



# **Engenharia Moderna:** Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

Fábio Andrijauskas  
Anete Silva Faesarella  
Laira Lucia Damasceno de Oliveira  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022



# **Engenharia Moderna:** Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

Fábio Andrijauskas  
Anete Silva Faesarella  
Laira Lucia Damasceno de Oliveira  
(Organizadores)

**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

Daphynny Pamplona

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-Não-Derivativos 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  
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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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



# Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria 3

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Fábio Andrijauskas  
Annete Silva Faesarella  
Laira Lucia Damasceno de Oliveira

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria 3 / Organizadores Fábio Andrijauskas, Annete Silva Faesarella, Laira Lucia Damasceno de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0095-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.950221105>

1. Engenharia. 2. Sociedade. 3. Indústria. I. Fábio Andrijauskas (Organizador). II. Annete Silva Faesarella (Organizadora). III. Laira Lucia Damasceno de Oliveira (Organizadora). IV. Título.

CDD 620

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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

Nos anos de 2020 e 2021 tivemos a primeira e a segunda edição do livro “Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria” e agora, em 2022, com muito orgulho lançamos sua terceira edição. Esta edição atual provém de trabalhos desenvolvidos durante a pandemia da COVID-19, um período que nos fez refletir sobre a importância da ciência e o desenvolvimento tecnológico no mundo atual, aliados na descoberta de soluções para problemas de diferentes âmbitos, haja vista as vacinas desenvolvidas no intuito de resolver esta situação tão sensível e desafiadora. Realmente, um momento que mudou a vida de todos e que ficará para sempre em nossas lembranças.

Em tempos que, mais do que nunca, necessitam de união e paz, apresentamos este conteúdo com diversos autores, demonstrando que a diversidade de pensamento, ideias e conhecimento são pilares para o avanço da ciência. Cada capítulo foi elaborado com dedicação e comprometimento dos pesquisadores, e traz mais um resultado de sucesso para diversas áreas do conhecimento, como as Engenharias, a Saúde e o Meio Ambiente.

Mais uma vez, agradecemos à Editora Atena pela oportunidade do lançamento do nosso terceiro livro, proporcionando uma via eficaz de disseminação de conhecimento e de suas contribuições para a sociedade e para a comunidade científica.

Finalizamos com uma frase da oração de São Francisco que diz: **“Senhor, fazei de mim instrumento de vossa paz”**.

**Paz e bem!**

Annete Silva Faesarella

Fábio Andrijauskas

Laira Lucia Damasceno de Oliveira

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A MODERN PANORAMA OF THE INTERNET OF MEDICAL THINGS DEMONSTRATING ITS APPLICATION LANDSCAPE

Reinaldo Padilha França  
Ana Carolina Borges Monteiro  
Rangel Arthur  
Francisco Fambrini  
Julio Cesar Pereira  
Vicente Idalberto Becerra Sablón  
Yuzo Iano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211051>

### **CAPÍTULO 2..... 20**

PRODUÇÃO E APLICAÇÕES DO PÓ DA CASCA DE ROMÃ EM COSMÉTICOS

Teresa de Jesus Estevam Pereira  
Vanessa Cristine de Marco Matos dos Santos  
Iara Lúcia Tescarollo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211052>

### **CAPÍTULO 3..... 36**

IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL EM ESTADO DE REPOUSO APLICADAS A ESTUDO DA DOR CRÔNICA UTILIZANDO DEEP LEARNING

Sérgio Ricardo de Lima Novais  
Glaucilene Ferreira Catroli  
Fábio Andrijauskas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211053>

### **CAPÍTULO 4..... 50**

BALSANET - PLATAFORMA COMPUTACIONAL MULTIPARÂMETROS CONTROLADA REMOTAMENTE PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Kelvyn Souza Santana  
Anderson Quintino da Fonseca  
Vicente Idalberto Becerra Sablón  
Annete Silva Faesarella

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211054>

### **CAPÍTULO 5..... 67**

NOVO MÉTODO DE SUPRIMENTO DE ELETROPOSTOS A PARTIR DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

Fernando Luciano de Almeida  
Julio Cesar Galves Gomes Mangini Mosqueiro Junior  
Annete Silva Faesarella

Vicente Idalberto Becerra Sablón

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211055>

**CAPÍTULO 6..... 81**

**ESTUDO DA RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES NA PRODUÇÃO DE ADESIVOS**

Leonardo Dorigo de Almeida  
Samyra Haryele Gimenes Silva  
Monica Tais Siqueira D'Amelio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211056>

**CAPÍTULO 7..... 97**

**DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE E ESTUDO DA CASCA DE CAFÉ PARA REMOÇÃO DE CORANTES DE EFLUENTES INDUSTRIAIS**

Enik Erica Rodrigues Godoy  
Gabriela de Oliveira Ferri  
Monica Tais Siqueira D'Amelio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211057>

**CAPÍTULO 8..... 109**

**APLICAÇÃO DE CARVÃO ALTERNATIVO EM TRATAMENTO DE ÁGUA INDUSTRIAL**

Bruna Ferraz Mattos de Souza  
David Aguiar Ferreira Junior  
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211058>

**CAPÍTULO 9..... 123**

**ESTUDO DA TRANSFORMAÇÃO DO LODO GERADO EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM PRODUTO COMERCIAL AGRÍCOLA**

Jaqueline Paz de Oliveira  
Mislaini de Sá Viana  
André Augusto Gutierrez Fernandes Beati  
Renata Lima Moretto  
Laira Lúcia Damasceno de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9502211059>

**CAPÍTULO 10..... 145**

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM FOCO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Augusto da Silva Santos  
Brurenan Rocha Silva  
Geraldo Peres Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110510>

**CAPÍTULO 11..... 163**

**ANÁLISE DE INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO E EFEITOS DE BLINDAGEM**

Rafaela Steffany da Silva Kayo  
William Aparecido de Oliveira  
Geraldo Peres Caixeta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110511>

**CAPÍTULO 12..... 183**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE RECUPERAÇÃO DE METAIS EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO**

Cláudia Fernanda Spagnol Cocenza  
Yasmin Abrahão Pacheco Boiago  
Renato Franco de Camargo  
Roberta Martins da Costa Bianchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110512>

**CAPÍTULO 13..... 202**

**LEVANTAMENTO DA CAUSA REFERENTE AOS DANOS E PATOLOGIAS ENCONTRADOS NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA EM UMA VIA DE FLUXO MUITO PESADO**

Caroline Fernanda Ferreira  
Lillian Maria Destro  
Marcelo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110513>

**CAPÍTULO 14..... 220**

**ANÁLISE DE GESTÃO DE OBRA E IMPACTO DE CIRCUNVIZINHANÇA**

Ana Carolina Marques Monteiro  
Letícia Toniato Andrade  
Laira Lúcia Damasceno de Oliveira  
Renata Lima Moretto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110514>

**CAPÍTULO 15..... 234**

**O DESEMPENHO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES DE ENSINO FRENTE ÀS ESTRATÉGIAS ARQUITETÔNICAS, ENERGÉTICAS E OS IMPACTOS CLIMÁTICOS ATUAIS**

Jane Tassinari Fantinelli  
Mariana Cene da Silva  
Caroline Oliveira Tartari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110515>

**CAPÍTULO 16..... 248**

**DESENVOLVIMENTO DE UM GERADOR DE OZÔNIO DE BAIXO CUSTO PARA**

## TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM CORANTES

Leticia Pereira Brito D'Oliveira  
Marcos Vinicius Pernambuco Zeferino  
Roberta Martins da Costa Bianchi  
Renato Franco de Camargo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110516>

### **CAPÍTULO 17.....268**

#### DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LACTOSE POR MEIO DE GLICOSÍMETRO

Danka Ayres Carvalho da Silva  
Gabriel Luís Ehrenberg Malavazzi  
Filipe Alves Coelho  
Roberta Martins da Costa Bianchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110517>

### **CAPÍTULO 18.....280**

#### ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO 3D NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE PEÇAS TÉCNICAS IMPRESSAS

Paulo Cesar Polli  
Daniel Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110518>

### **CAPÍTULO 19.....299**

#### DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DENTÁRIOS ATRAVÉS DA MANUFATURA ADITIVA

Guilherme de Faria Mendes  
Vinicius Fernandes Moreira Alves  
Daniel Loureiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.95022110519>

### **SOBRE OS ORGANIZADORES .....320**

## DETERMINAÇÃO DO TEOR DE LACTOSE POR MEIO DE GLICOSÍMETRO

### **Danka Ayres Carvalho da Silva**

Universidade São Francisco  
Campinas-SP  
<http://lattes.cnpq.br/4610085994523550>

### **Gabriel Luís Ehrenberg Malavazzi**

Universidade São Francisco  
Campinas-SP  
<http://lattes.cnpq.br/6739474207142523>

### **Filipe Alves Coelho**

Universidade São Francisco  
Campinas-SP  
<http://lattes.cnpq.br/7316975557784147>

### **Roberta Martins da Costa Bianchi**

Universidade São Francisco  
Campinas-SP  
<http://lattes.cnpq.br/1178282277362723>

**RESUMO:** O leite é um alimento muito importante para a manutenção da vida e da saúde do ser humano devido sua composição rica em proteínas, gordura, sais minerais e vitaminas. Pessoas com intolerância à lactose não realizam a hidrólise da lactose naturalmente, por isso, a fim de atender as necessidades dos diferentes tipos de consumidores, o leite zero lactose começou a ser produzido para atender essa demanda, permitindo o seu consumo sem gerar sintomas ou risco a saúde. Portanto, conhecer a quantidade de lactose presente nas substâncias lácteas é extremamente importante para evitar algum problema. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo quantificar a lactose presente em leites denominados zero lactose

através do uso de um glicosímetro. Os resultados apresentados obtiveram uma média 0,8% de lactose em leites zero, indicando que as amostras analisadas estão dentro dos valores esperados e o glicosímetro pode ser uma alternativa para a quantificar a lactose.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lactose, Cloramina-T, Glicosímetro, Leite, Intolerância à lactose.

### DETERMINATION OF LACTOSE CONCENTRATION USING A GLUCOMETER

**ABSTRACT:** Milk is a very important food for the maintenance of life and health of human beings due to its rich composition in proteins, fat, minerals and vitamins. People with lactose intolerance do not perform lactose hydrolysis naturally, therefore, in order to comply with the needs of different types of consumers, lactose-free milk began to be produced to attend this demand, allowing its consumption without generating symptoms or causing health risks. Therefore, knowing the amount of lactose present in dairy substances is extremely important to avoid any problems. In this sense, this work aimed to quantify the lactose present in milks called zero lactose with the use of a glucometer. The results have shown an average of 0.8% of lactose in zero milk, indicating that the analyzed samples are within the expected values and the glucometer can be an alternative to quantify lactose.

**KEYWORDS:** Lactose, Chloramine-T, Glucometer, Milk, Lactose Intolerance.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 A intolerância à lactose

A lactose é um carboidrato presente no leite e nos derivados lácteos, também é conhecida como o açúcar do leite, proporcionando o sabor levemente adocicado da bebida (KIRCHHOFF, 2020). É formada pela junção de duas outras moléculas de açúcares, a glicose e a galactose, e sua função é favorecer a absorção de cálcio no organismo reagindo com o oxigênio presente nas mitocôndrias, gerando energia celular (KIRCHHOFF, 2020).

A intolerância à lactose é um distúrbio que acomete cerca de 70% da população brasileira (BRUNA, 2014). Apesar desse número já ser significativo, ele ainda está em constante crescimento, e vários fatores podem contribuir com esse aumento por exemplo, o grande número de autodiagnósticos desse quadro clínico e a programação genética presente no ser humano para a diminuição da produção da lactase após a fase da infância, que continua durante todo resto da vida (MATTAR; MAZO, 2010; CUNHA et al., 2007 apud PEREIRA et al., 2012).

A hipolactasia, também conhecida como intolerância à lactose, não é considerada um transtorno ou doença pela comunidade médica, mas sim, uma deficiência do intestino delgado devido a não produção ou a diminuição da produção da enzima lactase, que é responsável pela quebra do açúcar (lactose) presente no leite (TENORIO, 2019). Não se deve confundir intolerância à lactose com alergia ao leite, visto que a intolerância causa desconfortos abdominais, cólicas e demais manifestações da hipolactasia no corpo de um ser humano e a alergia ao leite pode causar problemas respiratórios e outros sintomas como coceiras e vermelhidão na pele, e o seu consumo implica em uma reação do sistema imune em resposta ao leite (BRUNA, 2014).

A exclusão total do leite da dieta de pessoas com intolerância à lactose não é nutricionalmente aconselhada, visto que ele é fonte de vitaminas e sais minerais essenciais para o crescimento e desenvolvimento humano, bem como bem-estar do corpo ao longo da vida. O que, junto com o grande aumento de pacientes com hipolactasia, fez com que a indústria e mercado vissem a necessidade de se adaptar e inovar perante à nova realidade, disseminando os produtos sem lactose, uma alternativa para os pacientes com hipolactasia manterem os benefícios do leite, sem sintomas ou riscos à saúde. Também se criou opções de substitutos farmacológicos como lactase em comprimido para os que têm deficiência total da enzima ou dependem do leite para manutenção de sua saúde, além dos que preferem consumir o leite em sua forma natural. Com isso, cada vez mais se faz necessário o controle, regulamentação e a oferta desses produtos para demanda.

O limite de lactose que pode ser ingerido diariamente sem causar sintomas ou riscos para pessoas intolerantes varia, sendo então informações como a quantidade de lactose no produto e a veracidade das informações dos rótulos a respeito dos componentes e suas

respectivas quantidades de extrema importância para assegurar a qualidade de vida e saúde dessas pessoas. A constante inovação desses produtos zero lactose também se faz importante como forma de expandir e atender uma demanda com mais de uma restrição alimentar, como por exemplo, pessoas intolerantes à lactose que também necessitem de uma dieta baixa em gorduras.

Nesse cenário, a criação e implementação de novas metodologias que possibilitem aos consumidores de leite fabricados pelos mais variados tipos de produtores, desde os menores até os mais significativos no mercado, se faz importante, tanto para o controle da quantidade de lactose no produto (seja esse controle necessário ao produtor ou ao consumidor) quanto para manutenção da segurança alimentar de toda população, principalmente dos que necessitam de uma dieta restritiva.

## 1.2 Glicosímetros

Os glicosímetro (Figura 1) são modernas ferramentas de controle glicêmico que podem ser operadas pelo próprio paciente, com grande potencial de uso no auxílio à prevenção das complicações diabéticas (MIRA *et al*, 2006).



Figura 1. Glicosímetro em uso.

Fonte: (ROCHA, 2020)

Atualmente, a maioria dos sistemas portáteis de monitorização da glicose são capazes de obter a concentração da glicose em sangue total. Essa amostra de sangue é obtida por punção dos dedos das mãos, e é denominada de sangue capilar (NEGRATO, 2021). Os glicosímetros consistem de uma fita reagente que entra em contato com um reflectômetro, na maioria dos sistemas, a glicose do sangue é oxidada para ácido glucônico

e peróxido de hidrogênio. Após o contato do sangue com a fita reagente, na qual se encontra a glicose oxidase ou peroxidase, a reação acaba por alterar a cor da fita, sendo interpretada por método fotométrico ou amperométrico (NEGRATO, 2021).

Ainda segundo Negrato (2021), não importa o tipo de tecnologia utilizada, os fabricantes devem fazer testes a fim de verificar e informar se a acurácia dos glicosímetros estão dentro dos padrões pela resolução ISO 15197:2003: Valores de glicemia menores ou iguais 75 mg/dL devem obter 95% das leituras dentro de um limite de variação de  $\pm 15$  mg/dL e para valores maiores que 75 mg/dL um limite de variação de no máximo 20%. Estando dentro destes parâmetros, tanto o método fotométrico ou amperométrico do glicosímetro são confiáveis.

Os glicosímetros são comprovadamente uma boa ferramenta de quantificação do açúcar glicose (que constitui parte da molécula de lactose), mas não só isso, conforme apontado por Campos *et al* (2014) em que foi concluído que o glicosímetro é capaz de determinar a presença de açúcares redutores que possuam anéis piranosídicos, sendo a lactose um açúcar com essa característica.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo quantificar a lactose presente no leite denominado zero lactose por meio de um glicosímetro.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para determinar a concentração de lactose a partir do glicosímetro, foram obtidos os valores de referência de porcentagem lactose no leite comercial “zero lactose” pelo método da Cloramina-T de acordo com Wolfschoon-Pombo e Casagrande (1982). Com esses valores de referência e a literatura foi possível comparar os resultados obtidos com a leitura das amostras no glicosímetro a fim de observar a confiabilidade do equipamento na quantificação de lactose em leites UHT rotulados como “zero lactose”.

### 2.1 Obtenção dos valores de referência de lactose pelo método da Cloramina-T

As amostras foram preparadas a partir da diluição das substâncias lácteas. Para isso, foram coletadas alíquotas de 20,0 mL de leite integral, desnatado e zero lactose e cada uma transferida para um balão volumétrico de 100,0 mL. Após a diluição, 5,0 mL de cada amostra foram transferidos para um balão de 50,0 mL e adicionados 10,0 mL de água destilada, 20,0 mL de ácido wolfrâmico (para obtenção do ácido wolfrâmico foram dissolvidos 7,009 g de tungstato de sódio em 870 mL de água destilada, depois adicionou-se 0,1 mL de ácido ortofosfórico 88% p/p e 70 mL de ácido sulfúrico 1 N) e o volume completado com água destilada. A solução foi agitada e depois mantida em repouso durante 30 minutos. Decorrido esse tempo, a solução foi filtrada em papel filtro.

Para determinar o teor de lactose, 10,0 mL de cada filtrado foram transferidos para

um erlenmeyer com rolha esmerilhada e foram adicionados 5,0 mL de iodeto de potássio 10% e 20,0 mL de Cloramina-T 0,040 N. As rolhas dos erlenmeyers foram umedecidas com a solução de iodeto de potássio 10%, todos os recipientes foram fechados e enrolados em papel alumínio (para proteger da luz) e mantidos em repouso durante 1h30. Decorrido esse tempo, foram adicionados em cada frasco 5,0 mL de ácido clorídrico 2 N, 10,0 mL de tiosulfato de sódio 0,040 N e as amostras foram tituladas com a solução de tiosulfato de sódio 0,040 N até o titulante apresentar uma coloração amarela. Ao atingir a cor amarela, foram adicionadas 5 gotas de solução de amido 10%, a solução passou de amarelo para marrom escuro. A titulação continuou e o titulado passou de marrom escuro para azul e posteriormente incolor, indicando o ponto de equivalência. Esse procedimento foi realizado em duplicata. A análise do branco foi realizada da mesma forma só que sem a presença do leite.

## **2.2 Construção da curva de calibração para lactose**

Para construir a curva de calibração foram preparadas soluções padrão constituídas de soro de leite e solução de lactose 20 g/L. O soro foi obtido a partir da mistura de 200,0 mL de leite integral e 24,0 mL de vinagre. A mistura foi mantida em repouso durante 60 minutos e após esse tempo o leite coagulado foi filtrado. Cinco soluções padrão foram preparadas a partir de 100,0  $\mu$ L de soro (filtrado) e 0,0 mL, 1,0 mL, 2 mL, 3 mL e 4 mL da solução de lactose 20g/L. Todas as soluções foram analisadas em um glicosímetro e a leitura no equipamento foi feita pela adição de uma gota de solução na fita reativa inserida no glicosímetro. Para cada leitura utilizou-se uma fita nova.

## **2.3 Avaliação do glicosímetro na detecção de glicose e galactose**

A glicose e galactose são açúcares provindos da hidrólise do leite e para verificar se o glicosímetro poderia medi-las, soluções estoque de ambos os açúcares na concentração de 20 g/L foram preparadas. Para a leitura da glicose foram preparadas cinco amostras de concentrações 0,5;1,0; 3,0; 4,0 e 5,0 g/L a partir da diluição da solução estoque. E para a galactose foram preparadas cinco amostras nas concentrações 2,0; 6,0; 10,0, 14,0 e 20,0 g/L. Para a quantificação dos açúcares, uma gota de cada padrão foi lida com o glicosímetro.

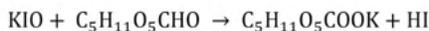
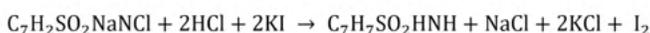
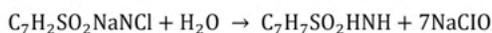
## **2.4 Determinação do teor de lactose das amostras de leite integral, leite desnatado e leite zero lactose**

Para quantificar o teor de lactose presente nas amostras de leite integral, leite desnatado e leite zero lactose foram necessários diluí-las 10 vezes em água, devido ao glicosímetro não abranger escalas de concentrações muito altas. Assim, 10,0 mL de cada amostra foram diluídos em um balão volumétrico de 100,0 mL. Uma gota de cada solução foi inserida na fita de leitura do glicosímetro.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Obtenção dos valores de referência de lactose pelo método da Cloramina-T

O método da Cloramina-T baseia-se na determinação da lactose pela titulação do iodo reduzido durante a reação entre a lactose e a Cloramina-T/iodeto de potássio. Depois de desproteínezar o leite com o ácido wolfrâmico, para reduzir o máximo de interferências das proteínas, o iodo é liberado do iodeto de potássio pela porção de Cloramina-T que não foi usada na oxidação de lactose e a quantidade de iodo liberado é titulada com tiosulfato de sódio como mostra a reação a seguir (CARLOS, 2021):



O volume de titulante foi determinado pela subtração do volume gasto na titulação do branco (WOLFSCHOON-POMBO; CASAGRANDE, 1982). Durante a titulação foi observado que a solução titulada apresentou mudanças de coloração de âmbar para amarelo e ao adicionar o indicador, passou de amarelo para marrom escuro. Ainda durante a titulação, a solução passou de marrom escuro para azul até se tornar incolor, indicando o ponto de equivalência (PE). Neste momento todo o iodo que foi deslocado do iodeto de potássio reagiu com o tiosulfato de sódio. As análises foram realizadas em duplicatas e os valores médios estão apresentados na Tabela 1.

| Titulado           | Volume médio do titulante (mL) |
|--------------------|--------------------------------|
| Branco             | 12,80                          |
| Leite integral     | 10,80                          |
| Leite desnatado    | 11,3                           |
| Leite zero lactose | 9,3                            |

Tabela 1. Volume de titulação gastos para amostras de 10 mL de titulado.

Fonte: Próprio autor

O teor de lactose presente nas amostras foi calculado de acordo com a Equação 1 (WOLFSCHOON-POMBO e CASAGRANDE, 1982).

$$\% \text{ de lactose (p/p)} = (V_b - V_A) \cdot f \cdot 0,0072 \cdot \frac{100}{m} \cdot 100 \cdot 0,995 \quad (1)$$

Onde,  $V_b$  é o volume de tiosulfato utilizado para titular o branco,  $V_A$  é o volume de tiosulfato utilizado para titular o filtrado (lactose),  $f$  é o fator de correção de tiosulfato (neste caso,  $f = 0,9898$ ), o valor 0,0072 corresponde à massa em gramas de lactose monoidratada correspondente a 1,0 mL de tiosulfato,  $m$  é massa da amostra em gramas (a massa da amostra foi determinada a partir da densidade do leite) e o valor 0,995 é a correção para o volume do precipitado.

Os valores obtidos a partir do método da Cloramina-T apresentaram a quantidade experimental de lactose nas amostras. Assim, foram determinados teores de 6,81% para o leite integral; 5,11% para o leite desnatado e 1,23% para o leite zero lactose.

### 3.2 Construção da curva de calibração para lactose

Com o objetivo de verificar que o glicosímetro obtém o sinal analítico e quantifica outro açúcar além da glicose, foi realizada a construção da curva de calibração para a lactose a partir da leitura dos padrões de concentração conhecidas da mesma. Com a leitura dos padrões foi possível obter a equação da reta e a partir dela, determinar a concentração de lactose em qualquer amostra láctea.

A curva de calibração foi construída a partir de cinco soluções padrão, sendo o padrão 1, o branco (sem lactose), e as demais contendo a presença de diferentes concentrações de lactose. Os dados do sinal analítico para cada concentração são apresentados na Tabela 2.

| Padrão | Volume de soro fluido | Volume em mL da solução de lactose a 20g/L | Concentração de lactose (g/L) | Sinal analítico do glicosímetro (mg/dL) |
|--------|-----------------------|--|-------------------------------|---|
| 1      | 100                   | 0  | 0                             | 40                                      |
| 2      | 100                   | 1  | 2                             | 150                                     |
| 3      | 100                   | 2  | 4                             | 300                                     |
| 4      | 100                   | 3  | 6                             | 420                                     |
| 5      | 100                   | 4  | 8                             | 550                                     |

Tabela 2. Modelo para construção dos padrões de lactose

Fonte: Próprio autor

A partir desses dados, foi gerado um gráfico de sinal analítico vs concentração de lactose em g/L (Figura 2).

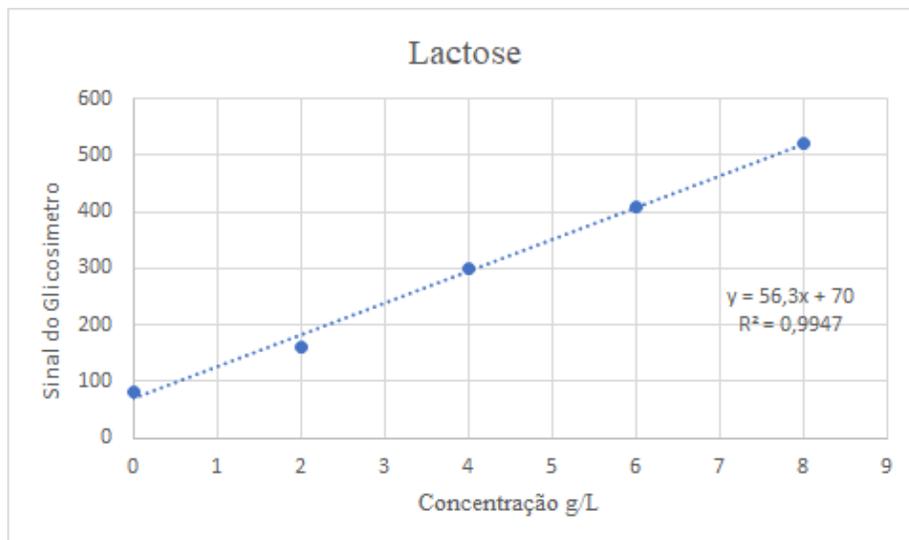


Figura 2. Concentração de lactose no soro do leite.

Observou-se que a relação mostrada no gráfico é linear, comprovando então que o glicosímetro foi eficiente em obter a concentração de lactose nos padrões de soro de leite, e como as amostras lácteas estão no mesmo meio (lactose), foi possível quantificar esse açúcar nas alíquotas amostradas.

### 3.3 Avaliação do glicosímetro frente a glicose e galactose

O glicosímetro também foi avaliado no sentido de verificar a possibilidade de leitura dos açúcares glicose e galactose, que estão presentes em substâncias lácteas hidrolisadas (zero lactose), foco do presente trabalho. Assim, foram construídas curvas de calibração com cinco soluções padrão e os resultados são apresentados na Tabela 3.

| Padrão de cada açúcar | Concentração de glicose (g/L) | Sinal analítico de glicose (mg/dL) | Concentração de galactose (g/L) | Sinal analítico de galactose (mg/dL) |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1                     | 0,5                           | 109                                | 2                               | 100                                  |
| 2                     | 1                             | 185                                | 6                               | 159                                  |
| 3                     | 3                             | 360                                | 10                              | 253                                  |
| 4                     | 4                             | 487                                | 14                              | 308                                  |
| 5                     | 5                             | 565                                | 20                              | 402                                  |

Tabela 3. Concentrações das soluções de açúcares e respectivos sinais analíticos obtidos.

Fonte: Próprio autor

A reta de calibração entre o sinal analítico ( $S_g$ ) e a concentração de glicose ( $C_g$ ) foi  $S_g = 99,73 C_g + 64,73$ , com  $R^2 = 0,9992$ . Para a galactose, a reta obtida entre o sinal analítico ( $S_{ga}$ ) e a concentração ( $C_{ga}$ ) foi  $S_{ga} = 16,88 C_{ga} + 69,615$ , com  $R^2 = 0,9955$ . Portanto, verificou-se que o glicosímetro obteve resposta linear aos açúcares analisados, incluindo a galactose, sendo possível obter sua concentração caso necessário.

Embora uma equação da reta tenha sido gerada para esses açúcares, os mesmos não foram quantificados nas amostras, pois no leite integral e desnatado a lactose não sofre hidrólise e no leite zero lactose, embora estejam presentes, o que se deseja observar é a quantidade de lactose residual do processo ao qual esses produtos são submetidos e não a quantidade dos açúcares.

### 3.4 Determinação do teor de lactose das amostras de leite integral, leite desnatado e leite zero lactose

Cada amostra comercial de leite foi lida 5 vezes no glicosímetro a fim de, com o sinal gerado, obter a concentração de lactose presente nas amostras a partir da Equação 2.

$$\% (m/v) \text{ lactose} = S \cdot FD \cdot f_c \quad (2)$$

Onde,  $S$  é o valor lido no glicosímetro,  $FD$  corresponde ao fator de diluição da amostra e  $f_c$  é o fator de correção (este fator de correção é obtido através da razão entre o valor obtido pelo método cloramina-T e o valor na literatura).

As 5 leituras foram necessárias pois a reação que permite ao glicosímetro quantificar açúcares acontece na fita reativa, que não pode ser reutilizada, já que só ocorre uma reação por fita. Essas fitas também podem ter eficiências diferentes com relação a capacidade de reação, o que pode gerar variações nos resultados.

Dentre os diferentes tipos de leite avaliados, para o leite integral e desnatado as leituras foram feitas com diluição de 10 vezes. O resultado para as leituras no glicosímetro e as respectivas concentrações está apresentado na Tabela 4.

| Leite integral |                         |       | Leite desnatado |                         |       |
|----------------|-------------------------|-------|-----------------|-------------------------|-------|
| Leitura        | Sinal analítico (mg/dL) | %m/v  | Leitura         | Sinal analítico (mg/dL) | %m/v  |
| 1              | 157                     | 5,645 | 1               | 155                     | 4,442 |
| 2              | 149                     | 5,462 | 2               | 142                     | 4,070 |
| 3              | 136                     | 4,986 | 3               | 163                     | 4,671 |
| 4              | 128                     | 4,692 | 4               | 157                     | 4,499 |
| 5              | 133                     | 4,876 | 5               | 146                     | 4,184 |

Tabela 4. Valores dos sinais analíticos e das respectivas concentrações de lactose no leite integral e desnatado.

Fonte: Próprio autor

Os resultados estão de acordo com os valores esperados pela literatura (entre 4% a 6% de lactose), e as amostras apresentaram uma média de concentração de lactose de 5,13% para o leite integral e 4,37% para o leite desnatado. A variação entre as médias das amostras pode ser explicada pela diferença entre os tipos de leite (integral e desnatado).

Embora todos os valores apresentados estejam dentro do esperado, a pequena diferença entre o valor obtido pelo método da Cloramina-T e do glicosímetro pode estar relacionada aos procedimentos terem sido realizados em dias diferentes e não ter sido possível utilizar as mesmas alíquotas, já que o leite é um alimento altamente perecível depois de aberto.

O leite zero lactose, por sua vez, foi diluído em 100 vezes, pois a diluição em 10 vezes apresentou um valor que ultrapassou os parâmetros de leitura do glicosímetro pela alta concentração de glicose e galactose que não está presente nos leites não hidrolisados (integral e desnatado). Os resultados são apresentados na Tabela 5.

| <b>Leitura</b> | <b>Sinal Analítico (mg/dL)</b> | <b>%m/v</b> |
|----------------|--------------------------------|-------------|
| <b>1</b>       | 83                             | 0,798       |
| <b>2</b>       | 84                             | 0,807       |
| <b>3</b>       | 84                             | 0,807       |
| <b>4</b>       | 83                             | 0,798       |
| <b>5</b>       | 84                             | 0,807       |

Tabela 5. Sinal analítico e respectiva concentração das leituras do leite zero lactose diluído em 100 vezes.

Utilizou-se das leituras da diluição de 100 vezes para efeito de comparação com o método de referência (Cloramina-T), já que essa foi a diluição considerada no método anterior.

De acordo com os valores calculados, os teores de lactose em leites zero lactose analisados estão dentro dos padrões para produtos com essa denominação, de 0 a 1% (MOREIRA *et al*, 2017). Os resultados obtidos pelo método da Cloramina-T e a leitura no glicosímetro apresentaram uma pequena divergência pelo mesmo motivo apresentado para leite integral e desnatado: as análises foram feitas em dias diferentes, fazendo-se necessário a utilização de novas amostras, pois o leite é um alimento altamente perecível.

Assim, foi possível observar que o glicosímetro foi eficaz na leitura da concentração de lactose nas amostras.

## 4 | CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos a partir da leitura das amostras com o glicosímetro frente a diferentes meios (lactose, glicose e galactose) pode-se concluir que o equipamento é capaz de determinar a concentração de todos açúcares presentes nas bebidas lácteas. Contudo, para a leitura adequada do leite zero lactose, foi necessário realizar uma diluição diferenciada de 100 vezes quando comparado aos outros leites, que foram lidos a uma diluição de 10 vezes. Essa diluição diferenciada para o leite zero é justificada pelo teor de glicose e galactose provindos de sua hidrólise industrial, que não ocorre para o leite integral e desnatado.

O sucesso em quantificar a lactose em leites zero por meio do glicosímetro tem sua importância social, uma vez que a lactose residual que se apresenta nesses produtos podem causar sintomas e riscos aos portadores de hipolactasia, visto que a quantidade deste açúcar muitas vezes não está presente no rótulo ou não é apresentada de forma fidedigna e um método que permita quantificar a lactose através do glicosímetro, que não exige reagentes, laboratório e/ou pessoas qualificadas para análise, se mostra como uma alternativa viável para a população interessada, exigindo apenas a aquisição de um glicosímetro, facilmente encontrado em farmácias.

## REFERÊNCIAS

BRUNA, Maria Helena Varella. **Doenças e Sintomas: intolerância à lactose. Intolerância à lactose.** 2014. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/intolerancia-a-lactose/>. Acesso em: 16 abr. 2021.

CAMPOS, Naira S. et al. **Lactose Quantification in Dairy Products by AccuChek®Glucometer.** Revista Virtual de Química, [S.L.], v. 6, n. 6, p. 1667-1686, 2014. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140108>. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v6n6a10.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2021.

CARLOS, Luiz. **Açúcares Redutores e não redutores.** Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ppgctld/wp-content/uploads/sites/178/2009/05/cloramina-t.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2021.

KIRCHHOFF, Thayana. **Lactose: o que é, benefícios e intolerância.** 2020. Disponível em: <https://www.minhavidade.com.br/alimentacao/tudo-sobre/36140-lactose>. Acesso em: 08 nov. 2021.

MATTAR, Rejane; MAZO, Daniel Ferraz de Campos. **Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular.** Rev Assoc Med Bras, São Paulo, v. 56, n. 2, p. 230-236, 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/208807781.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2021.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Mais. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Ministerio/Publicacao\\_v2.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/Publicacao_v2.pdf). Acesso em: 16 mai. 2021.

MIRA, Giane Sprada; CANDIDO, Lys Mary Bileski; YALE, Jean François. **Performance de glicosímetro utilizado no automonitoramento glicêmico de portadores de diabetes mellitus tipo 1.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia, [S.L.], v. 50, n. 3, p. 541-549, jun. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abem/v50n3/30653.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MOREIRA, *et al.* **ESTUDO DO TEOR LACTOSE EM LEITES UHT QUE DECLARAM SER ZERO LACTOSE.** Revista Científica do Unisalesiano, Lins - Sp, v. 8, n. 17, p. 1-13, jul. 2017. Disponível em: <http://www.salesianolins.br/avaliacao/artigo101>. Acesso em: 06 mai. 2021.

NEGRATO, Dr. Carlos. **Esclarecimentos quanto à metodologia utilizada nos monitores de glicemia capilar (glicosímetros) e erros mais freqüentes na prática clínica.** Disponível em: <https://www.diabetes.org.br/publico/colunas/32-dr-carlos-negrato/193-esclarecimentos-quanto-a-metodologia-utilizada-nos-monitores-de-glicemia-capilar-glicosimetros-e-erros-mais-frequentes-na-pratica-clinica>. Acesso em: 22 mai. 2021.

PEREIRA, Mônica Cecília Santana et al. **LÁCTEOS COM BAIXO TEOR DE LACTOSE: UMA NECESSIDADE PARA PORTADORES DE MÁ DIGESTÃO DA LACTOSE E UM NICHOS DE MERCADO.** Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”, Juiz de Fora, v. 67, n. 389, p. 57-65, 2012. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/riilct/article/view/227/237>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ROCHA, Hellen. **Medidor de Glicose: medidor de glicose: como usar um glicosímetro?** 2020. Disponível em: <https://blog.maconequi.com.br/como-usar-um-glicosimetro/>. Acesso em: 17 nov. 2021.

TENORIO, Goretti; PINHEIRO, Chloé. **O que é intolerância à lactose: sintomas, diagnóstico e tratamento.** 2019. Revista Veja Saúde. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/alimentacao/o-que-e-intolerancia-a-lactose-sintomas-diagnostico-e-tratamento/>. Acesso em: 12 mai. 2021.

WOLFSCHOON-POMBO, Alan F; CASAGRANDE, Homero de Resende. **Nova Técnica Para Quantificação da Lactose e Sacarose no doce de Leite.** Revista do Ilct, Juiz de Fora, v. 222, n. 37, p. 3-7, set. 1982. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/u/3/folders/1hwurYiIJXATnwtcEYbSU1N2Wu3nRbD>. Acesso em: 10 mar. 2021.



# **Engenharia Moderna:** Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

-  [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 Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 3

-  [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)