



# ENGENHARIA BIOMÉDICA:

---

Desenvolvimento e inovação

*Alana Maria Cerqueira de Oliveira* (Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022



# ENGENHARIA BIOMÉDICA:

---

Desenvolvimento e inovação

*Alana Maria Cerqueira de Oliveira* (Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de  
Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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 Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof<sup>o</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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

## Engenharia biomédica: desenvolvimento e inovação

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Alana Maria Cerqueira de Oliveira

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

E57 Engenharia biomédica: desenvolvimento e inovação /  
Organizadora Alana Maria Cerqueira de Oliveira. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-258-0722-5  
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.225220911>

1. Engenharia biomédica. I. Oliveira, Alana Maria  
Cerqueira de (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

## 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.

A Obra “Engenharia Biomédica: Desenvolvimento e inovação” publicada no formato e-book, traz ao leitor quatro artigos que abordam diferentes perspectivas de relevada importância na área de Engenharia Biomédica.

A obra como o próprio nome sugere, engloba o desenvolvimento e a inovação de tecnologias necessárias para a atuação da Biomedicina. As pesquisas nestas áreas são de elevada relevância devido a necessidade de ferramentas para pesquisas voltadas para saúde, focando em soluções tanto para o diagnóstico como prevenção de doenças.

O Foco principal desta obra é atualização sobre o tipo de pesquisa que se vem fazendo atualmente na área, discussão e divulgação científica, englobando as diferentes áreas afins.

Atualmente é evidente o avanço científico nesta área, o que aumenta a importância e a necessidade de atualização e consolidação de conceitos, técnicas, procedimentos e temas.

As pesquisas científicas produzidas no Brasil e no Uruguai, estão divulgadas na forma de artigos originais e de revisões abrangendo os diferentes campos dentro da área de Engenharia Biomédica e áreas afins como: Biologia Celular, Informática Biomédica, Biotecnologia, Patologia, Imunologia. Produzindo assim uma obra multidisciplinar e transversal que vai desde a pesquisa básica a aplicação prática.

A obra foi elaborada primordialmente com foco nos profissionais, pesquisadores e estudantes da área de Engenharia Biomédica e suas interfaces ou áreas afins. Entretanto, é uma leitura interessante para todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área.

Cada capítulo foi elaborado com o propósito de transmitir a informação científica de maneira clara e efetiva, em português, linguagem acessível, concisa e didática, atraindo a atenção do leitor, independente se seu interesse é acadêmico ou profissional.

Os capítulos desta obra explanam sobre: Processamento e criopreservação de sangue de cordão umbilical, ferramenta open source para criação de ontologia, espectroscopia e ferramenta de auxílio à terapêuticas.

O livro “Engenharia biomédica: Desenvolvimento e inovação”, traz publicações atuais e a Atena Editora traz uma plataforma que oferece uma estrutura adequada, propicia e confiável para a divulgação científica de diversas áreas de pesquisa.

Uma ótima leitura a todos(as)!

Alana Maria Cerqueira de Oliveira

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
MÉTODOS IDEAIS PARA COLETA, PROCESSAMENTO E CRIOPRESERVAÇÃO DE SANGUE DE CORDÃO UMBILICAL	
Thiago Minami Sheguti	
Arnaldo Rodrigues dos Santos Junior	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209111">https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209111</a>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>11</b>
<i>PROTÉGÉ 5.5.0 FERRAMENTA OPENSOURCE PARA CRIAÇÃO DE ONTOLOGIA</i>	
Henderson M. Sanches	
Paulo P. Dutra	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209112">https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209112</a>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>21</b>
A ESPECTROSCOPIA RAMAN NA AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DA UNHA	
Juscélia Maria de Moura Feitosa Veras	
Lennara de Siqueira Coêlho	
Juliana Macedo Magalhães	
Fernanda Cláudia Miranda Amorim	
Jadilson Rodrigues Mendes	
Carolinne Kilcia Carvalho Sena Damasceno	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209113">https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209113</a>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>25</b>
FERRAMENTA DE AUXÍLIO À TERAPEUTAS PARA TRATAMENTO DE FOBIAS ESPECÍFICAS UTILIZANDO DESSENSIBILIZAÇÃO SISTEMÁTICA COM APOIO DE REALIDADE AUMENTADA	
Alessandra Bauab Azar	
Edgard Lamounier Junior	
José Ederaldo Lopes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209114">https://doi.org/10.22533/at.ed.2252209114</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>38</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>39</b>

# A ESPECTROSCOPIA RAMAN NA AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DA UNHA

*Data de aceite: 01/11/2022*

**Juscélia Maria de Moura Feitosa Veras**

Centro Universitário Uninovafapi/Afya  
Teresina, PI, Brasil

**Lennara de Siqueira Coêlho**

Universidade Brasil  
Itaquera, São Paulo, SP

**Juliana Macedo Magalhães**

Centro Universitário Uninovafapi/Afya  
Teresina, PI, Brasil

**Fernanda Cláudia Miranda Amorim**

Centro Universitário Uninovafapi/Afya  
Teresina, PI, Brasil

**Jadílson Rodrigues Mendes**

Centro Universitário Uninovafapi/Afya  
Teresina, PI, Brasil

**Carolinne Kilcia Carvalho Sena  
Damasceno**

Centro Universitário Uninovafapi/Afya  
Teresina, PI, Brasil

**RESUMO:** A Espectroscopia Raman (ER) é uma técnica utilizada a fim de estudar as estruturas e composições bioquímicas, através das vibrações moleculares. Por ser um método não invasivo e de diagnóstico preciso, tem sido recentemente utilizado

para análise da composição bioquímica da unha. O presente trabalho consiste em uma revisão que busca evidenciar na literatura a utilização da ER na avaliação bioquímica da unha. Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados PUBMED, PEDro, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scielo. Conclui-se que avaliação bioquímica das unhas por meio da ER é uma técnica promissora se destacando pela sua praticidade, eficiência e rapidez nos resultados .

**PALAVRAS-CHAVE:** Espectroscopia Raman, Análise espectral Raman, Unha.

**ABSTRACT:** Raman Spectroscopy (RE) is a technique used to study biochemical structures and compositions through molecular vibrations. As it is a non-invasive and accurate diagnostic method, it has recently been used to analyze the biochemical composition of the nail. The present work consists of a review that seeks to evidence in the literature the use of RE in the biochemical evaluation of the nail. A bibliographic survey was carried out in the PUBMED, PEDro, Virtual Health Library (BVS) and Scielo databases. It is concluded

that biochemical evaluation of nails through RE is a promising technique, standing out for its practicality, efficiency and speed of results.

**KEYWORDS:** Raman spectroscopy, Raman spectral analysis, Nail.

## INTRODUÇÃO

A espectroscopia Raman (ER) é uma técnica óptica não invasiva, não destrutiva e sem a necessidade de preparação ou uso de reagentes. Essa tecnologia ótica vem sendo estudada na área da saúde, devido a sua capacidade de fornecer informações sobre a composição bioquímica da amostra (Guevara et al. 2018; Müller, 2016).

A ER depende do espalhamento elástico de fótons por algumas moléculas presentes na amostra, portanto, a mudança na energia dos fótons espalhados depende das ligações específicas da molécula em interação, produzindo uma impressão digital molecular. Além disso, apresenta benefícios consideráveis no diagnóstico biomédico, como não invasividade, tempo de aquisição relativamente curto e capacidade de fornecer informações moleculares (Ralbovsky & Lednev, 2020; Viana, 2017).

Essa técnica tem sido recentemente utilizada para análise e diagnósticos de diversas patologias como câncer e diabetes (Ralbovsky & Lednev, 2020; Müller, 2016).

Diante dessa premissa, o presente trabalho consiste em uma revisão que busca evidenciar na literatura a utilização ER na avaliação bioquímica da Unha.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico na nas bases de dados PUBMED, PEDro, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scielo utilizando as palavras-chaves disponíveis nos DESCs: Raman spectroscopy, Raman spectral analysis, Nail. inserindo os operadores booleanos AND e OR para tornar a pesquisa mais eficiente. Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados na língua inglesa, ensaios clínicos controlados, randomizados e revisões de literatura, ano de publicação no período de 2016 a 2020, que abordassem o tema ER e avaliação bioquímica da unha. Como critérios de exclusão estão estudo de caso, textos incompletos, e trabalhos com metodologia e/ou conclusões Insatisfatórias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 20 artigos científicos. Na qual, 8 estavam duplicados nas diferentes bases de dados. Dos 12 restantes, 8 artigos foram excluídos por não se adequarem aos critérios de inclusão/exclusão devido ao título não estar totalmente relacionado com o tema do estudo. Para leitura dos títulos, foram utilizados 12, sendo 8 excluídos por não estarem adequados aos critérios determinados. Sendo 4 artigos selecionados para análise completa, e que foram incluídos no presente estudo.

<b>Autor/Ano</b>	<b>equipamento</b>	<b>Investigação</b>
<b>Guevara et al. 2018</b>	ER	Detecção de Diabetes Mellitus
<b>Shin et al., 2016</b>	ER	Detecção de onicomicose
<b>Kourkoumeli et al., 2017</b>	ER	Detecção de onicomicose
<b>Toorak et al., 2020</b>	ER	Detecção de cloro em amostras de unhas humanas

Tabela 1- Principais achados dos estudos clínicos analisados.

Na últimas décadas, a investigação de elementos químicos na unha em sua composição e aparência têm se tornado assunto de grande interesse devido principalmente ao aprimoramento dos conhecimentos sobre função de diversos elementos nos organismos vivos e também devido ao aperfeiçoamento de técnicas analíticas que possibilitam a investigação desses elementos (Shin et al., 2016; Kourkoumeli et al., 2017).

Uma das técnicas analíticas que vem sendo utilizada por muitas pesquisas para a investigação da unha é a ER (Kourkoumeli et al., 2017; Guevara et al. 2018).

AER é uma técnica utilizada a fim de estudar as estruturas e composições bioquímicas, através das vibrações moleculares. Por ser um método não invasivo e de diagnóstico preciso, tem sido recentemente utilizado para análise da composição bioquímica. Esta técnica óptica é baseada no efeito Raman que é o espalhamento inelástico da radiação eletromagnética monocromática que interage com as moléculas. Sendo a frequência de radiação espalhada diferente da radiação incidente (Guevara et al., 2018).

Estudo como de Guevara et al. (2018), escolheu a unha como material bioquímico a ser analisado por meio do ER com intuito de diagnosticar o Diabetes Mellitus (DM). Com os resultados foi concluir que a utilização da ER foi eficaz na detecção do DM. Os autores ainda, ressaltando, que a análise da unha sobre a ótica da ER se tratar de um processo mais simples e econômico do que outros procedimentos.

Já Kourkoumeli et al., (2017) Teve como objetivo avaliar a ER na diferenciação entre unhas saudáveis e infectadas por *T. rubrum* ou *Candida*.. As medições Raman foram realizadas em 52 aparas de unhas, sendo 26 infectadas e 26 saudáveis. Em sua conclusão os autores concluíram que A ER é um método promissor para a diferenciação de unhas saudáveis e doentes, incluindo a diferenciação eficiente entre onicomicose causada por *T. rubrum* e espécies de *Candida*.

Os mesmos resultados foram encontrados em Shin et al., (2016) que utilizou a ER para a investigação da onicomicose pós tratamento com terapia fotodinâmica.

Em um estudo recente Toprak et al., (2020) utilizou a ER para a detecção de cloro em amostras de unhas humanas, na qual, a pesquisa foi considerada bem-sucedida e concluíram que este método pode ser usado com sucesso para o diagnóstico ante-mortem e post-mortem da exposição ao cloro.

É notório, que a grande diversificação na utilização do ER na avaliação bioquímica da

unha abrindo assim inúmeras possibilidades. Porém, dificulta a implantação de protocolos com base teórica devido a sua alta gama de diversificação em análise.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que avaliação bioquímica das unhas por meio da ER é uma técnica promissora se destacando pela sua praticidade, eficiência e rapidez nos resultados.

## REFERÊNCIAS

Grover, C., & Bansal, S. The nail as an investigative tool in medicine: What a dermatologist ought to know. *Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology*; 83(6), 2017

Guevara, E., Torres-Galván, C. J., Ramírez-Elías, M. G., Luevano-Contreras, C., & Gonzáles, F. J. Use of Raman spectroscopy to screen diabetes mellitus with machine learning tools. *Biomedical Optics Express*; 9(10): 1-14, 2018.

Kourkoumelis, N., Gaitanis, G., Velegraki, A., Bassukas, D. Nail Raman spectroscopy: A promising method for the diagnosis of onychomycosis. An ex vivo pilot study. *Medical Mycology*; 56, 551–558, 2018.

Müller, C. L. Análise molecular pela espectroscopia raman de amostras de tecido bucal de ratos wistar sob diferentes métodos de armazenamento. 2016. 36p. TCC(Graduação de Odontologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

Ralbovsky, N. M., & Lednev, I. K. Towards development of a novel universal medical diagnostic method: Raman spectroscopy and machine learning. *Chem. Soc. Rev*; p1-26, 2020.

Shin, M. K., Kim, T. I., Kim, W. S., Park, H.-K., & Kim, K. S.. Changes in nail keratin observed by Raman spectroscopy after Nd:YAG laser treatment. *Microscopy Research and Technique*; 80(4), 338–343, 2016.

Toprak, S., Kahriman, F., Dogan, Z., Ersoy, G., Can, E. Y., Akpolat, M., & Can, M. The potential of Raman and FT-IR spectroscopic methods for the detection of chlorine in human nail samples. *Forensic Science, Medicine and Pathology*. 2020.

Viana, M. V. L. análise da pele com dermatite de contato alérgica por espectroscopia Raman confocal. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado de Engenharia Biomédica) – Universidade do Vale do Paraíba, São Jose dos Campos – SP.

**A**

Análise espectral Raman 21

**B**

Banco de sangue de cordão umbilical 1

Bioquímica 21, 22, 23, 24

Buffy-coat 5

**C**

Capacidade de autorrenovação 1

Células CD34+ 1, 4, 5, 7, 8

Células do sistema sanguíneo 1

Células nucleadas 1, 3, 4, 5, 7, 8

Células tronco hematopoiéticas 1, 6

Citometria de fluxo 7

Correções de *Bugs* 12, 17

Criopreservação 1, 3, 5, 6, 7, 10

CTH 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

**D**

Dessensibilização sistemática 25, 26, 29

Diagnóstico biomédico 22

Dimetilsulfóxido 6

DMSO 6

**E**

ER 21, 22, 23, 24

Eritrócitos 4

Espalhamento elástico de fótons 22

Espectroscopia Raman 21, 22, 24

Exposições *in vivo* 25, 27, 28

**F**

Ferramenta *opensource* 11, 12

Ficoll 4

Fobias específicas 25, 26, 27, 28, 29, 33, 35, 37

## G

Granulócitos 4

## H

Hemácias 4, 5

## I

Impressão digital molecular 22

## M

Massa eritrocitária 4, 5

Medo 26, 27

Medula óssea 2

Método SEPAX 5

MO 2

Modelos de domínio e aplicações 12

Monócitos 4

## O

Ontologias 11, 12, 17, 18, 19, 20

## P

Percoll 4

Plaquetas 4

Plasma 4, 5

Plataforma AXP 5

Plataforma em formato livre 25

Polygeline 4, 5

PrepaCyte-CB 5

Processamento celular 1, 4, 5, 6, 7, 10

Profissionais da saúde 25

*Protégé* 5.5.0 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18

Psicólogos 25

## Q

Questionário avaliativo 25, 34

## R

Realidade aumentada 25, 27

**S**

Sangue do cordão umbilical 1

SCU 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10

**T**

TCC 24, 25, 26

Técnica óptica 22, 23

Terapia cognitivo-comportamental 25, 26

Transplantes autólogos 2

Transtorno de ansiedade 26

**U**

Unha 21, 22, 23, 24

**V**

Viabilidade celular 2, 3, 4, 5, 6, 7

Vibrações moleculares 21, 23

**W**

*Web Ontology Language* 11



# ENGENHARIA BIOMÉDICA:

Desenvolvimento e inovação

---

[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) 



# ENGENHARIA BIOMÉDICA:

Desenvolvimento e inovação

---

[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) 