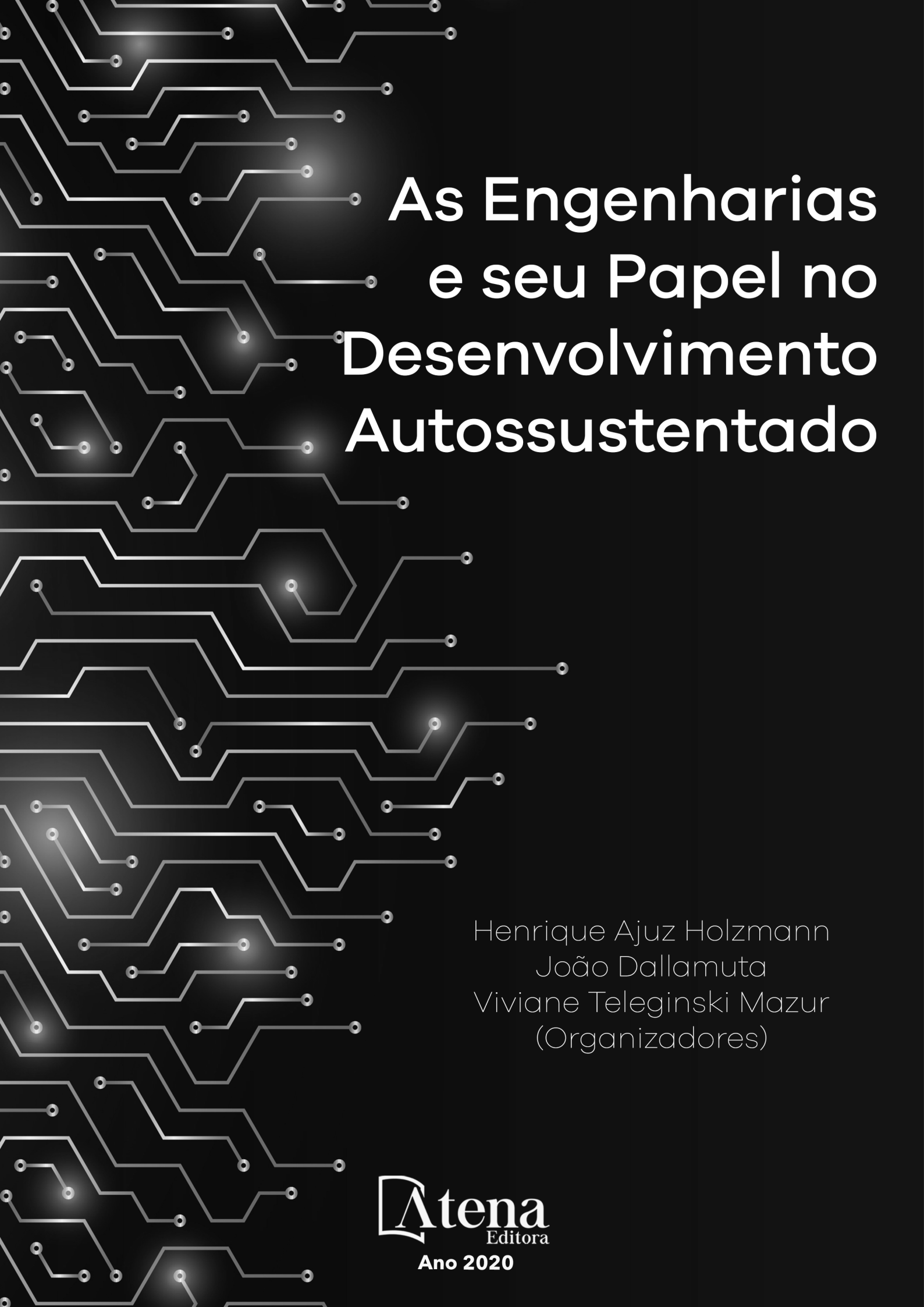


As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

**Atena**
Editora
Ano 2020



As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Viviane Teleginski Mazur
(Organizadores)

**Atena**
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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 – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias e seu papel no desenvolvimento autossustentado [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Viviane Teleginski Mazur. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-146-6 DOI 10.22533/at.ed.466203001</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Mazur, Viviane Teleginski.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias e seu Papel no Desenvolvimento Autossustentado Vol. 1 e 2 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 24 capítulos, com assuntos voltados a engenharia elétrica, materiais e mecânica e sua interação com o meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 27 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, da construção civil com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção de baixo com baixo impacto ambiental.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões sobre temas atuais nas engenharias, de maneira aplicada as novas tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Viviane Teleginski Mazur

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DE INFRAESTRUTURA E DEMANDA ENERGÉTICA PARA INSERÇÃO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO BRASIL	
Mailson Gonçalves Morais Gian Lucas Martins Vagner Silva Guilherme DOI 10.22533/at.ed.4662030011	
CAPÍTULO 2	14
ELETRODEPOSIÇÃO DE SEMICONDUTORES PARA APLICAÇÃO EM ENERGIA RENOVÁVEL	
Victor Rocha Grecco DOI 10.22533/at.ed.4662030012	
CAPÍTULO 3	28
INVESTIGAÇÃO DAS GRANDEZAS QUE IMPACTAM NA VIDA ÚTIL DE UM TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA	
Giancarlo de França Aguiar Bárbara de Cássia Xavier Cassins Aguiar DOI 10.22533/at.ed.4662030013	
CAPÍTULO 4	40
NOVA ABORDAGEM METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE DATACENTERS - O ÍNDICE EUED (ENERGY USAGE EFFECTIVENESS DESIGN)	
Alexandre Fernandes Santos Pedro Dinis Gaspar Heraldo José Lopes de Souza DOI 10.22533/at.ed.4662030014	
CAPÍTULO 5	58
MÓDULO DE SENSORIAMENTO INERCIAL APLICADO À CAPTURA DE MOVIMENTO DA MARCHA NA PARALISIA CEREBRAL	
Lucas Novaki Ribeiro Rafael Traldi Moura DOI 10.22533/at.ed.4662030015	
CAPÍTULO 6	67
CALCULANDO SENSORES LAMBDA, TPS E MAP COM EXATIDÃO MÁXIMA	
Robson Eduardo dos Anjos Schneider Aline Brum Loreto Eduardo Rorato Guarienti Matheus Brondani de Vargas DOI 10.22533/at.ed.4662030016	
CAPÍTULO 7	78
CÁLCULO VIA DISCRETIZAÇÃO DE PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS DE FIGURAS PLANAS	
Arthur Coutinho de Araújo Pereira Pedro Henrique Tomaz Fernandes Carlos Antônio Taurino de Lucena Ângelo Vieira Mendonça DOI 10.22533/at.ed.4662030017	

CAPÍTULO 8	95
UTILIZANDO A TRANSFORMADA RÁPIDA DE FOURIER NA IDENTIFICAÇÃO DO FENÔMENO NÃO LINEAR EM SISTEMAS DINÂMICOS	
Marcelo Henrique Belonsi Maria Francisca da Cunha Manoel Moraes Junqueira DOI 10.22533/at.ed.4662030018	
CAPÍTULO 9	103
DIMENSIONAMENTO DE PISTÃO MAGNETO REOLÓGICO UTILIZANDO ANÁLISE NUMÉRICA	
Lays Cristina Gama Lopes Luiz Fernando Cótica Ivair Aparecido dos Santos DOI 10.22533/at.ed.4662030019	
CAPÍTULO 10	119
SINTONIA DE UM CONTROLADOR PID PARA UM SISTEMA MASSA-MOLA-AMORTECEDOR DE UM GRAU DE LIBERDADE	
Isabela Kimie Ota Daniel Almeida Colombo DOI 10.22533/at.ed.46620300110	
CAPÍTULO 11	124
AVALIAÇÃO DO USO DE MÓDULOS TERMOELÉTRICOS COMO DISPOSITIVO DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Marco Antonio Rodrigues de Brito Marcus Costa de Araújo DOI 10.22533/at.ed.46620300111	
CAPÍTULO 12	141
VARIAÇÃO DA ALCALINIDADE DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL	
Elba Gomes dos Santos Leal Rui Carlos de Sousa Mota Ricardo Guilherme Kuentzer Bento Pereira da Costa Neto Danilo Matos Moura DOI 10.22533/at.ed.46620300112	
CAPÍTULO 13	154
COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EMISSÕES DO SEGMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS	
Mauro Donizeti Berni Paulo Cesar Manduca DOI 10.22533/at.ed.46620300113	
CAPÍTULO 14	162
DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE IMPACTO POR QUEDA DE PESO EM BORDA DE COMPÓSITOS	
João Pedro Inácio Varela Joseph Bruno Rodrigues Almeida Wanderley Ferreira de Amorim Júnior DOI 10.22533/at.ed.46620300114	

CAPÍTULO 15 176

PRODUÇÃO DE FOTOCATALISADORES UTILIZANDO CINZAS RESIDUAIS

Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante

Aline Domingues Gomes

Lucas de Souza Borban

Jean César Marinozi Vicentini

DOI 10.22533/at.ed.46620300115

CAPÍTULO 16 191

EFEITO DA GRANULOMETRIA DA FIBRA DE COCO VERDE NA ADSORÇÃO DE COMPOSTOS PROVENIENTES DO PETRÓLEO

Isadora Barreto Coutinho

Inês Aparecida Santana

Antonia Miwa Iguti

DOI 10.22533/at.ed.46620300116

CAPÍTULO 17 203

APLICABILIDADE DE NANOCOMPÓSITOS A BASE DE NANOPARTÍCULAS DE CARBONO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Anne Caroline da Silva Rocha

Livia Rodrigues de Menezes

Emerson Oliveira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.46620300117

CAPÍTULO 18 212

DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO POR Nb_2O_5 SUPORTADO EM SiO_2

Thais Delazare

Rodrigo da Silva Neu

Emerson Schwingel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.46620300118

CAPÍTULO 19 221

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE $Ba_xSr_{1-x}Co_yFe_{1-y}O_{3+\Delta}$ PARA PREPARAÇÃO DE CAMADA FUNCIONAL DO ELETRODO CATÓDICO DAS CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO IT-SOFC

Mariana Lima

Everton Bonturim

Marco Andreoli

Nelson Batista de Lima

Emília Satoshi Miyamaru Seo

DOI 10.22533/at.ed.46620300119

CAPÍTULO 20 231

ESTUDO DA FIBRA DA URTIGA E DO ALGODÃO COLORIDO ORGÂNICO: DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA O VESTUÁRIO POR MEIO DO CRUZAMENTO DE FIBRAS

Giulia Mendonça Tenorio de Alburquerque

Ronaldo Salvador Vasques

Fabício de Souza Fortunato

Camila Pereira

DOI 10.22533/at.ed.46620300120

CAPÍTULO 21 239

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE ACESSÓRIOS VOLTADOS PARA O VESTUÁRIO UTILIZANDO COMO MATÉRIA-PRIMA O COURO DE KOMBUCHA

Caroline Schuch Klein
Ana Beatriz Pires da Silva
Ronaldo Salvador Vasques
Luciane do Prado Carneiro
Fabrício de Souza Fortunato

DOI 10.22533/at.ed.46620300121

CAPÍTULO 22 247

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL APLICADO AO PRÉ-TRATAMENTO DA BATATA DOCE COM ÁCIDO CÍTRICO E À SECAGEM PARA AVALIAÇÃO DA COR

Tamires Barlati Vieira da Silva
Ana Paula da Silva Sbrunhera
Priscila Dayane de Freitas Santos
Thaysa Fernandes Moya Moreira
Anielle de Oliveira
Fernanda Vitória Leimann
Bogdan Demczuk Junior

DOI 10.22533/at.ed.46620300122

CAPÍTULO 23 259

CARACTERIZAÇÃO DE MEL E HIDROMEL ATRAVÉS DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

Marcello Lima Bertuci
Lígia Boarin Alcalde
Sílvia Maria Martelli
Évelin Marinho de Oliveira
Angela Dulce Cavenaghi Altemio

DOI 10.22533/at.ed.46620300123

CAPÍTULO 24 265

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE EXTRATOS ALCOÓLICOS CONCENTRADOS E DE ÁLCOOL GEL A PARTIR DE DESCARTES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Pierre Correa Martins
Gabriel Alexandre Clemente Amaral
Pedro Passador Bittencourt de Sá
João Alves de Medeiros Neto
Heloísa Barbosa de Oliveira
Lara Patrício Ferreira
Daniel Felipe Lima Soares
Nilmara Beatriz Sousa de Oliveira
Raquel de Medeiros Barreto
Thayze Rodrigues Bezerra Pessoa
Joselma Araújo de Amorim
Vital de Souza Queiróz

DOI 10.22533/at.ed.46620300124

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279

ÍNDICE REMISSIVO 280

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PRODUTOS DE EXTRATOS ALCOÓLICOS CONCENTRADOS E DE ÁLCOOL GEL A PARTIR DE DESCARTES DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Data de aceite: 19/06/2020

Pierre Correa Martins

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Gabriel Alexandre Clemente Amaral

Amaral, Departamento de Engenharia de
Alimentos, Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa - PB

Pedro Passador Bittencourt de Sá

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

João Alves de Medeiros Neto

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Heloísa Barbosa de Oliveira

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Lara Patrício Ferreira

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Daniel Felipe Lima Soares

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Nilmara Beatriz Sousa de Oliveira

Departamento de Engenharia de Alimentos,

Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Raquel de Medeiros Barreto

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Thayze Rodrigues Bezerra Pessoa

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Joselma Araújo de Amorim

Departamento de Engenharia de Alimentos,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

Vital de Souza Queiróz

Departamento de Engenharia Química,
Universidade Federal da Paraíba, João
Pessoa - PB

RESUMO: o objetivo desse trabalho foi estudar a produção de extratos alcoólicos concentrados (75 a 80 °GL) e de álcool gel a partir dos descartes alcoólicos cedidos pelos órgãos da Receita Federal de Recife/PE e de João Pessoa/PB. Os descartes alcoólicos foram destilados em bateladas em coluna experimental piloto. Seu monitoramento foi realizado através de curvas experimentais operacionais (volume e graduação alcoólica dos destilados, temperatura e tempo de destilação) e das determinações de

gradação alcoólica, pH e densidade das soluções alcoólicas. O estudo da formulação de álcool gel foi efetuado através de um delineamento experimental estatístico com composto central e rotacional (DCCR) do tipo 2^3 , cuja base mássica foi o extrato a 76 °GL. As variáveis de estudo foram as proporções mássicas dos seus componentes (carbopol, trietanolamina e glicerina) e os parâmetros de avaliação foram os resultados de pH e viscosidade do produto. Os extratos produzidos apresentaram concentração alcoólica de $77,7 \pm 1,5$ °GL, pH de $5,5 \pm 0,1$ e densidade de $0,833 \pm 0,04$ g/cm³. O rendimento operacional da destilação foi de $60,2 \pm 0,8\%$ em volume de álcool anidro extraído. A faixa otimizada da proporção mássica encontrada para a formulação de álcool gel foi de 0,7 a 0,85% em peso de carbopol, 0,07 a 0,09% em peso de trietanolamina e 0,16 a 0,18% em peso de glicerina para um produto com pH de 5,5 e viscosidade de 20.000 cP. Os extratos alcoólicos concentrados e o álcool gel produzidos são adequados para assepsia de ambientes, bancadas de laboratório e outros.

PALAVRAS-CHAVE: destilação, resíduos alcoólicos, sanitizantes.

STUDY ON THE PRODUCTION OF CONCENTRATED ALCOHOLIC EXTRACTS AND ALCOHOL GEL FROM ALCOHOLIC BEVERAGE WASTE

ABSTRACT: the objective of this work was to study the production of concentrated alcoholic extracts (75 to 80 °GL) and alcohol gel from alcoholic discards provided by the agencies of the Receita Federal of Recife/PE and João Pessoa/PB. The alcoholic discards were distilled in batches in a pilot experimental column. Its monitoring was carried out through experimental operational curves (volume and alcoholic strength of distillates, temperature and distillation time) and determinations of alcoholic strength, pH and density of alcoholic solutions. The study of the alcohol gel formulation was carried out through a statistical experimental design with central and rotational compound (DCCR) type 2^3 , whose mass base was the extract at 76 °GL. The studies of variables were the mass proportions of its components (carbopol, trietanolamine and glycerin) and the evaluation parameters were the results of pH and product viscosity. The extracts produced had an alcoholic concentration of 77.7 ± 1.5 °GL, pH of 5.5 ± 0.1 and density of 0.833 ± 0.04 g/cm³. The operational yield of the distillation was $60.2 \pm 0.8\%$ in volume of anhydrous alcohol extracted. The optimized mass ratio range found for the alcohol gel formulation was 0.7 to 0.85% by weight of carbopol, 0.07 to 0.09% by weight of trietanolamine and 0.16 to 0.18% by weight in glycerin for a product with a pH of 5.5 and a viscosity of 20,000 cP. The concentrated alcoholic extracts and alcohol gel produced are suitable for asepsis of public, laboratory bench and other environments.

KEYWORDS: distillation, alcoholic waste, sanitizers.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização dos descartes alcoólicos cedidos pela Receita Federal (RF) para a produção de produtos sanitizantes que possam ser utilizados pela população é uma otimização do processo de destinação ao qual às mercadorias apreendidas por esse órgão fiscalizador são submetidas. Atualmente os destilados e fermentados alcoólicos apreendidos pela RF e identificados por testes qualitativos de controle como impróprios para consumo

são descartados ao ambiente em locais apropriados (ANDRZEJEWSKI; VIEIRA, 2015). No entanto, tais descartes que contêm etanol podem servir para elaboração de produtos de higiene, produção de combustíveis e demais produtos a base de álcool. Essas ações contribuem para o aprimoramento dos controles sanitários, fitossanitários, zoossanitários, do desenvolvimento social sustentável e do cumprimento das legislações de proteção ao meio ambiente, à saúde e à segurança pública. O álcool concentrado, com graduação igual ou superior a 70 °INPM ou 76 °GL, é um agente desinfetante que pode ser utilizado em diversos ambientes coletivos (praças de alimentação, banheiros públicos, transportes coletivos, etc.) e muito utilizado em repartições de saúde pública, como hospitais, ambulatórios médicos, postos de saúde e outros (ANVISA, 2002).

A literatura apresenta diversas formulações para a produção de álcool gel, utilizando diferentes componentes e em amplas faixas de proporções. O principal constituinte do álcool gel é o etanol hidratado com concentração mínima de 70 °INPM ou 76 °GL, o qual apresenta ação asséptica de inibir a atividade de vários microrganismos que provocam enfermidades aos seres humanos. A solução alcoólica na forma de gel é obtida através da adição de espessantes para obter uma estrutura física coloidal e gelatinosa do produto. Por fim, faz-se o uso de um agente umectante para minimizar qualquer ação de ressecamento da pele no contato com esse produto. Geralmente esses componentes são representados comercialmente pelos carbômeros (carbopol e outros), acrescidos de reguladores de pH (trietalonamina e outros) e de materiais hidrofílicos (glicerina e outros).

O objetivo desse trabalho é a produção de extratos alcoólicos concentrados a partir de descartes de bebidas alcoólicas fornecidos por órgãos da Receita Federal brasileira de Recife/PE e de João Pessoa/PB e de álcool gel comparando os produtos obtidos com seus comerciais similares que atendem a legislação vigente e se encontram disponíveis a população brasileira.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os produtos alcoólicos foram obtidos a partir dos descartes das bebidas alcoólicas fornecidas pela Superintendência Regional da Receita Federal do Brasil na 4ª Região Fiscal (SRRF04) e pela Delegacia da Receita Federal de João Pessoa/PB (DRJ/JP), conforme suas diretrizes de destinação de mercadorias apreendidas. A Figura 1 apresenta esses descartes alcoólicos acondicionados em vasilhames de 10 litros separados em duas classes: a) descartes de bebidas alcoólicas fermentadas (faixa de 8 a 20 °GL); b) descartes de bebidas alcoólicas destiladas (superior a 20 °GL).



Figura 1: Descartes alcoólicos destilados e fermentados cedidos pelos órgãos da Receita Federal brasileira do Recife/PE e de João Pessoa/PB.

Fonte: Autor (2020).

O álcool gel foi obtido a partir do uso de extratos alcoólicos concentrados a 76 °GL produzidos através da destilação desses descartes alcoólicos em uma torre experimental piloto de destilação.

Os reagentes químicos utilizados para se obter esse produto foram o carbopol, trietanolamina e glicerina, adquiridos no mercado varejista local. Todas as atividades experimentais foram desenvolvidas no Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) do Centro de Tecnologia (CT/UFPB).

Metodologia experimental

Foram realizadas determinações de concentração alcoólica, utilizando um alcoolômetro (modelo *Gay-Lussac* e *Carrier* 20 °C, marca Incoterm®, Brasil) e metodologia oficial da ABNT NBR 5992 de 2008; densidade, através de picnometria líquida (picnômetro de 50 mL, marca DiogoLab®, Brasil) e metodologia de Webb (2001); pH, com uso de um medidor de pH automático de bancada (modelo MPA-210/MPA 210-P, marca TecnoPON®, Brasil).

Produção de extratos alcoólicos concentrados

A destilação dos descartes alcoólicos foi realizada com uma mistura de descartes alcoólicos de destilados a 43 °GL, com uma mistura de descartes alcoólicos destilados e fermentados a 38 °GL e com uma mistura de descartes alcoólicos destilados e descartes alcoólicos remanescentes das destilações anteriores a 33 °GL. As soluções alcoólicas foram destiladas em bateladas de 15 a 20 litros na faixa operacional de temperatura de 82 a 90 °C a pressão local ambiente (1atm abs.). A produção dos extratos alcoólicos foi realizada em uma coluna piloto experimental, cujo volume operacional deve ser na faixa de 15 a 25 litros de solução.

O rendimento operacional percentual das bateladas de destilação foi determinado através da relação volumétrica entre o volume de álcool anidro presente na mistura e no seu destilado, representando o volume de álcool extraído, e obtido pela equação 1.

$$RO = \left[\frac{V_{destilado} \times \left(\frac{{}^{\circ}GL_{destilado}}{100} \right)}{V_{mistura} \times \left(\frac{{}^{\circ}GL_{mistura}}{100} \right)} \right] \times 100 \quad \text{eq.1}$$

onde: RO é o rendimento operacional volumétrico de álcool anidro extraído (%); V é o volume de solução (litros); °GL é a concentração volumétrica percentual de álcool na solução ou grau *Gay-Lussac*.

As curvas experimentais dos parâmetros de monitoramento da destilação (volume e concentração alcoólica dos destilados, tempo e temperatura de operação) foram obtidas através de periódicas medidas do volume de destilado coletado em relação ao tempo e a temperatura de operação e das respectivas determinações de graduação alcoólica realizadas nesses destilados.

Produção de álcool gel

A produção do álcool gel foi realizada, de forma geral, segundo o fluxograma operacional simplificado apresentado na Figura 2.

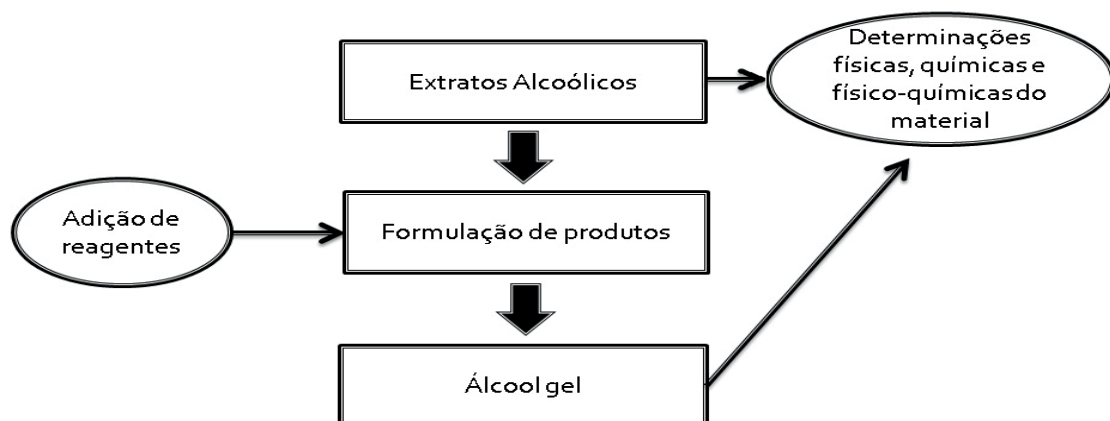


Figura 2: Fluxograma simplificado da produção de álcool gel.

Fonte: Autor (2020).

A determinação de graduação alcoólica dos descartes alcoólicos e dos extratos alcoólicos foi realizada com uso de um alcoolômetro (modelo *Gay Lussac* e *Carrier 20 °C*, *Incoterm*, Brasil), segundo metodologia oficial brasileira (ABNT NBR 5992 de 2008).

A viscosidade do álcool gel foi realizada em viscosímetro rotativo analógico do tipo *Brookfield* (modelo Q860A, marca Quimis, Brasil) com a sonda (*spindle*) nº4 a 12 rpm.

O procedimento aplicado para a produção do álcool foi o seguinte:

a) Inicialmente se determinou a quantidade de massa de extrato alcoólico utilizado com base de cálculo e massa de produto de cada ensaio. Ela foi arbitrada em 340 g de extrato alcoólico a 76 °GL, a qual corresponde a 350 mL de solução alcoólica com concentração

alcoólica de 71 °INPM a 25 °C.

b) As massas dos seus componentes foram quantificadas através das suas faixas mássicas proporcionais adotadas para o estudo da formulação do produto, baseadas na quantidade mássica do álcool a 76 °GL, e posteriormente pesadas. A trietalonamina e a glicerina estão apresentadas na forma líquida, portanto foram determinadas as massas de cada gota desses componentes, manipulando-as em uma pipeta de 1 mL, para controlar a sua quantidade desejável de adição a mistura.

c) O extrato alcoólico concentrado foi agitado em um béquer de 400 mL com um agitador de hélice (modelo Q235-2, marca Quimis, Brasil) ao nível máximo de agitação do equipamento. Logo em seguida, adicionou-se o carbopol e manteve-se a mistura em agitação por 20 min. O próximo componente adicionado foi a trietalonamina, mantendo-se a mistura dos três componentes (álcool/carbopol/trietalonamina) em agitação por 3 min. Após, adicionou-se a glicerina e manteve-se a mistura de todos componentes em agitação por 3 min. O produto final foi armazenado em frascos de vidro de 500 ml em condições herméticas (frascos com tampa).

Para o estudo da formulação do álcool gel foi utilizado um planejamento experimental fatorial para avaliar uma ampla faixa de valores das variáveis de estudo e para indicar uma faixa de operação para os parâmetros de avaliação adotados. Portanto, foi aplicado um delineamento experimental fatorial rotacional com composto central, denominado DCCR, com 5 pontos centrais e 6 pontos axiais, conforme as informações de Rodrigues e Lemma (2005). Esse desenho do delineamento estatístico experimental é adotado para se obter uma curvatura de suas superfícies de respostas e de suas curvas de níveis para a possível verificação, visualização da região de ótimo para seus parâmetros de avaliação, denominados de respostas do planejamento.

A Tabela 1 apresenta as variáveis de estudo e os seus níveis de variação para o estudo da formulação do álcool gel (segundo as proporções de seus componentes de estudo) na forma codificada com seus respectivos valores operacional para o delineamento estatístico adotado.

Níveis de variação codificados das variáveis	Variáveis e suas proporções mássicas (p/p)		
	Trietalonamina	Glicerina	Carbopol
-1,73 (- α)	0,033	0,070	0,676
-1	0,042	0,105	0,730
0	0,070	0,150	0,805
1	0,092	0,200	0,880
1,73 (+ α)	0,110	0,230	0,935

Tabela 1: Variáveis e níveis de variação do planejamento experimental 2^3 com composto central e rotacional (DCCR) para a determinação da faixa ótima de formulação do álcool gel.

Fonte: Autor (2020).

Os parâmetros de avaliação da operação ou resposta do DCCR são as determinações

de pH e viscosidade dos produtos obtidos. Os resultados do tratamento estatístico adequado aplicado ao DCCR utilizaram o nível de significância dos testes de 5% (RODRIGUES; IEMMA, 2005).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção dos extratos alcoólicos concentrados

Os resultados das determinações de graduação alcoólica, pH, densidade e do volume utilizado das misturas alcoólicas submetidas as bateladas de destilação estão apresentados na Tabela 2.

Mistura alcoólica (tipo de solução)	Volume utilizado (litros)	Teor aslcoólico (°GL)	pH	Densidade (g/cm ³)
Descarte dos destilados (uísque)	15,0	43	4,1 ± 0,1	0,951 ± 0,001
Descartes dos destilados com os fermentados (uísques e vinhos)	17,5	38	3,9 ± 0,1	0,984 ± 0,001
Descartes dos destilados com os descartes das destilações (uísques e soluções alcoólicas)	19,5	34	4,3 ± 0,1	0,964 ± 0,001

Tabela 2: Resultados do volume, graduação ou teor alcoólico, pH e densidade das misturas alcoólicas submetidas a destilação em uma coluna piloto experimental para produção de extratos alcoólicos concentrados.

Fonte: Autor (2020).

Os resultados da Tabela 2 demonstram as características dos componentes das misturas alcoólicas utilizadas. Os destilados do tipo uísque apresentam basicamente álcool e água em sua composição e seus valores de graduação alcoólica, pH e densidade estão nas faixas de 40 a 44 °GL, 4,0 a 4,5 e 0,900 a 0,970 g/cm³, respectivamente, conforme as informações de Russell, Bamforth e Stewart (2003). As informações da literatura relatam situação similar para os vinhos que apresentam faixas de pH, graduação alcoólica e densidade iguais a 3,72 a 3,95, 11,5 a 13,5 °GL e 0,966 a 0,998 g/cm³, segundo De Oliveira, De Souza e Mamede (2011). Portanto, as misturas alcoólicas utilizadas se situam nessas faixas de pH, concentração alcoólica e densidade. Em relação à graduação alcoólica, deve-se necessariamente utilizar misturas com concentrações alcoólicas iguais ou superiores a 30 °GL para o uso da coluna experimental piloto. Isto decorre da observação experimental de dois fatos: a) o equipamento não produziu destilados com concentrações inferiores a 20 °GL nas bateladas de destilação dos descartes alcoólicos dos destilados a 43 °GL; b) as soluções remanescentes desses ensaios de destilação que ficaram no vaso da coluna apresentaram

concentrações alcoólicas na faixa de 20 a 28 °GL. Portanto, esse comportamento experimental do equipamento inviabiliza a destilação isolada dos descartes fermentados (composta de vinhos e espumantes), devendo-se adicionar soluções alcoólicas mais concentradas aos mesmos para garantir êxito de operacionalidade produtiva dos extratos alcoólicos concentrados. A faixa de graduação alcoólica dos destilados mais diluídos, que compõe os descartes alcoólicos das destilações das misturas apresenta uma amplitude representativa de graduação alcoólica de 43 a 66 °GL. Porém, o volume de destilados descartados para a produção de extratos concentrados é baixo ou desprezível (0,1 a 1,3 litros) e muito inferior (na ordem 10 a 12 vezes menor) ao volume das soluções remanescentes que ficam no vaso de destilação (10 a 13 litros). Os descartes das destilações são compostos pelas soluções remanescentes e os destilados descartados das suas respectivas bateladas.

Os resultados do monitoramento das bateladas de destilação dos diferentes tipos de misturas alcoólicas utilizadas estão apresentados na Figura 3

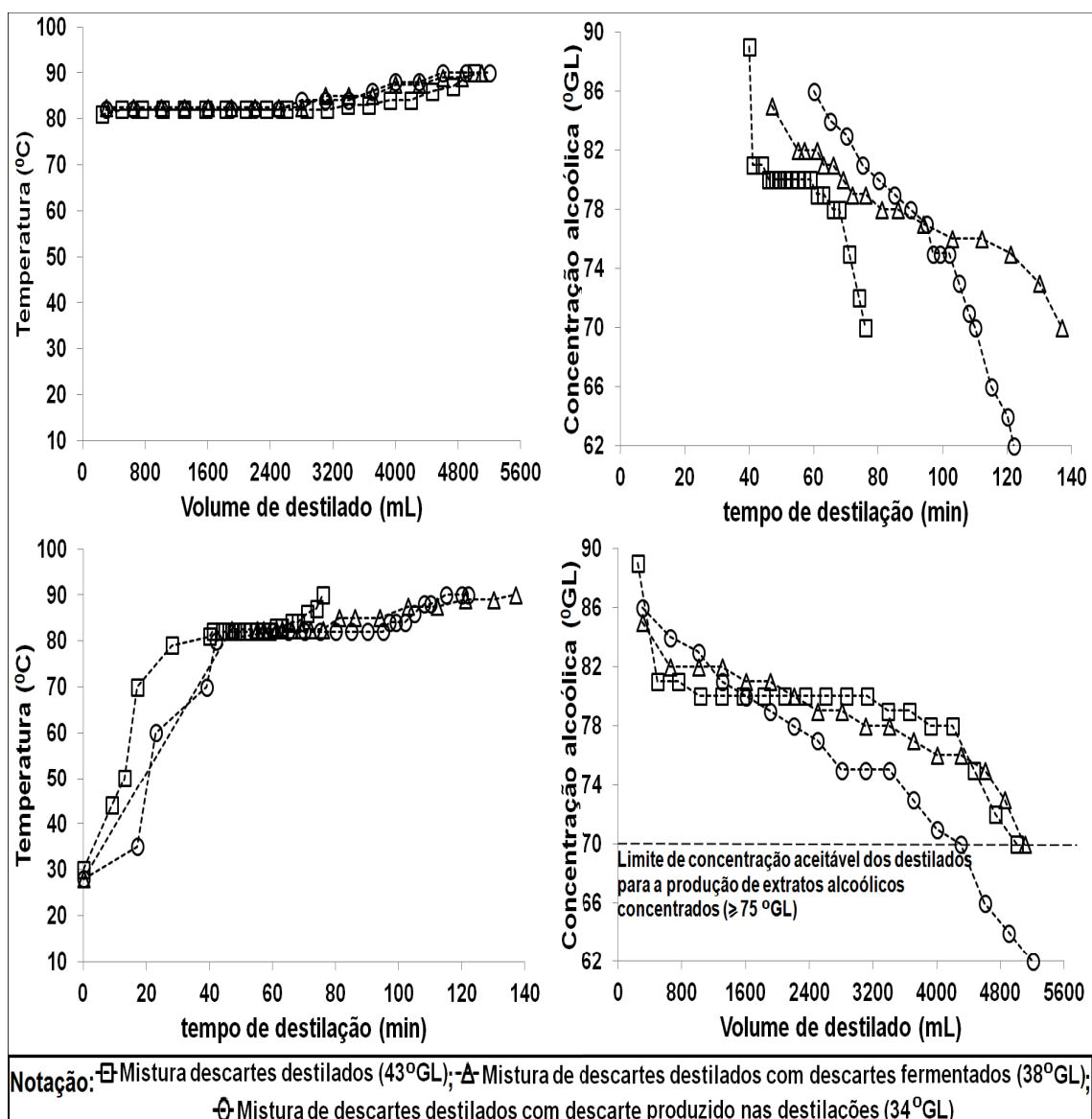


Figura 3: Relações dos parâmetros operacionais de monitoramento das bateladas de destilação das diferentes misturas alcoólicas utilizadas para produção dos extratos alcoólicos.

Fonte: Autor (2020).

Observa-se na Figura 3 que a produção de extratos alcoólicos concentrados se inicia a partir da mistura atingir a temperatura de 82 °C e finaliza a 90 °C. Essa coleta de destilado ocorre mais brevemente para as misturas com maior teor alcoólico, iniciando aos 40 min e aos 60 min para as misturas contendo 43 °GL e 34 °GL, respectivamente. O período de produção dos destilados é maior para as misturas com menor concentração alcoólica, sendo de 65 min para a mistura de 30 °GL e de 36 min para o material com 43 °GL. Verifica-se que a concentração alcoólica dos extratos produzidos diminui em relação ao tempo e ao volume de coleta dos destilados. Observa-se que a graduação alcoólica dos destilados se encontra em um intervalo de 90 a 70 °GL para as misturas com maior concentração alcoólica (43 e 38 °GL), ampliando-o até 62 °GL para a mistura com menor concentração de álcool (34 °GL). Os extratos alcoólicos produzidos com misturas de maior concentração alcoólica apresentam conteúdos de alcoólicos maiores e mais uniformes no decorrer da destilação. Os extratos alcoólicos desejáveis são os destilados que apresentam concentração alcoólica igual ou superior a 70 °GL, pois esse é o valor limite para uma mistura de destilados coletados que produz extratos com teor alcoólico desejável (igual ou superior a 75 °GL) em função dos seus respectivos volumes e concentrações alcoólicas obtidas.

A Tabela 3 apresenta os resultados de volume coletado, concentração alcoólica, pH e densidade dos extratos alcoólicos concentrados produzidos.

Procedência dos extratos alcoólicos concentrados	Volume produzido (litros)	Graduação alcoólica (°GL)	pH	Densidade (g/cm ³)
Descarte dos destilados (43 °GL)	5,0	79,0	6,2 ± 0,1	0,827 ± 0,001
Descartes dos destilados com os fermentados (38 °GL)	5,1	78,7	5,6 ± 0,1	0,830 ± 0,001
Descartes dos destilados com os descartes das destilações (34 °GL)	5,2	75,4	5,4 ± 0,1	0,837 ± 0,001

Tabela 3: Resultados do volume, graduação alcoólica, pH e densidade dos extratos alcoólicos concentrados obtidos da destilação das misturas alcoólicas compostas pelos descartes alcoólicos.

Fonte: Autor (2020).

Observa-se na Tabela 3 que o volume produzido de extrato alcoólico concentrado foi similar para as três misturas alcoólicas utilizadas. A graduação alcoólica dos destilados aumentou conforme a procedência do teor alcoólico das suas misturas de origem: maior teor alcoólico inicial resultou em maior teor alcoólico final. O pH e a densidade dos destilados produzidos segue um comportamento similar ao encontrado para as soluções aquosas de etanol: a medida que a proporção de álcool dos destilados aumenta os seus valores de pH

umentam e de densidade diminuem. Isto se deve ao fato de que o pH e densidade do etanol anidro estão nas faixas de 7,00 a 7,25 e a 0,775 a 0,780 g/cm³ enquanto a água destilada presente nos descartes apresenta valores de 5,6 a 5,8 e 0,996 a 0,997 g/cm³, a temperatura de 25 a 30 °C. Os resultados do rendimento operacional das bateladas de destilação das misturas utilizadas para a produção dos extratos alcoólicos concentrados estão na Tabela 4.

Mistura alcoólica (tipo de solução)	Rendimento operacional (%)
Descarte dos destilados (uísque, 43 °GL)	61,24
Descartes dos destilados com os fermentados (uísques e vinhos, 38 °GL)	60,35
Descartes dos destilados com os descartes das destilações (uísques e soluções alcoólicas, 34 °GL)	59,14

Tabela 4: Resultados do rendimento operacional das bateladas de destilação das misturas alcoólicas utilizadas para produzir os extratos alcoólicos concentrados.

Fonte: Autor (2020).

As misturas alcoólicas mais concentradas apresentam maior disponibilidade de álcool para a sua extração e maior rendimento operacional, conforme os resultados da Tabela 4. Este comportamento é amplamente predito pela lei de Fick para transferência de massa e pode indicar que os parâmetros de transporte mássico de álcool das diferentes misturas utilizadas apresentem valores similares ou de mesma ordem de grandeza. Algumas características de qualidade (gradação alcoólica, pH, densidade) de produtos alcoólicos foram utilizadas para comparar o extrato obtido aos seus similares comercializados no mercado varejista local e estão apresentados na Tabela 5.

Produto alcoólico	°GL	ρ (g/cm ³)	pH
Extrato alcoólico concentrado produzido ⁱ	77,7 ± 1,5	0,83 ± 0,004	6,2 ± 0,01
Etanol comercial de uso doméstico da marca 1	58	0,89 ± 0,001	7,2 ± 0,01
Etanol comercial uso doméstico da marca 2	96	0,79 ± 0,001	6,2 ± 0,01
Etanol comercial de uso em laboratório (PA)	98	0,80 ± 0,001	7,2 ± 0,01

ⁱ Expressa os valores médios das características dos extratos obtidos de todas as misturas utilizadas.

Tabela 5: Características de qualidade dos extratos alcoólicos concentrados produzidos e de produtos comerciais alcoólicos similares obtidos no mercado varejista local de João Pessoa/PB.

Fonte: Autor (2020).

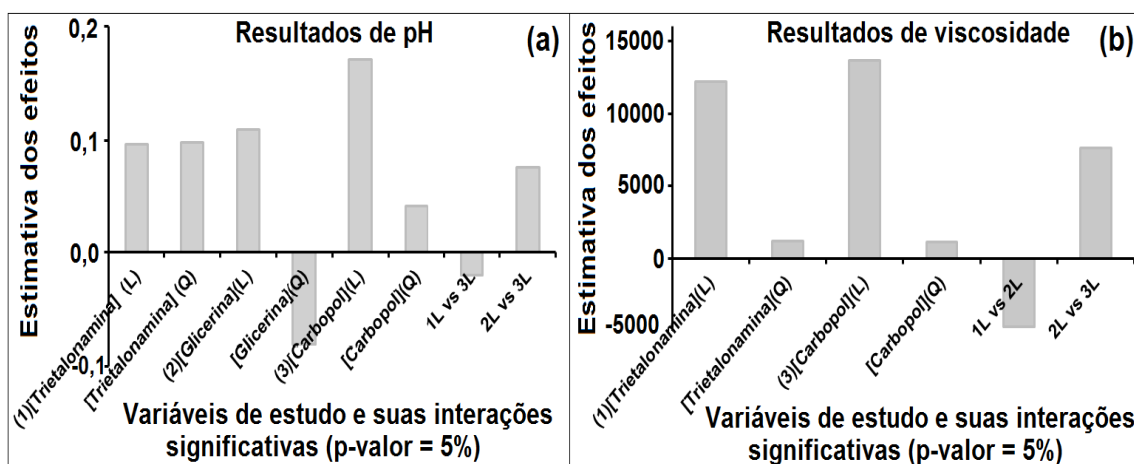
Os extratos alcoólicos concentrados produzidos apresentaram valores de pH e de densidade relacionados ao seu conteúdo de álcool de forma similar aos produtos alcoólicos comerciais que utilizam água destilada para sua produção, conforme as informações da Tabela 5. O etanol comercial da marca 1 indica que seu fabricante utiliza água neutra (pH em torno de 7,0) para a sua produção, portanto seu pH é neutro. Assim, os concentrados

alcoólicos obtidos podem realizar ações de limpeza e assepsia análogas às desempenhadas pelos produtos comerciais de uso doméstico.

Produção de álcool gel

As faixas de pH e de viscosidade dos produtos obtidos nos ensaios de formulação de álcool gel foram de 5,0 a 5,8 e de 8.125 a 38.875 cP, respectivamente. Os resultados demonstraram que o aumento das proporções dos componentes resulta em um aumento da viscosidade e do pH do produto. Portanto, desejou-se obter um álcool gel com um pH próximo da neutralidade (7,0) e uma viscosidade igual ou superior a 8.000 cP, segundo legislação brasileira, e inferior a 30.000 cP para que o produto não se torne muito adesivo a sua manipulação e forme grumos de gel.

A Figura 4 apresenta a forma gráfica da influência positiva e negativa dos fatores significativos de estudo para os parâmetros de avaliação adotados (pH e viscosidade) através do diagrama dos seus efeitos (disposição e tamanho dos seus histogramas).



Notação: [] = concentração mássica, p/p; L e Q = modelos de ajuste linear e quadrático.

Figura 4: Diagrama dos efeitos a partir dos dados significativos obtidos da análise estatística, cujos resultados se referem a: **a)** pH; **b)** viscosidade.

Fonte: Autor (2020).

Verifica-se na Figura 4, através das alturas dos histogramas, que o carbopol é fator mais significativo de estudo para os parâmetros de avaliação e o modelo matemático linear (L) de ajuste dos dados apresenta melhores resultados, mais significativos em relação ao quadrático(Q). Posteriormente, a glicerina é mais significativa do que a trietanolamina para o pH. A trietanolamina é segundo fator mais significativo para a viscosidade. Observa-se que a glicerina no modelo quadrático é o único componente que tem grande influência negativa para o pH (Figura 4a), porém esse comportamento está equivocado, pois os resultados dos produtos obtidos dos ensaios experimentais demonstraram que um aumento de glicerina resulta em um aumento do pH. A influência dos fatores de estudo para a viscosidade (Figura 4b) demonstra que apenas a interação entre a trietanolamina e glicerina causa um decréscimo de viscosidade. Já os demais fatores contribuem bastante para o seu aumento.

Para avaliar a região de ótimo de formulação do álcool gel foram utilizados os resultados das curvas de nível do tratamento estatístico fornecido pelo DCCR aplicado. A Figura 5 apresenta as curvas de nível para os parâmetros de pH e viscosidade.

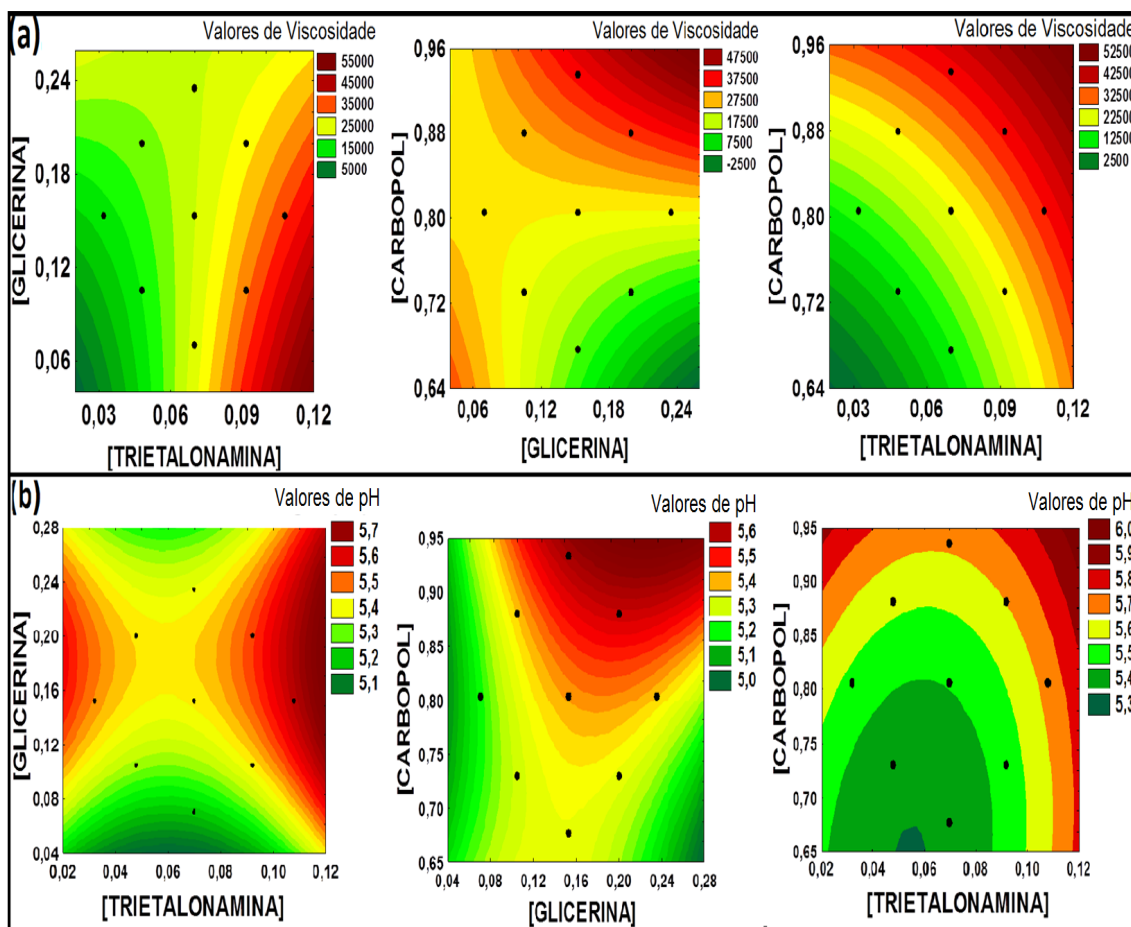


Figura 5: Curvas de níveis do DCCR aplicado das relações entre as concentrações mássicas (p/p) dos componentes (variáveis de estudo) para: **a)** a viscosidade; **b)** o pH.

Fonte: Autor (2020).

Associando as informações das curvas de níveis das proporções mássicas dos componentes estudados para se obter valores desejáveis de viscosidade (faixa de 18.000 a 25.000 cP) e de pH (próximo a 7,0), apresentadas na Figura 5, verifica-se a seguinte região ótima de operação para a formulação do álcool gel: 0,8% em peso de carbopol, 0,07% em peso de trietanolamina e de 0,16% em peso de glicerina. Essa condição resulta em um produto com pH de 5,5 e viscosidade de 20.000 cP, segundo os resultados obtidos dos ensaios experimentais do DCCR. Entretanto, deve-se aumentar o pH do produto para o seu uso em contato com a pele, nesse caso é necessário a utilização de um extrato alcoólico com o pH mais próximo a neutralidade, pois o aumento na proporção de carbopol, que é a componente que tem maior influência sobre o mesmo, implica também em um aumento relativo na viscosidade, o que é indesejável para o produto. Todavia, quando esse produto é comparado com os produtos similares comerciais em relação aos resultados de pH e viscosidade se verifica que ele se encontra de acordo com a legislação nacional vigente de comercialização (RDC N° 46, de 20 de fevereiro de 2002 da ANVISA) e com características

próximas aos mesmos conforme os resultados apresentados na Tabela 6:

Álcool gel	pH	Viscosidade (cP)
Produto obtido (76 °GL ou 71 °INPM)	5,5	20.000
Marca comercial 1 (70 °INPM)	6,9	28.100
Marca comercial 2 (70 °INPM)	7,5	26.625
Marca comercial 3 (70 °INPM)	7,4	26.875

Tabela 6: Resultados das determinações de pH e viscosidade do produto obtido em uma condição ótima de formulação (0,8% carbopol/0,07% trietanolamina/0,16% glicerina, em peso) e de álcoois em gel comerciais adquiridos no comércio local de João Pessoa/PB.

Fonte: Autor (2020).

Verifica-se na Tabela 6 que os produtos comerciais apresentam viscosidade superior ao produto obtido. Presume-se que esse fato é devido a presença de um ou mais hidratantes e outros agentes (conservantes, estabilizantes) na formulação desses produtos além da composição básica de álcool/carbômero/amina/umectante.

4 | CONCLUSÕES

Os descartes alcoólicos cedidos pelos órgãos da Receita Federal brasileira apresentam características físicas e químicas satisfatórias para a produção de extratos alcoólicos concentrados através de adequada metodologia de destilação. O rendimento operacional médio da destilação das misturas alcoólicas para a produção de extratos alcoólicos concentrados é expressivo e igual a $60,2 \pm 0,8$ %.

As faixas mássicas dos principais componentes de formulação de um álcool gel com pH e viscosidade desejáveis, produzido com o extrato alcoólico concentrado (76 °GL, pH = 5,7) obtido dos descartes alcoólicos cedidos pela Receita Federal brasileira, são de 0,7 a 0,85% em peso de carbopol, 0,07 a 0,09% em peso de trietanolamina, 0,16 a 0,18% em peso de glicerina. Essa formulação resulta em um produto com pH na faixa de 5,3 a 5,5 e viscosidade de 14.000 a 24.000 cP. Essa faixa de pH do álcool gel restringe o seu uso para a limpeza de materiais e superfícies, evitando-se seu contato com a pele.

REFERÊNCIAS

- ANDRZEJEWSKI, T.; VIEIRA, E. **Uma análise das técnicas de destruição de resíduos de mercadoria**. 25 p., 2015. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos)-Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande/MS, 2015.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Resolução RDC N° 46, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002**.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **Resolução NBR 5992 - Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, 24 p., 2008.
- DE OLIVEIRA L.C., DE SOUZA S.O., MAMEDE M.E.O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. São Paulo, v.70(2), p. 158-67, 2011.

RODRIGUES, M.S.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**, Casa do Pão Editora, Campinas-SP, 2005. 326 p.

RUSSELL, I.; BAMFORTH, C.; STEWART, G. **Whisky: Technology, Production and Marketing**, Academic Press Elsevier, 352 p., 2003.

WEBB, P.A. **Volume and density determinations for particle technologists**. Micromeritics Instrument Corporation, 16 p., 2001.

SOBRE OS ORGANIZADORES

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

JOÃO DALLAMUTA: Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Engenharia de Telecomunicações pela UFPR. MBA em Gestão pela FAE Business School, Mestre pela UEL. Doutorando pelo INPE na área de pesquisa de gestão de projetos e produtos espaciais. Trabalha com os temas: Inteligência de mercado, Engenharia da Qualidade, Planejamento Estratégico, Empreendedorismo.

VIVIANE TELEGINSKI MAZUR: Tecnóloga em Processos de Fabricação Mecânica (2010 - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Ponta Grossa), Mestre em Engenharia e Ciência de Materiais (2012 - Universidade Estadual de Ponta Grossa) e Doutora em Ciências e Tecnologias Espaciais (2016 - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA/DCTA/ IEAv). Possui experiência nas áreas: tratamento de refusão superficial a laser, soldagem a laser, texturização a laser, deposição de revestimentos a laser e a plasma, caracterização de materiais metálicos e cerâmicos, TBC. Atualmente é professora do Magistério Superior e Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Campus Guarapuava.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalinidade 141, 142, 143, 144, 148, 149, 150, 151, 152
Análise dinâmica 95
Análise numérica 103, 104, 114, 116, 118

B

Biodiesel 142, 144, 147, 149, 150, 151, 152, 189

C

Captura de movimento 10, 58, 59
Cogeração 154, 159, 160
Combustão interna 1, 2, 3, 68, 73, 124, 125, 126, 127, 132, 135, 138
Controlador 119, 120, 122, 123
Corantes 176, 179, 213, 220

D

Demanda energética 1, 2, 4, 6, 127
Discretização 78, 79, 80, 81, 93

E

Eficiência energética 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 55, 124, 154, 158, 159, 160
Eletr deposição 14, 15, 16, 20, 24, 27
Emissões de gases 127, 154
Energias renováveis 14, 26
Ensaio 162, 164, 165, 170, 172, 173, 195, 196, 208, 210, 269
Equação Diferenciais 95
Extensão da Vida Útil 28

F

Figuras planas 78, 80, 93
Fluido magneto reológico 103, 104, 105, 107, 109, 110, 113
fluidos 37, 54, 103, 107, 108, 135, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153
Fluidos 104, 108, 142, 153
Fluido Visco Plástico 103
Fotocatálise 176, 179, 186, 212, 213, 219

G

Gases de exaustão 124, 127, 133, 135, 136
Gases de Exaustão 134
Gerador termoelétrico 124, 128
Grandezas monitoradas 28, 34, 35

I

IEC 61850 28, 30, 37, 38

Impacto 3

IMU 58, 59, 60

Infraestrutura 1, 2, 3, 7, 11, 12, 42, 43, 44, 45, 48, 52, 59

Injeção eletrônica 67, 68, 69, 71, 76, 77

M

Matemática intervalar 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76

Materiais compósitos 162, 163, 170, 171, 175

Mecânica 9, 78, 94, 101, 103, 118, 124, 141, 175, 279

Método de Newmark 95, 97

Motor 2, 3, 36, 37, 58, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 98, 124, 125, 126, 127, 129, 132, 133, 135, 138

N

Não linearidades 95, 100

O

Óxido de cobre 14, 20, 25

Óxido de titânio 14, 20

P

Paralisia cerebral 10, 58, 59

Perfuração 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Perfuração 11, 141, 153

Peso 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 180, 266, 276, 277

PID 119, 120, 122, 123

Pistão MR 103, 110

Potência 8, 10, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 46, 50, 51, 124, 126, 127, 131, 133, 136, 137, 138, 205

Precisão 20, 46, 65, 67, 71, 73, 74

Propriedades geométricas 78, 79, 80, 81, 84, 93, 134

S

Semicondutores 14, 15, 26, 124, 129, 134, 135, 136, 176, 179, 184, 187, 213

Sensor inercial 58

Suspensão coloidal 103

Suspensão Coloidal 103

T

Transformadores 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

V

Veículo Elétrico 2, 3, 12, 13

Vibração 35, 108, 109, 119, 120, 123

 **Atena**
Editora
2 0 2 0