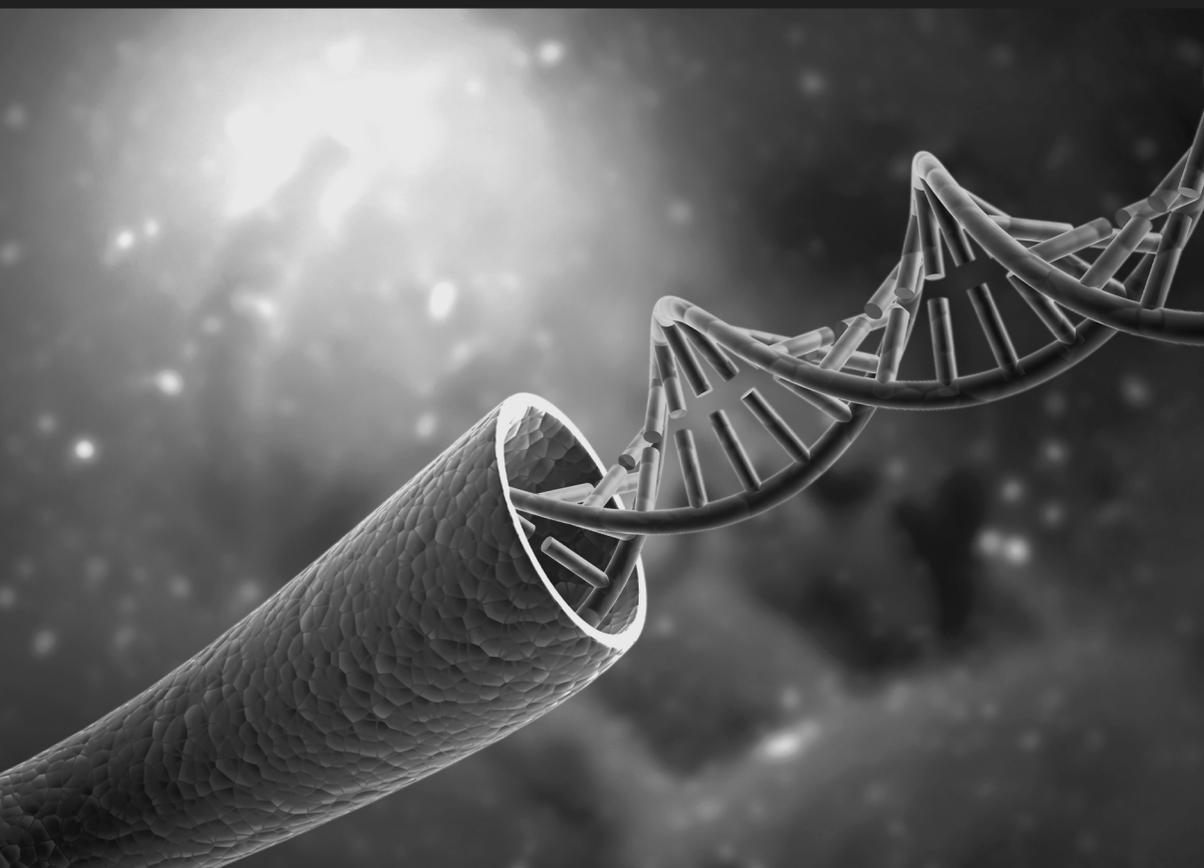




GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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. 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. 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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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. 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. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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 Alborno – 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

Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-566-2

DOI 10.22533/at.ed.662201811

1. Bioquímica. 2. Conhecimento. 3. Tecnologia. 4. Aplicação. 5. Processos Químicos e Bioquímicos. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 572

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.

APRESENTAÇÃO

O livro “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos” apresenta artigos na área de pesquisa na área de Tecnologia, Ensino e desenvolvimento de processos Químicos e Bioquímicos. A obra contém 10 capítulos, que abordam temas sobre aproveitamento de resíduos agroindustriais, ensino de bioquímica, fermentação, produção de enzimas, projetos e dimensionamento de equipamentos para processos bioquímicos industriais, adsorção de corantes, preparo de membranas poliméricas, estudo de efeitos tóxicos de xenobióticos, e síntese de materiais cerâmicos nanoestruturados.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas em tecnologia e processos químicos e bioquímicos de forma prática e contextualizada.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de tecnologia química, processos e ensino desses temas.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR *STREPTOMYCES CAPOAMUS*

Tháís Santiago do Amaral
Lucas de Souza Falcão
Victória Carolina Siqueira Mena Barreto
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque
Rafael Lopes e Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6622018111

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE POLIGALACTURONASE POR *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* UTILIZANDO CASCA DE CUPUAÇU COMO SUBSTRATO

Lucas de Souza Falcão
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.6622018112

CAPÍTULO 3..... 21

ATIVIDADE DE EXTENSÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOQUÍMICA II

Marcia Mourão Ramos Azevedo
Alexander Silva Aguiar
Walter Lucas Corrêa Santana
Idelvina Souza da Silva
Jessyca Kelly Ferreira de Sousa
Pedro Lucas das Neves de Oliveira
Manusia da Mota Rocha
Francinelza Socorro Nogueira dos Santos
Cecila Leal de Sousa
Jéssica Tayanne Ramos Azevedo
Candria Taina de Sena Duarte
Milena Dias Dorabiato
Maria Vicencia Penaforte Maia

DOI 10.22533/at.ed.6622018113

CAPÍTULO 4..... 32

ESTUDO DO EMPREGO DE PINHÃO PROVENIENTE DA *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) PARA PRODUÇÃO DE VODCA

Victor Erpen Broering
Darlan Nardi
Sabrina de Bona Sartor

DOI 10.22533/at.ed.6622018114

CAPÍTULO 5..... 40

PROJETO DE INDÚSTRIA CERVEJEIRA: DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO

AO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Carolina Smaniotto Fronza

Dinalva Schein

Gabriela Aline Kroetz Bremm

Enrique Chaves Peres

Andréia Monique Lermen

Naiara Jacinta Clerici

Júlia Cristina Diel

DOI 10.22533/at.ed.6622018115

CAPÍTULO 6..... 52

BIORREATORES DE LEITO EMPACOTADO PARA FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UM PANORAMA ATUAL DO ESTADO DA ARTE

Natalia Alvarez Rodrigues

Danielle Otani Marques de Sá

Fernanda Perpétua Casciatori

DOI 10.22533/at.ed.6622018116

CAPÍTULO 7..... 65

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA ORGANOFÍLICA COMERCIAL

Ramiro Picoli Nippes

Tháisa Frossard Coslop

Fernando Henrique da Silva

Gabriela Nascimento da Silva

Paula Derksen Macruz

Patricia Lacchi da Silva

Mara Heloísa Neves Olsen Scaliante

DOI 10.22533/at.ed.6622018117

CAPÍTULO 8..... 78

PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE POLIAMIDA 11 PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DE REÚSO

Rayanne Penha Wandenkolken Lima

Eloi Alves da Silva Filho

Camila Alves Schimidel

DOI 10.22533/at.ed.6622018118

CAPÍTULO 9..... 89

EFEITOS TÓXICOS DE XENOBIÓTICOS ORIUNDOS DE COSMÉTICOS

Sara Gabrielle Moreira Barroso

Manuela Ferreira de Pinho

Ríndhala Jadão Rocha Falcão

Daniel Rocha Pereira

Ronildson Lima Luz

Monique Santos do Carmo

DOI 10.22533/at.ed.6622018119

CAPÍTULO 10.....	100
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PSEDOBOEMITA (PB) ESTRUTURADA COM NANOCARGA CONTENDO ÓXIDO DE GRAFENO (GO)	
Fábio Jesus Moreira de Almeida	
Antonio Hortencio Munhoz Jr	
Bruno Luís Soares de Lima	
Igor José Dester Ladeira	
Karina Laura Fernandes Cardoso	
Leila Figueiredo de Miranda	
Nei Carlos Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.66220181110	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	132
ÍNDICE REMISSIVO.....	133

PROJETO DE INDÚSTRIA CERVEJEIRA: DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO AO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 31/07/2020

Carolina Smaniotto Fronza

Universidade Federal de Santa Maria,
Engenharia Química
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/9662495827820486>

Dinalva Schein

Universidade Federal de Santa Maria,
Engenharia Química
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/8537370885641182>

Gabriela Aline Kroetz Bremm

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões, Engenharia Química
Santo Ângelo, RS
<http://lattes.cnpq.br/4548141143478226>

Enrique Chaves Peres

Universidade Regional Integrada do Alto
Uruguai e das Missões, Engenharia Química
Santo Ângelo, RS
<http://lattes.cnpq.br/5542026261203802>

Andréia Monique Lermen

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Engenharia Ambiental e Sanitária
Cerro Largo, RS
<http://lattes.cnpq.br/7252021598762941>

Naiara Jacinta Clerici

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Engenharia Ambiental e Sanitária
Cerro Largo, RS
<http://lattes.cnpq.br/3630704975736129>

Júlia Cristina Diel

Universidade Federal de Santa Maria,
Engenharia Química
Santa Maria, RS
<http://lattes.cnpq.br/1589964271174213>

RESUMO: A cerveja é uma bebida alcoólica produzida a partir de malte, água, lúpulo e levedura, sendo a bebida alcoólica mais consumida em escala mundial. As cervejas artesanais tem ganhado notoriedade, pois possuem aromas e sabores distintos, tendo alta qualidade e alto valor agregado. Uma das etapas mais importantes para a produção de uma cerveja artesanal é a escolha do estilo a ser produzido, as matérias-primas que serão utilizadas e os equipamentos envolvidos na produção. No cenário atual, as cervejas artesanais estão se tornando populares entre os consumidores brasileiros e o mercado das cervejarias artesanais é promissor. Portanto, a referida pesquisa objetivou projetar uma indústria cervejeira, levando em conta o potencial econômico, bem como os equipamentos a serem utilizados e seus dimensionamentos, avaliando o projeto como um todo, desde o capital de investimento até o retorno sobre investimento. Para isso, realizaram-se cálculos de balanço de massa, balanço de energia e de dimensionamento para os equipamentos, e a partir desses, calculou-se o capital de investimento e o retorno sobre investimento (ROI). A Weissbier, cerveja a ser produzida, é uma cerveja com 50% de trigo maltado, produzida por alta fermentação liberando no mosto aromas de banana, cereais e baunilha, sendo um produto leve e suave,

portanto de fácil aceitação ao paladar do consumidor. Para suprir uma demanda de produção estipulada de 10.000 litros mensais da cerveja, determinou-se que são necessários tanques de cozimento e fermentação com volume de 3,144 m³ e de 4,134 m³, respectivamente. Além disso, para a instalação e operação da cervejaria estimou-se um capital de investimento de 57,40 milhões de dólares. Por fim, conforme cálculo de ROI, considera-se o projeto viável tendo em vista que o retorno sobre o investimento foi positivo.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto de indústria, dimensionamento de equipamentos, cervejaria.

BREWERY INDUSTRIAL PROJECT: FROM EVALUATION OF THE ECONOMICAL POTENTIAL TO THE SIZING OF EQUIPMENT

ABSTRACT: Beer is an alcoholic beverage produced from malt, water, hops and yeast, being the most consumed alcoholic beverage worldwide. Craft beers have gained notoriety, as they have different aromas and flavors, having high quality and high added value. One of the most important steps for the production of a craft beer is the choice of the style to be produced, the raw materials that will be used and the equipment involved in the production. In the current scenario, craft beers are becoming popular with Brazilian consumers and the craft beer market is promising. Therefore, the aforementioned research aimed to design a brewing industry, taking into account the economic potential, as well as the equipment to be used and their dimensions, evaluating the project as a whole, from investment capital to return on investment. For this, mass balance, energy balance and dimensioning calculations were performed for the equipment, and from this, the investment capital and return on investment (ROI) were calculated. Weissbier, the beer to be produced, is a beer with 50% malted wheat, produced by high fermentation, with aromas of banana, cereals and vanilla in the must, being a light and smooth product, therefore easy to be accepted by consumer's taste. To supply a stipulated production demand of 10,000 liters per month of beer, it was determined that cooking and fermentation tanks are required to have a volume of 3.144 m³ and 4.134 m³, respectively. In addition, an investment capital of \$ 57.40 million was estimated for the installation and operation of the brewery. Finally, according to the ROI calculation, the project is considered viable considering the return on investment was positive.

KEYWORDS: Industry project, equipment sizing, brewery.

1 | INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida alcoólica produzida a partir de malte, água, lúpulo e leveduras, sendo a bebida alcoólica mais consumida mundialmente (PINTO et al., 2015). Não há consenso sobre o surgimento do processo de fermentação que originou a cerveja, porém seu consumo está em constante crescimento, tornando-a altamente rentável sobre a ótica de mercado (SANTOS e DINHAM, 2006).

Quanto à produção de cervejas, uma das etapas mais importantes é a escolha do estilo de cerveja a ser produzido, das matérias-primas e quantidades a serem utilizadas. O malte deve fornecer os açúcares às leveduras. Também é responsável por acrescentar características ao sabor, cor, espuma e aroma da cerveja conforme o tipo de grãos e

torrefação do malte (BETTENHAUSEN et al., 2018). O lúpulo é utilizado para dar aromas e sabores diferenciados às cervejas, uma vez que contém resinas e óleos essenciais responsáveis pelo palato e características sensoriais da cerveja. As leveduras são responsáveis por converter os açúcares fermentescíveis em etanol, gás carbônico (CO₂) e subprodutos por reações bioquímicas (PAIVA, 2011).

A produção da cerveja é realizada pelas etapas de moagem do malte, mosturação, filtração, adição do lúpulo, brassagem, resfriamento, fermentação, maturação, filtração, envase e pasteurização (ANDRADE et al., 2013).

Primeiramente, é realizada a moagem do malte com o intuito de expor o endosperma amiláceo e potencializar a ação das enzimas, tendo em vista que com o aumento da área superficial, melhora-se a velocidade de reação, o rendimento e qualidade final do produto. Após, ocorre a mosturação na qual introduz-se água ao malte e calor para produção do mosto açucarado, substrato para as leveduras. Na sequência, realiza-se a filtração para remoção do bagaço de malte presente no mosto (MOURA e MATHIAS, 2018).

Após a filtragem, o mosto segue para aquecimento em reator ou brassagem, onde adiciona-se o lúpulo. Nessa etapa as enzimas são inativadas por coagulação e os extratos fermentescíveis são concentrados. Com o fim da brassagem, realiza-se uma decantação, na qual remove-se o bagaço de lúpulo, polifenóis, minerais e as enzimas coaguladas, conhecidos como *trub*. Essa etapa é essencial, pois elimina o amargor e a coloração escura não-característicos, indesejáveis a cerveja (STEINER et al., 2011).

Em seguida, é realizada a inoculação das leveduras, sendo necessário o resfriamento prévio do mosto, usualmente feito por trocadores de calor. Durante a fermentação, as leveduras transformam os carboidratos fermentescíveis em etanol e dióxido de carbono (CO₂) além de alguns ésteres, ácidos e álcoois superiores. Com o fim da fermentação, segue-se para a maturação, onde remove-se leveduras através da decantação e os carboidratos residuais são consumidos por leveduras remanescentes (PAIVA, 2011). Por fim, realiza-se a correção das concentrações de CO₂ na cerveja e então a mesma é encaminhada a tanques e, posteriormente, à envasadores, pasteurizador, rotulador e paletizadora (ROSA e AFONSO, 2015).

Recentemente, dentre múltiplas opções no mercado cervejeiro, as cervejas artesanais vem destacando-se. Conforme Morado (2009), essas cervejas especiais são produzidas em microcervejarias e são definidas como cervejas que têm aromas e sabores distintos, tendo alta qualidade e, conseqüentemente, alto valor agregado, sendo ideais para consumidores adeptos a produtos diferenciados e exclusivos. Ramos e Pandolfi (2019) alegam que o ambiente é favorável para produtos diferenciados e ressaltam que o consumo de cervejas artesanais está em alta devido à popularização do produto frente ao consumidor brasileiro, cada vez mais exigente.

O consumo nacional, por exemplo, indica que o Brasil é o terceiro maior consumidor de cerveja do mundo, tendo-se uma perspectiva de aumento no consumo e nos preços,

esperando-se que a receita cresça 7,3% até 2021 e que os preços subam 6,2% no período (ABRALATAS, 2018). No cenário atual, as cervejas artesanais têm ganhado força e, de acordo com o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja, o setor cervejeiro fabricou 13,3 bilhões de litros, gerando assim, cerca de 2,7 milhões de empregos e contribuindo com R\$ 25 bilhões em impostos arrecadados (SINDICERV, 2019).

Portanto, diante do cenário de crescimento no consumo de cerveja pelo mercado brasileiro, a presente pesquisa objetivou projetar uma indústria para fabricação de cerveja especial, realizando a avaliação do potencial econômico, os balanços de massa e energia, além do dimensionamento de equipamentos, com o intuito de avaliar a viabilidade de implantação de uma indústria cervejeira pela análise do capital investido e do retorno sobre investimento.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Definição do estilo cervejeiro e potencial econômico

Fez-se um estudo do potencial econômico de diferentes estilos de cervejas artesanais, avaliando-se preços de matéria-prima, dificuldades no processo produtivo e preço do produto final do mercado. Decidiu-se qual seria o estilo de cerveja que a indústria projetada iria produzir, conforme o potencial econômico. Além disso, definiu-se os ingredientes à serem utilizados e as rotas de produção. Para instalação do projeto industrial optou-se pela região das Missões, no Rio Grande do Sul, na cidade de Santo Ângelo, uma vez que na região ainda não existiam cervejarias registradas e a concorrência de cervejarias artesanais era menor.

2.2 Balanço de massa

Calculou-se os balanços de massa para cada um dos equipamentos utilizados na produção, considerando-se estado estacionário. Para isso, estipulou-se uma produção mensal de 10000 litros de cerveja, divididos em 4 bateladas de 2500 litros de cerveja. Com a produção final estipulada, iniciou-se pelo cálculo dos equipamentos no fim da linha de produção até chegar-se aos primeiros, considerando sempre os valores de entrada, saída, geração, consumo e taxa de acúmulo (Equação 1).

$$\frac{dm_{acúmulo}}{dt} = m_{entrada} - m_{saída} + m_{geração} - m_{consumo} \quad (1)$$

sendo $m_{acúmulo}$ a massa acumulada no processo, $m_{entrada}$ é massa de entrada no processo, $m_{saída}$ refere-se a massa de saída no processo, $m_{geração}$ é a massa gerada durante o processo e $m_{consumo}$ é a massa consumida durante o processo. Ressalta-se que, para a resolução da Equação 1, todos os parâmetros são calculados em kg.

Para esses cálculos buscou-se dados na literatura, como massa específica dos líquidos, dados de conversão, eficiência, perda de massa nos equipamentos e composições das correntes de entrada e saída (PERRY,1997).

2.3 Balanço de energia

Para os cálculos de balanço de energia considerou-se estado estacionário e apenas os equipamentos que sofrem troca térmica. Então, utilizando-se das Equações 2 e 3, calculou-se, respectivamente, a entalpia das correntes e o balanço de energia, para o tanque de cozimento, a caldeira e o trocador de calor, pois são equipamentos em que há diferença entre a temperatura inicial e final.

$$H = m \Delta H_{\text{formação}} + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT \quad (2)$$

$$\Delta H = H_{\text{saída}} - H_{\text{entrada}} \quad (3)$$

onde H (kJ) é a entalpia, m (kg) é a massa de produto, $\Delta H_{\text{formação}}$ (kJ kg⁻¹) é a entalpia de formação, T₁ (K) refere-se a temperatura de entrada, T₂ (K) é a temperatura de saída, C_p (kJ kg⁻¹ K⁻¹) é o calor específico, ΔH (kJ) a variação de entalpia, H_{saída} (kJ) é a entalpia que sai do sistema, enquanto H_{entrada} (kJ) é a entalpia que entra no sistema.

Assim como no balanço de massa, também se buscou dados na literatura, como a capacidade calorífica dos componentes das correntes e a entalpia de formação (PERRY, 2019).

2.4 Dimensionamento de equipamentos

Com os dados de balanço de massa e balanço energético calculados, realizou-se o dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados na planta industrial. Para isso, utilizou-se equações apropriadas para cada um dos equipamentos utilizados na linha de produção.

Para o dimensionamento do tanque de cozimento determinou-se o volume total do tanque (Equação 4).

$$V_{\text{total}} = V_m + V_a \quad (4)$$

sendo V o volume do equipamento; V_m e V_a o volume de malte e de água, respectivamente, sendo todos parâmetros calculados em m³.

Para o dimensionamento da caldeira e do trocador de calor, realizou-se os cálculos em relação à área (Equação 5).

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{log} \quad (5)$$

sendo Q (W) o calor; U ($W \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) o coeficiente global de transferência de calor; A (m^2) a área do equipamento; ΔT_{log} (K) a temperatura média logarítmica.

Como o tanque de fermentação é um reator, executou-se os cálculos baseando-se na reação de conversão da maltose em etanol. Desse modo, dimensionou-se o tanque de fermentação respaldando-se na determinação do volume de um reator em batelada (Equação 6).

$$V = \frac{N_{m_0}}{\theta} \int_0^{X_{id}} \frac{dx}{k \cdot C_{m_0} \cdot (1 - X_i)} \quad (6)$$

sendo V (m^3) o volume do equipamento; N_{m_0} (mol) quantidade molar de maltose inicial; θ (adimensional) tempo de residência; X_{id} (%) grau de conversão de maltose em etanol desejado ao fim do processo; k (dependente) constante da velocidade de reação; C_{m_0} (mol/m^3) concentração molar inicial de maltose; X_i (%) grau de conversão em determinado momento da reação.

O tanque de maturação foi dimensionado como um tanque cilíndrico. Através do volume do tanque para comportar o volume de cerveja produzido (Equação 7), dimensionou-se o raio do tanque e sua altura, que é igual a 3 vezes a medida do raio (Equação 8).

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (7)$$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (8)$$

sendo V (m^3) o volume do tanque de maturação; m (kg) massa de cerveja produzida, ρ (kg/m^3) massa específica da cerveja; r (m) raio do tanque de maturação; h (m) altura do tanque de maturação.

2.5 Cost e evaluation

Para a determinação dos custos de implantação da planta industrial e a avaliação dos períodos de *payback* e retorno sobre investimento (ROI), utilizou-se a planilha Plant Design and Economics for Chemical Engineers de Peters e Timmerhaus (1991), na qual pode-se calcular os valores considerando os custos burocráticos, gastos com engenharia e com utilitários, como água e energia elétrica, além de levar em consideração a depreciação de equipamentos e da planta industrial.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Definição do estilo cervejeiro e potencial econômico

Realizou-se um estudo do potencial econômico para quatro estilos cervejeiros, Apa, Weissbier, Stout e Bock, estipulando preço de venda de R\$ 30/L. Esta análise teve como objetivo investigar quais matérias-primas e quantidades das mesmas seriam necessárias para produzir 20 L (base de cálculo) de cerveja, além de analisar as despesas totais, receita bruta e líquida.

A partir da análise do potencial econômico (Tabela 1), optou-se pela produção da cerveja Weissbier. Trata-se de uma cerveja de trigo produzida com pelo menos 50% de malte de trigo, podendo ser associada a outros tipos de maltes, neste caso, o malte Pilsener e o malte Carahell. A Weissbier é uma cerveja com teor alcoólico entre 4,3% e 5%, e apresenta características organolépticas mais suaves, como aroma de banana e baunilha e sabor pouco lupulado, que facilitam a aceitação do mercado consumidor, acostumado a cervejas mais suaves e com menores teores alcoólicos (BJCP, 2015).

Matéria-prima	Quantidade (kg)	Preço/kg	Preço/20 L
Malte Pilsner	2	4,38	8,76
Malte de Trigo	2	3,77	7,54
Malte Carahell	0,5	5,47	2,74
Lúpulo Perle	0,03	62,62	1,88
Fermento Weiss	0,0125	906,40	11,33
Água	32	0,007	0,22
	Despesas Totais		32,47
	Receita Bruta		600,00
	Receita Líquida		567,53

Tabela 1. Potencial econômico para a cerveja do tipo Weissbier.

A rota de produção e equipamentos utilizados na produção foi definida conforme Figura 1.



Figura 1. Diagrama de funções da produção de cerveja.

Como a Weissbier é uma cerveja de alta fermentação, tipo ale, resfria-se o mosto até uma temperatura de cerca de 18 °C, para então serem inoculadas as leveduras no reator 2. A fermentação sucede-se durante 3 dias, sendo que nesta etapa ocorre a conversão dos açúcares em etanol, havendo também a liberação de CO₂. Após a fermentação, a mistura passa por um processo de maturação por 1 semana, onde acontece o refino do sabor da cerveja. Para finalizar a produção da cerveja, faz-se a remoção das leveduras por meio de um filtro, geralmente um filtro de placas, e adiciona-se gás carbônico à cerveja antes do envase (OLIVEIRA, 2011).

3.1 Balanço de massa

Para a realização do balanço de massa da produção de cerveja, iniciaram-se os cálculos pelos equipamentos encontrados no final da rota produtiva até chegar-se nos primeiros equipamentos utilizados, calculando-os no sentido contrário ao processo de produção da cerveja.

Inicialmente, estipulou-se a quantidade de cerveja a ser produzida em um período de 30 dias, fixando-se um valor de 10000 L mensais, divididos em 4 bateladas de 2500 L cada. Para os valores de balanço de massa de cada equipamento, observou-se os seguintes resultados, dispostos no Quadro 1.

	Entrada	Saída
Tanque de Cozimento	2790,5 kg de água 504,0 kg de malte	2664,5 kg de mosto 630,0 kg de bagaço
Caldeira	2664,5 kg de mosto 3,9 kg de lúpulo	2656,5 kg de mosto 7,97 kg de perda
Trocador de Calor	2656,5 kg de mosto	2656,5 kg de mosto
Tanque de Fermentação	2656,5 kg de mosto 2,95 kg de levedura	2573,0 kg de cerveja 14,7 kg de levedura 77,0 kg de perda
Tanque de Maturação	2573,0 kg de cerveja	2573,0 kg de cerveja
Filtro Prensa	2573,0 kg de cerveja	2500,0 kg de cerveja 35 kg de perda

Quadro 1. Balanços de Massa do processo.

3.2 Balanço de energia

Para a realização do balanço de energia do processo cervejeiro, optou-se por dividir os cálculos de energia em reator, caldeira e trocador de calor, equipamentos nos quais há variação de temperatura.

No cálculo para o reator 1, ou tanque de cozimento, considerou-se entrada de água e malte, saindo bagaço com 80% de umidade e mosto sem lúpulo. Utilizando-se a Equação 1, calculou-se a H_{entrada} para a água e malte, componentes que entram no reator. Como estes compostos entram a temperatura ambiente, e não há diferença de temperatura na entrada, desconsidera-se a integral em função da temperatura. Os valores encontrados para $H_{\text{água}}$ e para H_{malte} foram, respectivamente, -44311000 kJ e 306240 kJ. Já, para os cálculos da entalpia de saída do reator ($H_{\text{saída}}$), considerou-se os valores de entalpia de formação, capacidade calorífica e temperaturas (inicial e final do processo) da maltose, que é o componente principal do mosto. O intervalo de temperatura está entre 298 K e 345 K. Sendo assim, o resultado encontrado para $H_{\text{saída}}$ do reator foi igual a -18856000 kJ. Por último, calculou-se o ΔH do reator 1, como é trazido na Equação 3. Assim, obteve-se o valor final para o reator de 25149000 kJ (Quadro 2).

A caldeira foi o segundo equipamento para a qual realizou-se o balanço energético. Para este, considerou-se que na entrada tem-se o mosto e lúpulo e na saída, compostos voláteis, mosto e lúpulo. Para o cálculo da H_{entrada} , foi utilizada a massa do mosto de entrada, a capacidade calorífica e entalpia de formação da levedura, e intervalos de temperatura de 298 K a 345 K. Com isto, o resultado para entalpia na entrada foi de -15250000 kJ. Para o cálculo da saída da caldeira, $H_{\text{saída}}$, onde a diferença de temperatura utilizada foi entre 298 K e 353 K, a entalpia permaneceu a mesma, tendo-se variação na massa de saída e capacidade calorífica devido à perda de compostos voláteis. O resultante do cálculo foi de -15202000 kJ. Diminuindo-se o valor de saída pelo da entrada da caldeira, obteve-se ΔH no valor de 47724 kJ (Quadro 2).

Para o balanço energético do trocador de calor, utilizou-se para a entalpia de entrada o valor de entalpia de saída da caldeira, de -15202000 kJ, que é o equipamento que antecede o trocador de calor. Já para a saída do trocador, calculou-se a entalpia do mosto obedecendo ao intervalo de temperatura entre 288 K e 298 K, obtendo-se o valor de -15203000 kJ. A entalpia final foi calculada pela Equação 3. Substituindo o valor de entrada e saída, obteve-se ΔH de -100 kJ (Quadro 2).

Tanque de Cozimento	Entrada (308 K)	$H_{\text{água}} = -4,4311 \times 10^7$ kJ $H_{\text{malte}} = 3,0624 \times 10^5$ kJ	$\Delta H = 2,5149 \times 10^7$ kJ
	Saída (345 K)	$H_{\text{mosto}} = -1,8856 \times 10^7$ kJ	
Caldeira	Entrada (345 K)	$H_{\text{mosto}} = -1,5250 \times 10^7$ kJ	$\Delta H = 4,7724 \times 10^4$ kJ
	Saída (353 K)	$H_{\text{mosto}} = -1,5202 \times 10^7$ kJ	
Trocador de Calor	Entrada (353 K)	$H_{\text{mosto}} = -1,5202 \times 10^7$ kJ	$\Delta H = -100$ kJ
	Saída (288 K)	$H_{\text{mosto}} = -1,5203 \times 10^7$ kJ	

Quadro 2. Balanços de energia para equipamentos com troca térmica

3.3 Dimensionamento de equipamentos

Por fim, com os valores dos balanços de massa e de energia dimensionou-se os equipamentos a serem utilizados na indústria cervejeira. Com as equações apresentadas no item 2.4, determinou-se as dimensões do tanque de cozimento, da caldeira, do trocador de calor, do tanque de fermentação e do tanque de maturação, conforme Quadro 3.

Equipamento	Dimensões
Tanque de Cozimento	$V = 3,144$ m ³
Caldeira	$A = 1,992$ m ²
Trocador de Calor	$A = 0,0151$ m ²
Tanque de Fermentação	$V = 4,134$ m ³
Tanque de Maturação	$A = 1,938$ m ²

Quadro 3. Dimensionamento dos equipamentos

3.4 Cost e evaluation

De acordo com metodologia de Peters e Timmerhaus (1991), avaliou-se um capital de investimento de 57,40 milhões de dólares para a instalação e operação da planta industrial. Esses custos estimados levam em consideração gastos envolvendo a compra de equipamentos, à instrumentação e controle dos mesmos, despesas legais, e até mesmo

gastos com utilidades, como água e energia elétrica para um período de 10 anos de operação.

Em relação ao retorno sobre investimento e o período de *payback* da indústria, chegou-se a uma taxa média de 13,5% por ano de retorno de investimento e com um período de *payback* de 3,9 anos..

4 | CONCLUSÃO

Por meio da pesquisa foi possível realizar uma análise do mercado cervejeiro no contexto nacional observando-se que o cenário cervejeiro artesanal é propício, uma vez que o interesse por produtos diferenciados é crescente. A partir deste cenário visualizado, fez-se um levantamento do potencial de instalação de uma cervejaria levando em consideração qual produto teria maior aceitação pelos consumidores e, portanto, que geraria mais lucros. Com isto, optou-se pela instalação de uma cervejaria para produção de cerveja do tipo Weissbier, tendo em vista que o produto tem propriedades de palato mais suave. Estipulou-se uma produção mensal de 10.000 litros da cerveja de trigo. Além disso, através de cálculos de balanço de massa pode-se encontrar a quantidade de matéria-prima necessária para a produção, bem como cálculos de balanço de energia e de dimensionamento de equipamentos, encontrando o tamanho necessário para cada um dos equipamentos a serem comprados conforme a demanda de produção, como o tanque de cozimento com volume de 3,144 m³ e o tanque de fermentação com volume de 4,134 m³.

Ainda, avaliou-se o capital de investimento para a instalação e operação da planta por um período de 10 anos, e encontrou-se um valor de investimento de 57,40 milhões de dólares para a realização do projeto. Apesar do valor elevado, o ROI foi de 13,5 % ao ano e o período de *payback* foi de 3,9 anos, viabilizando a realização do projeto da indústria cervejeira.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE LATAS DE ALUMÍNIO (ABRALATAS). **Consumo sofisticado**. 2018. Disponível em: <http://www.abralatas.org.br/consumo-sofisticado>. Acesso em: 26 de julho de 2020.

ANDRADE, M. B.; PERIM, G. A.; SANTOS, T. R. T.; MARQUES, R. G. Influência do pH na Cerveja Artesanal. **BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2013.

BETTENHAUSEN, H. M.; BARR, L.; BROECKLING, C. D.; CHAPARRO, J. M.; HOLBROOK, C.; SEDIN, D.; HEUBERGER, A. L. Influence of malt source on beer chemistry, flavor, and flavor stability. **Food Research International**, v. 113, p. 487-504, 2018.

BJCP. **Beer Style Guidelines**. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2pCHSgg>. Acesso em: 08 de outubro de 2018.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Larousse, 2009. 360 p.

MOURA, F. P.; MATHIAS, T. R. S. A Comparative Study of Dry and Wet Milling of Barley Malt and Its Influence on Granulometry and Wort Composition. **Beverages**, v. 4, n. 3, p. 1-8, 2018.

OLIVEIRA, N. A. M. Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja. 2011. Monografia (Especialização em Microbiologia Ambiental e Industrial), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PAIVA, G. M. **Estudo do processamento e mercado de cervejas especiais no Brasil**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos), Centro Educacional da Fundação Salvador Arena - Faculdade de Tecnologia Termomecânica, São Bernardo do Campo, 2011.

PERRY, R. H. **Perry's chemical engineers' handbook**, New York: McGraw-Hill, 1997. 2400 p.

PETERS, M. S.; TIMMERHAUS, K. D. **Plant Design and Economics for Chemical Engineers**, New York: McGraw Hill, 1999. 925 p.

PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A.; SANTOS JUNIOR, E. C.; PONTES, D. F. Desenvolvimento de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC) e abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 67-71, 2015.

RAMOS, G. C. B.; PANDOLFI, M. A. C. A evolução do mercado de cervejas artesanais no brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, p. 480-488, 2019.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. **Química nova na escola**, v. 37, n. 2, p. 98-105, 2015.

SANTOS, J. I. C.; DINHAM, R. P. **O essencial em cervejas e destilados**. São Paulo: Senac, 2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA (SINDICERV). **O setor em números**. 2019 . Disponível em: <https://www.sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros>. Acesso em: 25 de julho de 2020.

STEINER, E.; GASTL, M.; BECKER, T. Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 191-204, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actinobactéria 1, 3, 4, 5, 6

Adsorção 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 101, 123

Amido 32, 34, 35, 36

Araucaria Angustifolia 32, 34, 38

Argila Organofílica 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Azul de Metileno 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

B

Bagaço de Malte 1, 3, 4, 5, 42

Bioprocesso 7, 9, 10, 11, 19, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 62

Biorreator de Leito Empacotado 55

C

Cascas de Cupuaçu 9, 11

Celulases 1, 3, 6, 7, 8, 63

Cerâmica 76

Cervejaria 41, 50

Conhecimento 2, 22, 23, 26, 28, 29, 81

Corante 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

Cosméticos 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96

Cristalização 78, 84, 85, 100, 105

D

Dimensionamento de Equipamentos 40, 41, 43, 44, 49, 50

E

Ensino e Aprendizagem 21, 22, 23

Experiência 22, 26, 28, 29, 30, 31

F

Fermentação 7, 35, 48, 49, 64

Fermentação em Estado Sólido 2, 7, 52, 53, 63, 64

M

Membranas Poliméricas 78, 80

Metodologias 22, 23, 27, 80, 81

Morfologia 78, 81, 82, 83, 84

N

Nanomateriais 101

O

Óxido de Grafeno 100, 101, 102, 103, 104, 106, 113, 114, 115, 130

P

Parâmetros Termodinâmicos 65, 74, 75, 82, 83

Pectinases 9, 11, 12, 63, 64

Pinhão 32, 34, 35, 36, 37, 38

Processo sol-gel 100

Projeto de Indústria 40, 41

Pseudoemita 100, 101, 102, 104, 109, 112, 125, 127, 129

R

Resíduo Agrícola 52

Resíduo de Abacaxi 1, 6

Resíduos Agroindustriais 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 52, 62, 64

Retorno sobre investimento 40, 43, 45, 50

Revisão de Literatura 22, 24, 91

Riscos 89, 92, 94, 96

V

Vodca 32, 34, 36, 37

X

Xenobióticos 89, 90, 91, 93, 96, 99

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

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

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS