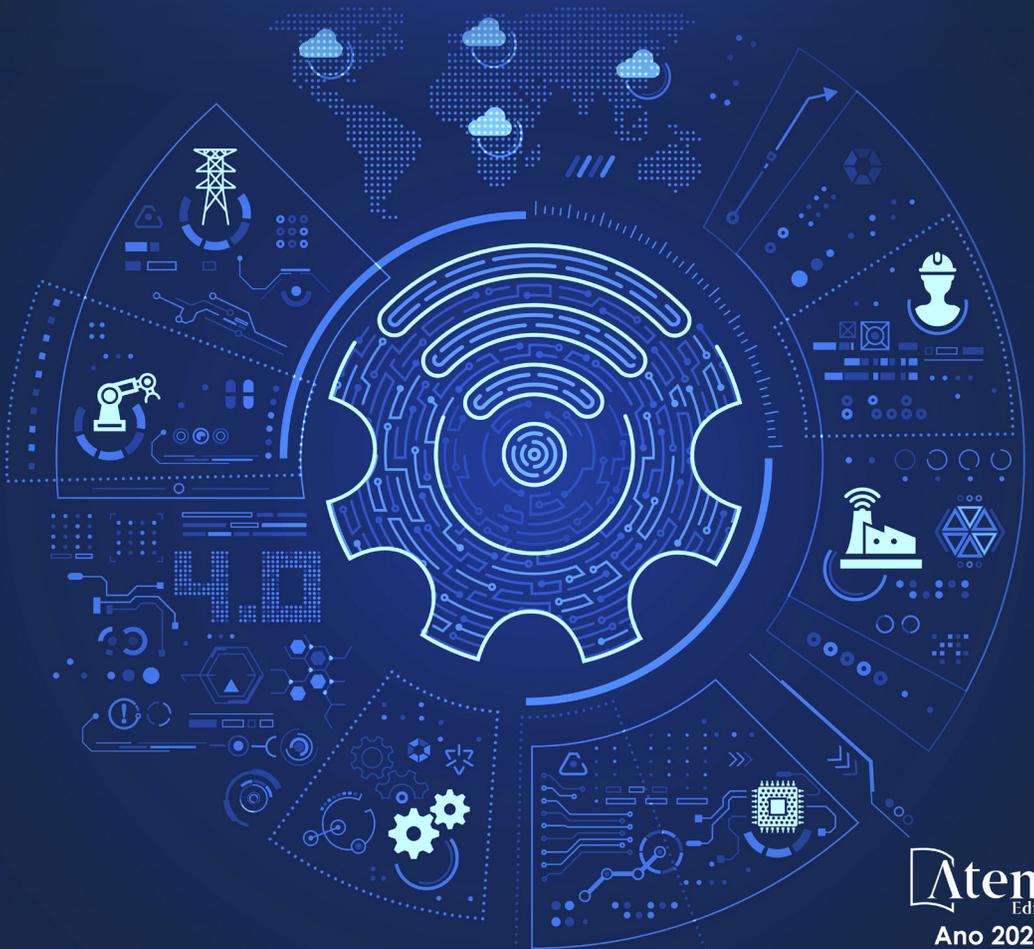


Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



Amanda Fernandes Pereira da Silva
(Organizadora)

ENGENHARIA- RIAS: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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
Prof^o Dr^o Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^o Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^o 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^o Dr^o Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^o Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^o Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^o Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Amanda Fernandes Pereira da Silva

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) | |
|--|---|
| E57 | Engenharias: pesquisa, desenvolvimento e inovação 2 / Organizadora Amanda Fernandes Pereira da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0935-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.359231801 1. Engenharia. I. Silva, Amanda Fernandes Pereira da (Organizadora). II. 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
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

Sabendo que a Atena Editora faz parte do grupo de instituições que incentivam a difusão de inovação científica, a mais nova coleção “Engenharias: Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3” engloba pesquisa científica, aplicada, desenvolvimento experimental e inovação tecnológica. Um dos grandes desafios enfrentados atualmente nos mais diversos ramos do conhecimento, é o do saber multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas.

Atualmente, é necessário que os profissionais saibam discernir e transitar conceitos e práticas levando em consideração o viés humano e técnico. Diante desse contexto, este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber. Os mais diversos temas estão relacionados às áreas de engenharia, como civil, materiais, mecânica, química, dentre outras, dando um viés onde se faz necessária a melhoria contínua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Esta obra se mostra como fundamental, de abordagem objetiva, para todos os âmbitos acadêmicos e pesquisadores que busquem alavancar em conhecimento. Aos autores, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura.

Amanda Fernandes Pereira da Silva

CAPÍTULO 1 1**A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE DENTRO DOS PROCESSOS EMPRESARIAIS**

Milena dos Santos Silva

Luis Jorge Souza dos Anjos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318011>**CAPÍTULO 2 5****ANÁLISE COMPARATIVA DAS NORMAS NBR 6118/2014, NBR 7188/2013 E AASHTO LRFD 2012, BASEADA NA TEORIA DA CONFIABILIDADE – ESTUDO DE CASO DE UMA VIGA I DA PONTE SOBRE CÓRREGO SÃO DOMINGOS NA RODOVIA ESTADUAL ES-010, TRECHO ITAÚNAS - ES-421**

Rodrigo José Costa Nóbrega

Emmanoel Guasti Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318012>**CAPÍTULO 330****ANÁLISE DA DEFLEXÃO DE VIGAS E EIXOS POR EDO E SIMULAÇÃO EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO**

Cristian Comin

Adabiel Oleone da Silva

Jocelaine Cargnelutti

Vanderlei Galina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318013>**CAPÍTULO 439****APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP PARA AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO DO MELHOR TRATAMENTO PARA A BORRA OLEOSA GERADA NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA**

Wanderbeg Correia de Araujo

Haron Calegari Fanticelli

Jose Oduque Nascimento de Jesus

Artur Saturnino Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318014>**CAPÍTULO 557****ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED IN DIFFERENT AREAS OF ROBOTICS**

Márcio Mendonça

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

João P. S. Bertocini

Ivan R. Chrun

Wagner Fontes Godoy

José Augusto Fabri

Francisco de Assis Scannavino Junior

Lucas Botoni de Souza

Emanuel Ignacio Garcia

Marta Rúbia Pereira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318015>

CAPÍTULO 677

AVALIAÇÃO DA PROBABILIDADE DE FALHA DE PÓRTICO PLANO DE AÇO SUJEITO A CARREGAMENTO GRAVITACIONAL E COM FLEXÃO EM TORNO DO EIXO DE MENOR INÉRCIA

Danilo Luiz Santana Mapa
 Marcilio Sousa da Rocha Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318016>

CAPÍTULO 786

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO FÍSICO EM ACADEMIAS DE GINÁSTICA E MUSCULAÇÃO NA CIDADE DO RECIFE/PE

Emanoel Silva de Amorim
 Kássia Benevides Martins Gomes
 Girlândia de Moraes Sampaio
 Paula dos Santos Cunha Boumann
 Diogo Cavalcanti Oliveira
 José Allef Ferreira Dantas
 Ana Maria Batista Farias
 Hugo Leonardo França Silva
 Thiago Araújo de Menezes
 Arthur Henrique Neves Baptista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318017>

CAPÍTULO 897

COMPARAÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA UTILIZANDO ENVOLTÓRIAS DE RUPTURA LINEAR E CURVA. CASO DE ESTUDO MEDELLÍN – COLÔMBIA

Eduardo Montoya Botero
 George Fernandes Azevedo
 Hernán Eduardo Martinez Carvajal
 Edwin Fabian Garcia Aristizabal
 Newton Moreira de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318018>

CAPÍTULO 9 107

EFEITO DA ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE FIBRAS DE COCO A GESSO DE FUNDIÇÃO

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima
 Deborah Grasielly Cipriano da Silva
 Ana Luíza Xavier Cunha
 Kyriale Vasconcelos Morant Cavalcanti
 Felipe Bezerra de Lima
 Jackson José dos Santos
 Eyshila Paloma Costa de Brito
 Lucas Ítalo Santos Gomes
 Francisco das Chagas da Costa Filho

Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo
 José Dantas Neto
 Romildo Morant de Holanda
 Yêda Vieira Póvoas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3592318019>

CAPÍTULO 10.....121

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS E NA ESTRUTURA DO AÇO TENAX 300IM

Carlos Triveño Rios
 Giselle Primo Samogin
 Debora Christina Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180110>

CAPÍTULO 11 132

EFEITO DO ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM CHÁS: UMA REVISÃO

Camila Araújo Costa Lira
 Kamila de Lima Barbosa
 Tereza Raquel Pereira Tavares
 Anayza Teles Ferreira
 Antonia Ingrid da Silva Monteiro
 Maria Rayane Matos de Sousa Procópio
 Marcelo Henrique Raulino Soares Nunes
 Amanda Caúla Fontenele
 Izabel Cristina de Almeida Silva
 Francisca Andressa Rabelo da Silva França
 Andreson Charles de Freitas Silva
 José Diogo da Rocha Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180111>

CAPÍTULO 12.....141

OS DESAFIOS DO GESTOR DE PRODUÇÃO: UM ESTUDO EM UMA INDÚSTRIA DE PEQUENO PORTE

Alessandro Dias
 Maykon Aurélio Alves
 Natanael Oliveira
 Mayara dos Santos Amarante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180112>

CAPÍTULO 13.....161

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO RESÍDUO DE CINZA DE CASCA DE ARROZ

Marcela Trojahn Nunes
 Fabiele Schaefer Rodrigues
 Jocenir Boita

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180113>

CAPÍTULO 14..... 169

REPLACEMENT OF CONVENTIONAL VEHICLES WITH ELECTRIC ONES ON THE MACROMETRÓPOLE PAULISTA: ENERGETIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS FOR THE HORIZON OF 2030

Guilherme Pedroso
João Marcos Pavanelli
Raiana Schimer Soares
Célio Bermann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180114>

CAPÍTULO 15.....203

UMA REFLEXÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA GEOMECÂNICA PARA A ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Elias Enes de Oliveira
Melissa Alves Fernandes
Geraldo de Souza Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180115>

CAPÍTULO 16..... 215

FISSURAÇÃO NO CONCRETO ARMADO: POSSÍVEIS CAUSAS E TÉCNICAS DE RESOLUÇÃO

Amanda Fernandes Pereira da Silva
Diego Silva Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.35923180116>

SOBRE A ORGANIZADORA225**ÍNDICE REMISSIVO.....226**

EFEITO DO ULTRASSOM NA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM CHÁS: UMA REVISÃO

Data de aceite: 02/01/2023

Camila Araújo Costa Lira

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFC
<http://lattes.cnpq.br/3350468853746545>

Kamila de Lima Barbosa

Licenciatura em Química - UECE
<http://lattes.cnpq.br/5556729030271400>

Tereza Raquel Pereira Tavares

Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UFC
<http://lattes.cnpq.br/6041523404335190>

Anayza Teles Ferreira

Especialista em Nutrição Funcional e Fitoterapia - Uniq
<http://lattes.cnpq.br/4761125994595652>

Antonia Ingrid da Silva Monteiro

Especialista em Nutrição Clínica e Fitoterapia - UVA
<http://lattes.cnpq.br/8908523706712064>

Maria Rayane Matos de Sousa Procópio

Especialista em Fitoterapia clínica- IPGS
<https://lattes.cnpq.br/5773563776504454>

Marcelo Henrique Raulino Soares Nunes

Engenheiro Agrônomo - UFC
<http://lattes.cnpq.br/4110194630375196>

Amanda Caúla Fontenele

Graduanda em Engenharia de Alimentos - UFC
<http://lattes.cnpq.br/6565993636979267>

Izabel Cristina de Almeida Silva

Graduanda em Engenharia de Alimentos - UFC
<http://lattes.cnpq.br/7594079222951936>

Francisca Andressa Rabelo da Silva França

Especialista em Nutrição Clínica e Esportiva - Faculdade de Quixeramobim.
<http://lattes.cnpq.br/2465007418998780>

Anderson Charles de Freitas Silva

Doutor em Ciências Fisiológicas - UECE
<http://lattes.cnpq.br/4329024774989309>

José Diogo da Rocha Viana

Doutor em Engenharia de Alimentos - UFSC
<http://lattes.cnpq.br/0315625605853333>

RESUMO: O chá é a segunda bebida mais consumida no mundo e possui compostos químicos que lhe conferem sabor e aroma deleitáveis ao paladar. Os compostos bioativos que mais têm sido apresentados em estudos relativos aos chás são os

constituintes polifenólicos, que incluem flavanóis, flavandióis, flavonóides e ácidos fenólicos. Dessa forma, várias pesquisas utilizaram diferentes métodos de extração e solventes para avaliar a atividade bioativa, entre estas técnicas está o ultrassom, que vem sendo empregada para a extração de compostos bioativos em chás, por ser um método que realça a qualidade dos alimentos, reduz o tempo de processo, energia e aumenta a vida útil. Este trabalho teve como objetivo fornecer uma revisão abrangente sobre a extração de compostos bioativos em diferentes tipos de chás utilizando o ultrassom. Durante a pesquisa, foram selecionados cinco artigos, para avaliar e destacar entre eles quais as metodologias envolvidas, incluindo as características e parâmetros para a otimização do processo, além das vantagens e os principais compostos bioativos encontrados em chás através de extração com a técnica de ultrassom. Foi observado que a extração com ultrassom é dependente da temperatura, do tipo de solvente envolvido, concentração, tempo de extração e potência ultrassônica. Salienta-se que os parâmetros de otimização auxiliam na redução do consumo de solvente e gasto energético do processamento, influenciando positivamente no rendimento da extração. De uma forma geral, é possível afirmar que a aplicação do processo assistido por ultrassom em chás apresenta-se como uma alternativa eficiente na extração de compostos bioativos.

PALAVRAS-CHAVE: Extração de fitoquímicos; polifenóis; processos não térmicos.

THE EFFECT OF ULTRASOUND ON THE EXTRACTION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN TEAS: A REVIEW

ABSTRACT: Tea is the second most widely consumed beverage in the world and has chemical compounds that give it a taste and aroma that are delightful to the palate. The bioactive compounds that have been most frequently presented in tea studies are the polyphenolic constituents, which include flavanols, flavandiols, flavonoids, and phenolic acids. Thus, several research have used different extraction methods and solvents to evaluate bioactive activity, among these techniques is ultrasound, which has been employed for the extraction of bioactive compounds in teas because it is a method that enhances food quality, reduces process time, energy, and increases shelf life. This paper aimed to provide a comprehensive review on the extraction of bioactive compounds in different types of teas using ultrasound. During the research, five articles were selected, to evaluate and highlight among them which methodologies are involved, including the characteristics and parameters for process optimization, as well as the advantages and the main bioactive compounds found in teas through extraction with the ultrasound technique. It was observed that extraction with ultrasound is dependent on temperature, the type of solvent involved, concentration, extraction time, and ultrasonic power. It is emphasized that the optimization parameters help in reducing the solvent consumption and energy expenditure of the processing, positively influencing the extraction yield. In general, it is possible to state that the application of the ultrasound-assisted process in teas presents itself as an efficient alternative in the extraction of bioactive compounds.

KEYWORDS: Extraction of phytochemicals; polyphenols; non-thermal processes.

1 | INTRODUÇÃO

Depois da água, o chá é a segunda bebida mais consumida no mundo (BINDES *et al.*, 2018), apresenta diversos compostos químicos como proteínas, aminoácidos, fibras, carboidratos, minerais, alcalóides, vitaminas e, como principal componente, polifenóis, compostos antioxidantes que apresentam relevada importância para a saúde humana, além de possuir sabor e aroma deleitável ao paladar (SILVA; VILELLA, 2019).

E, os compostos bioativos que mais têm sido apresentados em estudos relativos aos chás são os constituintes polifenólicos, que incluem flavanóis, flavandióis, flavonóides e ácidos fenólicos, sendo que sua maior parte se manifesta na forma de flavanóis e, dentre eles, prevalecem as catequinas, sendo a epigallocatequina galato, a principal catequina que confere ao chá a maioria de suas propriedades antioxidantes (ÁVILA *et al.*, 2017). Em contrapartida, os compostos bioativos são substâncias reativas, sensíveis a muitos estímulos como a temperatura, que podem comprometer a sua atividade e utilização (BRITO, 2019). Enquanto que o chá, convencionalmente, é uma bebida preparada utilizando água quente, o que pode causar a redução ou inativação desses conteúdos, devido a sua sensibilidade térmica.

De acordo com Altemini *et al.*, (2015) e Bakht *et al.*, (2019), várias pesquisas utilizaram diferentes métodos de extração e solventes para avaliar a atividade bioativa, entre estas técnicas está o ultrassom, que vem sendo empregada para a extração de compostos bioativos em chás, por ser um método que realça a qualidade dos alimentos, reduz o tempo de processo, energia e aumenta a vida útil. Além disso, o ultrassom permite ajustes de frequência, que combinada a um solvente adequado, pode otimizar a extração destes compostos a temperaturas mais baixas que a convencional, buscando preservar as suas propriedades fitoquímicas.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo fornecer uma revisão abrangente sobre a extração de compostos bioativos em diferentes tipos de chás utilizando o ultrassom. Este estudo ressalta as metodologias envolvidas, incluindo as características e parâmetros para a otimização do processo, além das vantagens e os principais compostos bioativos encontrados em chás através de extração com a técnica de ultrassom.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática de trabalhos científicos que estudam efeitos do ultrassom na extração de compostos bioativos em chás foi feita a partir de um levantamento bibliográfico realizado durante o período de Agosto de 2021, a partir de material publicado nas bases de dados, *Scencedirect*, *Medline Pubmed* e *Scientific Electronic Library Online (Scielo)* nos últimos 5 anos (2016-2021). Foram empregados os descritores “*ultrassound in tea*”, “compostos bioativos em chá”, “extração com ultrassom”, buscando por artigos originais, de revisão, monografias, dissertações e teses.

Além das bases acima citadas, como estratégia de busca foi utilizado também o site Google Acadêmico e a checagem da lista de referências das publicações mais recentes, utilizando como critério de inclusão artigos em português e/ou inglês.

A triagem inicial do conteúdo consistiu na avaliação dos títulos e dos resumos. Em seguida, foi realizada a leitura crítica das pesquisas selecionadas para determinar quais respondiam aos critérios para serem incluídos na revisão, buscando ênfase no objetivo e metodologia, visando à contextualização e debate entre os autores e confecção dessa pesquisa. Foram encontrados cerca de 10 mil resultados a respeito do tema, sendo utilizado um número total de onze obras, das quais cinco foram avaliadas quanto aos parâmetros de otimização do processo, vantagens e principais compostos bioativos encontrados em chás. O critério de exclusão foi artigos, monografias, dissertações e teses que não possuíam dados com referências completas, e obras que não apresentavam relevância de acordo com o tema estudado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Principais compostos bioativos encontrados em chás

Durante a pesquisa, foram encontrados estudos em diferentes tipos de chás, como chá verde, chá doce, chá de limão e chá de videira, o que resultou em uma variedade de compostos bioativos encontrados durante a extração com ultrassom.

Ayyildiz et al., (2018) estudaram a otimização de parâmetros para a extração de galato de epigalocatequina (EGCG) do chá verde (*Camellia sinensis*) e destacaram este composto como o principal polifenol presente nesta bebida, o EGCG também é conhecido por possuir vários efeitos benéficos à saúde. Neste mesmo trabalho, os autores ainda extraíram epigalocatequina (EGC), galato de epicatequina (ECG) e epicatequina (EC). A técnica de ultrassom possibilitou a extração de uma maior quantidade de compostos fenólicos, grupo ao qual pertencem as catequinas, as quais foram determinadas por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) acoplada a detector de ultravioleta. De acordo com as absorvâncias e concentrações analisadas verificou-se que a água se comportou como o melhor solvente extrator, acompanhada pelo metanol, etanol, acetona e isopropanol, confirmando os dados presentes na literatura. Nos estudos de Ayyildiz et al., (2018), a energia do ultrassom foi eficaz no aumento de extração da catequina em água. A concentração máxima de EGCG foi de 4,95g/100g durante a EAU (extração assistida por ultrassom) com água, o que corrobora com os estudos de Oliveira et al., (2016), que avaliou a aplicação de processo ultrassom na extração de catequinas dos resíduos de chá verde. Porém, outras concentrações de catequina foram maiores na EAU com etanol frente a EAU com água. Visto que, utilizando etanol como solvente, obteve-se a concentração máxima de EGCG de 7,45 g/100 g, quase 2 vezes maior do que na extração com água.

Dessa forma, pôde-se constatar a eficiência desse método para extração de catequinas no chá verde.

Em outro estudo, Liu et al., (2021) encontraram e quantificaram a atividade antioxidante de isoquercitrina, trilobatina e floridzina em chá doce (*Lithocarpus litseifolius* [Hance] Chun). Neste trabalho, os autores observaram que a potência ultrassônica foi o principal fator para aumentar a eficiência da extração do chá doce, onde os rendimentos de isoquercitrina ($16,9 \pm 0,79$ mg / g), floridzina ($34,2 \pm 1,76$ mg / g) e trilobatina ($162 \pm 1,07$ mg / g) significaram, respectivamente, 68,6%, 50,3% e 63,3% superiores aos resultados da extração por maceração. Também ficou constatado que o conteúdo de floridzina foi aparentemente mais alto, assim como a isoquercitrina foi o antioxidante mais forte em chá doce com base na seleção de pico de DPPH, seguida da trilobatina e floridzina, e suas capacidades antioxidantes foram principalmente associadas ao número e posição de grupos –OH.

Nos estudos de Xie et al., (2019) foram avaliadas as propriedades antioxidantes do tradicional chá de videira (*Ampelopsis grossedentata*), onde, por meio de análises de cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), os autores consideraram o dihidromiricetina (DMY) como o principal composto fenólico presente neste chá. No perfil de HPLC na mistura contendo 1 mg de polifenóis do chá de videira (VTP) e 1 mg de DMY padrão, em que o pico principal aumentou para cerca de duas vezes mais do que no VTP sozinho, ou seja, esses dados indicam que o pico principal no VTP é o DMY. Além disso, os autores estimaram que o teor de DMY no chá de videira veio de três locais diferentes, de acordo com a curva padrão da dihidromiricetina. Portanto, o teor de DMY foi estimado em 21,67%, 20,79% e 16,42% no pó seco de chá de videira, e em 64,44%, 62,36% e 56,22% no extrato de polifenol de chá de videira (VTP) das províncias de Hunan, Guizhou e Guangxi, respectivamente. Foi observado que o conteúdo DMY das províncias de Guizhou e Hunan era significativamente maior do que o da província de Guangxi. Nos ensaios de DPPH, uma maneira dependente da concentração foi observada na faixa de 0,6125 a 10 $\mu\text{g/mL}$. A concentração para eliminar os radicais DPPH 50% (IC50) por VTP dos produtos Hunan, Guizhou e Guangxi foi estimada em 4,51 $\mu\text{g} / \text{mL}$, 4,06 $\mu\text{g} / \text{mL}$ e 4,31 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente. O conteúdo de DMY foi tão alto quanto 64,44%, 62,36% e 56,22% em VTP de três locais. Estes dados indicaram que DMY é o principal captador de radicais DPPH em VTP. A alta atividade antioxidante do VTP e do DMY foi observada em ambos os ensaios, sugerindo que o VTP extraído possuía forte capacidade antioxidante e poderia ser desenvolvido como um agente antioxidante utilizado na biologia humana.

Saifullah et al., (2020) estudaram a extração de compostos fenólicos e antioxidantes das folhas da árvore do chá com aroma de limão (*Leptospermum petersonii*), onde quantificaram o teor de fenólicos totais, flavonóides totais e proantocianidina. Durante este estudo, foi avaliada a influência de solventes e parâmetros de extração assistida por ultrassom (EAU), incluindo tempo, temperatura e poder de sonicação, no rendimento

de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante das folhas da árvore do chá com aroma de limão. A eficiência de extração nas condições ótimas do EAU foi comparada com a técnica do banho de água com agitação. Sob as condições ideais de extração, os rendimentos de fenólicos totais, flavonóides, proantocianidinas foram $98,91 \pm 1,20$ (mg GAE/g peso seco), $76,12 \pm 0,79$ (mg CE/g peso seco), $117,71 \pm 2,18$ (mg CE/g peso seco), respectivamente. As propriedades antioxidantes de quatro ensaios, incluindo FRAP, CUPRAC, ABTS e DPPH foram $581,29 \pm 14,23$, $5534,87 \pm 19,56$, $1636,18 \pm 4,11$ e $889,29 \pm 20,68$ (mM TE/g peso seco), respectivamente. Portanto, a técnica de extração EAU mostrou-se mais eficiente na extração de fenólicos totais e capacidade antioxidante em comparação com a extração convencional em banho-maria com agitação.

3.2 Metodologias e parâmetros de otimização utilizados para a extração de compostos bioativos com ultrassom

De uma maneira geral, os autores utilizaram combinações de fatores para otimizar a extração de compostos bioativos com a técnica de ultrassom, entre eles, destacam-se: o solvente escolhido e sua respectiva concentração, a temperatura, o tempo de extração e a potência utilizada. A seguir, a **Tabela 1** resume as metodologias utilizadas pelos trabalhos discutidos nesta revisão, nas quais foram encontrados os melhores rendimentos de extração.

| Autores | Compostos bioativos | Solvente e concentração (%) | Temperatura (°C) | Tempo (min.) | Potência (W) |
|--------------------------|---|-----------------------------|------------------|--------------|------------------|
| Ayyildiz et al., (2018) | Catequinas (EGCG, EC, ECG, EGC) | Etanol-água (67,8%) | 66,53 °C | 43,75 min | 2000 W |
| Oliveira et al., (2016) | Catequinas | Água (100%) | 25 °C | 120 min | 160 W |
| Xie et al., (2019) | fenólico dihidromiricetina (DMY) | Etanol-água (70%) | 70 °C | 40 min | Não especificado |
| Liu et al., (2021) | isoquercitrina, trilobatina e flordizina | Etanol-água (69%) | 25 °C | 18,4 min | 450 W |
| Saifullah et al., (2020) | fenólicos totais, flavonóides totais e proantocianidina | Acetona-água (50%) | 50 °C | 60 min | 200 W |

Tabela 1. Parâmetros de otimização para a extração de compostos bioativos utilizando ultrassom.

Fonte: Próprio autor (2021).

Os parâmetros de otimização de extração foram obtidos através de análises combinatórias, através da metodologia de superfície de resposta.

Como mostra a **Tabela 1**, foi observado que, para a maioria dos trabalhos que utilizam o etanol como solvente, a concentração mais eficiente ficou ao redor de 70% (v/v). Xie et al., (2019) observaram que os extratos obtidos por solventes orgânicos, incluindo etanol, metanol, acetona e acetato de etila mostraram conteúdo de polifenol significativamente maior do que o da água. Entretanto, devido ao uso do etanol ser reconhecido na indústria de alimentos, este foi escolhido como solvente para extrair o polifenol do chá de videira. Neste mesmo estudo, para otimizar as condições de eficiência, a concentração de etanol, o tempo de extração e a temperatura foram investigados. Foi observado, portanto, que o rendimento do polifenol aumentou de uma maneira dependente da concentração de 10 a 70% de etanol, e o maior rendimento de polifenol foi obtido por extração com etanol a 70%. Xie et al., (2019) também constataram que o rendimento de polifenóis teve influência do tempo de extração e da temperatura de maneira dependente, variando de 20 - 60 min a 40 - 100°C, respectivamente. De acordo com os resultados de Saifullah et al., (2020), foi possível observar que os solventes utilizados afetam significativamente o rendimento de extração dos compostos fenólicos e as propriedades antioxidantes. Sendo assim, para este estudo, 50% de acetona em água foi considerado o solvente mais adequado, e, junto aos parâmetros de tempo 60 min, temperatura 50 °C e poder de sonicação de 200 W, formaram as condições ideais para a extração desses compostos em chá com aroma de limão. A água também se mostrou um excelente solvente, segundo Oliveira et al., (2016), porém, para isto, houve um incremento de até 100% no tempo de extração, comparado com os outros trabalhos que utilizam o etanol. Para todos os experimentos aqui estudados, o incremento na temperatura auxiliou na eficiência da extração, em contrapartida, há um limite para que este incremento seja aplicado, podendo haver perdas de atividade antioxidante e teor de compostos bioativos, devido à sensibilidade térmica dos mesmos. Dessa forma, é possível afirmar que o tempo de extração depende do solvente utilizado, do tempo de extração e da temperatura aplicada.

Não foi possível fazer uma correlação entre as diferentes potências utilizadas pelos autores, visto que esta configuração depende do modelo e características específicas dos equipamentos utilizados nos experimentos. Entretanto, assim como foi relatado por Saifullah et al., (2020), a potência ultrassônica também é um fator que pode influenciar na eficiência do processo. E, para Liu et al., (2021), os rendimentos dos compostos bioativos aumentaram com a potência, de 270 W para 450 W, mas foram reduzidos com o aumento adicional, portanto, tem-se que um incremento na potência pode causar a degradação dos antioxidantes alvo.

3.3 Vantagens da extração de compostos bioativos com ultrassom

Entre as vantagens mais importantes descritas pelos autores dos trabalhos aqui

revisados, está a utilização do sistema ultrassom em tecnologia de alimentos para o processamento, preservação e extração de compostos. Essa tecnologia é o modo preferido para extrair as catequinas do chá verde, devido ao aumento da eficácia do processo de extração em temperatura mais baixa, reter sua atividade antioxidante (AYYILDIZ et al., 2018).

De uma maneira geral, os autores relatam que a tecnologia de ultrassom foi explorada para melhorar a qualidade dos alimentos, reduzindo o tempo de processo, energia e aumentando a vida útil, destacando que a extração de compostos bioativo através de ultrassom assistida oferece um melhor rendimento, produtividade e seletividade, além de redução do uso de solventes químicos, tornando-se um dos principais “*ecos friendly process*”. Simultaneamente, com a EAU tenta-se reter o potencial antioxidante máximo e os atributos sensoriais, como cor, sabor, proteínas que reduzem a doçura e conteúdo de pectina (AYYILDIZ et al., 2018).

Essa técnica também foi utilizada para aumentar o conteúdo de polifenóis extraídos do chá de videira. Os dados revelaram que a extração mais o tratamento ultrassônico pode aumentar significativamente o rendimento de VTP do que apenas com etanol (XIE et al., 2019). Assim como foi observado por Saifullah et al., (2020), a eficiência de extração de fenólicos totais e capacidade antioxidante nas condições ótimas do EAU mostrou-se mais eficiente frente a técnica do banho de água com agitação. Tais evidências podem ser justificadas pelos fenômenos de cavitação, principal mecanismo do ultrassom, que criaram microcanais nas amostras, assim, aumentaram a penetração de solvente, aumentando a transferência de massa durante a extração (AYYILDIZ et al., 2018).

4 | CONCLUSÕES

Através desta revisão foi possível concluir que a aplicação do processo assistido por ultrassom em chás apresenta-se como uma alternativa eficiente na extração de compostos bioativos. Dentre estas substâncias encontradas pelos autores, estão os grupos das catequinas em amostras de chá verde, a dihidromiricetina (DMY) em evidência no chá de videira, as isoquercitrina, trilobatina e floridzina presentes no chá doce e compostos fenólicos, flavonóides e proantocianidina nas folhas de chá com aroma de limão.

Conclui-se também que a extração destes compostos é dependente da temperatura, do tipo de solvente envolvido e sua concentração, além do tempo de extração e potência ultrassônica, e que os parâmetros de otimização auxiliam na redução do consumo de solvente e gasto energético do processamento, bem como influenciam positivamente no rendimento da extração. Por fim, é apresentada a possibilidade de utilização dos parâmetros de otimização para projetar um modelo industrial, usando uma sonda de ultrassom em um volume maior continuamente ou sondas de ultrassom em cada lado do tanque extrator com um sistema de agitação.

REFERÊNCIAS

ALTEMIMI, Ammar; CHOUDHARY, Ruplal; WATSON, Dennis G.; LIGHTFOOT, David A.. Effects of ultrasonic treatments on the polyphenol and antioxidant content of spinach extracts. **Ultrasonics Sonochemistry**, [S.L.], v. 24, p. 247-255, maio 2015. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.10.023>>.

ÁVILA *et al.* Compostos bioativos presentes no chá verde e preto. Revista UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 14, n. 37, out./dez. 2017.

AYYILDIZ, Sena Saklar; KARADENIZ, Bulent; SAGCAN, Nihan; BAHAR, Banu; US, Ahmet Abdullah; ALASALVAR, Cesarettin. Optimizing the extraction parameters of epigallocatechin gallate using conventional hot water and ultrasound assisted methods from green tea. **Food And Bioproducts Processing**, [S.L.], v. 111, p. 37-44, set. 2018. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2018.06.003>>.

BAKHT, Md. Afroz; GEESI, Mohammed H.; RIADI, Yassine; IMRAN, Mohd.; ALI, Md. Imtiaz; AHSAN, Mohamed Jawed; AJMAL, Noushin. Ultrasound-assisted extraction of some branded tea: optimization based on polyphenol content, antioxidant potential and thermodynamic study. **Saudi Journal Of Biological Sciences**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 1043-1052, jul. 2019. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.07.013>>.

BINDES, Marlon Menezes Maciel; REIS, Miria Hespanhol Miranda; CARDOSO, Vicelma Luiz; BOFFITO, Daria Camilla. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from green tea leaves and clarification with natural coagulants (chitosan and Moringa oleifera seeds). **Ultrasonics Sonochemistry**, [S.L.], v. 51, p. 111-119, mar. 2019. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.10.014>>.

BRITO, G. O. de. Microencapsulação de Compostos Bioativos Extraídos de Cajá (*Spondias mombin* L.). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia, Brasília, 2019. 52 p.

LIU, Yi; LIU, Hong-Yan; XIA, Yu; GUO, Huan; HE, Xiao-Qin; LI, Hang; WU, Ding-Tao; GENG, Fang; LIN, Fang-Jun; LI, Hua-Bin. Screening and process optimization of ultrasound-assisted extraction of main antioxidants from sweet tea (*Lithocarpus litseifolius* [Hance] Chun). **Food Bioscience**, [S.L.], v. 43, p. 101277, out. 2021. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101277>>.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Aplicação de processo ultrassom na extração de catequinas dos resíduos de chá verde. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n.3, p. 29-40, set./dez. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>> Acesso em: 22 jul. 21.

SAIFULLAH, Md; MCCULLUM, Rebecca; MCCLUSKEY, Adam; VUONG, Quan. Comparison of conventional extraction technique with ultrasound assisted extraction on recovery of phenolic compounds from lemon scented tea tree (*Leptospermum petersonii*) leaves. **Heliyon**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 1-12, abr. 2020. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03666>>.

SILVA, R. L. VILLELA, M. D. Rev. UNINGÁ *Review*, Maringá, v. 34, n.2, p.39-50,abr./jun. 2019.

XIE, Kun; HE, XI; CHEN, Keyu; CHEN, Jihua; SAKAO, Kozue; HOU, De-Xing. Antioxidant Properties of a Traditional Vine Tea, *Ampelopsis grossedentata*. **Antioxidants**, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 295, 9 ago. 2019. MDPI AG. <<http://dx.doi.org/10.3390/antiox8080295>>

A

Acessibilidade arquitetônica 87

Aço ferramenta 121, 124, 128, 129

Análise avançada 77, 84, 85

Artificial intelligence 57, 58, 59, 60, 65, 66, 68, 73, 74, 76

Autonomous vehicle 58, 59

Avaliação pós ocupação 87

B

Borra oleosa 39, 40, 41, 42, 46, 47, 53

C

Chuvas 98

Cinza de casca de arroz 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168

CO₂ emissions 169, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 196, 197

Competitividade 2, 141, 142, 150, 198

Cristobalita 161, 165, 167

D

Desafios 38, 141, 142, 143, 146, 147, 148, 151, 156, 158, 159, 204, 205

Desenvolvimento 2, 6, 7, 20, 30, 31, 37, 39, 43, 54, 87, 88, 95, 105, 120, 141, 142, 145, 147, 148, 159, 167, 198, 205, 206, 213

E

Eixo de menor inércia 77, 79, 81, 83, 84, 85

Electric vehicle 169, 171, 179, 200, 201

Empresa 1, 2, 39, 41, 46, 47, 48, 52, 53, 109, 123, 141, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 201

Energy consumption 169, 170, 174, 181, 182, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 195

Engenharia 6, 8, 9, 12, 13, 20, 21, 22, 24, 29, 30, 31, 38, 54, 57, 85, 86, 87, 96, 106, 118, 119, 120, 121, 130, 132, 141, 142, 143, 144, 146, 157, 164, 168, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 219, 224, 225

Engenharia de Petróleo 203, 204, 205, 209, 210, 212, 213, 214

Ensino em engenharia 30

Envoltória curva 97, 98, 104

Equações diferenciais ordinárias 30

Ergonomia 87, 88, 90, 91, 93, 95, 96

Escorregamentos 97, 98, 99, 100

Extração de fitoquímicos 133

F

Fator de segurança 12, 97, 98, 99, 102, 105

Fibra natural 108, 110

Fissuras 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224

G

Geomecânica 101, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214

Gesso de fundição 107, 108, 110, 113, 115, 117

Gestão 1, 2, 3, 4, 38, 86, 119, 120, 141, 144, 146, 147, 148, 151, 152, 155, 156, 157, 158, 159

I

Impacto 14, 15, 17, 49, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 141, 142, 150

Índice de confiabilidade 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 26, 27, 79, 80, 84

Interdisciplinaridade 30, 37, 38

M

Macrometrópole Paulista 169, 172, 176, 197, 199

Matriz curricular 203, 209, 210

Mecânica das rochas 203, 204, 206, 208, 209, 210, 211

Método AHP 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 53, 54

Método Monte Carlo 5, 10

Modos de falha 5, 8, 18

P

Patologias 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

Polifenóis 133, 134, 136, 138, 139

Pórtico de aço 77

Precision agriculture 58, 65

Probabilidade de falha 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 77, 79, 80, 83, 84

Processos empresariais 1

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 86, 87, 88, 89, 93, 95, 96, 122, 133, 134, 139, 144, 146, 148, 152, 154, 161, 162, 167, 218

R

Resíduos sólidos 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 53, 54, 55, 120

Resistência dos materiais 8, 9, 30, 31, 38

Resistência mecânica 108, 116, 117

S

SiO₂ 161, 165, 166, 167

Superfície de estado limite 5, 7

T

Tecnologias para o tratamento de borra oleosa 39

Tenacidade 121, 122, 128, 130

TENAX 300IM 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129

U

Unmanned aerial vehicle 58

Urban transport 169, 170, 198

ENGENHARIAS:

Pesquisa, desenvolvimento e inovação 3



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

ENGENHARIA- RIAS:

Pesquisa, desenvolvimento
e inovação 3



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