz se consolidasse como favorecedor do reparo a agressões ao organismo humano.

Uma área da medicina aonde a fototerapia vem ganhando muito espaço é a dermatológica, onde vários estudos têm comprovado a eficácia da terapia com laser operando em baixa potência (TLBP) no favorecimento do processo de reparo tecidual em feridas cutâneas.

Contudo, apesar desse fato, em nível clínico a fototerapia é utilizada muitas vezes como terapia coadjuvante, pois seu mecanismo de ação, em diferentes sistemas biológicos ainda necessita ser totalmente elucidado. A maior dificuldade se deve aos estudos em fototerapia envolverem o emprego de diferentes tipos de equipamentos e parâmetros de irradiação em diferentes modelos experimentais. Este fato culmina em uma diversidade metodológica, a qual dificulta a obtenção de pontos conclusivos.

Em relação aos estudos em sistema tegumentar, a maioria visa à observação de

diferenças entre organismos com lesão, porém sem fatores agravantes como imunossupressão, estresse, hipovitaminose, contaminação, síndromes, etc. Quando estes fatores estão presentes é raro observar a investigação de mecanismos modificadores resultantes da ação da fototerapia.

O presente trabalho tem o propósito de identificar, através de uma revisão bibliográfica sistemática da última década, o modelo animal utilizado, a presença e o tipo de agravo e o efeito da fototerapia no reparo de feridas cutâneas.

## Metodologia

O protocolo de revisão bibliográfica foi baseado na consulta às bases de dados ISI-Web of Science e Pubmed. As palavras-chave pesquisadas foram: reparo de feridas cutâneas e fototerapia. Esses termos foram cruzados com as palavras: laser, LED, imunidade, diabetes, AIDS, imunossupressão e suas variações semânticas.

**Critérios de inclusão:** Foram incluídos apenas os estudos que possuíam as palavras-chave reparo de feridas cutâneas (*wound healing*) e fototerapia (*phototherapy*),

combinadas com outra palavra-chave investigada.

**Crerios de exclusão:** Estudos que no

contemplassem a investigao da fototerapia no reparo de feridas cutneas. Estudos realizados fora da ltima dcada.

## Resultados

Na tabela abaixo esto resumidos os dados levantados na reviso de literatura sobre o uso da fototerapia no reparo tecidual de feridas cutneas

**Tabela 1.** Anlise compartimentada da fototerapia no reparo de feridas cutneas.

MODELO	AGRAVO	EFEITO	FONTE
<b>Rato</b>	Sem fatores agravantes	0	Allendorf et al., 1997
		+	Klebanov et al., 2005
		+	Gal et al., 2005
		+	Al-Watban; Andres, 2006
		+	Gal et al., 2006
		-	Yilmaz et al., 2006
		+	Glushkova et al., 2006
		+	Silveira; Streck; Pinho, 2007
		+	Garsen et al., 2000
		0	Walker et al., 2000
		+	Al-Watban; Zhang, 2003
		+	Nakasone et al., 2003
		+	Whelan et al., 2003
		+	Demir et al., 2004
		+	Demir; Balay; Kirnap, 2004
		+	Do Nascimento et al., 2004
		+	Mendez et al., 2004
		+	Ribeiro et al., 2004
		+	Stadler; Brondon; Lanzafame, Pinheiro et al., 2005
		+	Reddy; Stehno-Bittel; Maiya; Kumar; Rao, 2005
+	Reddy, 2003		
+	Rabelo et al., 2006		
+	Pessoa et al., 2004		
<b>Humano</b>	Sem fatores agravantes	+	Simunovic; Ivankovich; Depolo, Hopkins et al., 2004
		+	Schindl et al., 1998
		+	Schindl et al., 2002
		+	Yu; Naim; Lanzafame, 1997
<b>Vaca</b>	Sem fatores agravantes	+	Ghamsari et al., 1997
<b>Cavalo</b>	Sem fatores agravantes	0	Petersen et al., 1999
<b>In vitro</b>	Sem fatores agravantes	+	Danno et al., 2001
		+	Webb; Dyson, 2003
		+	Hawkins; Abrahamse, 2005
		+	Hawkins; Abrahamse, 2007

## Discussão

Diferentes tipos de fototerapia com o uso de diferentes fontes luminosas, em diversos comprimentos de onda, dosimetrias e protocolos de aplicação têm sido utilizados para acelerar o processo de reparação tecidual em feridas cutâneas (Gal et al., 2005).

A maioria dos autores revisados no presente trabalho, observou contribuição positiva da utilização da fototerapia com esse propósito (mais de 81% dos estudos), revelando um incremento da formação de novos vasos, do número de fibroblastos e da produção de colágeno, bem como na aceleração da reepitelização.

Na amostra levantada, apenas um estudo (2,8%) demonstrou efeito negativo da fototerapia, no qual Yilmaz et al. (2006), examinaram os efeitos do GaAs (904nm) no processo de reparação de feridas cutâneas bilaterais em dorso de ratos, irradiando com doses de 0,31 J/cm<sup>2</sup>, 2,48 J/cm<sup>2</sup> e 19 J/cm<sup>2</sup>. A justificativa para o resultado negativo é o provável efeito sistêmico da aplicação do laser operando em baixa intensidade, tendo em vista que os autores utilizaram o mesmo animal para análise de feridas tratadas e controles.

Poucos estudos apresentaram resultados nulos (16%): Allendorf et al. (1997), Petersen et al. (1999) e Walker et al. (2000), utilizando diferentes lasers comprovaram que não existiu benefício no emprego da fototerapia em feridas cutâneas. O fato foi provavelmente causado devido ao uso de uma baixa dose de energia fornecida ao sistema biológico. No primeiro estudo foi utilizado o laser de He-Ne em uma fluência de 2 J/cm<sup>2</sup> e no segundo o GaAlAs na mesma densidade de energia (2 J/cm<sup>2</sup>), esse último tendo como agravante o local da irradiação, que foi o dorso de articulações de patas de cavalo, onde a penetração do laser é difícil. Walker et al. (2000), provavelmente não obtiveram resultados positivos pelo mesmo motivo dos anteriores.

A maioria dos modelos utilizados nos estudos levantados foram ratos (69%). Destes estudos em ratos, 89% apresentaram efeitos positivos da fototerapia e somente 13,9% empregaram fatores agravantes, justificando que novos estudos devam ser realizados com fatores agravantes presentes, principalmente na investigação de mecanismos teciduais básicos envolvidos neste processo diferenciado de reparação.

Em relação aos estudos realizados em humanos, os dados levantados revelaram que

todos apresentavam efeitos positivos da fototerapia na reparação de feridas. Em 60% havia a presença de diabetes como fator agravante.

Esses resultados são extremamente relevantes, uma vez que a maioria dos estudos com animais diabéticos aborda a reparação de feridas em processo agudo da doença (diabetes), ao passo que estudos com humanos, geralmente tratam de reparo de feridas em indivíduos um quadro crônico, de mais difícil solução.

Em 100% dos trabalhos *in vitro* observa-se efeito biomodulador positivo da fototerapia sobre fibroblastos, enzimas, citocinas e demais eventos celulares. Contudo, é sabido que as variáveis existentes no sistema tegumentar podem modificar os padrões de atividade celular atestados *in vitro*.

## Conclusão

A fototerapia apresenta efeitos positivos no reparo de feridas cutâneas não agravadas ou não tumorais e nos estudos levantados no presente trabalho não apresentou efeitos prejudiciais que atestassem alguma contra-indicação. Esse fato faz com que seja amplamente recomendada na reparação de feridas cutâneas.

O modelo predominante nos estudos foi o rato, seguido do humano.

Dos fatores agravantes encontrados nos estudos, o mais presente foi o diabetes. Contudo, o trabalho demonstrou um baixo número de estudos dos efeitos da fototerapia em feridas cutâneas com fatores agravantes associados, indicando que mais estudos deste tipo devam ser realizados.

## Referências Bibliográficas

AL-WATBAN, F. A. H.; ZHANG, X. Y. Effects of wound healing on rats using pulse CW laser with 635 nm. *Lasers in Surgery and Medicine*, p.10-10, 2003.

ALLENORF, J. D. F.; BESSLER, M.; HUANG, J.; KAYTON, M. L.; LAIRD, D.; NOWYGRAD, R.; TREAT, M. R. Helium-neon laser irradiation at fluences of 1, 2, and 4 J/cm<sup>2</sup> failed to accelerate wound healing as assessed by both wound contracture rate and tensile strength. *Lasers in Surgery and Medicine*, v.20, n.3, p.340-345, 1997.

DEMIR, H.; YARAY, S.; KIRNAP, M.; YARAY, K.

Comparison of the effects of laser and ultrasound treatments on experimental wound healing in rats. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v.41, n.5, Sep-Oct, p.721-727, 2004.

GAL, P.; KILIK, R.; SPAKOVA, T.; PATAKY, S.; SABO, J.; POMFY, M.; LONGAUER, F.; HUDAK, R. He-Ne laser irradiation accelerates inflammatory phase and epithelization of skin wound healing in rats. **Biologia**, v.60, n.6, Nov, p.691-696, 2005.

GAL, P.; VIDINSKY, B.; TOPORCER, T.; MOKRY, M.; MOZES, S.; LONGAUER, F.; SABO, J. Histological assessment of the effect of laser irradiation on skin wound healing in rats. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.24, n.4, Aug, p.480-488, 2006.

HAWKINS, D.; ABRAHAMSE, H. Biological effects of helium-neon laser irradiation on normal and wounded human skin fibroblasts. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.23, n.3, Jun, p.251-259, 2005.

MAIYA, G. A.; KUMAR, P.; RAO, L. Effect of low intensity helium-neon (He-Ne) laser irradiation on diabetic wound healing dynamics. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.23, n.2, Apr, p.187-190, 2005.

MENDEZ, T. M. T. V.; PINHEIRO, A. L. B.; PACHECO, M. T. T.; NASCIMENTO, P. M.; RAMALHO, L. M. P. Dose and wavelength of laser light have influence on the repair of cutaneous wounds. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.22, n.1, Feb, p.19-25, 2004.

PESSOA, E. S.; MELHADO, R. M.; THEODORO, L. H.; GARCIA, V. G. A histologic assessment of the influence of low-intensity laser therapy on wound healing in steroid-treated animals. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.22, n.3, Jun, p.199-204, 2004.

PETERSEN, S. L.; BOTES, C.; OLIVIER, A.; GUTHRIE, A. J. The effect of low level laser therapy (LLLT) on wound healing in horses. **Equine Veterinary Journal**, v.31, n.3, May, p.228-231, 1999.

RABELO, S. B.; VILLAVERDE, A. B.; NICOLAU, R. A.; SALGADO, M. A. C.; MELO, M. D.; PACHECO, M. T. T. Comparison between wound

healing in induced diabetic and nondiabetic rats after low-level laser therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.24, n.4, Aug, p.474-479, 2006.

REDDY, G. K. Comparison of the photostimulatory effects of visible He-Ne and infrared Ga-As lasers on healing impaired diabetic rat wounds. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.33, n.5, p.344-351, 2003.

REDDY, G. K.; STEHNO-BITTEL, L.; ENWEMEKA, C. S. Laser photostimulation accelerates wound healing in diabetic rats. **Wound Repair and Regeneration**, v.9, n.3, May-Jun, p.248-255, 2001.

RIBEIRO, M. S.; DA SILVA, D. D. T.; DE ARAUJO, C. E. N.; DE OLIVEIRA, S. F.; PELEGRINI, C. M. R.; ZORN, T. M. T.; ZECELL, D. M. Effects of low-intensity polarized visible laser radiation on skin burns: A light microscopy study. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, v.22, n.1, Feb, p.59-66, 2004.

SILVEIRA, P. C. L.; STRECK, E. L.; PINHO, R. A. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in wound healing by low-level laser therapy. **Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology**, v.86, n.3, Mar 1, p.279-282, 2007.

STADLER, I.; BRONDON, P.; LANZAFAME, R. J. Combined static magnetic field and led phototherapy improves wound healing in the rat model. **Lasers in Surgery and Medicine**, Mar, p.58-58, 2005.

WALKER, M. D.; RUMPF, S.; BAXTER, G. D.; HIRST, D. G.; LOWE, A. S. Effect of low-intensity laser irradiation (660 nm) on a radiation-impaired wound-healing model in murine skin. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.26, n.1, p.41-47, 2000.

WEBB, C.; DYSON, M. The effect of 880 nm low level laser energy on human fibroblast cell numbers: a possible role in hypertrophic wound healing. **Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology**, v.70, n.1, Apr, p.39-44, 2003.

YILMAZ, N.; COMELEKOGLU, U.; AKTAS, S.; COSKUN, B.; BAGIS, S. Effect of low-energy gallium arsenide (GaAs, 904 nm) laser irradiation on wound healing in rat skin. **Wounds-a Compendium of Clinical Research and Practice**, v.18, n.11, Nov, p.323-328, 2006.