

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

ENGENHARIA BIOMÉDICA 2



CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA BIOMÉDICA 2**



CLAUDIANE AYRES  
(ORGANIZADORA)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Amanda Costa da Kelly Veiga  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Claudiane Ayres

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica 2 / Organizadora Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-533-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.33123009>

1. Engenharia biomédica. I. Ayres, Claudiane (Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## **APRESENTAÇÃO**

A Engenharia Biomédica, sendo considerada como área de atuação multidisciplinar, é capaz de desenvolver diversos estudos relacionados a diagnóstico, tratamento, recuperação, prevenção e promoção de saúde, bem como, o desenvolvimento de diferentes recursos e tecnologias que favorecem a saúde e o bem-estar da população em geral.

A fim de enfatizar a importante atuação da engenharia biomédica em suas diversas possibilidades de ação, a editora Atena lança “DESAFIOS DAS ENGENHARIAS: ENGENHARIA BIOMEDICA 2”, que traz 06 artigos que demonstram diferentes formas de como a engenharia biomédica pode beneficiar a saúde global dos indivíduos.

Convido- te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **BIOSSEGURANÇA LABORATÓRIAL E BIOMÉDICOS NB2 COM USO DE *BAG IN & BAG OUT***

Nathalia Cris da Silva

Eliandro Barbosa de Aguiar

Alexandre Fernandes Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130091>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA CONTROLADA POR MEMBRO INFERIOR**

Giullia Paula Rinaldi

Guilherme Nunes Nogueira Neto

André Giacomelli Leal

Gleyson Cesar Rinaldi

Edenise Teixeira Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130092>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS ELETROMIOGRÁFICOS E UMA PRÓTESE 3D PARA O ENSINO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA**

Uriel Abe Contardi

Paulo Rogério Scalassara

Wagner Endo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130093>

### **CAPÍTULO 4..... 33**

#### **DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DONOVANOSE PERI-ANAL**

Albery Martins Silva

João Pedro Martins Silva

Fernando Pereira Brochado

Ricardo Scarpara Navarro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130094>

### **CAPÍTULO 5..... 39**

#### **EFICIÊNCIA DA ARGILOTERAPIA NO CLAREAMENTO DE "MANCHAS HIPERCROMICAS" E MELASMA**

Tainá Francisca Cardozo de Oliveira

Vanessa Oliveira Lopes de Moura

Aline Alves Souza

Isabella da Costa Ribeiro

Débora Quevedo Oliveira

Amanda Costa Castro

Hanstter Hallison Alves Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130095>

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>56</b>
ESTUDO DA FOTOBIMODULAÇÃO (LASER/LED) NA REGENERAÇÃO TECIDUAL: REVISÃO DA LITERATURA	
Albery Martins Silva	
João Pedro Martins Silva	
Fernando Pereira Brochado	
Ricardo Scarparo Navarro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130096">https://doi.org/10.22533/at.ed.3312130096</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>64</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>65</b>

# CAPÍTULO 6

## ESTUDO DA FOTOBIMODULAÇÃO (LASER/LED) NA REGENERAÇÃO TECIDUAL: REVISÃO DA LITERATURA

*Data de aceite: 21/09/2021*

*Data de submissão: 06/09/2021*

### **Albery Martins Silva**

Universidade Brasil, Instituto Científico e Tecnológico, Engenharia Biomédica, São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/3605547838917174>

### **João Pedro Martins Silva**

Universidade Santo Amaro – Unisa – São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/9482130819215838>

### **Fernando Pereira Brochado**

Faculdade de Medicina Santa Marcelina – São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/2600180259256996>

### **Ricardo Scarparo Navarro**

Universidade Brasil, Instituto Científico e Tecnológico, Bioengenharia, São Paulo, SP  
<http://lattes.cnpq.br/9120674464635588>

**RESUMO:** Os lasers de baixa potência e LEDs podem promover diferentes efeitos biológicos nos tecidos por meio de um processo de Fotobiomodulação. A radiação eletromagnética emitida com comprimento de onda e parâmetros específicos é absorvida pelos cromóforos celulares e teciduais e promovem biomodulação, ativando ou inibindo processos bioquímicos e metabólicos das células-alvo, produzindo efeitos locais e à distância que podem resultar em analgesia, anti-inflamação e processos de

quimiotaxia celular, vasculares, imunológicos, liberação de citocinas que promovam a regeneração tecidual. Este trabalho visa realizar uma revisão de literatura a respeito dos efeitos fotobiomodulatórios nos processos de reparação tecidual em feridas. A partir desta revisão pode-se concluir que os estudos realizados em modelos clínicos ou experimentais sugerem que a fotobiomodulação atua de forma efetiva na reparação dos tecidos lesionados com feridas, reduzindo a dor e o tempo de reparação tecidual. Há dificuldade de padronização nos protocolos quanto a sua aplicação, sendo necessários mais estudos que discutam as doses, intensidades e tempo de exposição, para que seus benefícios sejam realmente alcançados.

**PALAVRAS - CHAVE:** Cicatrização de feridas; Fotobiomodulação; Laser de baixa potência, Regeneração tecidual.

### STUDY OF PHOTOBIMODULATION (LASER/LED) IN TISSUE REGENERATION: LITERATURE REVIEW

**ABSTRACT:** Low power lasers and LEDs can promote different biological effects on tissues through a photobiomodulation process. Electromagnetic radiation emitted at specific wavelengths and parameters is absorbed by cellular and tissue chromophores and promotes biomodulation, activating or inhibiting biochemical and metabolic processes of the target cells, producing local and distant effects that may result in analgesia, anti-inflammatory and cellular, vascular, immunological chemotaxis processes, cytokine release that promote tissue

regeneration. This paper aims to conduct a literature review about the photobiomodulation effects on tissue repair processes in wounds. It can be concluded that studies performed in clinical or experimental models suggest that photobiomodulation acts effectively in the repair of injured wound tissues, reducing pain and time for tissue repair. Protocols are difficult to standardize as to their application, and further studies are needed to discuss doses, intensities, and exposure times for their benefits to be truly achieved.

**KEYWORDS:** Wound Healing; Photobiomodulation; Low Level Laser; Tissue Regeneration.

## INTRODUÇÃO

O poder da luz no tratamento das doenças é objeto de estudo desde Albert Einstein nos anos 60, e muitos achados desde a Mesopotâmia, Egito Antigo e Grécia mostram a utilização da luz em diferentes doenças, e com o desenvolvimento da ciência, o que antes se resumia em hipóteses e sonhos para o futuro, hoje pode ser aplicado nos mais diversas patologias e auxilia na recuperação de muitos pacientes. A Fototerapia, atualmente denominada de Fotobiomodulação (FBM), baseia-se na interação da luz com as células e os tecidos, biomodulando por meio de processos fotofísicos e fotoquímicos intracelulares, sendo absorvida por cromóforos na mitocôndria, parede celular, núcleo, citoplasma, atuando nos processos bioquímicos e metabólicos celular, cujo efeito pode ser bioestimular ou bioinibir das atividades celulares e repercutindo nos tecidos sistemicamente, e, portanto, na reparação tecidual. A bioinibição acontece quando ocorre o excesso de degradação de fibras do colágeno e outras biomoléculas dos tecidos. O tratamento por FBM se baseia na aplicação de luz Laser ou Led em áreas lesionadas, doloridas e inflamadas, com o objetivo de estimular sua regeneração tecidual e diminuir a dor. As evidências científicas encontradas em diferentes estudos mostraram que a fotobiomodulação, promovida pelos lasers de baixa potência ou LEDs, nos tecidos biológicos são eficazes nos processos de recuperação de lesões musculares, ósseas, tratamento de inflamações, feridas e problemas na pele e mucosas, entre outras enfermidades. Entretanto, os parâmetros utilizados no tratamento por fotobiomodulação devem ser adequados a cada caso, para o sucesso da técnica. Os LEDs se apresentam como uma alternativa ao uso de laser de baixa potência, pois proporcionam resultados terapêuticos semelhantes, com amplas vantagens, tem boa portabilidade, podem tratar grandes áreas, com exposição de tempo menor e com um baixo custo operacional.

## MATERIAL E MÉTODO

Para a elaboração deste estudo, foram catalogados alguns artigos, teses e outras publicações, realizando uma revisão sistemática de estudos clínicos e experimentais conduzidos em animais e humanos, que abordam o tema central do estudo entre 1970 e 2019, e estabelecido um descritivo focado nas causas e efeitos do tema objeto da

Revisão da Literatura.

Foram realizadas buscas nas bases de dados da Bireme (Lilacs, Medline e Scielo), Capes e PubMed. Catalogamos as referências nacionais e internacionais que continham as palavras-chave: Fotobiomodulação, Fotobioestimulação, Fototerapia, Terapia a laser de baixo nível, Terapia a Laser de baixa potência, Terapia com led, Terapia por luz com Reparação tecidual.

Durante as buscas, foram descartadas as referências que não tratavam de Fotobiomodulação ou Fototerapia.

## REVISÃO DA LITERATURA

Considerando os avanços no desenvolvimento de dispositivos de laser, o laser de baixa potência (LBP) teve representatividade clínica no final da década de 60 e início da década de 70 com o estudo desenvolvido pelo professor Endre Mester. Esse estudo foi o pioneiro em demonstrar o conceito de efeito “bioestimulatório” (MESTER, 1966). Em um de seus experimentos, Mester implantou células tumorais sob a pele de ratos e expôs o tecido à irradiação de um laser de rubi (baseado no modelo de Maiman). Como resultados as células tumorais não foram eliminadas, entretanto, foi observado em muitos casos que as incisões feitas na pele (para implantar as células tumorais) tiveram regeneração mais rápida em ratos que sofreram a aplicação da irradiação laser. Em estudos subsequentes, Mester confirmou o efeito da irradiação laser na aceleração da cicatrização de feridas e regeneração tecidual. Ao longo dos anos, muitos estudos foram desenvolvidos sugerindo o uso da irradiação laser na indução de cicatrização de feridas cutâneas (CORAZZA, 2005; MINATEL et al., 2009), regeneração de diversos tipos de tecido, como por exemplo, tendinoso e muscular (ENWEMEKA et al., 2000; CRESSONI et al., 2008), e também, ação anti-inflamatória (LOPES-MARTINS et al., 2005). Reddy (2003) comparou dois tipos de dispositivos de laser (He-Ne versus As-Ga) na cicatrização de feridas diabéticas. O autor observou que as diferenças entre os lasers eram dependentes da resposta fotoquímica das células em cada comprimento de onda. Dessa forma, uma padronização dos parâmetros de tratamento tornou-se necessária para diferentes patologias que podem ser tratadas com a irradiação laser. Baseado em pesquisas científicas, a Associação Mundial de Laserterapia (WALT - “*World Association of Laser Therapy*”) elaborou tabelas normativas com os parâmetros recomendados para o tratamento de condições inflamatórias (WALT, 2010), porém, diversas condições, sejam profiláticas ou terapêuticas, ainda necessitam da determinação de parâmetros de irradiação ideais. Harris et al (1991), Wilden et al (1998) e Damante et al (2003), estudaram a ação da Fotobiomodulação Laser (FBML), que 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 celular. Pinheiro et al. (2003), afirma que 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 à 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. (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. 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 ( $\lambda = 780 \text{ nm}$ ) em 48 ratos que tiveram a tíbia 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. Segundo Nissan et al. (2006), a FBML exibe bons resultados, dentre eles na cicatrização de feridas, melhora na regeneração de nervos, melhora na formação neovascular e na indução de formação de tecidos. Silva et al., (2007); Barros et al., (2008), demonstraram que os lasers de baixa potência ou terapêuticos, apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e de bioestimulação. Nteleki et al. (2012), em um artigo de revisão aborda que a fototerapia (laserterapia de baixa intensidade) é uma modalidade terapêutica que pode melhorar a cicatrização de feridas. Lopes-Martins et al., (2018), mostram que o uso da fotobiomodulação com laser ou LEDs tem sido amplamente utilizados tanto na forma de prevenção aos danos causados pelos exercícios como na forma de tratamento pós atividades físicas, como forma de prevenir a fadiga muscular e os possíveis danos musculares (analisado a enzima CK) induzidos por estimulação elétrica neuromuscular. Foi possível observar com esse estudo uma dose-resposta de acordo com a frequência aplicada e sua capacidade de diminuir os níveis de CK.

## 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. Foi inicialmente utilizada para acelerar a cicatrização de feridas em ratos, através do laser de rubi (MESTER et al, 1985), e atualmente vem sendo utilizado na odontologia para aceleração da cicatrização de feridas (ANDERS et al, 2015). Sobre o mecanismo que sustenta a atividade benéfica do laser em baixa intensidade nos tecidos bucais, duas teorias são aceitas. A primeira refere-se à capacidade da luz que sob um determinado comprimento de onda, ativa a cadeia respiratória mitocondrial celular, a segunda teoria pressupõe que a luz atue na abertura dos canais de cálcio na membrana celular. Em ambas as teorias ocorre um aumento no metabolismo celular, com uma produção elevada de trifosfato de adenosina- ATP (KARU et al., 1982).

Estudos mostram que a fotobiomodulação consegue aumentar a atividade metabólica celular, aumentando seu potencial regenerativo, neoformação vascular e regeneração tecidual (ABERGEL et al, 1988; BIHARI et al, 1988). Outros estudos semelhantes mostram que a irradiação com LED apresenta efeitos favoráveis em nível celular, com maior proliferação de fibroblastos, presumindo maior benefício em potencial para os resultados clínicos (VINCK et al., 2003). Além de aumentar a proliferação de fibroblastos, o uso de LED promove a cicatrização da ferida *in vivo* (TADA et al, 2009).

Na Estética a FBML vem sendo aplicada no tratamento de estrias, manchas, celulite, acne, bolsas de expressão, olheiras e sobre os efeitos do fotoenvelhecimento da pele, que são causados pelos efeitos da radiação solar. A resposta fotobiológica tem sido sugerida como uma resposta da absorção de um comprimento de onda específico por algum fotorreceptor molecular, como o descrito por Harris (1991), Wildem (1998) e Damante (2003), um desses fotorreceptores é o citocromo C, que devido a sua fotossensibilidade, absorve a energia da luz laser e posteriormente a transforma em energia para a célula. 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. 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.

A Donovanose foi descrita pela primeira vez em 1882 por McLeod, na cidade de Madra na Índia. No ano de 1905, um médico Irlandês chamado Charles Donovan relatou a presença de microrganismos intracelulares em amostra de úlceras, sendo que a doença recebeu esse nome em sua homenagem<sup>1-4</sup>. Esta bactéria possuiu um período de incubação que varia de 3 dias a 6 meses, apresentando uma média de 7 a 30 dias do período de exposição até o surgimento das lesões. Inicialmente observa-se uma lesão nodular

localizada no subcutâneo que progride para ulceração com fundo granulomatoso, aspecto vermelho intenso, com borda plana ou hipertrófica, bem delimitada. Por conseguinte <sup>4</sup>, pode tornar-se vegetante ou ulcero-vegetante; pode ser uma lesão isolada ou múltipla. Raramente são encontradas lesões em regiões extragenitais, podendo ser secundárias às práticas sexuais ou auto-inoculação. Podem surgir lesões nas gengivas, axilas, parede abdominal, couro cabeludo e formas sistêmicas, com manifestações no esqueleto, articulações, fígado, baço, pulmões, entre outras.<sup>2,4,5</sup>

O diagnóstico é feito através de exames laboratoriais ou anatomopatológico, por meio da observação da presença de corpúsculos de Donovan em esfregaço de amostras de lesões suspeitas ou cortes tissulares corados com Giemsa ou Wright.<sup>8-9</sup> O tratamento convencional dos pacientes com quadro não avançado da doença é feito com antibióticos, como a azitromicina (1,0g por semana, durante 3 semanas), tetraciclina (500 mg por via oral, 4 vezes ao dia), doxiciclina (100 mg, por via oral, quatro vezes ao dia) ou eritromicina base (500 mg, por via oral, 4 vezes ao dia), por pelo menos, 2 a 3 semanas, até que haja a regressão completa das lesões <sup>12</sup>. Em todos os pacientes com lesões crônicas, que não respondem ao tratamento, deve-se considerar a possibilidade de malignidade, principalmente o carcinoma espinocelular. É comum a recidiva da doença após o tratamento, sendo necessário sua realização a longo prazo. Porém, alguns casos muito avançado, a regressão da lesão ulcerada já estabelecida demora muito tempo, às vezes ultrapassando 6 meses. Tentando abreviar esse tempo, optamos pela realização de um debridamento cirúrgico das bordas das lesões ulceradas elevadas, com resultados satisfatórios quanto ao tempo de recuperação do paciente, com regressão total das lesões após 45 dias de tratamento. Lembrando que é necessário evitar qualquer tipo de relação sexual até o final do tratamento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta revisão pode-se concluir que os estudos realizados em modelos clínicos ou experimentais sugerem que a fotobiomodulação atua de forma efetiva na reparação dos tecidos lesionados com feridas, reduzindo a dor e o tempo de reparação tecidual.

## REFERÊNCIAS

ABERGEL, R.P.; GLASSBERG, E.; UITTO, J. **Increased wound-healing rate in pigskin treated by helium-neon laser.** *Inte Soc Opti Eng Proc.* 1988;6-10.

ANDERS, J. J.; LANZAFAME, R. J.; ARANY, P. R. **Low-level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy.** *Photomed Laser Surg*, v. 33, n. 4, p. 183-184, 2015.

BARROS FC, ANTUNES SA, FIGUEREDO CMS, FISCHER RG. Laser de baixa intensidade na cicatrização periodontal. *R Ci Med Biol.* 2008;7:85-9.

BIHARI, J.; MESTER, A.R. **The biostimulative effect of low level laser therapy on long standing crural ulcers using helium-neon laser, helium-neo laser plus infrared lasers, and noncoherent light: preliminary report of a randomised double blind comparative study.** *Laser Therapy* 1988; 1:97.

CORAZZA, A. V. **Fotobiomodulação comparativa entre laser e LED de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas de ratos.** Dissertação (mestrado em Bioengenharia) Programa de Pós Graduação Interunidade em Bioengenharia – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2005.

CRESSONI, M. D.; DIB GIUSTI, H. H.; CASAROTTO, R. A.; ANARUMA, C. A. **The effects of a 785 nm AlGaInP laser on the regeneration of rat anterior tibialis muscle after surgically-induced injury.** *Photomedicine and Laser Surgery*, v.26, n.5, p.461-466, 2008.

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

ENWEMEKA, C. S.; REDDY, K. **The biological effects of laser therapy and other physical modalities on consecutive tissue repair process.** *Laser Therapy*, v.12, p.22-30, 2000.

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.

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

KARU TI , Kalendo GS, Letokhoy VS, Lobko VV. **Bioestimulation of HeLa cells by low-intensity visible light.** *Nuovo Cimento.* 1982; 1 (6):828-840.

KARU TI. **Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation.** *Laser in the life Sci.* 1998; 2(1):53–74.

LOPES-MARTINS, R. A.; ALBERTINI, R.; MARTINS, P. S.; BJORDAL, J. M.; FARIA NETO, H. C. **Spontaneous effects of low level laser therapy (650 nm) in acute inflammatory mouse pleurisy induced by carrageenan.** *Photomedicine and Laser Surgery*, v.23, n.4, p.377-381, 2005.

LOPES-MARTINS, R. A. B. et al. **Spontaneous effects of low-level laser therapy (650 nm) in acute inflammatory mouse pleurisy induced by carrageenan.** *Photomedicine and laser surgery*, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 377–81, 2005.

MESTER, E.; MESTER, A. F.; MESTER, A. **The biomedical effects of laser application.** *Lasers Surg Med*, v. 5, n. 1, p. 31-39, 1985.

MESTER, E. **The use of the laser beam in therapy.** *Orvosi Hetilap*, v.107, n.22, p.1012-1016, 1966.

MINATEL, D. G.; FRADE, M. A.; FRANÇA, S. C.; ENWEMEKA, C. S. **Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies.** *Lasers in Surgery and Medicine*, v.41, n.6, p.433-441, 2009.

NICOLAU, R. A.; JORGETTI, V.; RIGAU, J.; PACHECO, M. T. T.; REIS, L. M.; ZÂNGARO, R. A., **Effect of low-power GaAlAs 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.

NTELEKI AND N. N. HOURELD (2012). "Review Article: **The use of phototherapy in the treatment of diabetic ulcers**". *JEMDSA*; 17(3): 128-132.

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.

REDDY, G. K.; STEHNO-BITTEL, L.; ENWEMEKA, C. S. **Laser photostimulation of collagen production in healing rabbit Achilles tendons.** *Lasers Surg Med*, v. 22, n. 5, p. 281-287, 1998.

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

SILVA EM, GOMES SP, ULBRICH LM, GIOVANINI AF. **Avaliação histológica da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de tecidos epitelial, conjuntivo e ósseo: estudo experimental em ratos.** *Rev. Sul-Bras Odontol.* 2007; 4:29-35.

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.

TADA, K.; IKEDA, K.; TOMITA, K. **Effect of polarized light emitting diode irradiation on wound healing.** *J Trauma*, v. 67, n. 5, p. 1073-1079, 2009.

VINCK, E. M.; CAGNIE, B. J.; CORNELISSEN, M. J.; DECLERCQ, H. A.; CAMBIER, D. C. **Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation.** *Lasers Med Sci*, v. 18, n. 2, p. 95-99, 2003.

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.

WORLD ASSOCIATION OF LASER THERAPY. **Recommended anti-inflammatory dosage for low level laser therapy, 2010.** Disponível em: <http://www.walt.nu/dosage-recommendations.html>. Acesso em 13 de agosto de 2017.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**CLAUDIANE AYRES** - Possui graduação em Fisioterapia pelo Centro de Ensino Superior de Campos Gerais (2012). Recebeu diploma de mérito acadêmico, conquistando o primeiro lugar geral da turma de formandos 2012, do curso de Fisioterapia do Centro Superior do Campos Gerais- CESCAGE. Mestre em Ciências Biomédicas - UEPG (2016-2018) Pós-graduada em Fisioterapia Dermatofuncional CESCAGE (2012-2013). Pós-graduada em Gerontologia UEPG (2017-2018); Pós-graduada em Fisioterapia Cardiovascular (2017-2018); Tem experiência nas áreas de fisioterapia em de Fisioterapia em UTI (Geral, coronariana e neonatal); Fisioterapia Hospitalar, Fisioterapia em DTM e orofacial; Fisioterapia em Saúde do Idoso; Atuou como docente do curso técnico em estética do CESCAGE-2013; Atuou na área de fisioterapia hospitalar e intensivismo (UTI Geral e coronariana)- 2016- 2018; Atualmente, atua como docente em cursos profissionalizantes de estética facial, corporal e massoterapia na Ideale Cursos; Atua também como docente do curso de Fisioterapia do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE. Atua ainda como docente do curso Tecnólogo em Estética e Cosmetolgoia -UNICESUMAR PG.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agnesia 12, 13, 14, 20, 21

Argila branca 39, 40, 41, 42, 54

### B

Biossegurança 10, 1, 2, 3, 4, 6

### C

Cadeira de Rodas Motorizada 10, 12

Cicatrização de feridas 56, 58, 59, 60

### D

Donovanose Peri-anal 10, 33, 34

DST Peri-anal 33

DST Tratamento 33

### E

Ensino de engenharia Biomédica 10, 23

Estética 40, 55, 60, 64

### F

Fotobiomodulação 11, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

### L

Laser de baixa potência 56, 57, 58

Lesões ulceradas 33, 34, 37, 61

### M

Melasma 10, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55

### P

Peri-anal 10, 33, 34, 35, 36

Prótese 10, 14, 23, 30, 31

### R

Regeneração tecidual 11, 56, 57, 58, 60

### S

Sistema didático 23

## T

Tecnologia Assistiva 12, 14, 21, 22

Terapêutica 6, 40, 53, 59

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA BIOMÉDICA 2

- 
-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  -  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
  -  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA BIOMÉDICA 2

- 
- 🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
📷 @atenaeditora  
📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)