

# Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento  
Ambiental, Cultural  
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli  
(organizador)

# Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento  
Ambiental, Cultural  
e Socioeconômico

Leinig Antonio Perazolli  
(organizador)

2021 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2021 Os autores  
Copyright da Edição © 2021 Editora Artemis



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). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof <sup>a</sup> Dr <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli
<b>Imagem da Capa</b>	peacestock/123RF
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, Cuba*  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, *Universidade de Brasília-DF*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal*  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo*  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*



Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*  
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, *Instituto Politécnico da Guarda*, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*  
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru  
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof. Dr. Ivan Amaro, *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile  
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, *Universidade Federal do Amazonas*  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, *Universidade de Évora*, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, *UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros*  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, *Universidade Estadual Paulista*  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, *Universidade Federal de Goiás*  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, *Universidade de Passo Fundo*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, *Universidade Estadual Paulista*  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, *Universidade Federal de Sergipe*  
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, *Universidade Federal de Ouro Preto*  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, *Universidade Federal da Bahia*  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, *Universidade Nova de Lisboa*, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, *Universidade Federal do Maranhão*  
Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, *Instituto Politécnico de Viseu*, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, *Universidade Federal de Lavras*  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, *Universidade Federal Fluminense*

Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

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

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico [livro eletrônico] / Organizador Leinig Antonio Perazolli. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-52-1

DOI 10.37572/EdArt\_201221521

1. Ciência – Brasil. 2. Inovações tecnológicas – Aspectos sociais. I. Perazolli, Leinig Antonio.

CDD 500

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

## APRESENTAÇÃO

A publicação intitulada **“Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico”** faz uma coletânea de resultados científicos, em diferentes áreas do conhecimento, exemplificando um modelo para a abordagem dos problemas relacionados ao desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico da sociedade atual.

A obra se justifica ao apresentar caminhos para se atingir soluções positivas frente às grandes e variadas dificuldades que estamos observando nas últimas décadas, decorrentes de ações comerciais, do desejo de consumo e ao fato que as fontes são finitas, porém os desejos humanos não. Estas ações comerciais levam à destruição ambiental, massificação cultural e a problemas socioeconômicos devido à diferença de renda e ao aumento da frequência de desastres ambientais, os quais geram grandes prejuízos financeiros e humanos.

A obra se inicia relatando o estado da arte sobre o consumo ético, avança para a descrição da vulnerabilidade e do emprego sustentável de ecossistemas. Destaca a função dos processos de educação, peça fundamental para a evolução sustentável de qualquer sociedade e a importância da interrelação entre os municípios de diferentes países para a busca de objetivos comuns.

Na continuidade temos exemplos de resultados científicos positivos para o uso de tecnologias em diferentes áreas do conhecimento, desde o uso de micro-organismos e sementes para a produção de óleos e energia, tratamentos e recuperação de resíduos de minerais e propostas científicas avançadas nas áreas de separação líquido-líquido, magneto eletrônica e varistores. A obra também ilustra as consequências das ações negativas praticadas pela ação humana. Cabe destacar que se estas ações não forem evitadas, corrigidas e/ou readequadas as consequências dos desastres ambientais, com reflexos negativos em todas as áreas, poderão se tornar irreversíveis em questão de décadas.

A importância deste livro reside ao indicar caminhos para fomentar o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico de forma sustentável.

Quero externar meus sinceros agradecimentos aos autores dos trabalhos científicos e à Editora Artemis, pela organização desta obra.

Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli  
UNESP – Instituto de Química de Araraquara/SP

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTADO DEL ARTE SOBRE CONSUMO ÉTICO EN LA ÚLTIMA DÉCADA: REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Javier Solano

David Zaldumbide Peralvo

Delia García Vences

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215211](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215211)

### **CAPÍTULO 2..... 18**

VULNERABILIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATO EN LA CUENCA DEL RÍO EBRO (ESPAÑA) MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO LU-IV

Mercedes Arauzo Sánchez

María Valladolid Martín

Gema García González

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215212](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215212)

### **CAPÍTULO 3..... 36**

ECOSISTEMAS DE EMPRENDIMIENTO, DE LO NACIONAL A LO REGIONAL, SANTANDER UNA APUESTA

Mónica María Pacheco Valderrama

Olga Cecilia Alarcón Vesga

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215213](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215213)

### **CAPÍTULO 4..... 47**

O ENSINO MÉDIO POLITÉCNICO E A REALIDADE TECNOLÓGICA VIVENCIADA PELOS ALUNOS E PROFESSORES EM DUAS ESCOLAS DE PELOTAS- RS

Elis Regina Madeira da Porciúncula

Marcos Antonio Anciuti

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215214](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215214)

**CAPÍTULO 5..... 69**

UNIVERSIDADES Y LA APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CHILE

Juan Ramón Contreras González

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215215](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215215)

**CAPÍTULO 6..... 89**

COMPARACIÓN DE LA NORMATIVA DE CONTROL INTERNO Y EXTERNO MUNICIPAL ENTRE ECUADOR Y ARGENTINA

Verónica Ponce

Carlos Albert Ferreira

José Townsend

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215216](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215216)

**CAPÍTULO 7..... 103**

EL USO DE LA BIOMASA DEL HONGO *Aspergillus niger* PARA LA ELIMINACIÓN DE METALES PESADOS DE AGUAS CONTAMINADAS

Ismael Acosta Rodríguez

Nancy Pacheco Castillo

Adriana Rodríguez Pérez

Juan Fernando Cárdenas González

Víctor Manuel Martínez Juárez

Francisco Navarro Castillo

Erika Enríquez Domínguez

Juana Tovar Oviedo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215217](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215217)

**CAPÍTULO 8..... 114**

INFLUENCIA DE LA ENVOLVENTE CON BAJOS NIVELES DE TRANSMITANCIA EN EL CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS EN CLIMAS CÁLIDOS

María Victoria Mercado

Celina Filippín

Gustavo Barea

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215218](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215218)

**CAPÍTULO 9.....134**

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LA CUPRITA SINTETIZADA POR RUTA QUÍMICA

Orfelinda Avalo Cortez

David Pedro Martínez Aguilar

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2012215219](https://doi.org/10.37572/EdArt_2012215219)

**CAPÍTULO 10.....147**

ACEITE DE LA SEMILLA DE AGUACATE, UNA REVISIÓN DESDE SUS POTENCIALIDADES

Lina González Asías

Amelia Espitia Arrieta

Jennifer Lafont Mendoza

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152110](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152110)

**CAPÍTULO 11.....159**

ESTUDIOS QUÍMICOS REALIZADOS A LA SEMILLA DE *Moringa oleifera* Lam Y SU IMPACTO EN LA SALUD HUMANA: UNA REVISIÓN TEÓRICA

Jennifer Lafont Mendoza

William Negrete Humanez

Amelia Espitia Arrieta

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152111](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152111)

**CAPÍTULO 12.....171**

ZONAS DE INFLUENCIA GENERADAS POR PROPIEDADES FÍSICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN EN CAMPO DEL MATERIAL ROCOSO

Ernesto Patricio Feijoo Calle

Andrés Nicolás Aguirre Larriva

Bernardo Andrés Feijoo Guevara

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152112](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152112)

**CAPÍTULO 13..... 186**

CARACTERIZACIÓN Y FLOTACIÓN DE APATITA CONTENIDAS EN RELAVE DE HIERRO

Luis Valderrama

Mario Santander

Oswaldo Gómez

Patricia Tapia  
Patricio Muñoz  
Bruno Zazzali

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152113](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152113)

**CAPÍTULO 14.....193**

ESTUDO DE COMPÓSITOS COM MATRIZ DE ALUMÍNIO E RESÍDUOS DE MINÉRIO DE MANGANÊS POR SINTERIZAÇÃO AO AR NATURAL

Affonso Henrique Alves Ribeiro  
Margarida Márcia Fernandes Lima  
Rhelman Rossano Urzedo Queiroz  
Rosa Malena Fernandes Lima

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152114](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152114)

**CAPÍTULO 15.....214**

EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO APLICADA AO PROCESSO DE REFINO DE ETANOL COMBUSTÍVEL

Gabriel Manso Kozlowski Pitombeira  
Leinig Antonio Perazolli  
Elias de Souza Monteiro Filho

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152115](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152115)

**CAPÍTULO 16..... 227**

EVIDENCING THE MAGNETOELECTRIC COUPLING IN BI1-XNDXFE03 COMPOSITIONS THROUGH FERROIC CHARACTERIZATIONS

Anuar Jose Mincache  
Lilian Felipe da Silva Tupan  
Odair Gonçalves de Oliveira  
Ivair Aparecido dos Santos  
Luiz Fernando Cótica

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152116](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152116)

**CAPÍTULO 17 .....234**

EFEITO DO COBALTO E ZINCO EM VARISTORES À BASE DE  $\text{SNO}_2$

Glauco Meireles Mascarenhas Morandi Lustosa  
João Paulo de Campos da Costa  
Leinig Antônio Perazzoli  
Biljana Stojanovic

Maria Aparecida Zaghete Bertochi

Elson Longo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152117](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152117)

**CAPÍTULO 18.....250**

GRADUAÇÃO HISTOLÓGICA DOS GLIOMAS PELA ANÁLISE DA PERMEABILIDADE MICROVASCULAR POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Pedro Henrique Raffa de Souza

Rodrigo de Oliveira Plotze

Lucas Giansante Abud

Carolina Baraldi Araújo Restini

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152118](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152118)

**CAPÍTULO 19.....270**

MONITORAMENTO DE ENCALHES DE ANIMAIS MARINHOS NA GESTÃO DA PESCA EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Viviane Korres Bisch

Roberto Sforza

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_20122152119](https://doi.org/10.37572/EdArt_20122152119)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....280**

**ÍNDICE REMISSIVO .....281**

## EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO APLICADA AO PROCESSO DE REFINO DE ETANOL COMBUSTÍVEL

Data de submissão: 01/09/2021

Data de aceite: 29/09/2021

### Gabriel Manso Kozlowski Pitombeira

Universidade Estadual Paulista - UNESP  
Instituto de Química  
Araraquara - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/4155951232378764>

### Leinig Antonio Perazolli

Universidade Estadual Paulista - UNESP  
Instituto de Química  
Araraquara - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3822723627284619>

### Elias de Souza Monteiro Filho

Universidade Estadual Paulista - UNESP  
Instituto de Química  
Araraquara - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/8345369170292667>

**RESUMO:** O etanol da cana-de-açúcar tem a sua importância destacada por ser um componente relevante da matriz energética brasileira, além da sua tecnologia de produção já estar consolidada. Por ser uma alternativa aos combustíveis fósseis, a cadeia produtiva do etanol da cana de açúcar é responsável pela geração de muitos postos de trabalho e possui um mercado consumidor dentro e fora do país. Na indústria sucroalcooleira o etanol é

produzido pela fermentação alcoólica do caldo de cana seguida pela destilação para obtenção do produto final. Neste trabalho avalia-se a implementação da extração líquido-líquido como etapa pré-processo para a destilação com o intuito de diminuir o requerimento energético do processo e aproveitar subprodutos descartados com a vinhaça como o butanol, o qual é um componente do óleo fúsel. O trabalho foi desenvolvido utilizando o simulador de processos químicos Coco Simulator versão 3.4 e do ChemSep, ambos softwares livres e de distribuição gratuita. Tanto o processo tradicional quanto o processo proposto foram simulados em um desktop por meio desses simuladores. Ao comparar os processos, constatou-se que há uma economia energética de 53,36%. Entretanto, para obter resultados mais precisos, são necessários mais estudos que, por exemplo, apresentem melhor proposta de integração energética feita pelo método de Pinch Point, contenham maiores detalhamentos de projeto, desenvolvam uma análise de viabilidade técnico-econômica e considerem a aplicação de outras operações unitárias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Combustíveis renováveis. Etanol. Extração líquido-líquido. UNIFAC.

### LIQUID-LIQUID EXTRACTION APPLIED TO THE FUEL ETHANOL REFINING PROCESS

**ABSTRACT:** Sugarcane ethanol is an important contributor to the Brazilian energy mix and its production technology is already consolidated.

Beyond being an alternative to the fossil fuel, the sugarcane ethanol commodity chain is responsible for the offer of multiple workstations and it has a large domestic market in Brazil and outwards. In the sugarcane industry the ethanol produced from the sugarcane's alcoholic fermentation proceeds from a distillation stage to the obtaining of the final product. In this work the introduction of a liquid-liquid extraction operation is evaluated as a pre-stage for the distillation aiming to decrease the process' energetic demand and to utilize possible subproducts of the process like the fuse oil compounds discarded with the vinasse like the butanol. The work was developed with the Coco Simulator version 3.4 and the ChemSep, both free distribution softwares. The original process and the process here proposed were simulated with the two softwares. Comparing the process, there is an energy saving of 53,36%. Nevertheless for more accurate results it needs more studies like, a Pinch Point Analysis, more project detailing and a technical and economic viability analysis.

**KEYWORDS:** Renewable fuels. Ethanol. Liquid-liquid extraction. UNIFAC.

## 1 INTRODUÇÃO

O etanol se destaca como uma fonte de combustível renovável no Brasil devido ao vasto território deste país, ao clima favorável e à tecnologia de produção de álcool a partir da cana já estar consolidada. Os problemas relacionados ao petróleo, como a instabilidade política dos países produtores, questões ambientais e o esgotamento desta fonte de energia, também contribuem para o destaque do etanol como fonte alternativa de energia [1]. O etanol no Brasil também apresenta importância estratégica uma vez que as fontes de energias renováveis compõem cerca de 37% da matriz energética nacional, da qual os derivados da cana contribuem com aproximadamente 18% [2]. A produção de etanol também fomenta outros aspectos benéficos para o país, como a geração de empregos, o desenvolvimento interno, a rentabilidade e o aumento de relações comerciais com o exterior [1].

94% do etanol produzido no Brasil é destinado ao mercado interno, deste, 40% é misturado à gasolina e o restante é disponibilizado como etanol hidratado usado diretamente como combustível. Do etanol exportado, 50% é destinado para os Estados Unidos, 25% para a Coreia do Sul e o restante é destinado para diversos países do mundo [4]. A produção de etanol anidro no Brasil em 2019 foi de 35.156 mil metros cúbicos, o que representa um aumento de 5,6% em relação ao ano anterior [2].

Segundo Antero et. al (2019, p. 399), variadas matérias primas que podem ser utilizadas com o intuito de produzir etanol são classificadas em três categorias: Sacaríneas, Amiláceas e Celulósicas. As matérias primas sacaríneas compreendem as fontes que possuem sacarose como, por exemplo, a cana-de-açúcar; As amiláceas, por sua vez, envolvem as fontes que possuem amido como, por exemplo, mandioca e cereais; As celulósicas são oriundas de fontes que possuem celulose em sua composição como,

por exemplo, o bagaço de cana, o eucalipto e a casca do arroz, que produzem o etanol de segunda geração [3].

De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (2015), o etanol combustível é classificado como Etanol Combustível - EAC, Etanol Hidratado Combustível - EHC e Etanol Hidratado Combustível Premium - EHCP, de acordo com a sua composição [5]. As especificações para as concentrações de etanol e de água para cada classe de etanol combustível são ilustradas na **Tabela 1** [4].

Tabela 1. Especificações do EAC, EHC e EHCP.

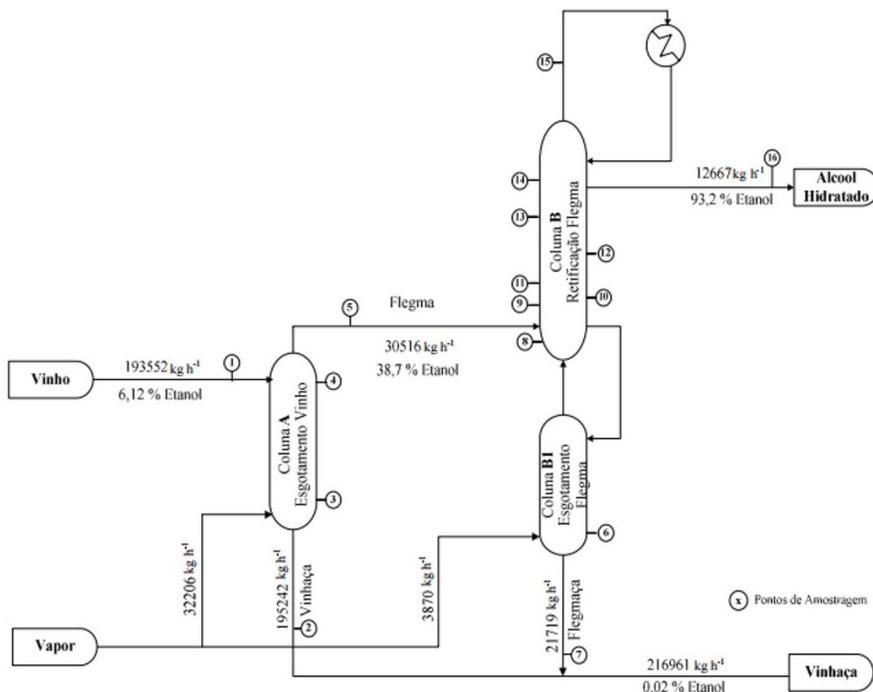
<b>Classificação do Etanol Combustível</b>	<b>Teor de Etanol Mínimo (% em massa)</b>	<b>Teor de Água Máximo (% em massa)</b>
<b>EAC</b>	99,3 (mínimo)	0,7%
<b>EHC</b>	92,5 a 94,6	7,5%
<b>EHCP</b>	95,5 a 96,5	4,5%

Fonte: Adaptado da Resolução ANP N° 19, DE 15. 4. 2015.

O processo de purificação do etanol produzido a partir da fermentação da cana de açúcar é ilustrado na **Figura 1**, onde o vinho obtido a partir da fermentação apresenta porcentagem de álcool etílico de 4 a 8% em massa (PAYNE, 1976). No processo analisado por Marquini et. al (2007, p. 23) este vinho com 6,12% de etanol alimenta a Coluna A em seu topo. A Coluna A dispõe de 22 estágios reais, opera a 112°C e a uma pressão manométrica de 57369 Pa, sendo alimentada também por vapor d'água saturado a 166713 Pa. Praticamente todo o etanol é arrastado pelo vapor, formando o produto de topo, o flegma, que consiste numa solução alcoólica com concentração de 35 a 45% de etanol. O produto de base da Coluna A é a vinhaça, contendo 0,02% em massa de etanol. O flegma segue para as colunas B e B1. A Coluna B, ou Coluna de Retificação de Flegma, é alimentada pelo flegma em sua base e opera a uma pressão manométrica de 38932 Pa, a 91°C e dispendo de 45 estágios reais. O álcool hidratado, contendo 92,2% de etanol, é extraído no penúltimo estágio, condensado e armazenado. Todo o produto de topo da coluna B é condensado e retorna a coluna. O produto de base líquido desta coluna alimenta a Coluna B1, ou Coluna de Esgotamento de Flegma, a qual possui 18 estágios práticos e opera a uma pressão manométrica de 46974 Pa e uma temperatura de 109°C, aquecida por vapor saturado a 166713 Pa, assim como a Coluna A. O produto de topo da Coluna B1, que é constituído de vapor enriquecido com etanol, retorna para a Coluna B, e o produto de base da Coluna B1, a Flegmaça, que contém 0,02% de etanol em massa, é destinado à corrente final de vinhaça da unidade produtora [5].

As informações sobre as pressões e concentrações das colunas e correntes foram obtidas a partir dos pontos de coleta representados pelas numerações na **Figura 1**.

Figura 1. Processo Tradicional de Obtenção de Etanol Hidratado.



Fonte: MARQUINI et. al, 2007.

De acordo com Marquini et. al (2007, p. 23), um dos aspectos que podem ser abordados na produção de etanol consiste no consumo energético da planta industrial, visto que as usinas de cana-de-açúcar atualmente são cada vez mais empresas produtoras de energia como forma de diversificar seus serviços. Um dos principais gargalos energéticos está centrado no processo de destilação, um grande consumidor de energia.

Com o intuito de diminuir a energia requerida para o processo de purificação de etanol, a inserção de uma operação de extração foi estudada neste trabalho.

## 1.1 DESTILAÇÃO

A destilação é um processo físico-químico de separação de misturas líquidas homogêneas baseado na volatilidade relativa entre os seus componentes [6]. A volatilidade relativa pode ser definida pela relação demonstrada na equação (1), em que  $x$

é a fração mássica ou molar no estado líquido,  $y$  é a fração mássica ou molar no estado gasoso e os sub-índices se referem as espécies químicas presentes no sistema [7].

$$\alpha_{12} = \frac{y_1/x_1}{y_2/x_2} \quad (1)$$

De acordo com McCabe et. al (1993, p. 521), a destilação pode ser realizada por dois métodos distintos: O primeiro é baseado na produção de vapor aquecendo a mistura líquida a ser separada e condensando o vapor produzido sem que nenhum líquido produzido retorne à mistura aquecida, sem nenhum refluxo (flash líquido-vapor). No segundo método é permitido que parte do líquido condensado retorne à mistura original sob condições em que o condensado entre em contato com o vapor que segue para o destilador. Ambos os processos podem ser contínuos ou em batelada [6].

## 1.2 EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

A Extração Líquido-Líquido é uma operação de separação que se baseia na diferença de solubilidade de um composto de interesse entre diferentes solventes imiscíveis entre si [8]. Quando a destilação é ineficiente ou muito difícil, a extração líquido-líquido é uma alternativa a se considerar. Misturas com substâncias cujos pontos de ebulição sejam próximos, ou substâncias instáveis no seu ponto de ebulição, mesmo com o emprego do vácuo, talvez possam ser separadas de suas impurezas por uma extração que utilize diferentes produtos químicos ao invés de vapor a diferentes pressões [6].

## 1.3 MODELAGEM TERMODINÂMICA

De acordo com Reid (1987), a termodinâmica do equilíbrio de fases fornece equações que relacionam aquelas propriedades físico-químicas às composições das fases, à temperatura e à pressão, como os modelos NRTL, UNIQUAC e VAN LAAR para o cálculo de coeficientes de atividade. Este tipo de modelagem é muito útil para auxiliar na otimização e simulação de processos de separação físico-químicas como destilação, extração líquido-líquido ou extração supercrítica [9].

### 1.3.1 UNIFAC

Para a estimacão de coeficientes de atividade, o método UNIFAC depende do conceito de que uma mistura líquida pode ser considerada uma solução das unidades estruturais (subgrupos) a partir das quais as moléculas são formadas, ao invés de uma solução das próprias moléculas (SMITH, 2007).

No método UNIFAC, uma molécula pode ser construída por um conjunto de um ou mais subgrupos. O conjunto correto consiste no conjunto composto pelo menor número de subgrupos, desde que representativos das funções químicas presentes nas moléculas envolvidas. A grande vantagem deste método é que um número relativamente pequeno de subgrupos combina-se para formar uma grande quantidade de moléculas [7].

Cada subgrupo é identificado por um número  $k$ , as suas propriedades são o volume relativo  $R_k$  e a área superficial relativa  $Q_k$ . Neste método consideram-se, além das propriedades  $R_k$  e  $Q_k$ , as interações entre os subgrupos para a determinação dos coeficientes de atividade. Relacionam-se subgrupos similares a um grupo principal. Consideram-se idênticos em relação às interações entre grupos todos os subgrupos, logo os parâmetros que caracterizam interações entre grupos são identificados com pares dos grupos principais [7]. Os grupos, os subgrupos e as suas propriedades podem ser demonstrados na **Tabela 2** [10].

Tabela 2. Parâmetros UNIFAC-ELV de Subgrupos.

Grupo principal	Subgrupo	k	$R_k$	$Q_k$
	CH3	1	0,9011	0,848
CH2	CH2	2	0,6744	0,540
	CH	3	0,4469	0,228
	C	4	0,2195	0,000
ACH	ACH	10	0,5313	0,400
AC = Carbono Aromático				
ACCH2	ACCH3	12	1,2363	0,968
	ACCH2	13	1,0396	0,660
OH	OH	15	1,0000	1,200
H2O	H2O	17	0,9200	1,400
CH2CO	CH3CO	19	1,6724	1,488
	CH2CO	20	1,4457	1,180
CH2O	CH3O	25	1,1450	1,088
	CH2O	26	0,9183	0,780
	CH-O	27	0,6908	0,468
CNH	CH3NH	32	1,4337	1,244
	CH2NH	33	1,2070	0,936
	CHNH	34	0,9795	0,624
CCN	CH3CN	41	1,8701	1,724
	CH2CN	42	1,6434	1,416

Fonte: HANSEN, 1991.

O método UNIFAC é baseado no método UNIQUAC, o qual descreve os coeficientes de atividade de acordo com a equação (2) [7].

$$\ln \gamma_i = \ln \gamma_i^c + \ln \gamma_i^R \quad (2)$$

O modelo é representado por uma série de equações matemáticas aqui não representadas.

## 1.4 SIMULAÇÃO DE PROCESSOS QUÍMICOS

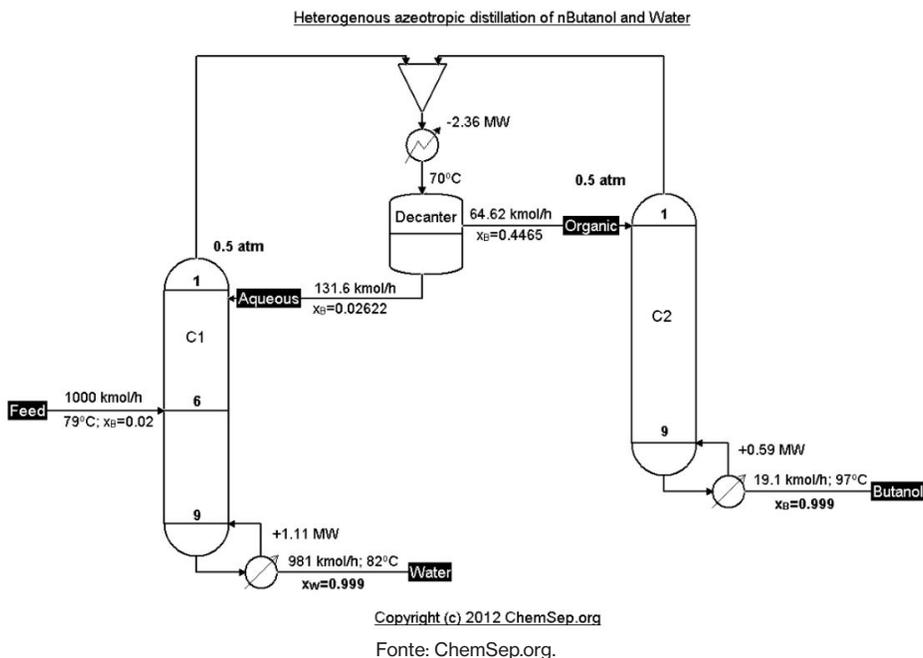
A partir de um extenso banco de dados de ferramentas, simuladores de processos químicos permitem estimar propriedades físicas e químicas de misturas e prever o comportamento de um processo para um projeto ou ampliação de escala [5].

Devido à grande complexidade, a maioria dos problemas reais demandam esforço computacional na sua solução. Um simulador de processos, seja comercial como o ASPEN, o CHEMCAD ou o HYSYS, ou mesmo gratuito como o COCO, DWSim ou EMSO, pode disponibilizar procedimentos para a análise de processos químicos [11].

### 1.4.1 COCO SIMULATOR

A confiabilidade do COCO Simulator pôde ser verificada mediante comparação de simulações desenvolvidas pelo software disponíveis no próprio site da organização desenvolvedora do software. Por exemplo, a descrição do processo de destilação do sistema água e butanol utilizando o equilíbrio líquido-líquido como forma de quebrar a azeotropia líquido-vapor. Este processo foi simulado adaptando o processo descrito por Luyben et al. (2011, p. 1427-1263). O fluxograma do processo é ilustrado na **Figura 2**. O processo simulado no COCO Simulator apresentou resultados compatíveis com o processo original [12] [13].

Figura 2. Processo de Destilação do Sistema Água-Butanol.



## 2 OBJETIVO

Simular um sistema de purificação de etanol utilizando a extração líquido-líquido como pré-etapa da destilação e comparar ao processo de separação tradicional (destilação).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados para este trabalho os simuladores COCO Simulator versão 3.4 e ChemSep “Lite” versão 8.2. Além de softwares de planilhas eletrônicas como o Microsoft Excel.

Para a simulação dos processos foi escolhido o modelo termodinâmico UNIFAC devido à limitação de parâmetros de processos disponíveis no COCO Simulator. Há no banco de dados do simulador dados sobre a interação água-etanol e água-butanol, porém não há para a interação etanol-butanol. O UNIFAC é um modelo disponível pelo simulador sem limitações de dados para este trabalho.

O processo tradicional de purificação do etanol teve como base o processo ilustrado na **Figura 1**. Considerou-se uma vazão mássica de  $1,93 \cdot 10^5$  kg/h de vinho, sendo este simplificado para uma mistura de água e etanol contendo 0,9388 e 0,0612 em fração mássica, respectivamente. Para o processo tradicional também foi considerada uma integração energética para melhor aproveitamento das energias envolvidas no processo.

As especificações das colunas simuladas no processo tradicional estão descritas na **Tabela 3**.

Tabela 3. Especificações das Colunas A, B e B1.

	Estágios	Alimentação	Razão de Refluxo	Fração de Recuperação*	Pressão (Bar)	
					Topo	Base
Coluna A	22	1 e 2	-	-	1,59	1,67
Coluna B	45	45	5	-	1,40	1,48
Coluna B1	18	1 e 18	-	-	1,48	1,67

\*A grandeza *Fração de recuperação* é informada pelo Simulador como *Fraction of Combined Feeds Recovered*, definida como a fração da corrente de alimentação almejada como produto principal. [14]

Fonte: Os Autores.

O processo de extração líquido-líquido proposto também baseou-se no trabalho de Marquini et. al (2007, p.23) utilizando a mesma vazão mássica de alimentação de vinho do processo tradicional e também considerando o vinho como uma mistura de etanol e água com as mesmas frações mássicas utilizadas no processo tradicional.

O solvente escolhido para este trabalho foi o butanol por ser um componente presente no óleo fúsel, o que minimizaria as perdas de solvente durante a operação, uma vez que os vestígios de butanol perdidos poderiam ser recuperados no próprio óleo fúsel. Dos álcoois de cadeia curta e intermediária presentes no banco de dados do

Coco Simulator, o butanol apresentou melhores resultados em simulações de testes de extração. Das outras possibilidades de solventes cujo emprego foi pensado, haveria a possibilidade de problemas para a separação, portanto o Butanol também apresentou melhor balanço, apesar da sua solubilidade em água.

As especificações das colunas simuladas no processo com a extração líquido-líquido estão descritas na **Tabela 4**.

Tabela 4. Especificações do Extrator e das Colunas de Destilação.

	Estágios	Alimentação	Razão de Refluxo	Fração de Recuperação*	Pressão (Bar)	
					Topo	Base
Extrator	8	1 e 8	-	-	1,01	1,01
Destilador 1	30	9	5,00000	0,85000	1,78	1,87
Destilador 2	16	11	4,84500	0,37500	1,78	1,83
Rec Solvente	8	4	4,42175	0,90000	1,18	1,20

\*A grandeza *Fração de recuperação* é informada pelo Simulador como *Fraction of Combined Feeds Recovered*, definida como a fração da corrente de alimentação almejada como produto principal.[14].

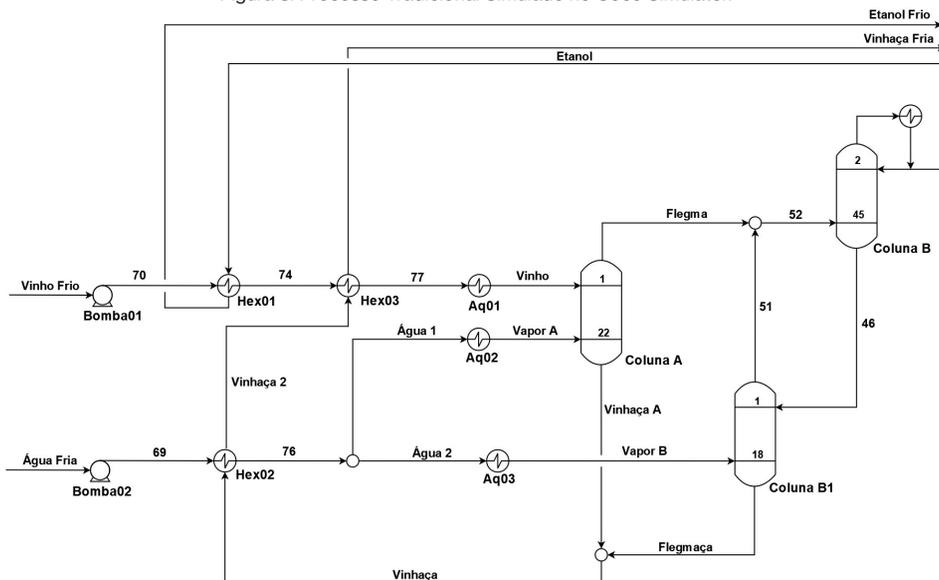
Fonte: Os Autores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 SIMULAÇÃO DA PLANTA TRADICIONAL

O fluxograma de processos, ilustrado na **Figura 3**, foi desenvolvido utilizando os dados do artigo *Simulação e Análise de um Sistema Industrial de Colunas de Destilação de Etanol*, de Marquini et al. (2007, p.23). O processo simulado na **Figura 3** foi baseado no processo ilustrado na **Figura 1**, porém com uma integração energética.

Figura 3. Processo Tradicional Simulado no Coco Simulator.



Fonte: Os Autores.

Neste processo, o vinho segue simplesmente para um sistema de 3 colunas de destilação. As propriedades das correntes podem ser verificadas na **Tabela 5**. As potências de bombas e térmicas do processo são detalhadas na **Tabela 6**.

Tabela 5. Propriedades das Correntes do Processo Tradicional.

Corrente	Pressão (Pa)	Temperatura (°C)	Vazão Mássica (kg/h)	Fração Mássica de Água	Fração Mássica de Etanol
Vinho Frio	101325,00	25,00	193552,00	0,94	0,06
Vinho	158694,00	96,00	193552,00	0,94	0,06
Água Fria	101325,00	25,00	36076,00	1,00	0,00
Flegma	158694,00	107,75	33467158,00	0,65	0,35
Flegmaça	166713,00	114,57	24628,36	1,00	0,00
70	158694,00	25,02	193552	0,94	0,06
74	158694,00	28,18	193552	0,94	0,06
77	158694,00	100,40	193552,00	0,94	0,06
51	148299,00	106,58	4342,20	0,69	0,31
52	148299,00	107,61	37809,36	0,65	0,35
46	148299,00	104,62	25100,55	0,95	0,05
69	166713,00	25,02	36076,00	1,00	0,00
76	166713,00	114,57	36076,00	1,00	0,00
Água 1	166713,00	114,57	32206,00	1,00	0,00
Água 2	166713,00	114,57	3870,00	1,00	0,00
Vapor A	166713,00	114,57	32206,00	1,00	0,00
Vapor B	166713,00	114,57	3870,00	1,00	0,00
Vinhaça A	166713	114,57368	192290,84	1,00	0,00
Vinhaça	166713	114,57	216919,2	1,00	0,00
Vinhaça 2	166713,00	100,40	216919,20	1,00	0,00
Vinhaça Fria	166713,00	37,20	216919,20	1,00	0,00
Etanol	140257,00	86,86		0,07	0,93
Etanol Frio	140257,00	25,02	12708,80	0,07	0,93

Fonte: Os Autores.

Tabela 6. Propriedades das Correntes de Energia do Processo Tradicional.

Corrente	Potência Térmica e Potência de Bomba (W)
B01	-3,29E+03
B02	-6,85E+02
Aq01	1,04E+06
Aq02	-1,99E+07
Aq03	-2,39E+06
CondB	1,85E+07

Fonte: Os Autores.

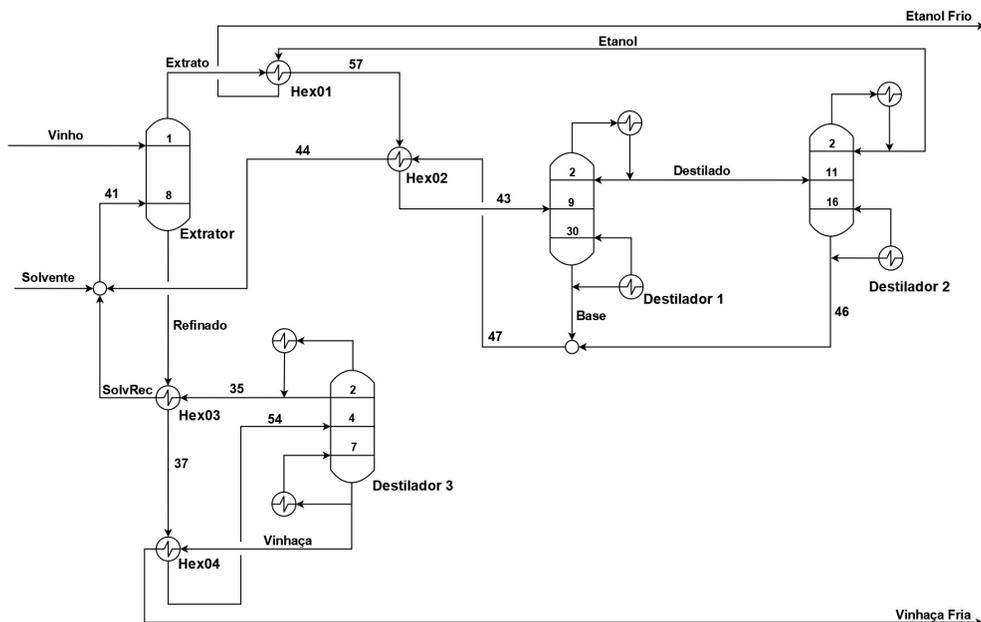
Percebe-se que a simulação da planta obteve êxito em reproduzir os resultados obtidos por Marquini et al. (2007, p.23), além de demonstrar a confiabilidade do Coco Simulator, também valida o modelo termodinâmico escolhido para o estudo.

## 4.2 EXTRAÇÃO LÍQUIDO-LÍQUIDO

A planta desenvolvida está ilustrada na **Figura 4**. Nesta proposta de processo, há a inserção de um extrator onde o vinho é misturado a um solvente por meio de uma corrente de alimentação e de um sistema de recuperação de solvente. A fase extrato,

rica em butanol e etanol, segue para destilação onde estes compostos são separados, obtendo o produto de interesse, o etanol, e recuperando o solvente utilizado.

Figura 4. Processo de obtenção de etanol com a extração líquido-líquido.



Fonte: Os Autores.

A fase refinada, rica em água e com traços dos outros dois álcoois, segue para uma coluna de destilação para recuperação do butanol e do etanol e também para a purificação da vinhaça, que é o efluente deste tipo de processo. Os dados das correntes das plantas podem ser conferidos na **Tabela 7**. Os dados das potências térmicas necessárias para a operação dos condensadores e refervedores do processo podem ser verificados na **Tabela 8**.

Tabela 7. Propriedades das Correntes com a Extração Líquido-Líquido.

Corrente	Pressão (Pa)	Temperatura (°C)	Vazão Mássica (kg/h)	Fração Mássica de Água	Fração Mássica de Etanol	Fração Mássica Butanol
Vinho	101325,00	25,00	193552	0,9388	0,0612	0
Solvente	101325,00	25,00	0,0186	0	0	1
Extrato	101325,00	25,02	128750,52	0,27	0,10	0,62
Refinado	101325,00	28,37	217128,33	0,90	0,02	0,08
41	101325,00	30,97	152326,85	0,32	0,04	0,64
44	182740,00	31,84	115909,12	0,30	0,01	0,69
47	182740,00	108,72	115909,12	0,30	0,01	0,69
43	101325,00	90,51	128750,52	0,27	0,10	0,62
Destilado	177700,00	95,81	17605,17	0,22	0,67	0,10
Base	187444,00	109,49	111146,27	0,28	0,01	0,70
46	182740,00	108,54	4762,86	0,61	0,01	0,38
35	117700,00	93,42	36417,71	0,38	0,14	0,48
37	101325,00	37,97	217128,33	0,90	0,02	0,08
54	101325,00	92,82	217128,33	0,90	0,02	0,08
SolvRec	117700,00	28,37	36417,71	0,38	0,14	0,48
Vinhaça	119716,00	104,73	180710,46	1,00	0,00	0,00
Vinhaça Fria	119716,00	37,97	180710,46	1,00	0,00	0,00
Etanol	177700,00	93,36	12842,31	0,08	0,92	0,00
Etanol Frio	177700,00	25,02	12842,31	0,08	0,92	0,00

Fonte: Os Autores.

Tabela 8. Propriedades das Potências Térmicas com a Extração Líquido-Líquido.

<b>Corrente</b>	<b>Potência Térmica (W)</b>
Cond01	3,30E+07
Reb01	-3,37E+07
Cond02	1,94E+07
Reb02	-1,82E+07
Cond03	7,00E+07
Reb03	-7,18E+07

Fonte: Os Autores.

### 4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS

O processo proposto apresenta uma necessidade de mais equipamentos e, portanto, mais etapas de processo. Porém, ao aplicar um balanço de energia no processo tradicional, obtém-se um consumo de 2,75 megawatts, enquanto a energia requerida para o processo com a extração líquido-líquido é de 1,28 megawatts.

### 5 CONCLUSÃO

De acordo com as simulações apresentadas, o processo é tecnicamente viável e comparado ao processo original descrito por Marquini et al (2007, p.23) e, mediante balanço das energias envolvidas, apresenta economia energética de 53,36%. No entanto, para a implementação da alternativa de processo, alguns estudos ainda são necessários.

### REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, T. B. A., SELIG, P. M., BARBOSA, V. M., CAMPOS, L. M. S., BORNIA, A. C. & OLIVEIRA, M. W. 2012. **Tecnologia e custos de produção de cana-de-açúcar: um estudo de caso em uma propriedade agrícola**. Latin American Journal of Business Management, 3, 1, 150 – 1727.
- [2] **Balanço Energético Nacional, Relatório Final 2020.**, disponível em <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acessado em 30 de dezembro de 2020 às 14:36.
- [3] ANTERO et al. **Balanço Energético da Produção de Etanol a Partir da Cana de Açúcar e Aspectos da Produção Brasileira Atual**, / Journal of Biotechnology and Biodiversity /v. 7n.3 (2019) 399-412.
- [4] Agência Nacional do Petróleo, do Gás Natural e Biocombustíveis, **RESOLUÇÃO ANP Nº 19, DE 15.4.2015**, DOU 16.4.2015- REPUBLICADA DOU 17.4.2015- REPUBLICADA DOU 20.4.2015. Disponível em <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-19-2015?origin=instituicao&q=19/2015>>. Acessado dia 30 de dezembro de 2020 às 15:02.
- [5] MARQUINI, M. F.; D. C.; MEIRELLES, A. J.; DOS SANTOS, O. A. A.; JORGE. L. M. M. **Simulação e Análise de um Sistema Industrial de Colunas de Destilação de Etanol**. Acta Sci. Technol. 20, 1 (2007) 23-28.

- [6] MCCABE, W.L., SMITH, J.C., HARRIOTT, P. **Unit Operations of Chemical Engineering**. 5th edition. McGraw Hill, 1993.
- [7] SMITH, J.M. & VAN NESS, H.C. - “**Introdução à Termodinâmica da Engenharia Química**”, 7ª. edição, LTC Editora, 2007.
- [8] GEANKOPLIS, C. J. **Transport Processes and Unit Operations**. 4.ed. Prentice Hall International Editions, USA. 2003.
- [9] GOMES, D. C. A. **Modelagem Termodinâmica do Equilíbrio de Fases Entre Componentes Graxos e Dióxido de Carbono Supercrítico** / Daniela Caio André Gomes. -- Campinas, SP: [s.n], 2011.
- [10] H. K. Hansen, P. Rasmussen, Aa. Fredenslund, M. Schiller e J. Gmehling, **IEC Research**, vol. 30, pp. 2352-2355, 1991.
- [11] Perlingeiro, Carlos Augusto G. **Engenharia de processos: análise, simulação, otimização e síntese de processos químicos** / Carlos Augusto G. Perlingeiro – São Paulo: Blucher, 2005.
- [12] **ChemSep Modeling Separation Process**. <<http://www.chemsep.org/downloads/index.html>>. Acessado dia 20 de janeiro de 2021 às 16:00 horas.
- [13] OASMAA, A; KUOPPALA, E. **Solvent Fractionation Method With Brix for Rapid Characterization of Wood Fast Pyrolysis Liquids**. *Energy Fuels* 2008, 22, 6, 4245–4248, 2008.
- [14] KOOIJMAN, H.A.; TAYLOR, R. **Chemsep User Manual**. 1998. Disponível em <<http://www.chemsep.org/downloads/docs/manual.htm>>. Acessado dia 31 de janeiro de 2021 às 16:51.

## SOBRE O ORGANIZADOR

**Leinig Antonio Perazolli** possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (1986), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1991) e doutorado em Química pela Universidade Federal de São Carlos (1996). Atualmente é professor Livre Docente III do Instituto de Química - Unesp / Araraquara. Tem experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica com estudos de Sinterização de Cerâmicos e obtenção de Foto catalisadores Cerâmicos e na área de História da Ciência com ênfase em Química e Engenharia Química. Atua na área de pesquisa nos seguintes temas: óxido de titânio, óxido de estanho, sinterização, voltados para a foto catálise e cerâmicas eletrônicas. Na área de extensão universitária desenvolve trabalhos sobre História da Ciência e da Engenharia Química e sobre a Química das Coisas. Leciona disciplinas na área de Química Tecnológica, Engenharia Química e História da Ciência.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorción 106, 107, 110, 142, 171, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 184, 188  
Aceite 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169  
Aguacate 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 158  
Aislación térmica 114, 115, 117, 120, 131, 132  
Análisis 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 20, 23, 24, 26, 30, 32, 69, 86, 87, 89, 90, 95, 116, 129, 131, 134, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 144, 162, 163, 167, 173, 186, 188, 189  
Antimicrobiana 134, 135, 136, 148, 158, 161, 169  
Apatita 186, 187, 188, 189, 191  
Aplicaciones 43, 160  
A-site substitutions 227  
Aspergillus niger 103, 104, 105, 111, 112, 113  
Avaliação 47, 58, 59, 63, 64, 66, 67, 68, 250, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 268, 273, 278, 279

### B

BiFeO<sub>3</sub> 227, 228, 231, 232, 233  
Biomasa 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 160

### C

Climas cálidos 114, 117, 129, 130  
Cohesión social 69  
Combustíveis renováveis 214  
Composición proximal 160, 168  
Compresión 121, 171, 172, 173, 174, 175, 182, 183, 184  
Consumidor ético 1, 2, 7, 11, 14  
Consumo energético 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 217  
Consumo ético 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16  
Consumo responsable 1  
Contaminación Difusa 18, 19, 22, 33  
Control interno 89, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102  
Cuprita 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

## D

Densidad 166, 171, 175, 177, 179, 180, 182, 183, 193, 197, 206, 207, 211, 238, 239, 243, 245, 246

Deposição eletroforética 234, 235, 237, 240, 248

Desarrollo 8, 18, 20, 21, 32, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 69, 70, 75, 76, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 102, 149, 153, 154, 155, 167, 170, 171, 172, 176, 179, 187

Difusão 207, 234, 235, 241, 243, 245, 254

Difusão de Cromo 235

## E

Ecosistemas de Emprendimiento 36, 37, 38

Emancipatória 47, 58, 59, 64, 66, 68

Emprendimiento 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Espectroscopia 200, 251, 253, 268

Etanol 214, 215, 216, 217, 221, 222, 224, 225

Ética del consumo 1

Extração líquido-líquido 214, 218, 221, 222, 223, 224, 225

## F

Ferric properties 227

Flotación 186, 187, 188, 189, 190, 191

## G

Glioma 250, 251, 252, 253, 254, 267, 268, 269

Glioma Astrocítico 251

## I

Imagem de Perfusão 251

## M

Materiais compósitos com matriz de alumínio 193, 194

Metales pesados 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

Moringa oleífera Lam 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 169

Municipios locales 89

## N

Normas 1, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 89, 95, 97, 100, 102

## O

Óxido 109, 134, 135, 136, 137, 145, 146, 196, 235

Óxido de estanho 235

## P

Percepção 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88

Perfusão 251, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 261, 264, 265, 267, 268

Permeabilidade Capilar 251

Porosidad 171, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 183, 184

Potencialidades 65, 147, 148, 149, 169

Procedimiento LU-IV 18, 19, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32

## Q

Quelônios marinhos 270, 271, 275

## R

Relave 186, 188, 189, 191, 192

Remoción 98, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resíduos de mineração 194

Ressonância Magnética 250, 251, 253, 254, 268

Roca 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 182, 183, 184

## S

Santander 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 186

Semillas 147, 155, 159, 160, 161, 162, 164, 169

SIG 18, 20, 270, 272

Sinerização Microondas Varistores 235

Sinterização 193, 194, 196, 197, 206, 207, 208, 210, 211, 234, 236, 237, 240, 241, 243, 244, 245, 246, 249

Sistemas de Información Geográfica 19, 20

Staphylococcus aureus 134, 135, 136, 142, 144, 145, 146

## T

Tecnologias 47, 49, 52, 53, 57, 59, 60, 67, 68, 79, 83, 120, 145, 184

## U

Unidades de Conservação 270, 272, 273, 274, 276, 277

UNIFAC 214, 215, 218, 219, 221

Universidad compleja 69, 88

## Z

Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitrato (ZVN) 18, 19