



ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

 **Atena**
Editora
Ano 2020



ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO
(ORGANIZADORA)

**Atena**
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharia na prática: importância teórica e tecnológica

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Franciele Braga Machado Tullio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia na prática [recurso eletrônico] : importância
teórica e tecnológica / Organizadora Franciele Braga
Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-308-8

DOI 10.22533/at.ed.088202408

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia –
Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Tullio, Franciele
Braga Machado.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia na Prática: Importância Teórica e Tecnológica” contempla vinte e oito capítulos com pesquisas relacionadas a diversos temas da engenharia.

Os estudos refletem a teoria obtida em livros, normas, artigos na prática, verificando sua aplicabilidade.

O desenvolvimento de novos materiais e a utilização de novas tecnologias partem de estudos já realizados, o que garante desenvolvimento nas diversas áreas da engenharia, gerando novas alternativas.

O estudo sobre o comportamento de materiais permite o aperfeiçoamento de materiais já existentes e proporciona uma otimização na execução de novos projetos.

O uso de energia limpa também é um tema muito abordado, tendo em vista a necessidade de otimização de recursos naturais.

Esperamos que esta obra proporcione uma leitura agradável e contribua para a geração de novos estudos, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A CONTRIBUIÇÃO FÍSICA E MATEMÁTICA PARA O APERFEIÇOAMENTO DO TIRO COM ARCO	
Eduardo Franzoi	
Andrei Buse	
Mateus Filipi Moresco Jorge	
DOI 10.22533/at.ed.0882024081	
CAPÍTULO 2	14
A INFLUÊNCIA DO NIÓBIO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ALUMÍNIO: UMA REVISÃO	
Márcio Valério Rodrigues de Mattos	
Gustavo Takehara Silva	
Vinicius Torres dos Santos	
Marcio Rodrigues da Silva	
Antonio Augusto Couto	
Givanildo Alves dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0882024082	
CAPÍTULO 3	21
ANÁLISE CRÍTICA COMPARATIVA ENTRE A NORMA ISO 29110 E O MODELO MPS.BR NÍVEL G	
Nilson Salvetti	
André Rivas	
Ivanir Costa	
DOI 10.22533/at.ed.0882024083	
CAPÍTULO 4	33
ANÁLISE DA ADERÊNCIA AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL: ABORDAGEM BASEADA EM REDES BAYESIANAS	
Danilo de Souza Novaes	
Roseno Nunes de Almeida Neto	
Silvana Rossy de Brito	
Aleksandra do Socorro da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0882024084	
CAPÍTULO 5	46
ANÁLISE PARAMÉTRICA DA INJEÇÃO DE POLÍMEROS EM UM CAMPO DE PETRÓLEO DA BACIA POTIGUAR	
Beatriz Ferraz Martins	
Jardel Dantas da Cunha	
Andréa Francisca Fernandes Barbosa	
Ricardo Henrique Rocha de Carvalho	
Antonio Robson Gurgel	
DOI 10.22533/at.ed.0882024085	

CAPÍTULO 6.....	55
BIOSORPTION OF OXYTETRACYCLINE FROM WATER USING MORINGA OLEÍFERA SHELLS	
Agustina De Olivera	
Ramiro Martins	
DOI 10.22533/at.ed.0882024086	
CAPÍTULO 7.....	64
COLETA SELETIVA NO UNIFOA – IMPLANTAÇÃO DE PROCESSO PILOTO NO PRÉDIO 18: SENSIBILIZAÇÃO DA COMUNIDADE INTERNA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	
Pedro Saturno Braga	
Camila Duarte Silva	
Lucas Marques Correa Ignácio	
Sabrina de Jesus Oliveira Cozzolino	
Sabrina Pires Arantes	
Roberto Guião de Souza Lima Júnior	
Ana Carolina Callegario Pereira	
Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.0882024087	
CAPÍTULO 8.....	74
DESEMPENHO TÉRMICO DOS TELHADOS VERDES EM RELAÇÃO AOS TELHADOS CONVENCIONAIS	
Sergio Quezada García	
Marco Antonio Polo Labarrios	
Heriberto Sánchez Mora	
Manuela Azucena Escobedo Izquierdo	
Ricardo Isaac Cázares Ramírez	
DOI 10.22533/at.ed.0882024088	
CAPÍTULO 9.....	88
DESENVOLVIMENTO DE UMA PRÓTESE AUTOMÁTICA POR COMANDO DE SINAL ELETROMIOGRAFICO	
Jefferson Rodrigo Moreira de Sousa	
Rafael Bastos Duarte	
André Luiz Patrício França	
Sara Carreiro Beloni	
José Wanderson Oliveira Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0882024089	
CAPÍTULO 10.....	99
EFEITOS DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA IONIZANTE EM EQUIPAMENTOS ODONTOLÓGICOS	
Alessandro Márcio Hakme Da Silva	
Marcelo Caetano Oliveira Alves	
Thiago Augusto Neiva Spironelli	
Eduardo Souza Sims	

Patrícia Garani Fernandes
Fernanda Florian
Fabiana Florian
Marcello Cláudio de Gouvea Duarte
DOI 10.22533/at.ed.08820240810

CAPÍTULO 11.....113

ESTIMAÇÃO DE PARÂMETROS DO SINAL ATRIAL FIBRILATÓRIO NO ELETROCARDIOGRAMA

Miriam Ferraz de Paulo
Eduardo Guy Perpétuo Bock
Dalmo Antonio Ribeiro Moreira

DOI 10.22533/at.ed.08820240811

CAPÍTULO 12.....117

ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ADICIÓN DE GLICERINA COMO CO-SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS

María Isabel García Rodríguez
Marcos Vinícius Konopka
Matheus Vitor Diniz Gueri
Andreia Cristina Furtado

DOI 10.22533/at.ed.08820240812

CAPÍTULO 13..... 127

ESTUDO COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EXEGÉTICA DE UM PROCESSO SPRAY DRYER ALIMENTADO POR ENERGIA ELÉTRICA E GÁS NATURAL

Antonio Rimaci Miguel Junior
Valmir da Cruz de Souza
Alex Alisson Bandeira Santos

DOI 10.22533/at.ed.08820240813

CAPÍTULO 14..... 136

ESTUDO DE APLICAÇÃO DA TURBINA DE TESLA COMO MICROGERADOR

Eloi Rufato Junior
Alison Baena de Oliveira Monteiro
Ricardo Ribeiro dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.08820240814

CAPÍTULO 15..... 158

ESTUDO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DEJETOS BOVINOS

Marcos Vinícius Konopka
María Isabel Garcia Rodriguez
Denis Porfirio Viveros Rodas
Andreia Cristina Furtado

DOI 10.22533/at.ed.08820240815

CAPÍTULO 16.....	167
ESTUDO PARA CONTROLE DE EMPENAMENTO EM PEÇAS INDUSTRIAIS TEMPERADAS	
João Alfredo Scheidemantel	
Christian Doré	
Lucile Cecília Peruzzo	
DOI 10.22533/at.ed.08820240816	
CAPÍTULO 17.....	179
EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO CONFORME ORIENTAÇÕES DA NOVA NR-18 DE 10 DE FEVEREIRO DE 2020	
José Henrique Maciel de Queiroz	
Fabíola Luana Maia Rocha	
Francisco Kléber Dantas Duarte	
Caio Guilherme Ferreira Abrantes	
DOI 10.22533/at.ed.08820240817	
CAPÍTULO 18.....	187
INFLUÊNCIA DE LEVEDURAS LISAS E RUGOSAS NA PRODUÇÃO DE BIOETANOL EM ESCALA INDUSTRIAL	
Teresa Cristina Vieira Viana	
Rafael Resende Maldonado	
Eliana Setsuko Kamimura	
DOI 10.22533/at.ed.08820240818	
CAPÍTULO 19.....	199
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DENDRÍTICO SECUNDÁRIO NA DUREZA DA LIGA CU-14AL-5NI-5FE OBTIDA POR SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL	
Rogério Teram	
Givanildo Alves dos Santos	
Maurício Silva Nascimento	
Antonio Augusto Couto	
Vinícius Torres dos Santos	
Márcio Rodrigues da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.08820240819	
CAPÍTULO 20.....	211
INTERFAZ PARA LA OPERACIÓN REMOTA DE UN MANIPULADOR MITSUBISHI MOVEMASTER RV-M1	
Luini Leonardo Hurtado Cortés	
John Alejandro Forero Casallas	
DOI 10.22533/at.ed.08820240820	
CAPÍTULO 21.....	221
LA EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SU INCIDENCIA EN REPROBACIÓN Y DESERCIÓN	
M. en C. Marcial Reyes Cázarez	

DOI 10.22533/at.ed.08820240821

CAPÍTULO 22..... 235

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE ESTIMAÇÃO DE CARGA EM BATERIAS DE SÓDIO UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS

Norah Nadia Sánchez Torres
Helton Fernando Scherer
Oswaldo Ando Hideo Junior
Jorge Javier Gimenez Ledesma

DOI 10.22533/at.ed.08820240822

CAPÍTULO 23..... 247

PROSPECÇÃO E ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A ENERGIA DO HIDROGÊNIO NO BRASIL

Gustavo Sigal Macedo
Jorge Alberto Alcalá Vela

DOI 10.22533/at.ed.08820240823

CAPÍTULO 24..... 262

PROTOTIPO DE DINÂMICA DE SISTEMAS APLICADO A LA GESTIÓN DE PROYECTOS ACADÉMICOS DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA EN CARRERAS DE INFORMÁTICA

Alice Raquel Rambo
Mariana Itatí Boari
Roberto Luis Sueldo
Ruben Urquijo
Hector Chripczuk
Ulises Ramirez

DOI 10.22533/at.ed.08820240824

CAPÍTULO 25..... 273

THE MAGNETIC PASSIVE AND SLIDING BEARING SYSTEM WITH AXIAL MAGNETIC REPULSION TO AVOID PIVOT WEAR

Carlos Frajuca

DOI 10.22533/at.ed.08820240825

CAPÍTULO 26..... 281

USO DA LAMA CIMENTICIA COMO SUBSTITUTO DE AGREGADO MIÚDO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO

Bruno Matos de Farias
Érika Teles dos Santos
Larissa Barbosa Iulianello
Sheila Maria Ferreira Campos

DOI 10.22533/at.ed.08820240826

CAPÍTULO 27.....	301
UTILIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS NA RETIRADA DE PETRÓLEO DERRAMADO	
Ana Caroline Nasaro de Oliveira	
Júnia Ciriaco de Castro	
Rosana Aparecida Ferreira Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.08820240827	
CAPÍTULO 28.....	315
UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ESPINHEIRA SANTA (<i>Maytenusilicifolia Martiusex Reissek</i>) COMO INIBIDOR DE CORROSÃO ORGÂNICO PARA APLICAÇÃO EM FLUIDOS PARA COMPLETAÇÃO	
Jardel Hugo Gonçalves Paiva	
Jardel Dantas da Cunha	
Andréa Francisca Fernandes Barbosa	
Antonio Robson Gurgel	
Keila Regina Santana Fagundes	
Rodrigo Cesar Santiago	
DOI 10.22533/at.ed.08820240828	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	328
ÍNDICE REMISSIVO.....	329

CAPÍTULO 23

PROSPECÇÃO E ROTAS TECNOLÓGICAS PARA A ENERGIA DO HIDROGÊNIO NO BRASIL

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020.

Gustavo Sigal Macedo

Engenheiro e Pesquisador, Eletrobras.
Niterói – Rio de Janeiro, Brasil.

<<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4442625Y6>>

Jorge Alberto Alcalá Vela

Engenheiro e Pesquisador, Eletrobras.
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, Brasil.

<<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4764635H2>>

RESUMO: Na atual fase de desenvolvimento e transição da matriz energética, observada no mundo, para fontes renováveis, um elemento estratégico e de relevância ambiental, no papel de vetor energético e meio de armazenamento, em diferentes escalas e cenários, é o Hidrogênio (H₂). No Brasil, as tecnologias para aplicação da energia do H₂ ainda se encontram em um estágio incipiente, com iniciativas pontuais, projetos demonstrativos e um direcionamento ainda não coordenado por órgãos governamentais ou centros de pesquisas, o que dificulta o seu aprimoramento. Este trabalho analisa as projeções futuras e a situação atual da experiência brasileira, e pretende contribuir com a divulgação e o melhor entendimento deste potencial, e na construção de uma visão estratégica de conjunto, para inclusão e qualificação de outros pesquisadores e organizações. A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa consiste na prospecção de rotas tecnológicas,

com revisão bibliográfica, abrangendo os seguintes componentes: identificação e análise dos caminhos prováveis, e avaliação das oportunidades para a expansão da demanda pela energia do H₂ no Brasil, considerando restrições e desafios. Como resultado do estudo, se apresenta uma visão estratégica com as rotas consideradas prioritárias para estimular projetos, investimentos e pesquisas futuras, no país, em diferentes horizontes temporais. O Brasil possui grande potencial para o desenvolvimento industrial e econômico em algumas das rotas indicadas, como as da eletrólise da água, reforma do etanol, ou gaseificação da biomassa, incluindo a produção do H₂ a partir de rejeitos rurais ou urbanos. Assim, o Brasil apresenta vantagens para se destacar na obtenção do H₂ de fontes primárias variadas, a partir de projetos de arranjos híbridos, junto a usinas de geração de fontes renováveis como a solar, eólica, biomassa e hidroelétrica, e com novos modelos de armazenamento adequados, para uma posterior distribuição, comercialização e melhor aproveitamento desta energia.

PALAVRAS-CHAVE: Prospecção, Rotas Tecnológica, Energia do Hidrogênio, Energias Renováveis, Armazenamento de Energia.

PROSPECTION AND TECHNOLOGICAL ROADMAPS FOR THE HYDROGEN ENERGY IN BRAZIL

ABSTRACT: In the current phase of development and transition of the energy matrix, observed in the world, for renewable sources, a strategic element and of environmental relevance, in the role of energy vector and storage medium, in different scales and scenarios, is Hydrogen (H₂). In Brazil,

technologies for the application of H₂ energy are still at an incipient stage, with specific initiatives, demonstrative projects and a direction not yet coordinated by government agencies or research centers, which makes it difficult to improve. This work analyzes the future projections and the current situation of the Brazilian experience, and intends to contribute to the dissemination and better understanding of this potential, and in the construction of a strategic vision as a whole, for the inclusion and qualification of other researchers and organizations. The methodological approach adopted in this research consists of prospecting technological roadmaps, with bibliographic review, covering the following components: identification and analysis of probable paths, and evaluation of opportunities for expanding demand for H₂ energy in Brazil, considering restrictions and challenges. As a result of the study, a strategic vision is presented with the routes considered as priorities to stimulate future projects, investments and research in the country, in different time horizons. Brazil has great potential for industrial and economic development on some of the routes indicated, such as water electrolysis, ethanol reform, or biomass gasification, including the production of H₂ from rural or urban waste. Thus, Brazil has advantages to stand out in obtaining H₂ from various primary sources, from hybrid arrangement projects, together with renewable generation plants such as solar, wind, biomass and hydroelectric, and with new models of storage suitable for later distribution, commercialization and better use of this energy.

KEYWORDS: Prospecting, Technological Routes, Hydrogen Energy, Renewable Energies, Energy Storage.

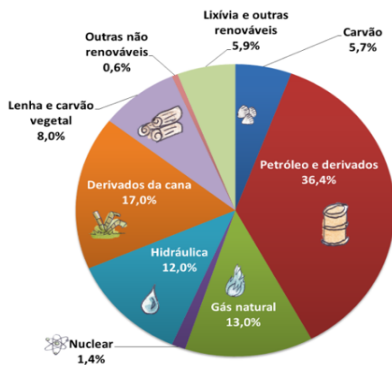
1 | INTRODUÇÃO

Neste item, explica-se o contexto para a emergência de demandas que podem impulsionar o desenvolvimento, no Brasil, de tecnologias para a energia do H₂. Considera-se uma visão estratégica do H₂ como um vetor energético, com funções de conversão, armazenamento, distribuição e uso da energia. Analisa-se como o H₂ poderia beneficiar, de modo sistêmico, as matrizes brasileiras.

As tecnologias para produção do H₂ guardam notável potencial para a modernização do sistema energético no país, complementando a geração de usinas de fontes renováveis em novos arranjos híbridos, com armazenamento local de energia. Nesta direção, se configura como uma tecnologia chave para a expansão das fontes renováveis e a descarbonização da economia, no Brasil, por meio da mitigação da emissão de gases poluentes, a boa qualidade do ar nas cidades e a maior precaução quanto as mudanças climáticas globais.

A matriz elétrica brasileira contava, em 2019, com 65,2% de participação da fonte hidráulica, vide Figura 1, o que é uma condição muito rara no contexto internacional, propiciada tanto pela abundância de grandes bacias hidrográficas quanto pela capacidade desenvolvida pela engenharia nacional (EPE, 2019). Para muitos países a atual tendência de maior investimento nas fontes renováveis é tratada como uma fase marcante de transição energética, com metas para balancear matrizes que são majoritariamente compostas por usinas de fontes não renováveis. Então esta é uma posição privilegiada para o Brasil, mas que pode esconder a crescente dependência de usinas térmicas a fontes fósseis, e a dificuldade técnica para integrar as novas usinas, de natureza intermitente, e a geração distribuída (GD), no sistema interligado nacional.

Matriz Energética (Brasil, 2019)



Matriz Elétrica (Brasil, 2019)

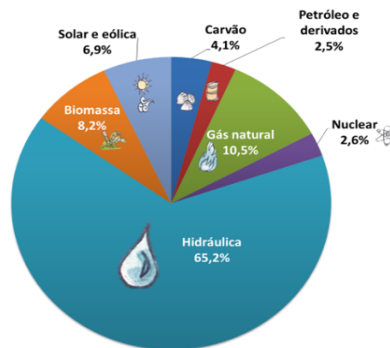


Figura 1: Matriz Energética e Matriz Elétrica no Brasil, Ano: 2019.

Fonte: EPE, 2019. URL: <<http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>.

Quando se considera a matriz energética, no Brasil, as fontes fósseis, como o petróleo, gás natural e carvão, ainda possuem peso considerável na economia. Na indústria e no setor de transporte, o advento da energia do H₂ pode contribuir para um efetivo avanço técnico e ambiental, na direção desejável de menor uso de fontes fósseis e de combustíveis poluentes. Apesar do notável desenvolvimento industrial obtido com a produção e uso de derivados de cana-de-açúcar e outros biocombustíveis, o Brasil ainda possui desafios concretos, compartilhados com a comunidade internacional, para a despoluição dos seus grandes centros urbanos, impactados sobretudo pelas emissões de gases oriunda dos veículos de transporte, e também de seus parques industriais.

Pode-se notar que as estratégias adotadas em alguns países para o desenvolvimento tecnológico da energia do H₂ levam em conta a análise do seu ciclo de vida para o cálculo de benefícios ambientais, vide Figura 3, e segue tendência, mais global, apesar de não uniforme geograficamente, de adoção de fontes energeticamente mais densas e com menor proporção de átomos de carbono em sua composição, vide Figura 2. Então, da queima da madeira até o atual uso do gás natural, observa-se um movimento de busca de maior densidade nas fontes adotadas. Com esta visão, o advento da energia do H₂ pode ser entendido mesmo como um avanço da engenharia.






Fonte/Geração de Energia:	Imagem Representativa:	Átomos de Carbono:	Átomos de Hidrogênio:	<p>Aumenta a Densidade Energética.</p> <p>> Teor de H₂.</p> 
Queima de Madeira		10	1	
Queima de Carvão		2	1	
Petróleo		1	2	
Gás Natural Metano CH ₄ (Hidrocarboneto)		1	4	

Figura 2: Densidade Energética e Tendência de Descarbonização.

Fonte: Adaptado de LUBE e DALCOMUNI (2013).

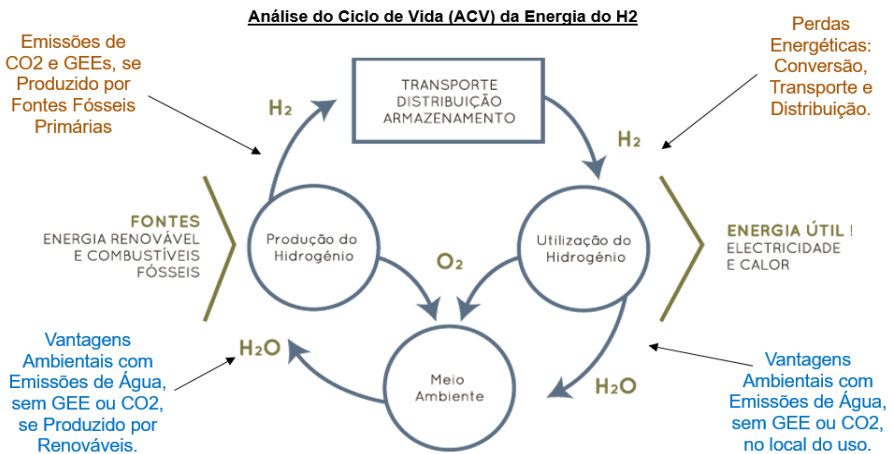


Figura 3: Análise do Ciclo de Vida da Energia do Hidrogênio.

Fonte: Adaptado de AP2H2. Link: <<http://www.ap2h2.pt/sobre-h2.php>>

Se existe tendência de descarbonização das fontes adotadas, de modo global, nas matrizes energéticas, por outro lado, existem movimentos que trazem complexidade a esta equação energética, ambiental e econômica, também no Brasil: crescimento da demanda por energia e por eletricidade, aumento populacional, urbanização, além de variações na industrialização e nas frotas de veículos. Então, os relatórios de emissões globais de CO₂ relacionadas com o setor energético continuam indicando notável crescimento de longo prazo, desde a década de 1950,

abalado ocasionalmente por fortes crises, como os choques do petróleo, as crises financeiras globais e a atual pandemia, de 2020.

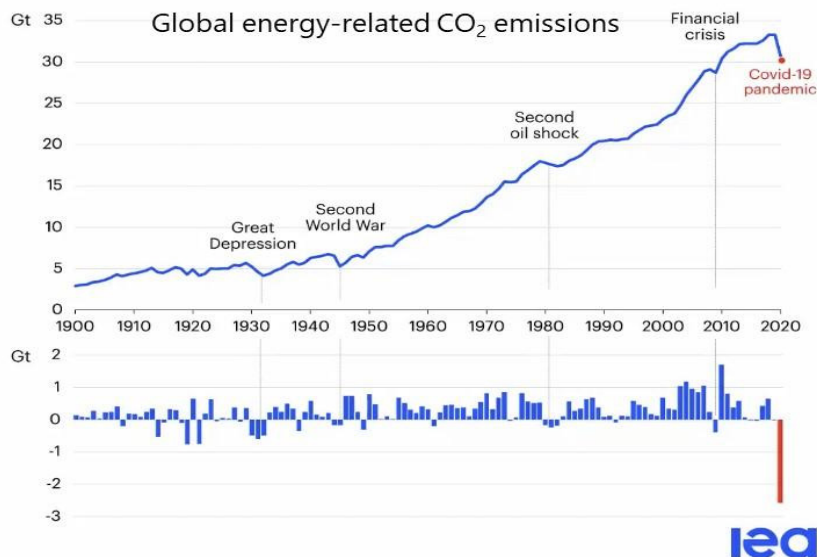


Figura 4: Emissões globais de CO2 relacionadas com o setor energético.

Fonte: IEA. Relatório: *Global Energy Review (2020)*.

1972	1974-79	1987	1992	1997	2002	2012	2015	2020
Conferência de Estocolmo, Suécia.	Choques do Petróleo.	Relatório Brundtlan.	Rio92, Brasil.	COP3, Quioto/ Japão.	Rio+10, África do Sul.	Rio+20, Brasil.	COP21, Paris, França.	Covid19 Greves Climáticas
Relatório do Clube de Roma "Limites ao Crescimento". Antagonismo: Crescimento Econômico e Ambientalismo.	Influência da OPEP: Pressões, embargos, alta do preço, déficit de produção. Agenda Ambiental Enfraquecida.	Relatório: "Nosso Futuro Comum". Conceito de Desenvolv. Sustentável. 3 Pilares.	Agenda 21 Políticas Essenciais para Modelo de Desenv. Sustentável	Convenção Quadro das Nações Unidas em Mudanças Climáticas.	Objetivos do Milênio (2000). Revisão de objetivos da Rio 92.	Conceito: Economia Verde (PNUMA). Redução de Pobreza, Empregos, Inovação.	21ª Cúpula do Clima . Mudanças Climáticas. Acordo de Paris.	Pandemia Coronavirus Pressão das Greves Climáticas.

Figura 5: Contexto Socioambiental e Mudanças Climáticas.

Fonte: Adaptado de LUBE e DALCOMUNI (2013).

2 | METODOLOGIA ADOTADA: ROTAS TECNOLÓGICAS

A abordagem metodológica adotada neste estudo foi a de prospecção e desenho de rotas tecnológicas (*technology roadmaps*). Esta é uma metodologia de gestão do conhecimento, pesquisa e desenvolvimento que pode ser útil para embasar decisões de investimento, qualificação e planejamento estratégico. Aplicada aos estudos sobre energia do H₂, permite visão de fatores de mercado que possam antever mudanças tecnológicas. Outra orientação é em relação ao desenho e a priorização das rotas consideradas de maior interesse estratégico para o Brasil. Como entrada para o estudo, foram realizadas revisões bibliográficas, visitas técnicas e entrevistas com especialistas

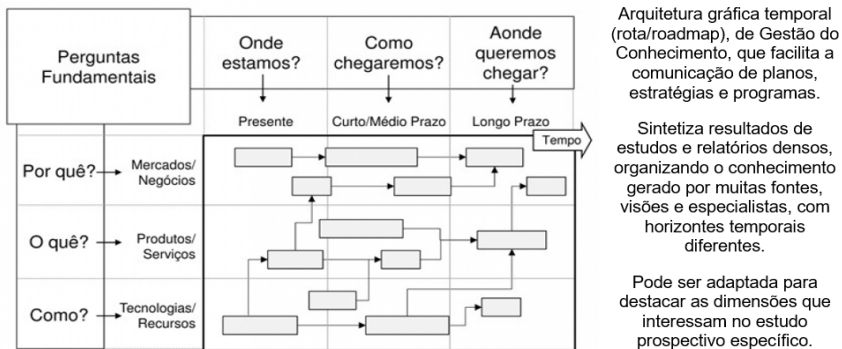


Figura 6: Metodologia de Rotas Tecnológicas.

Fonte: GOUVEIA (2013) URL: <<https://www.roadmapping.com.br>>.

3 | FUNDAMENTOS DA ENERGIA DO HIDROGÊNIO

O Hidrogênio é o gás mais abundante no Sol, nas estrelas e no Universo, e o elemento mais simples, consistindo de 1 próton e 1 elétron. Como um gás, não ocorre em estado natural puro na Terra, estando sempre misturado com outros elementos. Combinado com o oxigênio, transforma-se em água. Combinado com carbono, apresenta-se em diferentes compostos, como metano, carvão e petróleo. O H₂ apresenta a maior quantidade de energia por unidade de peso entre os elementos conhecidos. É também o elemento mais leve. Como resultado, é caracterizado pela baixa densidade de volume de energia. Estas características químicas constituem-se em desafios para o armazenamento, transporte, distribuição e entrega do combustível aos pontos de demanda.

A produção do H₂ usualmente acontece em processos intensivos em energia, que pode ser obtida por meio de diferentes fontes, incluindo combustíveis fósseis ou renováveis. Os métodos predominantes são os que utilizam de vapor para separá-lo do carbono, encontrado no petróleo e no gás natural. O H₂ também pode ser produzido com o uso de eletricidade, para separá-lo do O₂ na água, em um processo

conhecido como eletrólise. Outros métodos incluem processos bioquímicos, ainda em fase de pesquisas (ALCALA, 2019).

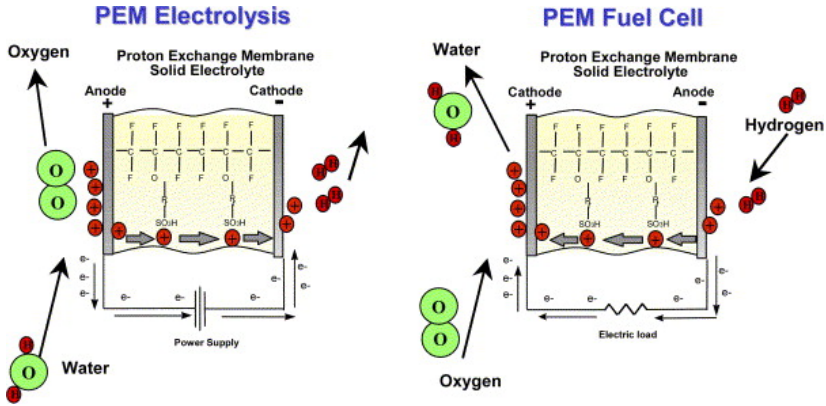


Figura 7: Conceitos de Operação de Eletrolisador e Célula Combustível PEM.

Fonte: BARBIR (2005). URL <<https://doi.org/10.1016/j.solener.2004.09.003>>

Atualmente, as fontes fósseis, são responsáveis por 95% da produção mundial de H_2 , e a eletrólise da água, por menos de 5% (IPHE, 2018). O H_2 ainda é demandado como produto químico pelas indústrias siderúrgicas, petroquímicas e alimentícia (MIRANDA, 2017). No entanto, a projeção é de que as rotas que são ambientalmente menos impactantes ganhem impulso por mecanismos de taxaço de emissões, e por rótulos e atributos de origem da fonte primária.

Rótulos de Comercialização do H_2 / Origem da Fonte Primária



Figura 8: Rótulos de Comercialização do H_2 / Origem da Fonte Primária.

Fonte: Adaptado de IRENA - *International Renewable Energy Agency* (2019).

Os sistemas de produção do H₂ por eletrólise da água usualmente são constituídos dos seguintes componentes: eletrolisadores, reservatórios de armazenamento de H₂ gasoso (gás comprimido), sólido (hidretos metálicos) ou líquido, células combustíveis, filtros, compressores e inversores de frequência.

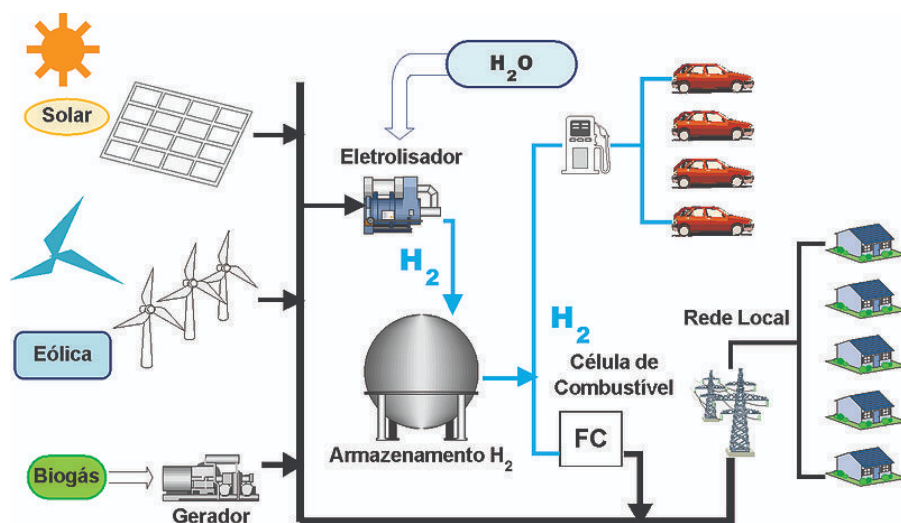


Figura 9: Produção de Hidrogênio por Eletrólise.

Fonte: Fernando de Araujo. Verbete sobre Hidrogênio. WIKIMEDIA COMMON (2014).

O H₂ pode ser produzido de modo centralizado, em larga escala, e transmitido para múltiplos sites para fins de consumo, ou de modo alternativo, pode ser gerado de modo distribuído, próximos aos pontos de uso final. Como no caso da energia fotovoltaica, é provável que a energia do H₂ prospere em ambas as modalidades (MACEDO, 2018). Como vetor energético, o H₂ guarda o potencial de transformar dramaticamente os meios como projetamos e usamos a energia. Como exemplo, já pode ser aplicado a veículos elétricos híbridos, movidos por células combustíveis e baterias, eventualmente mudando a matriz energética global no setor de transporte, e sua infraestrutura (IPHE, 2018).

Outro valor econômico é que o H₂ pode ser utilizado para armazenamento de energia que pode vir a ser produzida por fontes renováveis abundantes. Dentre as opções de armazenamento para grandes escalas, na dimensão temporal de dias, semanas ou meses, junto a usinas de geração centralizada, o H₂ é considerado uma alternativa adequada, sobretudo para capacidades maiores que 10 GWh, mas pode ganhar participação nos outros nichos e escalas, em subsistemas complementares, de *back-up*, de serviços ancilares, ou híbridos.

4 | PANORAMA DE INICIATIVAS EM ENERGIA DO H2 NO BRASIL

Neste item, são identificados alguns dos principais agentes que atuam na incipiente economia do Hidrogênio no Brasil, com estudos e projetos. O mapa está disponível *online* na plataforma *GoogleMaps* para atualizações por parte dos autores e para uso por outros pesquisadores interessados no tema.



Figura 10: Mapa de Agentes da Energia do H2 no Brasil (2020).

Fonte: Autoria Própria, disponível no *GoogleMaps* (2020).

<<https://drive.google.com/open?id=1-LxsK9wsJZGFgNi8kFTgh4gDeU1KvFo>>



Figura 11: Projeto de Ônibus Híbrido Elétrico e H2 da COPPE/UFRJ, Tracel e Furnas.

Fonte: LABH2, COPPE/UFRJ. Link:<<http://www.onibush2.coppe.ufrj.br>>

Como entradas para o desenho das rotas tecnológicas para a energia do H2 no Brasil, são identificados alguns documentos, livros e relatórios técnicos que podem servir de referência para este trabalho e para pesquisas futuras mais aprofundadas. Tais documentos também revelam o histórico de esforços, estudos e iniciativas para o desenvolvimento desta tecnologia no Brasil,

PROCaC e ProH2. Programa de CT&I p/ a Economia do H2.	Relatório: "Cenários para Estruturação da Economia do H2 no Brasil".	"Hidrogênio Energético no Brasil. Subsídios para Política de Competitividade 2010-2025".	Livro: Energia Do Hidrogênio Para Uma Economia Verde.	Caderno: "O Alvorecer da Energia do Hidrogênio". Paulo Emilio de Miranda.	Relatório: "Hydrogen: A Renewable Energy Perspective".
2002/2005	2009	2010	2013	2017	2019
MCT / GOV	MME / GOV	CGEE	UFES	FGV Energia	IRENA
Foco inicial do em células combustíveis (PROCaC). Redes de Pesquisas em Tecnologias do H2 (ProH2).	Políticas do MME e Prioridades do Uso do H2. PROCaC e ProH2. Elaboração de Roteiro para Economia do H2 no Brasil.	Contribuições de especialistas. Foco em: Células Combustíveis PEMFC, SOFC, e Sistemas para Reforma do Etanol.	Ênfase nas Metas de Redução das Emissões de GEE. O H2 permanece ausente nas políticas do setor energético.	Transição em nível global, que levará à descarbonização do sistema energético.	Urgência global para o corte de emissões de CO2 e GEE.

Figura 12: Referência para Rotas Tecnológicas para Energia do H2 no Brasil.

Fonte: Síntese de Autoria Própria (2020).

Prospecção: Centros de Pesquisa, Núcleos e Laboratórios de H2 no Brasil

Em relação aos centros de pesquisas, observam-se núcleos com projetos vinculados à empresas ou a faculdades de Engenharia, Física, Materiais e Química. Dentre os pioneiros, figura o CENEH (Centro Nacional de Referência em Energia do Hidrogênio), criado em 2001, oriundo do LH2 (Laboratório de Hidrogênio) da UNICAMP, em Campinas/SP. Ainda em SP, destaca-se o projeto de ônibus movidos por H2 da EMTU (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos), originado em 2015. Já no Rio de Janeiro, destaca-se o LABH2 da Coppe/UFRJ, que desenvolve projeto com ônibus híbrido elétrico e a H2. No Rio de Janeiro também está localizado o LabCelComb (Laboratório de Células a Combustível) do CEPEL, centro de pesquisa vinculado às empresas Eletrobras. No Paraná, estão localizados o LACTEC, da UFPR, em Curitiba/PR, com pesquisas sobre células combustíveis, e o NUPHI (Núcleo de Pesquisa em Hidrogênio), do Parque Tecnológico de Itaipu, na cidade de Foz do Iguaçu/PR. Em Minas Gerais, a CEMIG mantém o Laboratório Experimental de Produção de Hidrogênio, por meio de etanol, na cidade de Juatuba/MG.

Prospecção: Empresas e Startups de Base Tecnológica no Brasil.

O incipiente setor de energia do H2, no Brasil, se depara com um caminho de dependência de equipamentos europeus e asiáticos em seus primeiros passos, Ainda assim, podem ser destacados promissores exemplos de empresas e *startups* inovadoras e qualificadas, de base tecnológica, localizadas sobretudo na Região Sudeste, e mais evidentes no Estado de São Paulo. Algumas das organizações identificadas são: Electrocell, Hytron, Novocell e Ergostech.

Electrocell: Células a Combustível.	Hytron: Soluções em Hidrogênio e Energia.	NovoCell: Sistema de Energia S/A.	Ergos tech: Renewal Energy Solutions.
			
Fundação: 2001. São Paulo/SP.	Fundação: 2003. Sumaré/SP.	Fundação: 2004. Santa Barbara D'Oeste/SP.	Fundação: 2004. Campinas/SP.
Empresa sediada no CIETEC, dentro do Parque Tecnológico da USP.	Hytron foi fundada em 2003 como uma spin-off do Laboratório de H2, UNICAMP.	Empresa S/A totalmente brasileira, com pesquisa e produção.	Start-up com 8 pesquisadores em laboratório próprio.
Negócio: soluções para as áreas de geração e armazenamento de energia. Principal produto é a Célula Combustível PEM, com monitoramento remoto.	Negócio: produção de hidrogênio para aplicações industriais, energéticas e automotivas. EAVs: Estações de Abastecimento Veicular. Tecnologias de Células Combustíveis PEM e MCFC.	Desenvolver e produzir os componentes (Eletrodos, Membranas, Catalisadores) e as Células à Combustível de Hidrogênio (PEMFC).	Negócio: Ramo de Biotecnologia. Produção de bio-hidrogênio a partir de resíduos orgânicos, principalmente efluentes agroindustriais.

Figura 13: Empresas e Startups de Base Tecnológica no Brasil.

Figura: Autoria Própria (2020).

Prospecção: Associações e Grupos sobre Energia do H2 no Brasil

A ABH2 (Associação Brasileira do Hidrogênio), fundada em 2017, tornou-se uma referência para esta temática no Brasil. Na área da normalização técnica, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) mantém a comissão CEE-067 (Comissão de Estudo Especial de Tecnologias do Hidrogênio). No âmbito de mercado, em 2019, foi lançado o programa *Green Hydrogen Lab*, pela AHK (Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha) e Impact Hub São Paulo.

Prospecção: Visitas Técnicas Realizadas no Brasil.

- Visita ao Laboratório de Células Combustíveis (LabCelComb) do Centro de Pesquisas CEPEL. Cidade: Rio de Janeiro/RJ. Nov/2018.
- Visita ao Núcleo de Pesquisa em Hidrogênio (NUPHI), do Parque Tecnológico de Itaipu (PTI). Cidade: Foz do Iguaçu/PR. Out/2019.

Projetos Demonstrativos de Produção de Hidrogênio no Brasil.

- a. Planta Experimental de Produção de H2 do PTI (Parque Tecnológico de Itaipu). Cidade: Foz do Iguaçu/PR. Projeto: PTI, Itaipu e Eletrobras.



Figura 14: Planta de Produção de H2 por Eletrólise do PTI.

Fonte: PTI Itaipu (2019). URL: <<https://www.pti.org.br>>.

O Núcleo de Pesquisa em Hidrogênio do PTI é um dos resultados do convênio firmado em 2011 entre PTI, Itaipu e Eletrobras, A planta de produção de H₂ conta com eletrolisador, caixa d'água, célula combustível PEM e dispositivos de armazenamento do H₂. A unidade possibilita a análise do ciclo de obtenção e aplicação do H₂, envolvendo a produção, purificação, compressão, armazenamento e utilização do H₂ em células combustível, para fins de iluminação local, ou em mistura com outros combustíveis, como o biometano.

- b. Projeto de Planta Híbrida Solar Fotovoltaica (1MWp), Bateria e Hidrogênio. Cidade: Itumbiara/GO. Projeto: Projeto de P&D de Furnas.



Figura 15: Projeto de Planta Híbrida de Itumbiara (Solar FV + Bateria + H₂).

Fonte: Furnas Centrais Elétricas (2020). URL: <<https://www.furnas.com.br>>

O projeto “Desenvolvimento de sinergia entre as fontes hidrelétrica e solar com armazenamento de energias sazonais e intermitentes em sistemas de H₂ e eletroquímico”, em andamento em 2020, contará com plantas solares flutuante e em terra, instaladas próximas a UHE Itumbiara, com banco de baterias, e um sistema de produção de H₂, com eletrolisador, compressor, reservatório e célula a combustível, pra fins de experimentos e em futuros serviços ancilares.

5 | RESULTADOS: VISÃO ESTRATÉGICA E ROTAS PRIORITÁRIAS

Como resultado da prospecção sobre a energia do H₂, são apresentadas as rotas consideradas estratégicas para o país O resultado é passível de análises críticas e eventuais correções de rotas. Como princípio orientador, foram destacadas as rotas de produção do H₂ que oferecem viabilidade técnica e maiores vantagens ambientais: eletrólise da água, reforma do etanol e gaseificação da biomassa, incluindo aproveitamento energético de resíduos.

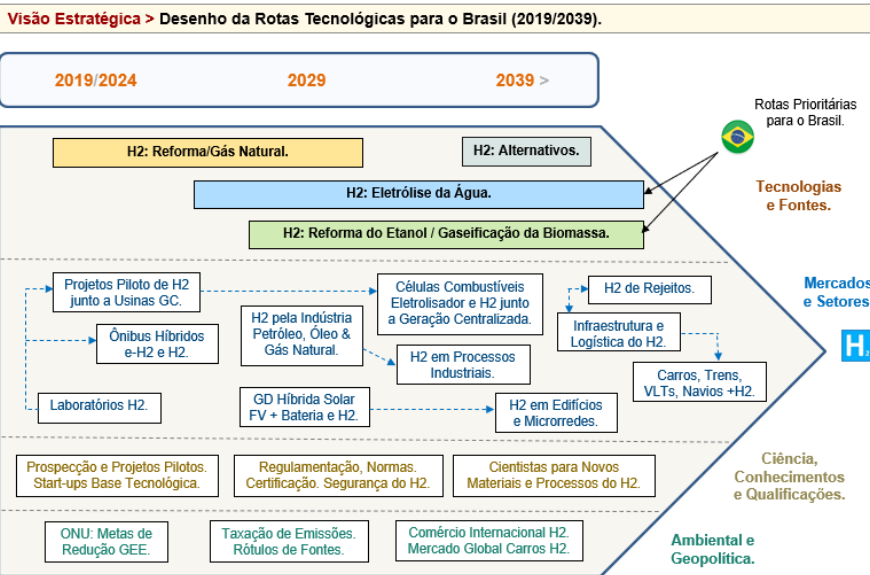


Figura 16: Rotas Tecnológicas para a Energia do H2 no Brasil.

Figura: Fonte: Autoria Própria (2020).

A energia do H2 surge no radar de gestores, em laboratórios e projetos pilotos próximos a usinas de geração, visando à expansão futura do arranjo híbrido. Outro movimento seria em relação à complementariedade setorial com o setor de transportes, sobretudo para abastecimento de frotas urbanas. Estima-se que várias das utilidades do H2, em diversas escalas de geração, podem ser benéficas para o contexto brasileiro. A combinação da abundância das fontes solar, eólica e da biomassa, bem distribuídas pelas regiões, com o avanço da engenharia nacional para a produção do H2, de rótulo verde, confirmam os sistemas de H2 como campo de desenvolvimento tecnológico que vale a pena o investimento, a qualificação, e a dedicação em novas pesquisas e projetos.

6 I DESAFIOS E LIÇÕES PARA O BRASIL

Com a visão estratégica orientada pelas rotas tecnológica prioritárias, espera-se que o desenvolvimento da energia do H2 e suas tecnologias associadas, no país, consiga superar alguns dos desafios previstos, que são aqui levantados.

- Infraestrutura de produção e distribuição do H2 com transição lenta no Brasil. Não haverá popularização dos veículos a H2 enquanto não houver uma rede bem estabelecida de postos espalhada pelas cidades. Por outro lado, a construção desta rede está vinculada a uma demanda efetiva por veículos a H2, ou híbridos. Lição internacional: Necessidade de consórcios de empresas, governos locais e parcerias público privada.

- Custos altos de sistemas, equipamentos e componentes para as rotas prioritárias. Situação semelhante à do setor de energia fotovoltaica na década de 1990. Eletrolisadores e células combustíveis com indústria nacional incipiente e baixa demanda. Estratégia de nacionalização de linhas prioritárias de equipamentos e integração com cadeias globais.
- Desafios com tempo de abastecimento, segurança, riscos e perdas de eficiência na conversão. Os processos para a produção do H₂, como o de eletrólise da água, precisam de energia de entrada considerável, e esta energia deve ser obtida a custos viáveis e fonte primária renovável. Os novos projetos devem ser viáveis sob a ótica da análise sistêmica do ciclo de vida e da eficiência global do sistema de energia do H₂.
- Alternativas tecnológicas ao H₂: biocombustíveis, armazenamento a sais fundidos, usinas hidrelétricas reversíveis e baterias. Estas alternativas podem tornar o uso do H₂ desvantajoso para certos setores e nichos. O uso da bateria de íon lítio pode ser disseminado globalmente nas próximas décadas, em diferentes escalas, postergando investimentos em rotas tecnológicas ambientalmente mais adequadas do H₂.
- Importância de o Brasil integrar os comitês internacionais de normas técnicas, boas práticas e padrões de segurança, além de associações e consórcios. Investimentos em projetos demonstrativos e de estímulo a demanda. Necessidade de maior direcionamento estratégico por órgãos do governo federal e por meio de redes do conhecimento no país.

REFERÊNCIAS

ABH2. **Associação Brasileira do Hidrogênio**. URL: <<http://abh2.com.br>>

AP2H2. **Associação Portuguesa para a Promoção do H2**. URL: <www.ap2h2.pt>

ALCALA, Jorge Alberto e MACEDO, Gustavo Sigal. “**Hidrogênio como Novo Vetor das Energias Renováveis**”. Trabalho apresentado no 1º Congresso da ABH2 - Associação Brasileira do Hidrogênio (2019).

BARBIR, Frano. “**PEM electrolysis for production of hydrogen from renewable energy sources**”. (2005). URL:<doi.org/10.1016/j.solener.2004.09.003>

CGEE. “**Hidrogênio energético no Brasil. Tecnologias críticas e sensíveis em setores prioritários. Subsídios para políticas de competitividade**” (2010).

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. “**Página: Matriz energética e elétrica do Brasil**” (2020). URL:<epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>.

FURNAS. **Site de Furnas Centrais Elétricas**. (2020). URL:<www.furnas.com.br>

GOUVEIA, Maicon. **“Roadmapping. Uma Abordagem Estratégica Para o Gerenciamento da Inovação em Produtos, Serviços e Tecnologias”**. (2013)

IEA. *International Energy Agency*. Relatório: **“Global Energy Review”** (2020).

IPHE. *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy*. Material de Divulgação (2018). URL:<www.iphe.net>

IRENA. *International Renewable Energy Agency*. Relatório: **“Hydrogen: A Renewable Energy Perspective”** (2019).

LABH2. Laboratório de Hidrogênio da COPPE/UFRJ. **Projeto de Ônibus Híbrido Elétrico e Célula Combustível à H2**. Link:<www.onibush2.coppe.ufrj.br>

LUBE, Filipe e DALCOMUNI, Sonia Maria. **“Energia do Hidrogênio Para Uma Economia Verde: Reflexões sobre o Brasil”**. Novas Edições Acadêmicas, 2013.

MACEDO, Gustavo Sigal e ALCALA, Jorge Alberto. **“Prospecção e Rotas Tecnológicas para a Energia do Hidrogênio no Brasil.”** Trabalho apresentado no Congresso MEC3F, Engenharia e Ciências Aplicadas nas Três Fronteiras, Foz do Iguaçu/PR (2019).

MACEDO, Gustavo Sigal. **“Expo Solar + H2: Proposta de um Sistema Híbrido de Microgeração FV, com Células Combustíveis e Armazenamento, para um Centro de Pesquisas no RJ”**. Projeto Final UFRJ e AHK-Rio (2018).

MIRANDA, Paulo Emílio. Artigo **“O Alvorecer da Energia do Hidrogênio”**, FGV Energia (2017).

WIKIMEDIA COMMONS. **“Imagem sobre Hidrogênio Renovável”**. Fernando de Araujo (2014) : <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hidrogênio_Renovável>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumínio 29, 31, 32, 34, 35, 215, 216, 225
Arco 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28
Arduino 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112

C

Coleta Seletiva 79, 80, 81, 83, 86, 87, 88
Conhecimento Organizacional 48, 50, 52

D

Desempenho Térmico 89

E

Educação Ambiental 79, 80, 83, 86, 87, 88
Eletrônica 103, 112, 192, 314, 339
EMG 103, 104, 106, 107, 108, 111, 112, 113
Energia 16, 17, 18, 126, 141, 142, 149, 151, 172, 260, 262, 265, 270, 271, 272, 274, 276
Energia Cinética 16, 17, 18

F

Fator 61, 67, 68
Fator de Recuperação 61, 63, 65, 67, 68

G

Gestão do Conhecimento 36, 48, 49, 50, 51, 59, 60
Gestão do Conhecimento em IFES 48

I

Injeção de Polímeros 61, 62, 67
ISO/IEC 29110 36, 37, 40, 41

M

Mão Mecânica 103, 107, 110
MPS.Br 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 46, 47

N

Nióbio 29, 30, 31, 32, 34, 35

P

Planejamento Desenvolvimento Institucional 48
Planejamento Estratégico 48, 49, 51, 59, 60, 267
Potencial 16, 17, 18, 37, 104, 111, 112, 135, 136, 151, 170, 172, 173, 174, 181, 227, 262, 263, 269, 284, 330, 332, 333, 336, 337, 338

Propriedades Mecânicas 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 188, 193, 215, 216, 217, 224, 296, 300

Prótese 103, 104, 107, 108, 110, 111, 112, 113

R

Reciclagem 80, 84, 87, 88, 298, 315

Refino de Grão 29

Resíduos Sólidos 79, 80, 81, 88, 298, 313, 314

Resistência Térmica Equivalente 89

S

Simulação Numérica 61

Solidificação Unidirecional 29, 32, 33, 214, 218

Sustentabilidade 80, 181, 260, 298, 316

T

Telhados Verdes 89

Tiro 16, 17, 22, 24, 26, 27, 28


V


Variáveis Térmicas 29, 32, 33, 35, 214, 215, 217, 224, 225

ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](#) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2020

ENGENHARIA NA PRÁTICA:

IMPORTÂNCIA TEÓRICA E TECNOLÓGICA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 