

## Fototerapia (LEDs 660/890nm) no tratamento de úlceras de perna em pacientes diabéticos: estudo de caso

Phototherapy (LEDs 660/890nm) in the treatment of leg ulcers in diabetic patients: case study

Débora Garbin Minatel<sup>1</sup>  
Suzelei Castro França<sup>3</sup>

Chukuka Samuel Enwemeka<sup>2</sup>  
Marco Andrey Cipriani Frade<sup>4</sup>

**Resumo:** Avaliou-se a fototerapia na cicatrização de úlceras de perna (UP) mistas em dois pacientes diabéticos (tipo 2), hipertensos. O aparelho apresentava sonda 1 (S1) (1 LED de 660nm, 5mW) aplicado em 3 UP e sonda 2 (S2) (32 LEDs de 890nm e 4 LEDs de 660nm, 500mW) em 6 UP. Após antisepsia, úlceras foram tratadas com sondas a 3J/cm<sup>2</sup>, 30seg, 2x/semana seguido pelo curativo diário com sulfadiazina de prata a 1% por 12 semanas. Pela análise com *software Image J*<sup>®</sup>, as UP com S2 tiveram índices de cicatrização médios de 0,6; 0,7 e 0,9 enquanto S1 foi de 0,2; 0,4 e 0,6 no 30º, 60º e 90º dias, respectivamente. A fototerapia acelerou a cicatrização das úlceras de perna em pacientes diabéticos.

**Palavras-chave:** Cicatrização de feridas; Diabetes Mellitus; Fototerapia; Terapia a laser de baixa intensidade; Úlcera da perna

**Abstract:** This study evaluated the use of phototherapy in the healing of mixed leg ulcers in two diabetic patients (type 2) with arterial hypertension. The device had probe 1 (one 660nm LED, 5mW) applied in 3 ulcers and probe 2 (32 890nm LEDs associated with 4 660nm LEDs, 500mW) in 6 ulcers. After asepsis, ulcers were treated with probes to 3 J/cm<sup>2</sup>, 30sec per point, twice a week, followed by topical daily dressing with 1% silver sulphadiazine during 12 weeks. The following analyses of ulcers with software Image J showed that probe 2 presented mean healing rates of 0.6; 0.7 and 0.9, whereas probe 1 had 0.2; 0.4 and 0.6 at 30, 60 and 90 days, respectively. Phototherapy accelerated wound healing of leg ulcers in diabetic patients.

**Keywords:** Diabetes mellitus; Laser therapy, low-level; Leg ulcer; Phototherapy; Wound healing

### INTRODUÇÃO

*Diabetes mellitus* é causada por desordem metabólica na secreção e/ou ação da insulina, pela hiperglicemia e/ou hiperinsulinemia.<sup>1</sup> O diabetes tipo 2 caracteriza-se pela hiperglicemia crônica relacionada à resistência das células alvos à ação da insulina circulante, que leva a desordens degenerativas, devido a macro e/ou microangiopatia e neuropatia, fatores esses que favorecem o surgimento das úlceras de

perna e que retardam a apresentam cicatrização das mesmas, justificando a busca de novas condutas terapêuticas.

Nos últimos anos, a fototerapia por luzes coerentes (lasers) e não coerentes (LEDs–*Light Emitting Diodes*) destaca-se como método bioestimulador para o reparo tecidual,<sup>2,3</sup> que aumenta a circulação local, proliferação celular e síntese de colágeno.<sup>4,5</sup> Vários

Recebido em 08.04.2008.

Aprovado pelo Conselho Consultivo e aceito para publicação em 26.01.09.

\* Trabalho realizado no Ambulatório de Úlceras da Dermatologia do Centro Saúde Escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Conflito de interesse: Nenhum / Conflict of interest: None

Suporte financeiro / Financial funding: CNPq e Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência do Hospital das Clínicas da Faculdade Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP).

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Manaus (AM), Brasil.

<sup>2</sup> Prof. Dr. School of Health and Life Sciences - New York Institute of Technology – New York, USA.

<sup>3</sup> Profa. Dra. e Coordenadora-chefe do Curso de Biotecnologia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>4</sup> Prof. Dr. da Divisão de Dermatologia, Departamento de Clínica Médica e Centro Saúde Escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

estudos clínicos avaliaram a fototerapia no tratamento em vários tipos de úlceras crônicas, mas diferem quanto aos tipos e dosimetrias utilizados (comprimento de onda, potência, intensidade), que geram ceticismo da real eficácia na cicatrização tecidual. Recentemente, trabalhos realizados em nosso serviço, Caetano *et al.*<sup>6</sup> (2009) demonstraram que a fototerapia acelera a cicatrização de úlceras venosas crônicas quando comparadas com curativo de sulfadiazina de prata 1% tópica ou terapia a luz placebo.

Assim, busca-se demonstrar o uso da fototerapia (LEDs 660/890nm) associada à sulfadiazina de prata tópica para a cicatrização de úlceras de perna em dois pacientes diabéticos.

**Casos clínicos**

Após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Processo HCFMRP/USP nº 302/06), dois pacientes diabéticos (tipo 2) selecionados aleatoriamente foram tratados no Ambulatório de Úlceras da Dermatologia do Centro Saúde Escola-FMRP-USP.

O aparelho de fototerapia (*Dynatron Solaris*®) utilizado possuía a sonda 1-S1 (1 LED de 660nm, 5mW) e sonda 2-S2 (32 LEDs de 890nm e 4 LEDs de 660nm, 500mW).

Após lavagem das úlceras com soro fisiológico 0,9%, aplicou-se as sondas puntualmente sobre as feridas protegidas com PVC, na dose de 3J/cm<sup>2</sup>, 30seg/5cm<sup>2</sup>, 2x/semana, seguido de curativos diários de sulfadiazina de prata a 1% (SDZ) creme por doze semanas de tratamento.

**RELATO DOS CASOS**

**Caso 1:** Paciente feminina, 77 anos, parda, diabética tipo 2, hipertensa e apresentando insuficiência venosa crônica (IVC), usuária de Metformina (1700mg/d) e Captopril (50mg/d). Apresentava hipertensão arterial sistêmica (HAS), cadeirante e úlceras de perna mistas há 25 anos, submetidas a vários tratamentos tópicos. Ao exame clínico-dermatológico, ambas as pernas apresentavam úlceras dolorosas, edema, dermatite ocre, lipodermatoesclerose e varizes. No membro inferior esquerdo (MIE), 2 úlceras (Figuras 1.1 e 1.2) foram tratadas com S1 e 4 no MID tratadas com S2 (Figuras 1.3 a 1.6).

**Caso 2:** Paciente masculino, 50 anos, pardo, diabético do tipo 2 há 1 ano em insulinoterapia (22/10 UI dia), hipertenso há 20 anos, sequelado por AVC, cadeirante, com úlceras de perna múltiplas, dolorosas em ambas pernas, associadas a sinais de IVC. Ao exame, úlcera no MID há 1 mês (Figura 2.1) tratada com S1, e 3 úlceras no MIE com evolução de 10 meses (Figuras 2.2 a 2.4) tratadas com S2.

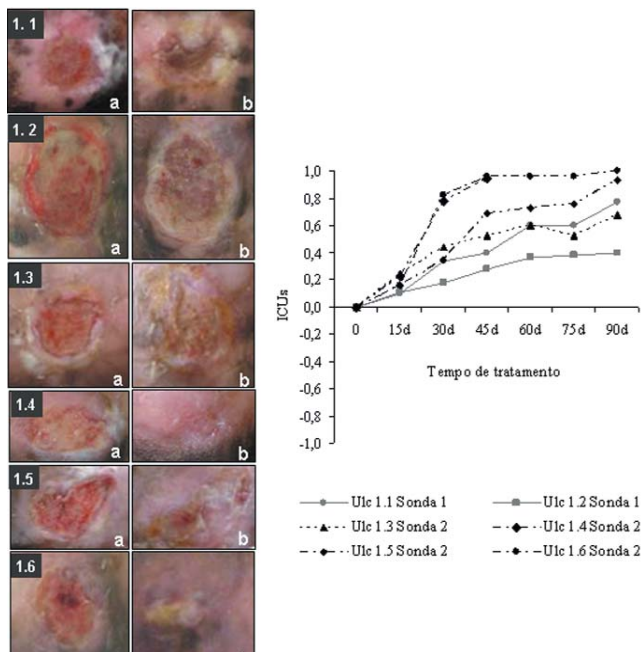


FIGURA 1: Aspectos clínico-evolutivos iniciais das úlceras de perna (a) e no 90º dia (b). Respeetivo gráfico da evolução quinzenal dos ICUs. Notam-se úlceras reepitelizadas totalmente na 7ª e 11ª semana de tratamento, respectivamente (1.4b e 1.6b)

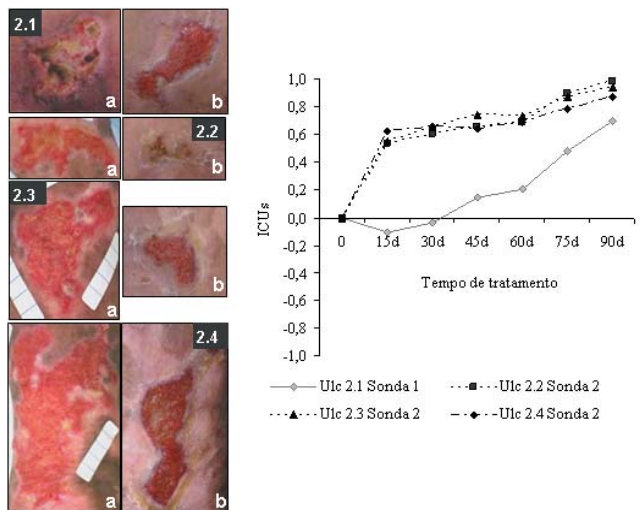


FIGURA 2: Aspectos clínico-evolutivos iniciais das úlceras de perna (a) e no 90º dia de seguimento (b). Respeetivo gráfico da evolução quinzenal dos ICUs

**Captura de análise das imagens das úlceras**

As úlceras foram avaliadas semanalmente por câmera digital (Sony® DSC-P100), fixada numa base de alumínio com régua milimetrada a 30cm e perpendicular à úlcera. Pelo *software ImageJ*® foi quantificada a área total das úlceras pela delimitação das bordas e calculado o índice de cicatrização das úlceras [ICU=(Área inicial-Área final)/Área inicial]<sup>7</sup>, onde ICU=1 representa reepitelização total; ICU=0 sem

**TABELA 1.** Características das úlceras tratadas com sonda 1 e sulfadiazina de prata a 1% creme com suas respectivas evoluções clínicas representadas pelo índice de cicatrização das úlceras (ICU) e relação dos tecidos esfacelo e granulação (E/G)

No. de caso.	Localização ulcera	Tratamento			30 dias		60 dias		90 dias	
		Tipo de Tratamento	Tempo (sem)	Área Inicial (cm <sup>2</sup> )	ICU	E/G	ICU	E/G	ICU	E/G
1.1	Maléolo lateral MIE	S1+SDZ	12	3	0,3	1,3	0,6	2,5	0,8	12,4
1.2	Tendão de calcâneo MID	S1+SDZ	12	5,8	0,2	2,4	0,4	0,2	0,4	0,7
2.1	Face medial MID	S1+SDZ	12	11,5 Média	0,0	0,4	0,2	0,3	0,7	0,3
					0,2	1,4	0,4	1,0	0,6	4,4

MID: Membro inferior direito; MIE: Membro inferior esquerdo; S1: Sonda 1; S2: Sonda 2; SDZ: Sulfadiazina de prata; E/G: Relação Esfacelo e Granulação; NC: Nada Consta

sinais de reepitelização; ICU>0 redução e ICU<0 aumento da área da úlcera.

Os tecidos presentes nas úlceras foram avaliados pela definição das cores através do *plugin threshold color* do *software Image J*<sup>®</sup>, onde a cor vermelha correspondia ao tecido de granulação (G) e o amarelo, esfacelo/fibrina (E) (tecidos desvitalizados).<sup>8</sup> O dinamismo das modificações teciduais durante o tratamento foi estabelecido pela relação esfacelo/granulação (E/G) no momento da avaliação, onde E/G=1 mostra que a área de granulação é igual a esfacelo; E/G<1 mostra que a área de granulação é maior que esfacelo, ao contrário de E/G>1, quando granulação for menor que esfacelo.

#### Análise dos resultados

Nas tabelas 1 e 2 estão descritos a evolução clínico-terapêutica das áreas iniciais e os respectivos ICUs e E/Gs no 30º, 60º e 90º dias de tratamento com S1 e 2, respectivamente. As figuras 1 e 2 demonstram a evolução clínico-fotográfica inicial (a) e final (b) relacionado com suas respectivas evoluções quinzenais dos ICUs.

A análise evolutiva das úlceras com *software Image J*<sup>®</sup> demonstrou que 6 úlceras tratadas com S2 apresentaram ICUs médios de 0,6; 0,7 e 0,9 (Tabela 2), enquanto 3 úlceras com S1 tiveram valores médios de 0,2; 0,4 e 0,6 no 30º, 60º e 90º dias (Tabela 1), respectivamente.

As úlceras 1.4 e 1.6 tratadas com a S2 apresentaram reepitelização total em 7 e 12 semanas de tratamento, respectivamente (Tabela 2 e Figura 1). Já as úlceras tratadas com S1 (Figuras 1.2 e 2.1), que apresentavam dor durante o tratamento, tiveram discretos sinais de cicatrização a partir da 5ª semana de tratamento (Figuras 1 e 2, Tabela 1). A úlcera 1.2 que apre-

sentou o ICU de 0,4 e E/G de 0,7 no 90º dia devido a sua localização acima do tendão do calcâneo.

No entanto, em ambos os casos as úlceras tratadas com a S2 evoluíram com cicatrização satisfatória, seguido do relato de alívio da dor nas úlceras logo na 2ª semana de tratamento (Tabela 2).

#### DISCUSSÃO

O *diabetes mellitus* é uma síndrome multifatorial e crônica, que evolui com várias complicações desencadeadas pela macro e microangiopatia e/ou pela neuropatia, acometendo múltiplos órgãos como rim, retina, coração e pele. Essas complicações associadas às comorbidades como IVC e HAS, aumentam a possibilidade do surgimento de úlceras de perna.<sup>9</sup> Além disso, os pacientes diabéticos apresentam suscetibilidade a traumas, infecções e, conseqüentemente às ulcerações, as quais se destacam pelo tratamento geralmente lento e de resultados limitados, o que diminui a qualidade de vida desses pacientes, podendo evoluir à amputação e óbito.<sup>10,11</sup>

A cicatrização das úlceras constitui-se de uma seqüência biológica complexa que envolve processos celulares e moleculares, como inflamação, formação tecidual (angiogênese, fibrogênese e reepitelização) e remodelagem tecidual. Clinicamente, as características teciduais das úlceras refletem a fase do processo cicatricial em que se encontra, como tecido necrótico ou amarelado (esfacelo) pela fase inflamatória inicial. A seguir, forma-se um tecido avermelhado e granulado (angiogênese), que se transforma num tecido de cor mais escura/vinhosa, compacto e sem aspecto granulado (fibroplasia). Por fim, a úlcera diminui sua superfície principalmente pela reepitelização das bordas e/ou ilhotas de reepitelização. Portanto, estes tecidos retratam o dinamismo da cicatrização da úlcera,

**TABELA 2.** Características das úlceras tratadas com sonda 2 e sulfadiazina de prata a 1% creme com suas respectivas evoluções clínicas representadas pelo índice de cicatrização das úlceras (ICU) e relação dos tecidos esfacelo e granulação (E/G)

No. de caso ulcera	Localização	Tratamento			30 dias		60 dias		90 dias	
		Tipo de Tratamento	Tempo (sem)	Área Inicial (cm <sup>2</sup> )	ICU	E/G	ICU	E/G	ICU	E/G
1.3	Maléolo medial MID	S2+SDZ	12	2,5	0,4	1,0	0,6	0,3	0,7	3,0
1.4	Face anterior MID	S2+SDZ	7	1,8	0,8	1,0	1,0	0,0	1,0	NC
1.5	Face lateral MID	S2+SDZ	12	4,4	0,3	0,3	0,7	0,3	0,9	0,5
1.6	Face pósterio - lateral MID	S2+SDZ	12	4,4	0,8	0,3	1,0	1,0	1,0	NC
2.2	Face medial MIE	S2+SDZ	12	14	0,6	0,2	0,7	0,4	1,0	0,0
2.3	Face anterior MIE	S2+SDZ	12	26,3	0,7	0,3	0,7	0,8	0,9	0,1
2.4	Face lateral MIE	S2+SDZ	12	75,4	0,7	0,2	0,7	0,6	0,9	0,5
				Média	0,6	0,5	0,7	0,5	0,9	0,8

MID: Membro inferior direito; MIE: Membro inferior esquerdo; S1: Sonda 1; S2: Sonda 2; SDZ: Sulfadiazina de prata; E/G: Relação Esfacelo e Granulação; NC: Nada Consta

que podem ser documentados percentualmente, representando o progresso ou deterioração da cicatrização através do tempo.<sup>8</sup>

Estudos clínicos mostram formas diferentes de avaliar e quantificar a evolução da cicatrização diante novas terapêuticas para úlceras crônicas,<sup>7,12</sup> como pela variação da redução percentual da área das úlceras (Ai-Af/Ai)x100, que permite demonstrar a eficácia e comparar diferentes tratamentos, normalizando os diferentes tamanhos das úlceras, podendo ser utilizada em testes clínicos com pequena amostragem e de curta duração, além de indicar quantitativamente a continuidade ou modificação destas durante a evolução.

O *software Image J*<sup>®</sup> utilizado permitiu a avaliação clínico-fotográfica das úlceras e a quantificação de suas áreas superficiais e as modificações teciduais durante o tratamento, o que permitiu demonstrar e quantificar a evolução dinâmica da cicatrização de úlceras cutâneas.<sup>13</sup>

As úlceras tratadas com a S2 em ambos os casos apresentaram redução da área total maior que as úlceras tratadas com S1. Ressalta-se a localização da úlcera no caso da úlcera do tendão calcâneo (úlceras 1.2) e evolução com menor ICU, atingindo ICU de 0,4 em 90 dias (Tabela 1 e Figura 1), provavelmente relacionada à menor vascularização local pela IVC, lipodermatoesclerose e inatividade física da paciente. Esse fato se confirma pela evolução da relação E/G no 30º dia que foi de 2,4, indicando o aumento da inflamação, estabilizada no 60º e 90º dias, seguido de diminuição da área ulcerada.

Os resultados obtidos corroboram as evidências de que a fototerapia por meio de LEDs a 600-1000nm

promove o reparo tecidual, particularmente nos casos de úlceras crônicas.<sup>2,3</sup> Observa-se o efeito positivo da S2 para o tratamento de úlceras crônicas em pacientes diabéticos como observado por Kleinman *et al.*, os quais constataram que 50 a 90% das úlceras diabéticas responderam positivamente à laserterapia com 785nm, assim como sua combinação com 632.8nm.<sup>14</sup> Sugrue *et al.* também relataram resultados positivos do laser em vários tipos de feridas e úlceras, especialmente em casos crônicos e intratáveis.<sup>15</sup> Nenhum efeito adverso foi informado em quaisquer destes estudos. Em parceria com *New York Institute of Technology* (USA), resultados semelhantes foram observados em nosso serviço com a fototerapia (660/890nm) na cicatrização de úlceras venosas crônicas quando comparado à terapia a luz placebo e SDZ tópica diária.<sup>6</sup>

Os resultados sugerem que a associação de LEDs (660/890nm) duas vezes por semana com SDZ tópica diária mostrou maior eficácia na cicatrização quando comparado com S1 (1 LED) constituindo-se numa terapia bioestimuladora, não invasiva, de fácil e rápida aplicação com adicional efeito analgésico no tratamento de úlceras de perna em pacientes diabéticos, fazendo-se necessário a realização de estudos clínicos randomizados para consolidar nossos achados. □

## AGRADECIMENTOS

À *Dynatronics* pelo aparelho de fototerapia. Aos alunos Heriton Antonio e Thalys Silva pela colaboração no estudo.

## REFERÊNCIAS

1. DeFronzo RA, Ferrannini E. Insulin resistance. A multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*. 1991;14:173-94.
2. Smith KC. Laser (and LED) therapy is phototherapy. *Photomed Laser Surg*. 2005;23:78-80.
3. Vladimirov YA, Osipov AN, Klebanov GI. Photobiological principles of therapeutic applications of laser radiation. *Biochemistry*. 2004;69:81-9.
4. Minatel DG, Frade MAC, França SC, Enwemeka CS. Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2009; DOI: 10.1002/lsm. 20789.
5. Desmet KD, Paz DA, Corry JJ, Eells JT, Wong-Riley MT, Henry MM, et al. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomed Laser Surg*. 2006;24:121-8.
6. Caetano KS, Frade MAC, Minatel DG, Santana LA, Enwemeka CS. Phototherapy improves healing of chronic venous ulcers. *Photomed Laser Surg*. 2009;27:111-8.
7. Robson MC, Hill D, Woodske ME, Steed DL. Wound healing trajectories as predictors of effectiveness of therapeutic agents. *Arch Surg*. 2000;135:773-7.
8. Fowler EM, Vesely N, Johnson V, Harwood J, Tran J, Amberry T. Wound care for persons with diabetes. *Home Health Nurse*. 2003;21:531-40.
9. Frade MAC, Cursi IB, Andrade FF, Soares SC, Ribeiro WS, Santos SV, et al. Úlcera de perna: um estudo de casos em Juiz de Fora-MG (Brasil) e região. *An Bras Dermatol*. 2005;80:41-6.
10. Pham H, Armstrong DG, Harvey C, Harkless LB, Giurini JM, Veves A. Screening techniques to identify people at high risk for diabetic foot ulceration: a prospective multicenter trial. *Diabetes Care*. 2000;23:606-11.
11. Frade MAC, Cursi IB, Andrade FF, Coutinho-Netto J, Barbetta FM, Foss NT. Management of diabetic skin wounds with a natural latex biomembrane. *Med Cutan Iber Am*. 2004;32:157-62.
12. Margolis DJ, Gelfand JM, Hoffstad O, Berlin JA. Surrogate end points for the treatment of diabetic neuropathic foot ulcers. *Diabetes Care*. 2003; 26: 1696-700.
13. Gomes FG, Santana LA, Minatel DG, Frade MAC. Uso do *software Imaje J<sup>®</sup>* para análise clínico-fotográfica das úlceras. In: 5º Encontro de Bioengenharia São Carlos. Caderno de Resumos do 5º EncoBio. São Carlos: USP; 2005. p. 37.
14. Kleinman Y, Simmer S, Braksma Y, Morag B, Lichtenstein D. Low level laser therapy in patients with venous ulcers: Early and long term outcomes. *Laser Ther*. 1996;8:205-8.
15. Sugrue ME, Carolan J, Leen EJ. The use of infra-red laser therapy in the treatment of venous ulcerations. *Ann Vasc Surg*. 1990;4:179-81.

---

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA / MAILING ADDRESS:  
 Prof. Dr. Marco Andrey Cipriani Frade  
 Divisão de Dermatologia da Faculdade de  
 Medicina de Ribeirão Preto - USP  
 Av. Bandeirantes 3900.  
 14048 900 - Ribeirão Preto - SP  
 Tel./fax: 55 16 36330236  
 e-mail: mandrey@fmrp.usp.br

Como citar este artigo/How to cite this article: Minatel DG, Enwemeka CS, FrançaSC, Frade MAC. Fototerapia (LEDs 660/890nm) no tratamento de úlceras de perna em pacientes diabéticos: estudo de caso. *An Bras Dermatol*. 2009;84(3):279-83.