

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 LABORATORIAL 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>

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

Data de aceite: 21/09/2021

### **Nathalia Cris da Silva**

FAPRO – Faculdade Profissional  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/3292010918928235>

### **Eliandro Barbosa de Aguiar**

FAPRO – Faculdade Profissional  
Curitiba - Paraná  
<https://orcid.org/0000-0001-9994-7736>

### **Alexandre Fernandes Santos**

FAPRO - Faculdade Profissional  
Curitiba – Paraná  
<https://orcid.org/0000-0001-5306-6968>

**RESUMO:** Na presente pesquisa, observou-se discordâncias em relação ao uso do sistema de filtragem Bag in & Bag out, para aplicação de contenção para área com nível de biossegurança 2. O que levou a verificar nas normas e orientativos de boas práticas de biossegurança laboratorial e biomédicos quais são os requisitos necessários para manter a segurança de operador e meio ambiente. Também será apresentado o sistema de filtragem Bag in & Bag out. Sendo assim, o objetivo desse artigo é realizar uma revisão bibliográfica a fim de identificar as diretrizes mínimas a serem seguidas para utilização do sistema de filtragem Bag in & Bag out para ambientes de contenção. A partir das análises bibliografias apresenta-se as classificações de riscos, diferenciando cada grupo, correlacionando-os ao nível de segurança

biológica e aos requisitos da OMS, Anvisa e NIH para cada grupo de nível de segurança biológica. E faz necessário lembrar que a definição atribuída ao laboratório vem da avaliação profissional de um grupo multidisciplinar de acordo com as atividades classificadas pelo grupo de risco atribuído.

**PALAVRAS - CHAVE:** Biossegurança, laboratório, filtragem.

### BIOSAFETY LABORATORY AND BIOMEDICAL NB2 WITH USE OF BAG IN & OUT BAG

**ABSTRACT:** In this research, there was disagreement over the use of the bag filtration system in Bag out for applying containment area with biosafety level 2. What led to verify the rules and orientati you good laboratory biosecurity practices biomedical and what are the requirements for maintaining operator safety and the environment. The Bag in & Bag out filtering system will also be introduced. Thus, the aim was to perform a literature review to identify the minimum guidelines to follow for using the bag filtration system in bag out so containment environments. Based on the bibliographical analyses, the risk classifications are presented, differentiating each group, correlating them to the level of biological safety and to the requirements of WHO, Anvisa and NIH for each group of biological safety level. And it is necessary to remember that the definition assigned to the laboratory comes from the professional assessment of a multidisciplinary group according to the activities classified by the assigned risk group.

**KEYWORDS:** Biosafety, laboratory, filtering.

## 1 | INTRODUÇÃO

O significado de biossegurança, pela etimologia da palavra é dívida em duas partes. A primeira de origem grega “bio”, significa “vida” e a segunda palavra segurança, do latim *secura*, podendo ser interpretado como “garantido, sem temor”, logo pode se concluir a partir da etimologia, “segurança da vida”.

Segundo à Anvisa, biossegurança é definida como:

“Condição de segurança alcançada por um conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, reduzir ou eliminar risco inerentes às atividades que possam comprometer a saúde humana, animal e o meio ambiente. ”  
(Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde – Anvisa 2010)

Segundo o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), biossegurança é definida como: “a disciplina que trata do manuseio e contenção segura de microrganismos infecciosos e materiais biológicos perigosos” (1.th Ed. HHS Publication No. (CDC) 21-1112 (2009)). A prática do manuseio seguro de microrganismos patogênicos e suas toxinas no laboratório biológico é realizada por meio da aplicação de princípios de contenção e avaliação de risco.

A segurança no laboratório é alcançada pela aplicação de princípios de contenção em camadas aplicadas de acordo com a avaliação de risco para prevenir a exposição dos trabalhadores do laboratório a um patógeno ou a fuga inadvertida de um patógeno do laboratório microbiológico.

As camadas de segurança incluem contenção primária e secundária. A contenção primária fornece proteção imediata aos trabalhadores do laboratório biológico contra a exposição a riscos químicos e biológicos. As barreiras primárias incluem cabines de segurança biológicas, coifas e outros dispositivos de engenharia usados por técnicos de laboratórios durante o trabalho com um perigo biológico. Os equipamentos de proteção individual (EPI), como luvas, jalecos e óculos de segurança também podem ser considerados uma contenção primária. A contenção secundária consiste em elementos de projetos arquitetônico e mecânico de uma instalação que evita a contaminação do trabalhador e o escape de patógenos do laboratório para o meio ambiente. As instalações do laboratório devem ser projetadas de acordo com avaliação de risco. Visando um sistema de ventilação de ar de exaustão, que crie um fluxo de ar direcional puxando o ar local mais “limpo” (não contaminado ou menor grau de avaliação de risco) para o laboratório de maior nível de biossegurança.

A contenção é definida em níveis que aumentam de complexidade à medida que aumenta o risco associado ao trabalho no laboratório microbiológico. Todos os níveis de contenções têm recursos de contenção primária e secundária definidos. Esses níveis são descritos por uma série de práticas de trabalho, tecnologias aplicadas e projeto de instalação construído sobre uma base comum, referido como nível de biossegurança.

Existem quatro níveis de contenção ou biossegurança.

Este artigo tem como objetivo apresentar o conceito de biossegurança, junto com um breve histórico e análise das exigências normativas ou recomendações sobre a utilização do sistema de filtragem *Bag in & Bag out* para aplicações laboratoriais e biomédicos.

A pesquisa apresenta as recomendações internacionais e nacionais quanto ao uso de HEPA e sistemas de *Bag in & Bag out* para ambiente classificado com nível de risco biológico 2. Um breve histórico sobre biossegurança, avaliação de risco e instalação de HVAC para atender ao nível de biossegurança de acordo com a necessidade do laboratório. Com justificativas técnicas que visam a segurança do colaborador, desde quem trabalha no laboratório quanto na manutenção dos sistemas de HVAC e a comunidade em volta do laboratório. No entanto, as aplicações dessas recomendações para a operação de um laboratório devem ser baseadas na avaliação de risco das atividades e agentes manipulados.

## 2 | METODOLOGIA

A característica dessa pesquisa é bibliográfica e baseia-se em levantamentos de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos como livros, artigos obtidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Também foi incluído na pesquisa, dados de algumas associações internacionais como: *Center for Disease Control and Prevention (CDC)*, *National Institutes of Health (NIH)* e a publicação, *Biofety in Microbiological and Biomedical Laboratories*. Segundo a *American Society of Heating in gand Air-Conditioning (ASHRAE)*, essas associações contêm diretrizes prudentes para o manejo de microrganismo.

O objetivo dessas publicações pesquisadas é de oferecer diretrizes que irão reduzir a propagação de doenças de laboratórios que manuseiam microrganismo, recomendando práticas para o desenho e uso desses laboratórios. A adesão a essas diretrizes reduzirá os riscos à saúde e à segurança apresentado por esses tipos de instalações laboratoriais.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em 1983, a Organização Mundial da Saúde emitiu o primeiro manual de segurança biológica em laboratório, que estimulava os países a aceitar e introduzir conceitos de segurança biológica e que cada nacionalidade criasse um código de procedimento para manuseio seguro dos microrganismos patogênicos nos laboratórios dentro dos seus territórios. Em 2004, publicou a terceira edição, que aborda questões de proteção e segurança biológica, reforçando a importância da responsabilidade pessoal e, também acrescenta avaliação dos riscos.

Em 1984 foram introduzidos nos Estados Unidos os primeiros princípios de

biossegurança. Esses princípios são nominados como: contenção e avaliação de risco. O fundamento da contenção inclui as práticas microbiologias, equipamentos de segurança e salvaguardas das instalações que protegem os trabalhadores do laboratório, o meio ambiente e o público da exposição a microrganismo infecciosos que são manuseados e armazenados no laboratório. A avaliação de risco é o processo que permite a seleção adequada de práticas microbiológicas, equipamentos de segurança e salvaguardas das instalações que podem prevenir infecções associadas ao laboratório.

No Brasil a biossegurança iniciou apoiada na legislação de segurança e saúde ocupacional pelas NR's - do Ministério do Trabalho e Emprego (Portaria N°3214/1978), Lei Orgânica de Saúde (N° 8080/1990), Lei de Crimes Ambientais (N°9605/1998), Resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), entre outra.

As normas e os manuais de biossegurança devem ser considerados como orientação mínima para contenção de patógenos. Porém, o elemento de contenção mais importante é a adesão as práticas e técnicas microbiológico padrão. Cada laboratório deve desenvolver ou adotar um manual de biossegurança ou de operação que identifique as práticas e procedimentos projetados para minimizar ou eliminar a exposição a esses perigos. Quando as práticas laboratoriais padrão não são suficientes para controlar os perigos associados a um agente ou procedimento laboratorial específico, pode ser necessário medidas adicionais.

Para isso, é necessária uma equipe multidisciplinar, com projeto apropriado da instalação e recursos de engenharia e equipamentos de segurança (barreira primária e equipamentos de proteção individual).

### 3.1 Biossegurança

A biossegurança tem como objetivo apresentar aos profissionais e instituições os instrumentos para desenvolver atividades com segurança adequada tanto para o profissional quanto ao meio ambiente. Logo, a biossegurança pode ser definida como:

"Um conjunto de medidas e procedimentos técnicos necessários para a manipulação de agentes e materiais biológicos capazes de prevenir, reduzir, controlar ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam comprometer a saúde humana, animal, vegetal e o meio ambiente". (CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS BIOLÓGICOS- 2010 Anvisa)

Os principais fatores a serem considerados na avaliação de risco e seleção de precauções se enquadram em duas grandes categorias: perigo do agente e procedimento de laboratório perigosos. Além disso, a capacidade da equipe do laboratório de controlar os riscos deve ser considerada. Essa capacidade depende do treinamento, proficiência técnica, bons hábitos de todos os membros do laboratório e, a integridade operacional de equipamentos de contenção e salvaguardas das instalações. A análise de risco de agentes biológicos estima os riscos como o dimensionamento da estrutura para a contenção e

a tomada de decisão para o gerenciamento dos riscos. Segundo o Ministério da Saúde alguns critérios se destacam, como:

- Virulências – é a capacidade patogênica, medida pelo coeficiente de letalidade e gravidade.
- Modo de transmissão – é a via feita pelo agente biológico a partir da fonte de exposição até o hospedeiro.
- Estabilidade – é a capacidade de manutenção do potencial infeccioso de um agente biológico no meio ambiente.
- Concentração e volume – está relacionada à quantidade de agentes patogênicos por unidade de volume.
- Origem do agente biológico potencialmente patogênico – deve ser considerada a origem do hospedeiro do agente biológico;
- Disponibilidade de medidas profiláticas eficazes – disponibilidade de vacinação, antisseros e globulinas eficazes, medidas sanitárias, controle de vetores e medidas de quarentena em movimentos transfronteiriços.
- Disponibilidade de tratamento eficaz – tratamento capaz de prover a contenção do agravamento e a cura da doença causada pela exposição ao agente biológico.
- Dose infectante – número mínimo de agentes patogênicos necessários para causar doença.
- Manipulação do agente patogênico – pode potencializar o risco.
- Eliminação do agente – conhecimento das vias de eliminação do agente é importante para adoção de medidas de contingenciamento.
- Fatores referente ao trabalhador – diretamente ligado a pessoa: idade, sexo, fatores genéticos, estado imunológicos, exposição prévia, lactação, hábitos de higiene pessoal, uso de EPI's.

A avaliação do risco biológico para um laboratório microbiológico ou biomédico é determinada avaliando os perigos apresentados pelo agente biológico e os riscos das atividades laboratoriais associadas. Uma análise de perigo é usada para determinar o risco atribuído ao agente biológico. Os perigos patógenos são categorizados em quatro grupos de risco. O grupo de risco de um agente biológico é determinado usando três critérios: patogenicidade, ou capacidade de causar doenças em humanos ou animais; disponibilidade de contramedida médica ou tratamento profilático para a infecção associada; e capacidade de propagação da doença. A patogenicidade é associada ao número de organismo necessários para a infecção. Algumas medidas para mitigar os riscos incluem vacinas e antibióticos ou medicamentos antivirais que são eficazes na prevenção ou tratamento de doenças. A capacidade de propagação de uma doença infecciosa é determinada pela rota

de infecção com patógenos transmitidos por aerossóis considerados mais perigosos do que outros tipos de transmissão; devido ao potencial de múltiplas exposições ocorrerem em um único incidente.

A Organização Mundial da Saúde recomenda uma classificação de grupo de risco de agentes para uso em laboratório que descreve quatro grupos de risco com base nessas características e na rota de transmissão da doença natural. Dentro dos quatro grupos foram abordados risco para o trabalhador do laboratório quanto para a comunidade. O NIH também estabelece uma comparação de classificação e agentes etiológicos humanas atribuídos em quatro grupos de risco na base do perigo. Eles se correlacionam, mas não equivalem ao nível de biossegurança. Uma avaliação de risco determinará o grau de correlação entre uma classificação do grupo de agente de risco e níveis de biossegurança.

<b>GRUPO DE RISCO CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>NIH (2002)</b>	<b>OMS (2004)</b>
Grupo de Risco 1	Agentes não associados a doenças em humanos adultos saudáveis	Nenhum ou baixo risco individual e comunitário. Um microrganismo improvável de causar doenças em humanos ou doença animal.
Grupo de Risco 2	Agentes associados a doenças humanas raramente seria e para qual preventivo ou intervenção terapêutica são frequentemente disponíveis.	Risco individual moderado; comunidade baixa. Um patógeno que pode causar doenças em humanos e animal, mas é improvável que seja um perigo sério para os trabalhadores de laboratório, a comunidade, pecuária ou meio ambiente. Exposição de aos agentes infecciosos no laboratório pode causar uma infecção grave, mas existe tratamento eficaz e medidas de prevenção e o risco de propagação de infecção é limitado.
Grupo de Risco 3	Agentes associados graves ou doenças humanas letal para que preventivo ou terapêutico intervenção pode, estar disponíveis (alto risco individual, mas baixo para a comunidade)	Alto risco, individual, baixo risco coletivo. Um agente patógeno que pode causa uma doença grave no humano e animal, mas que não se propaga de uma pessoa a outra. Existir um tratamento eficaz, bem como medidas de prevenção.
Grupo de Risco 4	Agente susceptíveis de causar doença humana letal para que preventivo ou terapêutico intervenções geralmente não são disponíveis. (alto risco individual e alto risco para a comunidade)	Alto risco individual e coletivo. Um agente patogênico que causa geralmente uma doença grava no ser humano ou no animal e que pode ser transmitir de uma pessoa para outra, direta ou indiretamente. Nem sempre está disponível um tratamento eficaz ou medidas de prevenção.

Tabela 1 – Resumo grupo de risco

A avaliação de risco também considera todos os aspectos do espaço do laboratório que podem aumentar o risco de exposição a um patógeno. As atividades laboratoriais e as falhas no projeto de instalação que são conhecidas por terem causado infecção adquiridas no laboratório estão incluídas na avaliação de risco geral, bem como elementos do programa

de segurança, como treinamento ou recursos de contenção de risco associado. Como a avaliação de risco é particular para o organismo. Cada laboratório deve gerar um programa de segurança, considerando as características de projeto, a avaliação de risco. E o risco deve ser reavaliado quando o protocolo ou alterações de pessoal são feitas.

Na avaliação de risco, os riscos são comumente categorizados de acordo com a probabilidade e consequência e são visualizados em um continuum de baixa probabilidade/baixa consequência -alta probabilidade/ alta consequência – riscos, conforme tabela 1. Como é impossível eliminar todos os riscos, esse tipo de análise permite que as partes interessadas determinem o nível de risco aceitável e concentrem os esforços de mitigação de risco em atividades de alto risco.

Na tabela 2 encontra-se a correlação da Organização Mundial da Saúde sobre os grupos de risco e os níveis de segurança biológica dos laboratórios que desempenham suas atividades em cada grupo de risco.

<b>GRUPO DE RISCO</b>	<b>NÍVEL DE SEGURANÇA BIOLÓGICA (NB)</b>	<b>TIPO DE LABORATÓRIO</b>	<b>PRÁTICAS DE LABORATÓRIO</b>	<b>EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO</b>
1	Básico – NB1	Ensino básico, pesquisa	Boas Técnicas de Microbiologia (BTM)	Nenhum; mesa/ bancada de trabalho
2	Básico – NB2	Serviços básicos de saúde; serviços de diagnósticos, pesquisa	BTM e fatos de proteção, sinal de perigo biológico	Bancada de trabalho e CSB para aerossóis potenciais
3	Confinamento- NB3	Serviços especiais de diagnóstico, pesquisa	Como nível 2, mais roupa especial acesso controlado, ventilação dirigida	CSB e /ou outros dispositivos primários para todas as atividades
4	Confinamento- NB4	Serviço de manipulação de agentes patogênicos perigosos	Como nível 3, mais entrada hermética, saída com duche, eliminação especial de resíduos	CSB classe III ou fatos de pressão positiva em conjunto com CSB classe II, autoclave duas portas (através da parede), ar filtrado

Tabela 2 – Resumo correlação grupo de risco, nível de segurança.

O nível de segurança biológica atribuída ao laboratório da avaliação profissional e baseada na estimativa dos riscos de acordo com as atividades classificadas pelo grupo atribuído ao agente patogênicos.

Para cada nível terá exigências de instalações e equipamentos necessários. Segue na tabela 3 um resumo de instalações e equipamentos, segundo a OMS, ANVISA E NIH.

INSTALAÇÕES	NÍVEL DE SEGURANÇA BIOLÓGICA											
	NB1			NB2			NB3			NB4		
	OMS	ANVISA	NIH	OMS	ANVISA	NIH	OMS	ANVISA	NIH	OMS	ANVISA	NIH
Isolamento do laboratório	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sala selada para descontaminação	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Ventilação:												
-Sistema ventilação controlada	Não	Não	Não	-	-	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
-Exaustor com filtro HEPA	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não/Sim	Sim BIBO	Não/Sim	Sim	Sim BIBO	Sim BIBO
-Insuflamento através filtro HEPA	-	Não	Não	-	Não	Não	-	Desejável	-	-	Sim	-
Antecâmara	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Câmaras de segurança biológica	Não	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 3 – Resumo requisitos para níveis de segurança biológica.

Para o laboratório NB1 o equipamento de contenção geralmente não é necessário.

Para os laboratórios de análise clínica avaliados como NB2 que é adequado para trabalhar com agentes associados a doenças humanas e representam riscos moderados para o pessoal e o meio ambiente. No laboratório NB2 o colaborador recebe treinamento específico no manuseio de agentes patogênicos e são supervisionados por cientista competente no manuseio de agente infecciosos. O acesso ao laboratório é restrito quando o trabalho está sendo conduzido; e todos os procedimentos que podem gerar aerossóis infecciosos ou respingos devem ser manipulados em cabines de segurança biológicas ou outro equipamento de segurança.

De acordo com as recomendações da OMS, da ANVISA e NIH para nível de segurança biológica 2 não há obrigatoriedade de filtro HEPA na exaustão, pois é recomendável que o manuseio dos agentes patogênicos e agentes com característica aerossol, devem ser manipulados dentro das cabines de segurança biológicas.

### 3.2 Bag in & Bag out

O sistema *Bag in & Bag out*, também conhecido como bibo, é utilizada para filtrar o ar contaminado em sistemas de exaustão. É um conjunto de caixas que possibilitam a retirada dos filtros contaminados e colocação dos novos sem contato no interior da caixa com o ar limpo. Em nenhum momento da troca, o ambiente e o colaborador são expostos à contaminação interna da carcaça do filtro.



Figura 1 – Caixa *Bag in & Bag out*

Segundo a ANSI-AIHA, no manuseio de filtros contaminados devem ser descarregados do sistema de purificação de ar seguindo práticas de trabalho seguras para evitar a exposição de pessoal a condições perigosas, para evitar a contaminação. Devendo tomar cuidado durante a substituição do filtro para não liberar materiais perigosos dos filtros. Na prática mais comum é recomendada o uso de sistemas *Bag in & Bag out*.

#### **4 | CUSTO CAIXA VENTILADORA COM FILTRO HEPA X *BAG IN & BAG OUT***

Analisando o custo a partir de uma simulação de instalação para a mesmas características sendo diferenciado a caixa de ventiladora com filtro e outro com o uso de *Bag in & Bag out*.

Na instalação do elemento filtrante para a extração do ar de um ambiente biocontido, o filtro deverá ser instalado antes do exaustor.

Na tabela 4 apresenta um comparativo financeiro entre caixa ventiladora versus *Bag in & Bag out*, percebe-se um investimento na instalação do *Bag in & Bag out* maior, porém com mais agilidade e segurança ao colaborador.

Item	Descrição	Unid	Material
1	Fornecimento e instalação de caixa ventiladora com filtragem F9+H13	1	R\$~ 34.213,00
2	Bag in & Bag out, com caixa ventiladora	1	R\$ ~ 230.330,00

Tabela 4 – Comparativo de custo de aquisição.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as recomendações normativas e das associações internacionais a avaliação de risco, recomenda-se para cada grupo de risco práticas de trabalho, procedimentos e instalações orientando a necessidade da utilização de filtragem HEPA.

Segundo a ASHRAE, para a contenção em laboratórios com nível de segurança biológica 2(NB2), as práticas, equipamentos de segurança e instalações são apropriados para trabalhar com agentes de risco moderado que são conhecidos por causar doenças humanas com gravidade variável. Boas práticas de laboratório permitem o uso desses agentes em bancadas abertas, desde que o potencial de respingo e aerossóis seja mínimo. Laboratórios de clínica, diagnóstico e ensino são instalações onde NB2 pode ser uma medida suficiente. O risco primário são acidentes em que o agente entra em contato com as membranas percutânea ou mucosas, ou é ingerido. Os procedimentos que podem causar respingos ou aerossóis, devem ser conduzidos em cabine de segurança biológica certificada ou copos de centrifuga de segurança.

Não há exigências ao uso de *Bag int & Bag out* na exaustão e/ou retorno do ar do laboratório de segurança biológica nível 2, e muito menos a necessidade de filtragem HEPA.

Lembrando que essas recomendações são resultados das análises de risco de cada laboratório de suas atividades.

O laboratório NB2 deve estar equipado com os equipamentos de proteção ao colaborador como EPI's e Cabine de segurança biológica.

## REFERÊNCIAS

ANSI/AIHA Z9.5-2012 – Laboratory Ventilation. Acessado em 15/06/2021

ASHRAE Laboratory Design Guide. Acessado em 13/06/2021

ASHRAE – CHAPTER 17 LABORATORIES – [https://handbook.ashrae.org/Print.html?file=https://handbook.ashrae.org/Handbooks/A19/SI/A19\\_Ch17/a19\\_ch17\\_si.aspx](https://handbook.ashrae.org/Print.html?file=https://handbook.ashrae.org/Handbooks/A19/SI/A19_Ch17/a19_ch17_si.aspx). Acessado em 20/06/2021

Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories – 6th Edition. Acesso em 05/05/2021

1.th Ed. HHS Publication No. (CDC) 21-1112 (2009). (<http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmb15/BMBL.pdf>). Acessado em 10/05/2021

Classificação de Risco de Agentes Biológicos – Ministério da Saúde- Brasília – 2006. Acesso em 25/06/2021

Farhad Memarzadeh; Zheng Jiang; Weiran Xu.- Analysis of Efficacy of UVGI Inactivation of Airborne Organisms Using Eulerian and Lagrangian Approaches. Acesso em 25/05/2021

Manual de Segurança Biológica em Laboratório – 3º edição. -2004 Organização Mundial da Saúde (OMS) <https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/BisLabManual3rdwebport.pdf>. Acessado em 12/05/2021

Manual de Segurança Biológica em Laboratório – 4º edição. -2020 Organização Mundial da Saúde (OMS). Acessado em 28/06/2021

Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde – Anvisa 2010. Acessado em 13/05/2021

NIH Guidelines for Research Involving Recombinant or Synthetic Nucleic Acid Molecules – April 2019. Acessado em 15/05/2021

NSF/ANSI 49 – 2008 Biosafety Cabinetry: Design, Construction, PERFORMANCE, AND Field Certification. Acesso em 20/05/2021

Rosamund M. Baird; Norman A. Hodges and Stephen P. Denyer - Handbook of Microbiological Quality Control- Pharmaceuticals and Medical Devices – Edited by. Acesso em 28/04/2021

## CADEIRA DE RODAS MOTORIZADA CONTROLADA POR MEMBRO INFERIOR

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

(PUCPR)

Curitiba - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0352947721777609>

### **Giullia Paula Rinaldi**

Professora - Doutoranda em Tecnologia em  
Saúde - PPGTS  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
(PUCPR)  
Curitiba- Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/2433384818275507>

### **Guilherme Nunes Nogueira Neto**

Engenheiro de Computação – Professor Doutor  
do Programa em Tecnologia em Saúde -  
PPGTS  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
(PUCPR)  
Curitiba- Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/9185638358501479>

### **André Giacomelli Leal**

Médico Neurologista - Doutor em Tecnologia  
em Saúde  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
(PUCPR)  
Curitiba- Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/8839339099897728>

### **Gleyson Cesar Rinaldi**

Analista de Sistemas - Especialista em  
Neuroaprendizagem  
Curitiba- Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/3680815753591368>

### **Edenise Teixeira Alves**

Fisioterapeuta - Mestranda em Tecnologia em  
Saúde  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

**RESUMO:** O presente estudo tem por objetivo apresentar uma proposta de tecnologia assistiva para a mobilidade de pessoas com agenesia de membros superiores e má formação de membros inferiores. Trata-se de uma cadeira de rodas adaptada (motorizada) para comando com o pé. A necessidade do desenvolvimento deste projeto surgiu em uma visita a uma escola especial na cidade de Curitiba – PR e se tornou objeto de estudo de doutoramento. Nesta visita, as professoras e terapeutas foram questionadas quanto às dificuldades que estudantes da instituição sofrem com relação ao seu deslocamento para as atividades dentro da instituição. O projeto embasou-se na adaptação de uma cadeira de rodas padrão, com motor e controle adaptados para o membro inferior. Como resultado percebeu-se que existe a possibilidade de melhor locomoção com a utilização do dispositivo. Após um teste piloto foram detectadas algumas características que necessitam de adaptação de modo a permitir o treinamento para melhor usabilidade, conforto e segurança.

**PALAVRAS - CHAVE:** Cadeira de Rodas Motorizada -Tecnologia Assistiva – Agenesia.

## MOTORIZED WHEELCHAIR CONTROLLED BY LOWER LIMB

**ABSTRACT:** The research aims to propose an assistive technology method to create mobility for upper limb agenesis patients. It is an adapted wheelchair that is motorized and can be controlled with the feet. The need to develop this project came up from a visit to a special school - in the city of Curitiba – PR. During this visit, teachers and therapists were interviewed about the student's difficulties in displacement inside the institution. The project was based on a common wheelchair, adapted with motor control to the lower limb. As a result, with the new device it was possible to recognize improvement in the student's displacement. After a first test some improvement features were related to adapt and make the equipment able on training for better usability, comfort, and safety.

**KEYWORDS:** Power Wheelchair - Assistive Technology - Agenesis.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os defeitos de redução dos membros superiores e inferiores ocorrem quando uma parte ou todo o braço (membro superior) ou perna (membro inferior) de um feto não se forma completamente durante a gravidez (KOZIN, 2004).

O desenvolvimento dos membros tem início na fase intrauterina denominada embriogênese. O início do desenvolvimento dos membros superiores é identificado ao redor do primeiro mês da gestação (KOZIN, 2003). O estímulo para a formação dos membros é ocasionado pelo desenvolvimento da notocorda e pela produção de uma proteína denominada *sonic hedgehog* (AL-QATTAN, YANG, KOZIN, 2009). A maioria das deformidades congênitas surge a partir da quarta semana de gestação, podendo chegar até o término na oitava. Por esse motivo, a precaução de a mãe não utilizar medicamentos teratogênicos (como a talidomida e a vitamina A) nesse período é muito importante, pois são causas conhecidas para formação de membros hipoplásticos/ausentes. Após este período, só ocorre o crescimento das estruturas já desenvolvidas (FRANÇA BISNETO, NOVAES, 2012).

A prevalência geral desse acometimento é de 7,9/10.000 nascidos vivos. A maioria dos casos deve-se à inibição do crescimento intrauterino ou rupturas secundárias à destruição intrauterina dos tecidos embrionários normais. Os membros superiores são os mais comumente afetados (KOZIN, 2003,2004) sendo deformidades físicas, ou ainda, podendo ser relacionadas a síndromes sistêmicas como cardiopatias, malformações encefálicas, malformações do sistema digestório e atraso do desenvolvimento neuropsicomotor entre outros. O reconhecimento e o tratamento destas afecções devem sempre preceder a abordagem das deformidades dos membros (KOZIN, 2004).

Na intenção de promover a qualidade de vida de pessoas com má formação e agenesia de membros, o tratamento consiste, principalmente, no uso de aparelhos protéticos como tentativa de restaurar a função dos membros ausentes. Normalmente, as próteses são mais úteis nas deficiências dos membros inferiores e na ausência completa

ou quase completa dos membros superiores. Em casos mais graves, a cirurgia ortopédica pode ser necessária. Uma prótese é um exemplo de tecnologia assistiva (TA). Bersch (2013) cita que a TA é um artefato que auxilia a pessoa com deficiência em sua rotina, podendo ser utilizada para comunicação ou mobilidade, de acordo com a necessidade específica do usuário. A TA pode se referir a todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, conseqüentemente, promover vida independente e inclusão.

A pessoa com deficiência tem sua vida afetada em vários aspectos. Por exemplo, ela é afetada por questões de acessibilidade deficitária a serviços de saúde, trabalho, entre outras. Além disso, a falta de recursos para aquisição de TAs adequadas bem como a indisponibilidade pelo Sistema Único de Saúde também pode ser um problema enfrentado (OMS, 2011).

No Brasil, o desenvolvimento de TAs ainda é lento. Uma das causas para esta lentidão se encontra nos altos valores associados aos dispositivos, componentes necessários para a sua montagem. E esses fatores financeiros muitas vezes impedem que a pessoa com deficiência possa adquirir a TA adequada a sua necessidade (SOARES, et al., 2017).

Este estudo refere-se à etapa inicial de uma pesquisa de doutoramento em andamento. O ponto de partida ocorreu após a visita a uma escola especial, onde uma das pesquisadoras vivenciou uma situação delicada. Na escola acontecia uma atividade pedagógica em grupo (antes do início da pandemia), onde todos os estudantes haviam sido deslocados ao pátio da instituição. O deslocamento foi demorado, pois a maior parte dos estudantes não apresentava locomoção autônoma, o que dificultou a aplicação da proposta de ensino. Uma estudante da classe possui agenesia de membros superiores e má formação de membro inferior, e por este motivo não possui condições de propulsionar uma cadeira de rodas convencional sem o auxílio de outra pessoa. Claramente, a condição precária de autonomia decorrente da quase total ausência de membros inflige graves impactos no desenvolvimento pessoal dessa estudante. Por isso, surgiu o anseio de se desenvolver um projeto de sistema de locomoção motorizado que pudesse o mais rapidamente ser desenvolvido e disponibilizado. O objetivo do projeto é automatizar uma cadeira de rodas convencional/padrão com comando por membro inferior, para pessoa com agenesia e de baixa renda, de modo a atender uma adolescente estudante de escola especial da cidade de Curitiba-PR.

O objetivo deste capítulo é apresentar a cadeira adaptada para essa voluntária com agenesia, descrevendo as impressões dela sobre o seu uso. Assim, a continuação do estudo permitirá realizar mais testes visando ao desenvolvimento de um protocolo de treinamento para a voluntária que possui somente um membro inferior com má formação congênita. Ainda, o projeto poderá proporcionar a locomoção de forma autônoma ao menos no interior de sua própria residência e no interior da escola.

## 2 | CARACTERIZAÇÃO E APROVAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e aprovado sob o parecer N.4.403.347. Os pesquisadores envolvidos respeitaram os dados coletados, mantendo a privacidade dos mesmos, assim como preconiza a Resolução do Ministério da Saúde n. 466/2012 (BRASIL,2012).

A pesquisa se caracteriza como um estudo descritivo, pois tem a intenção de descrever de forma detalhada o teste piloto, visando à compreensão de ajustes necessários para a continuação da investigação/estudo. A abordagem qualitativa assumida se justifica, pois, sua complexidade pode possibilitar, futuramente, novos estudos que atendam à demanda da sociedade em casos semelhantes (GIL, 2017; OKABE, 2010).

## 3 | APRESENTAÇÃO DA CADEIRA

**Acionamento** - Para a construção do dispositivo a ser utilizado, foi realizada uma visita à instituição de ensino frequentada pela participante para que fosse possível a tomada de algumas medidas como: altura do assento da cadeira até a plataforma de suporte para um mecanismo de acionamento (joystick tipo *mouse ball*), comprimento do tronco para a utilização de reforço para o encosto da cadeira e colocação de cinto de segurança, altura do assento até as rodas na parte de trás da cadeira para a colocação de plataforma de suporte do motor e bateria e comprimento do membro inferior (medido pela terapeuta ocupacional da instituição), para a adaptação da altura da plataforma e colocação do joystick (*mouse ball*) sobre plataforma adaptada na cadeira de rodas padrão (figura 1- A e B).

A Figura 1A apresenta a visão frontal da cadeira, com destaque à plataforma de suporte para o *mouse ball*. A Figura 1B mostra a visão traseira da cadeira, permitindo visualizar o suporte do motor e da bateria, bem como o posicionamento do motor e de rodas adicionais ao modelo de cadeira convencional.

A escolha pela utilização de um *mouse ball* ocorreu devido ao fato da estudante já utilizar um joystick deste formato em aulas de informática, sendo realizada então a adaptação de um *mouse ball* para o comando da cadeira.



Figura 1. Cadeira de Rodas adaptada pelos autores

Mecânica e circuitos elétricos - Na realização do projeto, considerou-se como critério utilizar elementos de baixo custo. Portanto, vislumbrou-se a automatização de uma cadeira de rodas convencional, utilizando componentes eletrônicos básicos nos circuitos da placa controladora dos motores em uma placa de circuito impresso universal, conforme a figura 2.

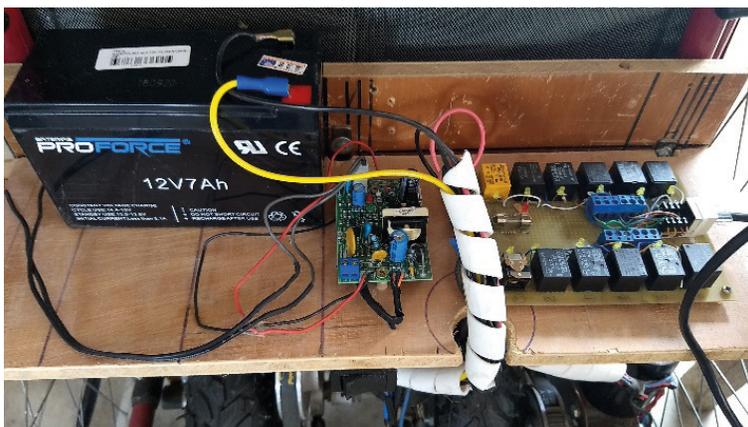


Figura 2. Placa controladora dos motores acoplada à plataforma da cadeira

A figura 2 apresenta a cadeira visão traseira, onde foi colocada uma plataforma de madeira para suporte dos componentes eletrônicos básicos, circuitos da placa controladora e motores. O sistema funciona pelo acionamento de uma chave principal (on/off), com a indicação do led verde (figura 2). Após o acionamento, o módulo de controle já pode captar e aceitar comandos de movimento fornecidos pelo mouse nas seguintes direções: para

frente/trás, para a esquerda/direita. Optou-se por um sistema mecânico de motorização que trava a roda caso o motor não esteja energizado, o que permite que, enquanto o usuário opera o mouse, a cadeira se desloque.

Houve a preocupação de se utilizar comandos simples tendo em vista a pouca habilidade da voluntária em comandar uma cadeira motorizada. Foi criado um suporte para o *mouse ball*, ajustando a altura da plataforma de sustentação para a altura mais adequada à voluntária.

Primando pela simplicidade de todo o dispositivo, dois motores foram dispostos de forma que, ao serem acionados no mesmo sentido, causam o deslocamento da cadeira para frente. Ao inverter a rotação dos motores, esta desloca-se para trás. Para realizar movimento para a esquerda, o motor da direita é acionado para o movimento frente e o da esquerda é ativado para o movimento de ré. O contrário ocorre ao se comandar o movimento para a direita. É possível ampliar estes comandos disponibilizando-os na parte posterior da cadeira para que o cuidador (tutor) possa dispor dos mesmos comandos para controlar a cadeira, tendo em vista que ela está freada quando a placa não recebe nenhum comando pelo mouse. A Figura 3 apresenta o esquema eletrônico constituído.

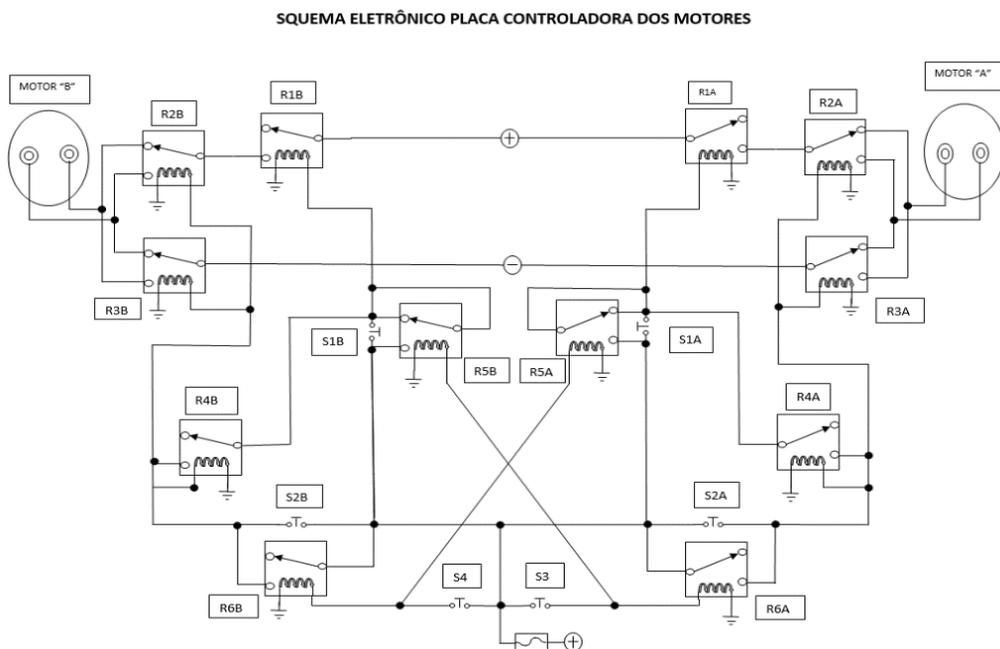


Figura 3. Esquema Eletrônico da Placa Controladora dos Motores

O circuito de comando para ativação do *mouse* é constituído por *switches* (microchaves eletrônicas) incorporados na placa tipo universal. A placa controladora do *mouse* seguiu

o mesmo critério de desenvolvimento: simplicidade e custo baixo. Ela é responsável por acionar os dois motores, podendo atuar em quatro direções pelo pressionamento de quatro *switches*. Cada *switch* é responsável por um comando diferente.

O “*mouse ball*” controla o deslocamento da cadeira conforme a intenção do movimento e modo de pressionamento, fechando as microchaves (*switches* S1 a S4). Os *switches* da esquerda e da direita são chaves simples e os de frente e ré são duplos. Deslocamento à frente, o *mouse ball* é pressionado para frente, e são acionados os *switches* S1A e S1B (trata-se de duas chaves combinadas), enquanto na ré, o pressionamento é para trás, acionando os *switches* S2A e S2B (duas chaves combinadas). O movimento para as laterais também acontece pelo acionamento do *ball*: para direita via *switch* S3 e para esquerda via *switch* S4.

Cada *switch* aciona um conjunto de relês que energiza os motores para os movimentos. Para deslocamento da cadeira para “frente”, os dois motores são acionados simultaneamente no mesmo sentido. Para a “ré” os dois motores giram no sentido inverso. Para a “esquerda”, o motor direito gira para frente e o motor esquerdo para trás. Para a “direita”, o motor esquerdo gira para frente e o direito, para trás.

**Movimento Frente:** Ao fechar (pressionar mecanicamente) o *switch* S1A e S1B (duplo) são acionados os relês de movimento para frente: R1A e R1B que alimentam os motores através dos contatos de R2A, R3A, R2B e R3B. Pode-se verificar na placa de comando pela indicação dos leds estes relês acionados.

**Movimento Ré:** Ao fechar (pressionar mecanicamente) o *switch* S2A e S2B (duplo) são acionados os relês 4A e 4B de movimento para trás, que alimentam os conjuntos R1A, R2A, R3A e R1B, R2B, R3B. Neste acionamento, os relês R1A e R1B têm a função de alimentar diretamente os motores e os conjuntos R2A, R3A e R2B, R3B a função de inverter os polos dos motores e, conseqüentemente, o sentido de rotação (movimentando a cadeira para trás).

**Movimento Esquerda:** Ao fechar (pressionar mecanicamente) o *switch* S4 são acionados os relês R6B e R5A o primeiro responsável pelo acionamento do relê R4B que faz o motor do “B” girar no sentido que desloca a cadeira para trás e o segundo relê R5A aciona o conjunto de relês que faz o motor “A” girar no sentido que desloca a cadeira para frente movendo a cadeira desta forma para a esquerda.

**Movimento Direita:** Ao fechar (pressionar mecanicamente) o *switch* S3 são acionados os relês R6A e R5B o primeiro responsável pelo acionamento do relê R4A que faz o motor “A” girar no sentido que desloca a cadeira para trás e o segundo relê R5B faz o motor “B” girar no sentido que desloca a cadeira para frente, movendo a cadeira desta forma para a direita.

#### 4 | DESCRIÇÃO/ TESTE E FEEDBACK DA VOLUNTÁRIA

O teste piloto foi realizado nas dependências da instituição de ensino, durante o período letivo, antes da paralização das aulas. O processo de avaliação postural e tomada das medidas para a confecção do dispositivo de automatização e controle da cadeira, foi realizado com o acompanhamento de terapeuta ocupacional e fisioterapeuta da instituição que fazem o atendimento diário da participante do estudo.

Foi colocado um cinto de segurança abdominal para estabilização do tronco e contenção, evitando possível queda por perda de equilíbrio durante o deslocamento, assim como desconforto postural, tendo em vista que seria a primeira vez que a participante estaria promovendo o deslocamento da sua cadeira de rodas de forma independente.

Por questão de segurança, explicou-se verbalmente como a cadeira funcionaria, como deveriam ser realizados os acionamentos dos comandos de controle do dispositivo para as diferentes direções, assim como sua paralização. O sistema de segurança possibilita que a cadeira freie, reduzindo a velocidade quando o joystick não é acionado. A velocidade máxima atingida pela cadeira é de 1,3 Km/h. Também foi entregue um termo de consentimento livre e esclarecido para a mãe da participante, que após ler e assinar autorizou a realização do teste e acompanhou o teste-piloto.

O teste consistiu na realização de um percurso traçado dentro da instituição, sendo o deslocamento de saída da sala de aula da estudante (posição da cadeira de frente ao quadro negro), acessado o corredor até o pátio coberto da escola. O trajeto foi analisado e definido pelos pesquisadores, evitando obstáculos e irregularidades do piso, além de ser um trajeto realizado diariamente pela participante para suas atividades pedagógicas.

A figura 4 apresenta a participante recebendo as explicações de funcionamento do dispositivo de controle da cadeira.



Figura 4. Teste piloto para verificação dos comandos do mouse ball.

Durante realização do teste piloto a participante com agenesia dos membros superiores e má formação de membro inferior, que é uma adolescente de 16 anos de idade apresentou uma adaptação rápida e natural. Em poucos minutos a mesma relatou sentimento de liberdade. Ao ser indagada quanto ao comando com o *mouse ball*, exclamou: “Me deixe andar!”. A exclamação relatada reforça a constatação quanto a emoção da voluntária ao utilizar a TA disponível no momento. Ela estava radiante e a sua mãe que acompanhava o teste começou a chorar. Segundo a genitora, ela nunca tinha visto sua filha tão feliz. Esta situação comprovou que o objetivo principal da TA “[...] é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho” (BERSCH, 2017, p. 02).

Na sequência foi solicitado à mesma, que falasse qual sua sensação de estar no comando do movimento da cadeira com objetivo de coletar dados para as adaptações necessárias, mas ela não quis parar para falar. Então foi deixado que a participante utilizasse a cadeira, sempre com supervisão, encerrando seu uso quando solicitada pela professora. Os comentários da voluntária sobre as suas primeiras impressões do uso da TA forem no sentido de perguntar se (i) o mouse poderia ser em forma de “pino” em vez de forma de bola e (ii) deixar a cadeira motorizada para ela como um “presente”.

Apesar de justa a demanda da voluntária, os pesquisadores consideram lhe entregar a cadeira de rodas adaptada somente após todos os testes necessários serem realizados e a homologados. Ajustes para regulação de altura e distância da plataforma de suporte do mouse já foram feitas de acordo com as medições realizadas entre o membro inferior e o mouse. Uma nova fase de testes será realizada no retorno das atividades escolares para mensurar o controle postural indicado para o manejo da cadeira pela voluntária, assim como novos ajustes necessários para o melhor funcionamento do sistema mecânico e eletrônico.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de automatização da cadeira motorizada mostrou-se viável, operacional com o conjunto de elementos empregados. Uma voluntária com agenesia foi capaz de comandar o deslocamento da cadeira, em segurança, em todas as direções pretendidas por meio de quatro comandos fornecidos por um *mouse ball*.

Apesar de a estudante conseguir utilizar a cadeira no teste piloto, inclusive demonstrando relativa aceitação, pode-se identificar a necessidade de mudanças no dispositivo do *mouse ball* para o comando da cadeira. Evidenciou-se a necessidade óbvia de um treinamento mais amplo e duradouro para que a voluntária venha a aprender a utilizar o dispositivo com segurança. O projeto está ainda em aperfeiçoamento e novos protocolos de ensaio estão em andamento com a voluntária da pesquisa. Novos testes serão realizados para a adaptação da altura da plataforma de controle adaptada para a

voluntária, testes estes que serão agendados pós-período de pandemia.

O estudo terá continuidade com nova proposta de mouse/joystick e estruturação de treinamento para o aprendizado de desempenho no uso do dispositivo pela voluntária.

Acredita-se que, com esta pesquisa, será possível identificar importantes contribuições para o desenvolvimento de recursos e novas tecnologias para o acolhimento de pessoas com deficiências físico-motoras.

A relevância social do estudo se destaca, pelo fato de ter-se atendido temporariamente a necessidade de deslocamento de uma pessoa com agenesia. Futuramente, com a conclusão do projeto, a validação e a certificação do método proposto, pretende-se replicar o dispositivo com baixo custo e continuidade de possíveis parcerias, com os Hospitais e Instituições de Ensino, visando o atendimento de um número maior de pessoas com agenesia e dificuldade de locomoção.

## REFERÊNCIAS

AI-QATTAN, MM; YANG Y, KOZIN SH. Embryology of the upper limb. J Hand Surg Am. 2009; v. 34, n.7, p.1340-50.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. 2013. Disponível em: <[http://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>. Acesso em: 05/06/ 2021.

BERSCH, Rita; **Tecnologia Assistiva e Educação**. Porto Alegre: CEDI- Porto Alegre- RS 2017 Disponível em: [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf) Acesso em: 24/06/ 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Saúde. Brasília, DF, 12 de dezembro de 2012.

FRANÇA B, NOVAES, E. DEFORMIDADES CONGÊNITAS DOS MEMBROS SUPERIORES. PARTE I. **Revista Brasileira de Ortopedia**. 2012, v.47, n. 5, p.545-52. Disponível em: [www.scielo.br/rbort](http://www.scielo.br/rbort) Acesso em: 09/09/2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 edição Atlas: São Paulo, 2017.

KOZIN SH. Upper-extremity congenital anomalies. J Bone Joint Surg Am. 2003;v.85, n.8, p.:1564-76.

KOZIN SH. **Congenital disorders: classification and diagnosis**. In: BERGER RA, Weiss AP, editors. Hand surgery. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams; 2004. p. 1405-23.

OKABE, I.; **A violência da mulher: uma proposta de indicadores de gênero na família**. Tese de Doutorado – Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, 2010. 206p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7136/tde-29042010-105520/pt-br.php> Acesso em: 29/06/2021.

OMS. Relatório mundial sobre a deficiência. World Health Organization, The World Bank; tradução Lexicus Serviços Linguísticos. -São Paulo: 2011.334p.

SOARES, J.M.M.; FONTES, A.R.M.; FERRARINI, C.F.; BORRAS, M.A.; BRAATZ, D.; Tecnologia Assistiva: revisão de aspectos relacionados ao tema. **Revista Espacios Índices a Los Autores**, v. 38, n.13, 2017, p.8

# CAPÍTULO 3

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

Data de aceite: 21/09/2021

Sistema didático, Ensino de engenharia Biomédica.

### Uriel Abe Contardi

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)  
Cornélio Procópio - Paraná  
ORCID: 0000-0001-7865-2971  
<http://lattes.cnpq.br/5293340712226095>

### Paulo Rogério Scalassara

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)  
Cornélio Procópio - Paraná  
ORCID: 0000-0001-7169-954X  
<http://lattes.cnpq.br/5016119298122922>

### Wagner Endo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR)  
Cornélio Procópio - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/5229173673499346>

### DEVELOPMENT OF AN ELECTROMYOGRAPHIC SIGNAL ACQUISITION SYSTEM AND A 3D PROSTHESIS FOR TEACHING BIOMEDICAL ENGINEERING IN GRADUATION AND POSTGRADUATION

**ABSTRACT:** The present work aims to the development of a teaching module for the acquisition of electromyographic signals (EMG) can be applied to a 3D prosthesis, using a system integration and allowing the prosthesis to be controlled by means of EMG signals. The purpose of this article is to provide a didactic platform to support the teaching of Biomedical Engineering in the electronic engineering course, applying the theoretical study in practice.

**KEYWORDS:** Electromyography, Prosthesis, Didactic system, Biomedical engineering teaching.

**RESUMO:** O presente trabalho visa o desenvolvimento de um módulo de ensino para aquisição de sinais eletromiográficos (EMG) aplicados em uma prótese 3D, executando uma integração dos sistemas e permitindo o controle e movimentação da prótese por meio dos sinais EMG. O objetivo deste artigo é conceder uma plataforma didática para o suporte do ensino de Engenharia Biomédica na Engenharia Eletrônica em disciplinas que abordem a temática, aplicando o estudo teórico com uma contextualização prática.

**PALAVRAS - CHAVE:** Eletromiografia, Prótese,

## 1 | INTRODUÇÃO

A Engenharia Biomédica é um campo no Brasil que está em constante crescimento. Porém, temos ainda poucos profissionais com entendimento aprofundado nessa área do saber. Outro problema enfrentado pelos alunos que acabam estudando essa área é a falta de aulas práticas. Dessa forma fica evidente a necessidade de novas metodologias para o ensino de Engenharia Biomédica que sejam capazes de proporcionar um melhor ensino e

aproximação dos conteúdos teóricos com experiências práticas, preparando os profissionais para o cenário atual que envolve muitas mudanças tecnológicas e sociais. Assim, a área biomédica deve ser estudada de uma forma prática, por intermédio de uma perspectiva pedagógica que faça com que o aluno tenha uma vivência com o “fazer” (ANDRIGHETTO et al, 2007).

Existe ainda um descompasso entre a importância da área de Engenharia Biomédica e as estruturas curriculares em Engenharia Eletrônica no país. Ainda é escasso disciplinas que abordem o conteúdo de forma sistemática e prática nos cursos regulares de graduação e pós-graduação. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), por exemplo, existem apenas duas disciplinas que tratam conteúdos nessa área: “Princípios de Engenharia Biomédica” e “Engenharia Biomédica” nenhuma das quais possui laboratório para devidas práticas. No âmbito da pós-graduação tem-se somente a matéria de “Instrumentação Biomédica” que também não possui aulas práticas.

O principal objetivo deste trabalho é preencher as lacunas existentes no ensino das disciplinas de Engenharia Biomédica com o desenvolvimento de um protótipo de membros superiores (especificamente mão e antebraço) de baixo custo que seja controlado por meio de sinais eletromiográficos, nos cursos de graduação e pós-graduação da UTFPR em Engenharia Eletrônica para que os alunos tenham uma aplicação prática dos conceitos abordados teoricamente.

Este sistema e protótipo permitirão por meio da prática a aplicação do que foi estudado nos livros sobre aquisição e processamento de sinais eletromiográficos e instrumentação biomédica. Em nível de hardware, espera-se proporcionar ao aluno a compreensão e utilização das estruturas internas dos circuitos presentes na aquisição e condicionamento destes sinais.

## 2 | ELETROMIOGRAFIA

A eletromiografia é o estudo dos sinais mioelétricos, esses são sinais provenientes dos potenciais de ação que percorrem as fibras musculares, o fenômeno ocorre sempre que o indivíduo realiza uma contração muscular (NAJARIAN; SPLINTER, 2012).

O estudo desse sinal tem contribuído muito para a evolução da medicina e possui como principal finalidade aplicações clínicas, como: detecção de patologias, detecção de lesões em unidades motoras e acompanhamento da evolução em tratamentos fisioterapêuticos. Uma outra aplicação que merece destaque é a utilização do sinal EMG para controle de próteses, permitindo a reabilitação e restauração de funções motoras de pessoas com membros amputados (ANDRADE, 2007).

A coleta de sinais pode ser realizada por meio de metodologia invasiva ou não invasiva. A primeira utiliza de eletrodos que perfuram a pele e possui um sinal com menor nível de ruído e melhor distinção de sinais de cada músculo. A segunda utiliza de eletrodos

superficiais que não causam desconforto, apesar disso o sinal proveniente desse sensor exibe maior ruído e não apresenta seletividade do músculo, uma vez que capta os sinais provenientes de um grupo muscular e não de um músculo específico (WEBSTER, 2009).

Para o desenvolvimento deste trabalho a metodologia não invasiva é mais conveniente, pois a utilização do produto final se pauta em ambiente acadêmico para demonstrações didáticas, dessa forma os eletrodos superficiais poderão ser utilizados sem problemas.

Entre as características do EMG de superfície (sEMG) pode-se citar: amplitude sinal de até 5mV, faixa de frequência entre 20 e 500 Hz, sendo que a maior parte da energia do sinal está entre 50 e 150Hz (BRONZINO, 2006).

### 3 I DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO

Uma vez realizado o estudo das características desses sinais e ressaltado sua importância no campo da medicina o desenvolvimento do projeto é explanado nas próximas seções.

#### 3.1 Desenvolvimento do sistema de aquisição

Como mencionado, este trabalho aborda a aquisição do sEMG, o sinal possui a largura de banda compreendida entre 20 e 500Hz. Dessa forma, componentes que estejam fora dessa escala de frequência são dispensáveis e podem até mesmo diminuir a qualidade do sinal. Sendo assim, deve-se utilizar de sistemas que realizem o condicionamento do sinal, eliminando as componentes indesejáveis, possíveis ruídos e interferências. A metodologia para o desenvolvimento da plataforma de condicionamento de sinais adotada neste trabalho é apresentada na Figura 1.

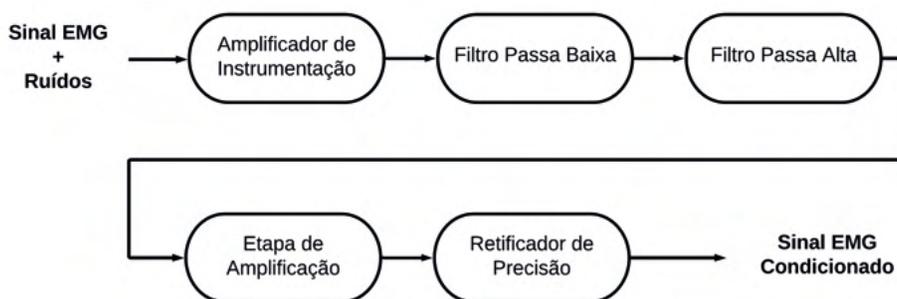


Figura 1 - Diagrama em blocos do sistema de condicionamento de sinais sEMG.

Fonte: Autoria própria (2020).

Como o sinal sEMG possui baixa amplitude o primeiro bloco é o de amplificação. Utilizou-se de um amplificador de instrumentação para esta tarefa, uma vez que esse

possui características que facilitam sua utilização na instrumentação biomédica. Entre essas características pode-se citar: alta impedância de entrada, offset de saída mínimo, elevado ganho em malha aberta e elevada taxa de rejeição em modo comum (BECHELI, 2017).

O AD620, pertencente a Analog Devices, foi escolhido para este projeto, este circuito integrado (CI) permite o ajuste de ganho com apenas um resistor, facilitando a implementação do circuito. Além disso, visando facilitar ainda mais o ajuste do ganho, que pode variar de acordo com parâmetros externos, utilizou-se de um resistor variável (*trimpot*). A Equação (1) apresenta o ganho do AD620 em função dessa resistência e a Figura 2 o diagrama esquemático do bloco de amplificação.

$$G = \frac{49.4K}{P_1} + 1 \quad (1)$$

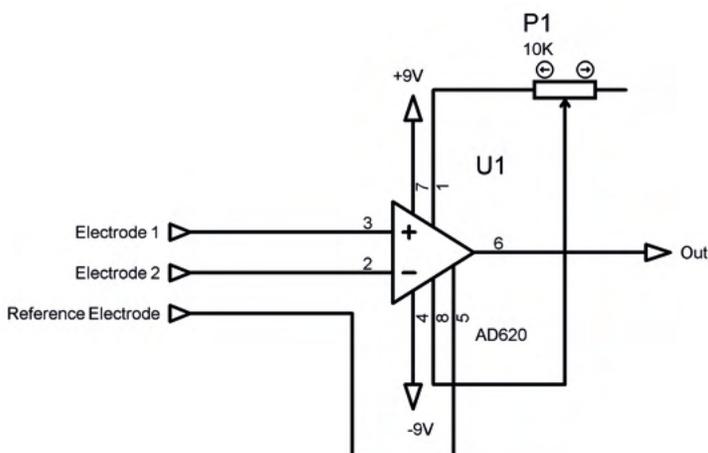


Figura 2 - Diagrama esquemático do bloco amplificador de instrumentação.

Fonte: Autoria própria (2020).

Para a etapa de filtragem do sinal escolheu-se filtros ativos devido a facilidade de projeto e possibilidade de amplificação do sinal de saída (SEDRÁ; SMITH, 2007).

O filtro passa baixa possui o objetivo de atenuar ruídos ou componentes de alta frequência indesejados. Por sua vez, o filtro passa alta tem o propósito de atenuar/eliminar ruídos e interferência de baixa frequência, mas principalmente a componente DC *offset*, que é advinda da interação química entre Pele-Eletrodo. Para ambos os filtros optou-se pela utilização da topologia *Sallen-key* de segunda ordem (PERTENCE, 2015).

O dimensionamento dos componentes foi realizado de forma a garantir uma frequência de corte de 709 Hz para o filtro passa baixa e de 18 Hz para o filtro passa alta.

O diagrama esquemático da etapa de filtragem encontra-se na Figura 3.

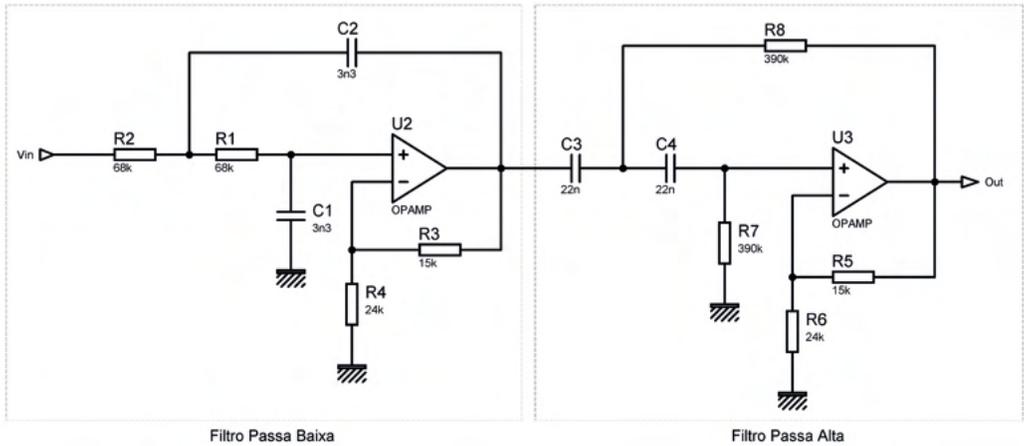


Figura 3 - Diagrama esquemático dos filtros ativos.

Fonte: Autoria própria (2020).

A Equação (2) apresenta a função de transferência do filtro passa baixa. Além disso, a resposta em frequência é mostrada na Figura 4.

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{3,23 \times 10^7}{s^2 + 6,13 \times 10^3 s + 1,99 \times 10^7} \quad (2)$$

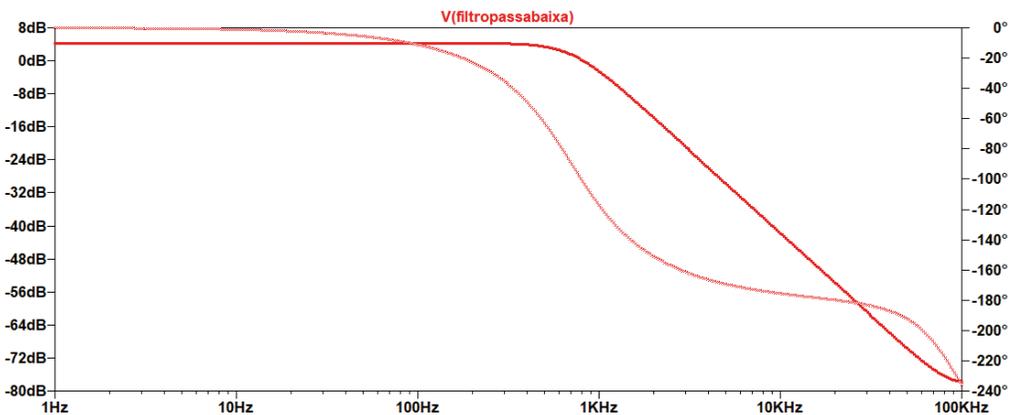


Figura 4 – Resposta em frequência do Filtro Passa Baixa.

Fonte: Autoria própria (2020).

A Equação (3) apresenta a função de transferência do filtro passa alta. A resposta em frequência do filtro é mostrada na Figura 5.

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1,63s^2}{s^2 + 160,25s + 13,58 \times 10^3} \quad (3)$$

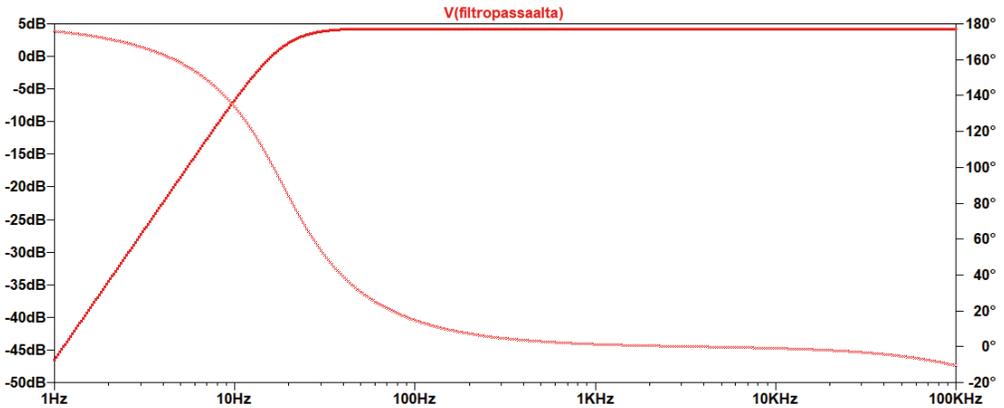


Figura 5 - Resposta em frequência do Filtro Passa Alta.

Fonte: Autoria própria (2020).

Após a filtragem, o sinal passa por mais um circuito de amplificação, para isso empregou-se o uso de um amplificador com topologia inversora. Assim como na primeira etapa de amplificação um *trimpot* foi adicionado para controle do ganho. A Figura 6 apresenta o diagrama esquemático do amplificador.

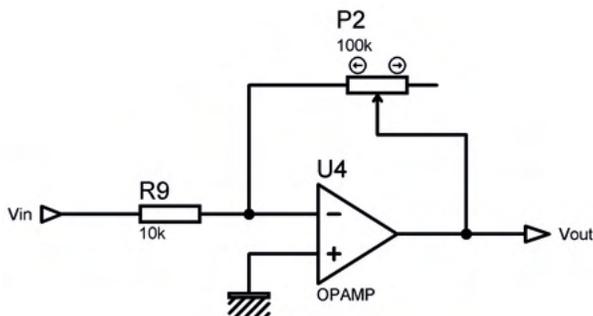


Figura 6 - Diagrama esquemático do amplificador inversor.

Fonte: Autoria própria (2020).

Os amplificadores operacionais possuem alimentação simétrica advinda de duas

baterias de 9V em série e conexão central como referência. Essas são utilizadas para isolar o sistema da rede elétrica e evitar ruídos provenientes desta. Todavia em aplicações com microcontroladores apenas a parcela positiva do sinal é utilizada, dessa forma um retificador de precisão foi empregado para eliminar a componente negativa do sinal sEMG. A Figura 7 apresenta o circuito utilizado.

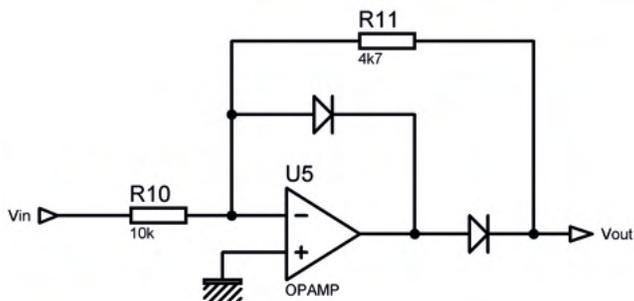


Figura 7 - Diagrama esquemático do retificador de precisão.

Fonte: Autoria própria (2020).

Com a finalidade de maior estabilidade e facilidade de utilização uma placa de circuito impressa (PCI) foi construída, ilustrada na Figura 8. Em sua construção nota-se a presença: de máscara de solda na cor azul para evitar oxidações e alguns componentes SMD para reduzir o tamanho físico da placa. Um conector do tipo P2 foi escolhido para conexão do cabo dos eletrodos.

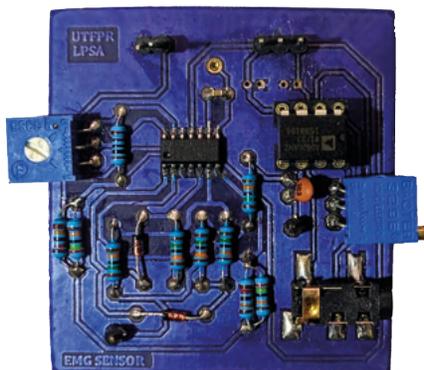


Figura 8 – Placa de circuito impressa do sistema de aquisição sEMG.

Fonte: Autoria própria (2020).

### 3.2 Construção do protótipo da prótese

Para proporcionar aos alunos uma maior experiência visou-se desenvolver uma prótese de membro superior, mais especificamente mão e antebraço. O protótipo possui por finalidade a visualização e se restringe a segurar pequenos objetos, sem possuir alto grau de liberdade e movimentação individual dos dedos.

Todo o projeto foi construído visando a redução de custo e facilidade de implementação. As peças foram impressas em impressora 3D, em material PLA.

O mecanismo de funcionamento utiliza de elásticos para flexibilidade e fio de nylon para movimentação. Este fio foi preso em cada dedo e é tracionado por um único servo motor. A Figura 9 apresenta o protótipo finalizado.



Figura 9 – Vista superior e inferior do protótipo.

Fonte: Autoria própria (2020).

### 3.3 Teste e Validação

Para validação da integração entre os sistemas a plataforma Arduino Uno foi utilizada, um *firmware* foi desenvolvido de acordo com o fluxograma da Figura 10.

Os eletrodos foram posicionados no antebraço. Vale notar que a amplitude do sinal aquisitionado aumenta de acordo com a força exercida nos grupos musculares da região em que se encontra os sensores. Sendo assim, delimitou-se um valor de amplitude de tensão (*threshold*) que se ultrapassado deveria acionar o servo motor de forma a fechar a mão da prótese, caso o valor de amplitude fosse inferior a esse *threshold* o servo motor deveria voltar a posição inicial de forma a abrir a mão da prótese.

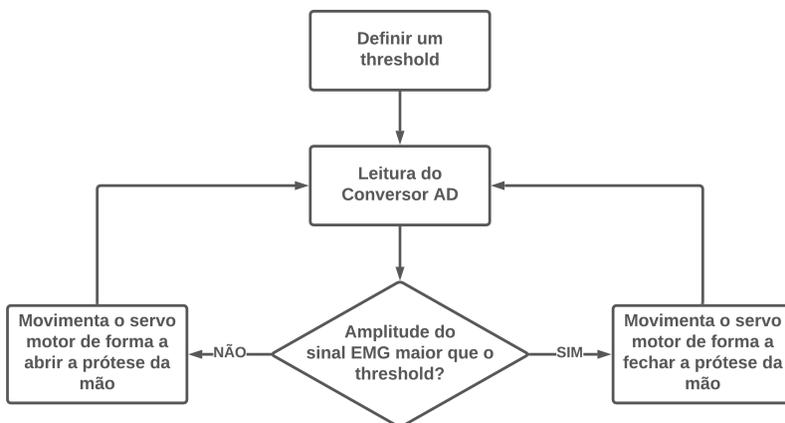


Figura 10 – Fluxograma do *firmware* embarcado no Arduino Uno.

Fonte: Autoria própria (2020).

Após o ajuste dos ganhos das etapas de amplificação o sistema comportou-se como esperado e apresentou bons resultados.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho contemplou o desenvolvimento de um sistema de aquisição para sinais eletromiográficos e de um protótipo de prótese. Além disso realizou-se a integração de ambos os sistemas a fim de realizar o controle da prótese por meio de sinais sEMG.

O desenvolvimento do sistema de aquisição engloba conhecimentos das áreas de: instrumentação eletrônica, engenharia biomédica, processamento de sinais e projeto de circuitos eletrônicos.

Para o desenvolvimento do protótipo da prótese utilizou-se de conhecimentos da área de engenharia mecânica e engenharia de controle e automação, uma vez que envolveu a modelagem 3D de um objeto.

Observa-se que o projeto como um todo atinge diferentes áreas da engenharia, portanto pode-se afirmar que contempla o âmbito da multidisciplinaridade.

Ressalta-se que o produto científico terá como finalidade utilização no ensino, seja por meio de pesquisas pertinentes ao trabalho, ou até mesmo na utilização em disciplinas que abordem a temática. Para essa última aplicação espera-se que o produto científico desenvolvido proporcione um melhor aprendizado com contextualização prática do ensino.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. A. **Desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de sinais eletromiográficos de superfície para utilização no controle de próteses motoras ativas.** Universidade de Brasília, 2007.

ANDRIGHETTO, E. et al. **Proposta de uma plataforma didática para o ensino de Engenharia Biomédica em Cursos de Graduação de Engenharia Elétrica: I Os sinais Bioelétricos.** In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA, 4., Porlamar. 2007.

BECHELI, Marcelo Haddad. **Módulo de Eletromiografia.** Orientador: Ruberlei Gaino. 2017. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Londrina, [S. l.], 2017. Disponível em: [http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2017\\_MarceloHaddadBecheli.pdf](http://www.uel.br/ctu/deel/TCC/TCC2017_MarceloHaddadBecheli.pdf). Acesso em: 29 jul. 2020.

BRONZINO, Joseph D. **Biomedical Engineering Handbook: Medical Devices and Systems.** 3. ed. Flórida: CRC Press, 2006.

NAJARIAN, Kayvan; SPLINTER, Robert. **Biomedical Signal and Image Processing.** 2. ed. atual. Flórida: CRC Press, 2012.

PERTENCE, A. **Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos.** Editora Bookman, 2015.

SEDRA, Adel S.; SMITH, K. C., **Microeletrônica.** 5ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

WEBSTER, John G. **Medical Instrumentation.** 4. Ed. John Wiley & Sons, 2009.

## DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA DONOVANOSE PERI-ANAL

*Data de aceite: 21/09/2021*

*Data de submissão: 18/07/2021*

### **Albery Martins Silva**

Universidade Brasil, Instituto Científico e Tecnológico, Engenharia Biomédica  
São Paulo, SP

### **João Pedro Martins Silva**

Universidade Santo Amaro – Unisa  
São Paulo - SP

### **Fernando Pereira Brochado**

Faculdade de Medicina Santa Marcelina  
São Paulo – SP

### **Ricardo Scarpara Navarro**

Universidade Brasil, Instituto Científico e Tecnológico, Engenharia Biomédica  
São Paulo, SP

**RESUMO:** O presente artigo trata do relato de um caso raro de Doença Sexualmente Transmissível (DST) com lesão Peri-anal ulcerada com bordas hipertróficas e elevadas, causado por Donovanose, em um paciente do sexo feminino atendido no consultório privado, mostrando a importância da suspeita clínica de Donovanose nas lesões ulceradas peri-anal, principalmente em pacientes refratário ao tratamento clínico convencional. A paciente foi tratada adequadamente com Remoção Cirurgica das Bordas da Lesão + Doxiciclina 100 mg de 6 em 6 h, durante 45 dias, evoluiu para cura completa das lesões ulceradas Peri-anal sem

deixar cicatrizes deformantes. Lembrando que é uma doença mais frequente em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como Índia, Sudeste da Ásia, África do Sul, Caribe e Papua Nova-Guiné, nesses países ela está presente endemicamente. No Brasil é mais frequente na região Norte e em pessoas com baixo nível socio-econômico e higiênico.

**PALAVRAS - CHAVE:** Lesões ulceradas Peri-anal; Donovanose Peri-anal; DST Peri-anal; DST Tratamento.

### DIAGNOSIS AND TREATMENT OF PERI-ANAL DONOVANOSIS

**ABSTRACT:** The present subject is about a report of a rare case of STD – Sexually Transmitted Disease (STDs) with ulcerated Peri-anal lesion with hypertrophic and elevated borders, caused by Donovanosis, in a female patient attended at a private clinic, showing the importance of the clinical suspicion of Donovanosis in peri-anal ulcerated lesions, especially in patients refractory to conventional medical treatment. The patient was adequately treated with Surgical Removal of the Lesion Edges + Doxycycline 100 mg every 6 h for 45 days, progressing to complete healing of the Peri-anal ulcerated lesions without leaving deforming scars. Bearing in mind that this disease is more frequent in underdeveloped or developing countries, such as India, Southeast Asia, South Africa, the Caribbean and Papua New Guinea, where it is endemically present in these countries. In Brazil it is more frequent in Northern and in people with low socioeconomic and hygienic levels.

**KEYWORDS:** Peri-anal ulcerated lesions; Peri-

## INTRODUÇÃO

A Donovanose, também conhecida como granuloma inguinal, é uma doença crônica progressiva, sexualmente transmissível, que acomete principalmente a pele e mucosas das regiões genitais, perianais e inguinais, e tem como agente etiológico a bactéria *Klebsiellagranulomatis* (anteriormente chamada de *Donovani granulomatis* e, posteriormente, *Claymatobacterium granulomatis*)<sup>1-3</sup>. A doença foi descrita pela primeira vez em 1882 por McLeod, na cidade de Madra, Índia. No ano de 1905, um médico irlandês chamado Charles Donovan relatou a presença de microrganismos intracelulares em amostras de úlceras, sendo que a doença recebeu esse nome em sua homenagem. A doença é mais frequente no Norte do Brasil e em pessoas com baixo nível socioeconômico e higiênico<sup>4-5</sup>. Atinge países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, como Índia, Sudeste da Ásia, África do Sul, Caribe e Papua Nova-Guiné, está presente endemicamente<sup>7-9</sup>. O presente trabalho tem o objetivo de mostrar a importância da suspeita clínica de Donovanose nas lesões ulceradas perianal, principalmente em pacientes refratário ao tratamento clínico convencional<sup>10-12</sup>.

## DESCRIÇÃO DO CASO

Paciente T. V. P. de 17 anos, estudante, sexo feminino, natural e procedente de São Paulo – SP, sem antecedentes de doenças pré-existentes, compareceu para consulta de rotina, por apresentar lesão peri-anal há 1 ano rebelde ao tratamento clínico convencional, já submetido em outro serviço, quando realizou biópsia da lesão que mostrou processo inflamatório crônico inespecífico com ausência de malignidade. Informa também, ter surgido como um caroço peri-anal que inflamou, ficou sangrando e não mais cicatrizou. Tem vida sexual ativa há dois anos, com mais de um parceiro. Ao Exame Proctológico: presença de duas lesões ulceradas com bordas elevadas em região da prega anal anterior e posterior, fundo sujo e friável ao toque, sendo a maior em prega anal anterior. Apresentava também gânglios infartados na região inguinal. Exames de Laboratório todos normais, inclusive HIV e Sífilis. Feito suspeita de uma DST, foi colhido nova biópsia da lesão e encaminhado para exame anatomopatológico. O resultado mostrou como diagnóstico Donovanose peri-anal. Devido ao tempo de evolução e as lesões serem muito grandes, optamos pelo tratamento cirúrgico inicial, com remoção das lesões ulceradas, seguido de cauterização, e associado a tratamento clínico com Doxiciclina 100 mg de 6 em 6 h, durante 45 dias, com remissão total das lesões e cura da doença após 45 dias.



Figura 1 – Úlcera Peri-anal causada pela Donovanose.

#### ANATOMIA PATOLÓGICA

##### EXAME MICROSCÓPICO

O material recebido para exame consiste de 4 fragmentos irregulares, medindo o menor 0,6 cm e o maior 3,7 cm, constituídos por tecido elástico e castanho. Enviado para exame microscópico todo o material Cassete(s): 37

NÃO HÁ SINAIS DE MALIGNIDADE.

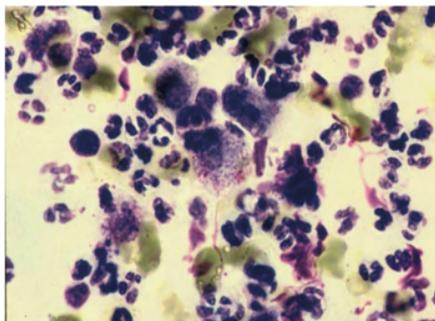
##### DIAGNÓSTICO:

- TRANSIÇÃO CUTÂNEO-MUCOSA MALPÍGIANA COM ACANTOSE, HIPERPLASIA PSEUDOEPITELIOMÁTICA E FOCOS DE VULCERAÇÃO DO EPITÉLIO DE REVESTIMENTO.

- PRESENÇA DE FIBROSE, TECIDO DE GRANULAÇÃO E INTENSA REAÇÃO INFLAMATÓRIA CRÔNICA LINFOLINFOCITÁRIA, REAÇÃO INFLAMATÓRIA INTRAMUCOSA E FOCOS DE REAÇÃO GRANULOMATOSA COM CÉLULAS GIGANTES DOS TIPOS CORPO ESTRANHO E DE LANGHANS. \*\*

\* As pesquisas de BAP, fungos e bactérias através das colorações especiais (PAS com diastase, Grocott, Papanicolaou, Giemsa e Whartin-Starry) resultaram negativas nesta amostra.

\*\* Apesar da pesquisa negativa para bactérias extracelulares e intracelulares, o presente quadro histopatológico pode corresponder à pele necrotizada em casos de Donovanose. É necessário estreita correlação com dados clínicos e demais exames laboratoriais.



An Bras Dermatol 10.1016/j.abdp.2020.09.016

Figura 2 – Úlcera Peri-Anal – Anatomopatológico + Histiócidos com Corpúsculo de Donovani.

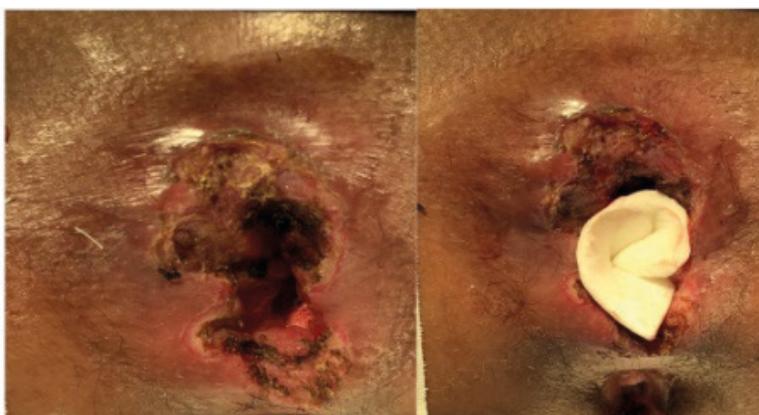


Figura 3 – Úlcera Peri-anal causada pela Donovanose, após tratamento cirúrgico inicial.



Figura 4 – Úlcera Peri-anal causada pela Donovanose, após 14º dia de tratamento cirúrgico + antibiótico.



Figura 5 – Úlcera Peri-anal causada pela Donovanose, após 25º, 35º e 45º dia de tratamento cirúrgico + antibiótico.

## DISCUSSÃO

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 satisfatório 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.

## CONCLUSÃO

Ao detectar Lesões Ulceradas é preciso relacionar Donovanose como diagnóstico diferencial, principalmente na presença de lesões peri-anais estranhas e que não responderam ao tratamento clínico inicial. Cabe ao médico proctologista estar sempre atento durante a consulta, procurando ser mais investigativo e valorizando as queixas dos pacientes. E diante dos casos mais avançados da doença, o Debridamento Cirúrgicos das lesões ulceradas elevadas, certamente diminui o tempo de recuperação dos pacientes, tornando-se uma opção a mais para o tratamento dos casos mais graves de Donovanose Peri-Anal. A Donovanose, embora seja uma doença rara de ser encontrada, ainda está presente na região norte do País, sendo portanto necessário considerá-la como diagnóstico diferencial.

## REFERÊNCIAS

HACKER, P., FISHER, B.K., DEKOVEN, J. and SHIER, R.M. Granuloma Inguinale: Three Cases Diagnosed in Toronto, Canada. *International Journal of Dermatology*, 1992; 31: 696-699. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-4362.1992.tb01374.x>. Acesso em: 16 jun. 2021.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Donovanose in Doenças Infecciosas e Parasitárias: Guia de Bolso*. Brasília DF: 2004. p. 118-21

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Programa Nacional de DST/AIDS. *Donovanose in Manual de Controle de Doenças Sexualmente Transmissíveis: DST/AIDS*. 4ª ed. Brasília, DF: 2006. Série Manuais nº 68, p. 50.

EXPOSTO F. *Úlceras Genitais Causadas por Infecções Sexualmente Transmissíveis. Atualização do Diagnóstico e Terapêuticas, e a Sua Importância na Pandemia do HIV*. *Acta Med Port* 2006;19:335-42.

FONSECA A., SOUZA E.M. *Donovanose*. *Dermatologia Clínica*. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. p. 167-69.

GALARZA C. *Donovanosis*. *Dermatol. Peru* 2000 10(1):35-8.

GARCÍA PÉREZ A, FERNÁNDEZ PASCUAL JS, MUÑOZ I, FERNÁNDEZ CONTIOSO JA. *Granuloma inguinal. Un caso autóctono en Andalucía occidental*. *Actas Dermo-Sif* 1981; 72: 577-580.

GILBERT DN., MOELLRRING RC, ELIOPOULUS GM, SANDE ME, O'FARRELL N. *Donovanosis*. *Sex Transm Infect* 2002;78:452-7.

MICHAEL H. AUGRNBRAUN. *Lesiones cutáneas y mucosas genitales*. En Mandell, Douglas y Bennett. 5º Ed. Tomo 1. 1338- 1345

SALVADOR B. *DONOVANOSIS*. *Braz J Infect Dis Dec*. 2008. vol.12 no.6

SILVIA REGINA C. SARTORI BARRAVIERA. *Outras DST*. *Medicina Tropical*. Sergio Cimerman, Benjamin Cimerman. 2001; 3(1)637-645

O'FARRELL N. *Donovanosis: an Update*. *Int. J. STD AIDS* 2001;12:423-7.

Brasil. Ministério da Saúde. *Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas Para Atenção Integral às Pessoas com Infecções Sexualmente Transmissíveis*. Brasília DF: Ministério da Saúde, 2020. 248 p.

# CAPÍTULO 5

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

Data de aceite: 21/09/2021

### **Tainá Francisca Cardozo de Oliveira**

Curso de Biomedicina, Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde  
Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás.  
<http://lattes.cnpq.br/8359190129869073>

### **Vanessa Oliveira Lopes de Moura**

Curso de Biomedicina, Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde  
Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás.  
<http://lattes.cnpq.br/3344143571314267>

### **Aline Alves Souza**

Curso de Biomedicina, Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde  
Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás.  
<http://lattes.cnpq.br/3895136117422167>

### **Isabella da Costa Ribeiro**

Curso de Biomedicina, Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde  
Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás.  
<http://lattes.cnpq.br/9852853400180326>

### **Débora Quevedo Oliveira**

Biomédica, Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás.  
<http://lattes.cnpq.br/2220786048240726>

### **Amanda Costa Castro**

Biomédica, Universidade Federal de Jataí,  
Jataí - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/2068377568889926>

### **Hanstter Hallison Alves Rezende**

Departamento de Biomedicina, Unidade Acadêmica de Ciências da Saúde,  
Universidade Federal de Jataí,  
Jataí- Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/4982752673858886>

**RESUMO:** A pele é o maior órgão do corpo e possui características funcionais de extrema importância, como ser uma barreira contra agentes químicos, físicos e microrganismos. Manchas hiperocrômicas surgem a partir de um desequilíbrio de pigmentação da pele, resultando na exagerada produção de melanina. O melasma consiste em uma hipermelanose que pode ser comum, adquirida ou simétrica, localizado em áreas foto expostas como: face, têmporas e mais raramente no nariz e membros superiores. Atinge ambos os sexos e todas as raças, porém as mulheres adultas são afetadas com maior frequência. Existem inúmeras disfunções faciais, que com o passar do tempo aparecem, resultando em manchas hiperocrômicas e melasmas. Com o custo elevado de tratamentos, isso acaba resultando em uma dificuldade de acesso do paciente, além de algumas técnicas por serem mais invasivas podem acarretar intercorrências após procedimento, a procura então por tratamento como argiloterapia é cada vez maior. Por ser uma técnica natural, de baixocusto e não causar danos expressivos na pele, a argiloterapia geralmente é uma opção escolhida pelos profissionais, a qual garante conforto emocional e financeiro ao paciente. A argila branca tem ação cicatrizante e suavizante, auxilia no clareamento

de manchas de pele e permite a absorção da oleosidade. O objetivo do trabalho foi avaliar o clareamento de manchas hipercrômicas e melasma utilizando argila branca. Para realização, foram selecionados nove participantes que foram submetidos à argiloterapia. Os atendimentos foram realizados uma vez por semana e no total de dez sessões. Conclui-se que a utilização da argila branca para o tratamento de melasmas e manchas hipercrômicas é uma técnica natural e mostrou-se eficiente, apresentando benefícios tais como clareamento das manchas, diminuição da oleosidade e melhora na hidratação da pele.

**PALAVRAS - CHAVE:** Argila branca, Melasma, Terapêutica, Estética.

## EVALUATION OF CLAYLIGHT THERAPY IN WHITENINGHYPERCHROMIC STAINS AND MELASM

**ABSTRACT:** The skin is the largest organ in the body and has extremely important functional characteristics, such as being a barrier against chemical and physical agents and microorganisms. Hyperchromic spots arise from an imbalance of skin pigmentation, resulting in the exaggerated production of melanin. Melasma consists of a hypermelanosis that can be common, acquired or symmetrical, located in photoexposed areas such as: face, temples and more rarely in the nose and upper limbs. It affects both sexes and all races, but adult women are more frequently affected. There are numerous facial dysfunctions, which appear over time, resulting in hyperchromic spots and melasmas. As a result, there is an increasing demand for treatments for aesthetic dysfunction. The cost of these treatments is usually high, which can lead to economic frustration for the patient, in addition to some techniques being more invasive, causing damage to the skin. As it is a natural technique, of low cost and does not cause significant damage to the skin, clay therapy is usually an option chosen by professionals, which guarantees emotional and financial comfort to the patient. The white clay has a healing and smoothing action, helps to lighten skin spots and allows the absorption of oiliness. The objective of this work was to evaluate the bleaching of hyperchromic spots and melasma using white clay. To perform it, nine participants were selected who underwent the clay therapy. The consultations were carried out once a week and for a total of ten sessions. It is concluded that the use of white clay for the treatment of melasmas and hyperchromic spots is a natural technique and has proved to be efficient, presenting benefits such as lightening of the spots, decreased oiliness and improved skin hydration.

**KEYWORDS:** white clay, melasm, therapeutics, aesthetics.

## INTRODUÇÃO

A pele é o maior órgão do corpo, possui características funcionais de extrema importância, sendo a principal barreira corporal contra agressores físicos, químicos e microrganismos. Além disso, desempenha funções essenciais para a fisiologia, garantindo percepção ao toque e sensibilidade com agentes ambientais (BERNARDO; SANTOS; SILVA, 2019).

As disfunções hipercrômicas são causadas em decorrência de alterações nos melanócitos, resultando em maior produção de melanina. Esses distúrbios pigmentares estão relacionados com traumas e/ou processos inflamatórios (GONCHOROSKI, 2005;

PONTES, MEJIA, 2014). Podem ser classificadas em hiperchromias, hiperpigmentação periorbital, melasma, efélides e lentigos. Na maioria dos casos, os indivíduos que são afetados com essas manchas, possuem fototipo mais elevado (PONTES, MEJIA, 2014).

O melasma atinge ambos os sexos e todas as raças, porém acomete principalmente mulheres adultas, devido ao desequilíbrio hormonal que a idade fértil pode apresentar (MASCENA, 2016). Exposição aos raios solares sem proteção, gravidez e uso indiscriminado de cosméticos também contribuem para o aparecimento deste distúrbio (RITTER, 2011). É caracterizado por máculas escuras, com contorno irregular, localizado em áreas foto exposta, como: face, têmporas e mais raramente no nariz e membros superiores (DAMIANI *et al.*, 2020)

Desde os tempos antigos a argila por ser um composto mineral é utilizada em técnicas terapêuticas e ainda usada para conservação de cadáveres. São inúmeros os benefícios que a argila proporciona a pele, por ser rica em elementos biominerais, como o zinco, alumínio, magnésio, silício, potássio, ferro, titânio, dentre outros (TOYOKI, OLIVEIRA, 2015). Os minerais presentes na argila são responsáveis por determinar o efeito no tratamento, as cores e tipos, podendo ser branca, verde, cinza, amarela e vermelha (GUISONI, 2018; MACHADO *et. al.*, 2018).

Na argila branca, o composto ferro possui ação antisséptica e renovação celular, enquanto o zinco garante efeito calmante e hidratação da pele (GUISONI, 2018; MACHADO *et. al.*, 2018). A mistura de quartzo e caulinita estimula a produção de colágeno e elastina o que melhora rugas e linhas de expressão, tem efeito cicatrizante e permite a absorção de oleosidade, apresenta efeito clareador sendo ideal para peles sensíveis (HEIDEMANN, 2018).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de clareamento da argila branca no tratamento de manchas hipercrômicas e melasma.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso explanatório, realizado na Universidade Federal de Jataí. O presente trabalho submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Jataí, com o protocolo de aprovação número 15177519.2.0000.8155.

Para o estudo foram selecionados nove participantes de forma aleatória, independente do sexo, para tratamentos de manchas hipercrômicas e melasma. Os participantes foram convidados pelos pesquisadores e encaminhados para a Clínica Escola de Fisioterapia para avaliação facial.

Como critério de inclusão do estudo foi estabelecido a participação de indivíduos maiores de 18 anos portadores de manchas hipercrômicas e melasma, e que concordaram com as propostas do estudo. Foi necessária a disponibilidade de um horário uma vez na

semana para o tratamento estético facial.

Os critérios de exclusão utilizados neste estudo foram: pacientes menores de 18 anos, pacientes que não manifestarem nenhum dos distúrbios propostos no estudo, pacientes com alergia à argila e sem disponibilidade de tempo para o tratamento. O teste para identificação de reação de hipersensibilidade imediata pelo uso da argila foi realizado durante a avaliação na primeira sessão de cada participante, aonde foi aplicada máscara de argila em uma pequena região do antebraço do participante, aguardando 15 minutos, após esse tempo, foi avaliado se houve formação de bolhas, surgimento de manchas, vermelhidão intenso ou relato de prurido. O teste foi feito em todos os participantes, a fim de garantir segurança aos indivíduos envolvidos e evitar futuras complicações. Porém, após um período de 24 a 48 pós aplicação da argila na face poderiam ocorrer reações de hipersensibilidade tardia, sendo que nesses casos o participante seria encaminhado a um médico dermatologista pelos pesquisadores sendo que qualquer dano e/ou despesas financeiras acarretadas seriam de responsabilidade dos pesquisadores.

Para acompanhamento da pesquisa foram realizadas fotografias (padronizadas) do rosto dos participantes em diversos ângulos, a fim de avaliar as fases do tratamento. Como forma de resguardar a identidade do participante, foram utilizadas tarjas sobre os olhos nas imagens a serem divulgadas.

Para início do tratamento proposto, os participantes foram informados de forma clara e objetiva sobre a funcionalidade da pesquisa e após concordarem em participar, assinaram o termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), bem como o termo de autorização para registros fotográficos.

## **Procedimento estético**

Inicialmente foi realizada uma anamnese a fim de verificar o tipo de pele, avaliar aspectos como oleosidade, presença de manchas hipercrômicas e melasma, para então iniciar os procedimentos. Essa avaliação foi realizada mediante a aplicação de uma ficha com os dados do paciente. Em seguida foi realizado o teste de alergia.

Primeiramente foi realizada a preparação da pele, iniciando com sabonete líquido facial para higienização, logo após foi aplicado o tônico hidratante. O segundo passo, foi a esfoliação da pele, feita com um gel esfoliante comercial, exceto em participantes que possuíssem peles secas e sensibilizadas. Foi realizada limpeza de pele profunda, com utilização de curetas devidamente esterilizadas. O próximo passo foi preparação da máscara, onde foram adicionadas aproximadamente duas colheres de argila branca em pó em uma cubeta, que foram dissolvidas em vinte mililitros de soro fisiológico.

A aplicação da máscara foi feita diretamente sobre a pele com uso de um pincel, no sentido das extremidades do rosto para a parte central, evitando a região dos olhos e boca. A retirada do produto foi feita após 20 minutos, com uso de gazes ou algodão úmido com água fria, utilizando movimentos suaves, da região central do rosto para as extremidades.

Para finalizar, foi aplicado filtro solar toque seco protetor solar fator 30 (FPS).

Foram realizados registros fotográficos utilizando câmera digital com o intuito de auxiliar no acompanhamento e avaliação do tratamento de cada paciente, as fotos foram feitas na visão anterior e lateral da face, e após cada sessão, seguindo todos os protocolos de ética.

Ao final de cada sessão, os participantes foram orientados com os cuidados a serem tomados, como não se expor ao sol por tempo prolongado, aplicar filtro solar diariamente, não utilizar produtos de limpeza facial sem recomendação, como uso de *peelings* químicos, ou sabonetes com ácidos. Com relação à mudança de hábitos, foram orientados, a melhorar a ingestão de água e uma alimentação mais saudável, evitando consumo de bebida alcoólica.

### Avaliação do resultado

Para obtenção dos resultados finais, foram utilizados os registros fotográficos do pesquisador e as fichas de auto avaliação dos participantes.

A análise dos dados foi realizada montando pranchas de imagens com registros fotográficos das fases do tratamento, e tabela com os dados obtidos das fichas de avaliação de cada participante. Foram utilizados recursos como Microsoft PowerPoint® para análise das imagens e Microsoft Excel® para análise numérica de satisfação e percepção de melhora observada pelos participantes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado com total de nove participantes, sendo todas do sexo feminino com faixa etária entre 27 a 59 anos. Os dados dos casos com respectivas avaliações são apresentados separadamente no quadro 1.

PACIENTE	SEXO	IDADE	COR	BIOTIPO CUTÂNEO	ESTADO CUTÂNEO	AValiação FACIAL
A.F.F.X	FEMININO	27	Parda	Pele mista	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
A.O.P	FEMININO	59	Parda	Pele alipídica	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
C.R.C.O	FEMININO	48	Parda	Pele lipídica	Desidratado	Presença de melasma, acne moderada
C.M.S	FEMININO	48	Parda	Pele eudérmica	Sensibilizadoe Desidratado	Presença de melasma, acne ausente

M.G.F.X	FEMININO	49	Parda	Pele alipídica	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
N.M.S	FEMININO	42	Parda	Pele eudérmica	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
T.A.A	FEMININO	46	Parda	Pele eudérmica	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
V.M.S.C	FEMININO	47	Parda	Pele eudérmica	Desidratado	Presença de melasma, acne ausente
V.O.L.M	FEMININO	35	Branca	Pele mista	Desidratado	Presença suave de melasma, acne ausente

Quadro 1: Identificação de cada participante, sexo, idade e respostas obtidas na anamnese.

A participante A. F. F. X. relatou que não aderiu às mudanças de hábitos alimentares, atividade física regular e a ingestão de água manteve aproximadamente três copos diários. A ingestão recomendada de água para a manutenção do equilíbrio hídrico do organismo, o qual tem reflexo direto no aspecto e hidratação da pele é de no mínimo dois litros diários (OLIVEIRA *et al.*, 2020)



**Figura 1:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de machas (melasma) e hiperpigmentação pós inflamatória de acne; B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 2:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma e das hiperpigmentações pós inflamatória de acne. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

As participantes A. O. L. e M.G.F.X relataram que praticam atividade física regularmente, mantêm a ingestão recomendada de água, aderiram ao uso de filtro solar, relatam uso de medicamentos para controle da pressão arterial e de repositor de hormônios tireoidianos (T4) e possuem boa qualidade do sono.



**Figura 3:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 4:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.



**Figura 5:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 6:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

A participante C.R.C.O, participante diabética, hipertensa, relatou boa qualidade do sono, ingestão de água recomendada, relata ainda que se expõe ao sol não faz uso adequado de filtro solar.



**Figura 7:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 8:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

A participante C.M.S, relata que não se expõe ao sol, não pratica atividade física, relatou boa qualidade do sono, ingestão regular de água e aderiu ao uso regular de filtro solar.



**Figura 9:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 10:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

A participante N.M.S, relata que não pratica atividade física, não consome a quantidade recomendada de água, se expõe ao sol sem uso de filtro solar e não aderiu as recomendações do pesquisador quanto cuidados necessários.



**Figura 11:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 12:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

As participantes T.A.A e V.M.S.C, relatam que não se expõem ao sol, fazem uso regular de filtro solar, não praticam atividade física, fazem ingestão adequada de água e relatam ainda o uso de repositor hormonal tireoidiano (T4).



**Figura 13:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 14:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.



**Figura 15:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 16:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas. B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

A participante V.O.L.M relatou que pratica exercícios regularmente, mantém dieta balanceada, mantém a ingestão recomendada de água, utiliza filtro solar regularmente e que já realizou procedimentos estéticos com ácidos, os quais consistem na aplicação de agentes cáusticos sob a pele, produzindo renovação celular da epiderme (FERNANDES et al., 2018).



**Figura 17:** Fotos referentes à primeira sessão de argiloterapia onde: A) Visão lateral da face direita do rosto, presença de manchas (melasma); B) Visão frontal da face no início do tratamento, C) Visão lateral da face esquerda do rosto, presença de melasma.



**Figura 18:** A) visão lateral da face direita do rosto, evidenciando clareamento das manchas B) visão frontal da face no término do tratamento, com melhora do aspecto da pele e clareamento das manchas advindas do melasma. C) visão lateral da face esquerda do rosto evidenciando clareamento de manchas.

Ao término das dez sessões os participantes preencheram a ficha de auto avaliação baseada na escala de *Likert*, classificada em: 1- insatisfeito 2- inalterado 3-pouco satisfeito 4- satisfeito e 5- muito satisfeito a fim de evidenciar a perspectiva dos participantes em relação a melhora ou não do aspecto da pele e se houve clareamento das manchas. Por parte do pesquisador foi realizada a análise dos registros fotográficos em ordem cronológica das sessões para avaliar a eficácia do tratamento.

Ao final do estudo foi possível verificar um reflexo positivo por parte dos participantes, os quais apresentaram avaliação que variaram de satisfeito a muito satisfeito. A avaliação do grau de satisfação, analisada pela escala de *Likert* apontou de um modo geral que foi possível trazer benefícios estéticos e psicoemocionais aos participantes da pesquisa através da terapêutica proposta no estudo.

Quanto ao resultado final do tratamento 100% dos participantes autodeclararam satisfeitos com a terapêutica e 100% declararam estar muito satisfeito com o tratamento realizado e conduta terapêutica da pesquisadora.

Os resultados obtidos após as 10 sessões de argiloterapia foram tabelados para melhor compreensão, e encontra-se no quadro 2.

PARTICIPANTE	RESULTADO
A.F.F.X	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
A.O.P	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
C.R.C.O	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea e diminuição da oleosidade, clareamento das manchas.
C.M.S	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
M.G.F.X	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
N.M.S	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
T.A.A	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
V.M.S.C	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.
V.O.L.M	Melhora do aspecto da pele, hidratação cutânea, clareamento das manchas.

Quadro 2: Resultados obtidos após 10 sessões de argiloterapia.

## CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que a utilização da argila branca para o tratamento de melasma e manchas hipercrômicas, mostrou-se eficiente e apresentou benefícios como, clareamento das manchas, diminuição da oleosidade e melhora na hidratação da pele. Tal resultado foi observado tanto por parte do pesquisador bem como pelos participantes do estudo. Sendo assim, foi possível obter resultados satisfatórios no tratamento de melasma e manchas hipercrômicas.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, A. F. C.; SANTOS, KAMILA; SILVA, D. P. **Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade.** Revista Saúde em Foco, v. 11, p. 1221-1233, 2019.

DAMIANI, J. R. S. *et al.* APLICAÇÃO DA ARGILOTERAPIA NO CLAREAMENTO DE MANCHAS HIPERCROMICAS. In: CASTRO, Luis Henrique Almeida; MORETO,

Fernanda Viana de Carvalho; PEREIRA, Thiago Teixeira. **Ações de saúde e geração de conhecimento nas ciências médicas.** 8. ed. Ponta Grossa: Atena, 2020. Cap. 13. p. 122-132.

FERNANDES, A. C. F. *et al.* **Peeling Químico Como Tratamento Estético.** Revista Saúde em Foco, p. 496-503, 2018.

GONCHOROSKI, D. D.; CORREA, G. M. **Tratamento de hiperpigmentação pós- inflamatória com diferentes formulações clareadoras**. Infarma, v. 17p. 84–88, 2005.

GUISONI, T. D. G; RIBEIRO, I. M. **Benefícios da argila em procedimentos estéticos**. Santa Catarina, 2018. 15 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação de Estética e Bem Estar). Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

HEIDEMANN, M. S. **O uso da argila nos tratamentos estéticos faciais: umarevisão integrativa**. Estética e Bem Estar, 2018.

LOPES, L. F. M; MEDEIROS, G. M. S. **Argilas Medicinais: Potencial simbólico e propriedades terapêuticas das argilas em suas diversas cores**. 2014. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2014.

MACHADO, M. C. P. *et. al.* **Estudo do comportamento e caracterização de argilasbentoníticas após processo de liofilização**. Cerâmica, v. 64, n. 370, p. 207–213, 2018.

MASCENA, T. C. F. **Melasma e suas principais formas de tratamento**. Recife: instituto de ensino superior e pesquisa. Centro de capacitação educacional, 2016.

OLIVEIRA, D. Q. *et al.* Aplicação da argiloterapia no tratamento de acne e cicatrizes de acne. In: SILVA, Edson. **Conhecimento e desenvolvimento de pesquisas nas ciências da saúde**. 4 ed. Ponta Grossa: Atena, 2020. p. 288-301.

PONTES, C. G.; MEJIA, D. P. M. Ácido Kójico no Tratamento do Melasma. **FaculdadeCambury Bio Cursos**, 2014.

RITTER, C. G. **Melasma extra-facial: avaliação clínica, histopatológica e imuno- histoquímica em estudo casocontrole**. Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

TOYOKI, B. K; OLIVEIRA, A. C. T. **Argiloterapia: levantamento dos constituintes e utilização dos diferentes tipos de argilas**. São Paulo, 2015. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em estética e cosmetologia). Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU.

# 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)