



Impactos das
Tecnologias na
Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

134 Impactos das tecnologias na engenharia química 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-236-4

DOI 10.22533/at.ed.364190304

1. Engenharia química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.

CDD 660.76

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Empresas do segmento de alimentos e bebidas que adotam inovação e tecnologia em seus produtos, processos e serviços são reconhecidas e valorizadas pelo consumidor, conseqüentemente competitivas no mercado. A área industrial alimentícia é apenas uma das inúmeras opções que o engenheiro químico tem como campo de trabalho. Mas dentro desta, suas atribuições são variadas, formando um profissional capaz de atuar em múltiplas tarefas.

A necessidade de novas tecnologias na indústria de alimentos requer otimização dos processos de transformação e fabricação, desenvolvimento de novos produtos, avanço da biotecnologia, garantia no controle da qualidade dos produtos, análise econômica dos processos, além da garantia do controle ambiental dos rejeitos e efluentes industriais.

A inovação é fundamental para o desenvolvimento de qualquer empresa. No setor de alimentos não é diferente, e cada vez mais os consumidores desejam consumir novos produtos que consigam aliar sabor, nutrição, qualidade e segurança. Assim como uma destinação correta de resíduos e uso de subprodutos que favorecem consumidor e meio ambiente.

Neste segundo volume, apresentamos inovações tecnológicas na Engenharia Química no setor de alimentos e resíduos de alimentos com estudos estatísticos de controle e processos, modelagem matemática, estudo cinético, sínteses, caracterizações, avaliação de propriedades, rendimento e controle analítico.

A Indústria Alimentar está em evolução constante e a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante neste setor. Os avanços científicos e técnicos permitem hoje produzir alimentos e bebidas que se adaptam melhor à procura dos consumidores de uma forma segura, com processos produtivos mais sustentáveis e eficientes, cobrindo a procura dos mercados globais.

Convidamos você a conhecer os trabalhos expostos neste volume relacionados com alimentos, bebidas, resíduos de alimentos com utilização tecnológica de novos recursos para o produto ou processo.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
DOI 10.22533/at.ed.3641903041	
CAPÍTULO 2	8
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
DOI 10.22533/at.ed.3641903042	
CAPÍTULO 3	21
ESTUDO ESTATÍSTICO DO TEOR DE LIGNINA OXIDADA PARA O BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR APÓS O PRÉ-TRATAMENTO COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO	
Anna Alves da Silva Vieira Isabelle Cunha Valim Vinnicius Ferraço Brant Alex Queiroz de Souza Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins Cecília Vilani Brunno Ferreira dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.3641903043	
CAPÍTULO 4	26
IMPLANTAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO NO PROCESSO DE CALEAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE AÇÚCAR	
Lorena Marcele de Faria Leite Euclides Antônio Pereira de Lima Ana Cláudia Chesca Flávia Alice Borges Soares Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.3641903044	
CAPÍTULO 5	31
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
DOI 10.22533/at.ed.3641903045	

CAPÍTULO 6	43
UTILIZAÇÃO DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DESLIGNIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO	
<ul style="list-style-type: none"> Isabelle Cunha Valim Anna Alves da Silva Vieira Vinnicius Ferraço Brant Alex Queiroz de Souza Ana Rosa Fonseca de Aguiar Martins Cecília Vilani Brunno Ferreira dos Santos 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903046	
CAPÍTULO 7	49
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE METILCELULOSE A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA	
<ul style="list-style-type: none"> Luís Fernando Figueiredo Faria Cláudia dos Santos Salim Luís Gustavo Ferroni Pereira Elisângela de Jesus Cândido Moraes 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903047	
CAPÍTULO 8	56
ESTUDO CINÉTICO DA PRODUÇÃO DE HIDROMEL PELAS CEPAS <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Lalvin 71b 1122 e <i>Saccharomyces bayanus</i> RED STAR PREMIER BLANK	
<ul style="list-style-type: none"> Ana Katerine de Carvalho Lima Lobato Lucas Gois Brandão Victor Hoffmann Barroso 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903048	
CAPÍTULO 9	73
FILTRAÇÃO APLICADA AO PROCESSO DE CONCENTRAÇÃO DA VINHAÇA	
<ul style="list-style-type: none"> Fernando Oliveira de Queiroz Jéssica Oliveira Alves Marcelo Bacci da Silva 	
DOI 10.22533/at.ed.3641903049	
CAPÍTULO 10	95
CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO, EM ESCALA INDUSTRIAL, DO LICOR NEGRO GERADO PELA ETAPA DE DESLIGNIFICAÇÃO DO ALGODÃO	
<ul style="list-style-type: none"> Lucrecio Fábio dos Santos Flávio Teixeira da Silva Teresa Cristina Brasil de Paiva 	
DOI 10.22533/at.ed.36419030410	
CAPÍTULO 11	111
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> FED-BATCH FERMENTATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHOD FOR ADJUSTING MODEL PARAMETERS TO EXPERIMENTAL DATA	
<ul style="list-style-type: none"> Marco César Prado Soares Gabriel Fernandes Luz Aline Carvalho da Costa Matheus Kauê Gomes Beatriz Ferreira Mendes Lucimara Gaziola de la Torre Eric Fujiwara 	
DOI 10.22533/at.ed.36419030411	

CAPÍTULO 12 118

EXPERIMENTAL DESIGN FOR OPTIMAL PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE UNDER LIQUID FERMENTATION WITH *Aspergillus* sp

Juliane Medeiros De Marco
Jennifer Salgado da Fonseca
Ricardo Lima Serudo

DOI 10.22533/at.ed.36419030412

CAPÍTULO 13 123

ESTUDO DO MODELO DE NÚCLEO DE RETRAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA COM CO₂ SUPERCRÍTICO

Matheus Manhães Vieira da Silva
João Vítor Melo Amaral
Carlos Minoru Nascimento Yoshioka
Ana Beatriz Neves Brito

DOI 10.22533/at.ed.36419030413

CAPÍTULO 14 128

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA SOLUBILIDADE DE α -TOCOFEROL EM MISTURAS DE ETANOL+ÁGUA

Iago Henrique Nascimento de Morais
Ricardo Amâncio Malagoni

DOI 10.22533/at.ed.36419030414

CAPÍTULO 15 136

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PERPÉTUA-ROXA (*Centratherum punctatum* Cass.) OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Rafael Henrique Holanda Pinto
Maria Caroline Ferreira Rodrigues
Wanessa Almeida da Costa
Renato Macedo Cordeiro
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.36419030415

CAPÍTULO 16 143

MODELAGEM MATEMÁTICA DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO DE *Bidens Pilosa* L. USANDO FLUIDO SUPERCRÍTICO

Ramon Gredilha Paschoal
Marianne Lima Higinio
Marisa Fernandes Mendes

DOI 10.22533/at.ed.36419030416

CAPÍTULO 17 161

RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Piper divaricatum* EM FUNÇÃO DA GRANULOMETRIA E MÉTODO DE EXTRAÇÃO

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Rafaela Oliveira Pinheiro
Márcia Moraes Cascaes
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade

DOI 10.22533/at.ed.36419030417

CAPÍTULO 18 167

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO E TEMPERATURA PARA OBTENÇÃO DO EXTRATO DE *Mentha spicata* L. UTILIZANDO EXTRAÇÃO SUPERCRÍTICA

Tháiris Karoline Silva Laurentino
Thuany Naiara Silva Laurentino
Ariovaldo Bolzan

DOI 10.22533/at.ed.36419030418

CAPÍTULO 19 172

ESTUDO REOLÓGICO DA POLPA DE JUÇARA (*Euterpe edulis* Mart) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVES

Italo Iury de Souza Guida
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana
Romildo Martins Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.36419030419

CAPÍTULO 20 179

OBTENÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DA POLPA DE ABACAXI ATRAVÉS DE EQUAÇÕES MATEMÁTICAS

Relyson Gabriel Medeiros de Oliveira
Williane Moraes de Souza
João Carlos Soares de Melo
Carlos Helaídio Chaves Costa
Adair Divino da Silva Badaró

DOI 10.22533/at.ed.36419030420

CAPÍTULO 21 186

CINÉTICA DE SECAGEM E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO FRUTO DE *Eugenia patrisii* Vahl. (MYRTACEAE)

Erick Monteiro de Sousa
Tainá Oliveira dos Anjos
Lidiane Diniz do Nascimento
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Cristiane Maria Leal Costa
Lênio José Guerreiro de Faria

DOI 10.22533/at.ed.36419030421

CAPÍTULO 22 192

MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DE TOMATES TIPO CEREJA E UVA POR MODELOS SEMITEÓRICOS E EMPÍRICOS

Heitor Otacílio Nogueira Altino
Renata Nepomuceno da Cunha

DOI 10.22533/at.ed.36419030422

CAPÍTULO 23 207

SECAGEM DO EXTRATO DA CASCA DE BERINJELA EM SPRAY DRYER COM ADIÇÃO DE ADJUVANTES

Raissa Henrique Silva
Erica Cortez de Lima
Suziani Cristina de Medeiros Dantas
Thayse Naianne Pires Dantas
Maria de Fátima Dantas de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.36419030423

CAPÍTULO 24 214

CINÉTICA DE SECAGEM DO MESOCARPO DE BACURI

Layrton José Souza Da Silva
Dennys Correia Da Silva
Ilmar Alves Lopes
Harvey Alexander Villa Vélez
Audirene Amorim Santana

DOI 10.22533/at.ed.36419030424

CAPÍTULO 25 219

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS NO ESTUDO DA SECAGEM E ORIENTAÇÃO DA MATRIZ DE FILMES BIODEGRADÁVEIS DE AMIDO E ACETATO DE AMIDO PELO MÉTODO *TAPE-CASTING*

Ana Luiza Borges Guimarães
João Borges Laurindo
Vivian Consuelo Reolon Schmidt

DOI 10.22533/at.ed.36419030425

CAPÍTULO 26 232

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE MALTODEXTRINA NO PROCESSO DE LIOFILIZAÇÃO DE MANGABA

Antonio Jackson Ribeiro Barroso
Francisco De Assis Cardoso Almeida
João Paulo De Lima Ferreira
Luzia Márcia De Melo Silva
Deise Souza De Castro
Joselito Sousa Moraes
Micheline Maria Da Silva Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.36419030426

CAPÍTULO 27 237

OXIDAÇÃO DE DIFERENTES AÇÚCARES UTILIZANDO CATALISADOR DE PdPtBi/C

Fabiana dos Santos Lima
João Guilherme Rocha Poço

DOI 10.22533/at.ed.36419030427

CAPÍTULO 28 250

PROSPECÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DO BIOMA CAATINGA COM POTENCIALIDADE PARA PRODUÇÃO DE QUITINASE

José Renato Guimarães
Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira
Eudocia Carla Oliveira de Araújo
Maria Lúcia da Silva Cordeiro
Isabella da Rocha Silva
Ranoel José de Sousa Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.36419030428

CAPÍTULO 29 257

PROJETO CONCEITUAL E ANÁLISE ECONÔMICA PRELIMINAR DO PROCESSO DE PERVAPORAÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DO AROMA DO SUCO DE ABACAXI

Bárbara Carlos Bassane
Marianna Rangel Antunes
Cecília Vilani
Roberto Bentes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.36419030429

CAPÍTULO 30 274

EFEITOS DO TAMANHO DOS GRÂNULOS, DO REVESTIMENTO E DO TIPO DE FERTILIZANTE NA LIBERAÇÃO DE AMÔNIA EM FERTILIZANTES NITROGENADOS

Pedro Queiroz Takahashi
Gabriel Costa de Paiva
Marcelo Andrade de Godoy
José Mauro de Almeida
Deusanilde de Jesus Silva

DOI 10.22533/at.ed.36419030430

SOBRE A ORGANIZADORA..... 279

CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA

Douglas Ramos Alves

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Uberaba MG, Brasil.

Amanda Martins Aguiar

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Uberaba MG, Brasil.

Ana Paula Silva Capuci

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química, Campus Aeroporto, Avenida Nenê Sabino, 1801, Uberaba MG, Brasil.

RESUMO: A fermentação alcóolica é o processo reacional de transformação da sacarose em álcool por meio da levedura *Saccharomyces Cerevisiae*. Para que a fermentação alcóolica ocorra, em boas condições e com alto rendimento é necessário um controle rígido em diversos parâmetros de qualidade físico-químicos e microbiológicos como: qualidade do substrato (mosto), temperatura de fermentação, pH, teor alcoólico, contaminação microbiana, CO₂, concentração de leveduras, entre outros. Pensando nisso, o intuito deste trabalho, foi determinar os principais parâmetros analíticos físico-químicos e microbiológicos, para controle e otimização do processo de fermentação alcóolica demonstrando o impacto de cada parâmetro analítico com a fermentação, cujo

estudo foi realizado com amostras coletadas na CMAA - Companhia Mineira de Açúcar e Álcool S.A – Unidade Vale do Tijuco, que utiliza como matéria prima a cana de açúcar. A fermentação alcóolica para produção de etanol vem sendo estudada há bastante tempo, portanto, o trabalho compreendeu artigos com uma larga escala de datas, demonstrando que a fermentação alcóolica deve seguir parâmetros rígidos de qualidade por meio de métodos analíticos, visando ganhos em eficiência de produção, pois os fungos leveduriformes utilizados para realizar a fermentação são seres unicelulares, que podem sofrer estresses com facilidades, por diversos fatores devidos mudanças bruscas no seu meio de adaptação, causando quedas na viabilidade ou até mesmo levando a sua morte em totalidade.

PALAVRAS-CHAVES: Microbiológicos. Oxigenação. Unicelulares.

ABSTRACT: Alcoholic fermentation is the reaction process of the transformation of sucrose into alcohol by means of *Saccharomyces cerevisiae* yeast. For alcoholic fermentation to occur, in good conditions and with high yield: substrate quality (wort), fermentation temperature, pH, alcohol content, microbial contamination, CO₂, yeast concentration, among others. In order to control and optimize the alcoholic fermentation process, it was demonstrated the impact of

each of the analytical parameters with the fermentation, whose study was carried out with the samples collected at CMAA - Companhia Mineira de Açúcar e Alcool SA - Vale do Tijuco Unit, which uses sugarcane as its raw material. Alcoholic fermentation for the production of ethanol has been studied for a long time, therefore, the work is complete with a large scale of data, demonstrating that the alcoholic fermentation must follow quality parameters through analytical methods, aiming at gains in production efficiency. The triggering factors may be useful for fermentation at different levels, with the possibility of reducing fatality.

KEYWORDS: Microbiological. Oxygenation. Unicellular

1 | INTRODUÇÃO

A fermentação é uma prática bastante antiga, conhecida antes mesmo do ano 6000 a.C., com aplicação de diversos produtos, existindo registros capazes de comprovar a utilização de muitos alimentos derivados desse processo por povos antigos, tais como os egípcios, assírios e babilônicos. (VILLEN, 2009).

O primeiro a realizar um estudo sobre fermentação alcoólica foi Lavoisier, em 1789. Já em 1857 Pasteur, demonstrou de forma mais clara a natureza deste processo, analisando que grandes partes das fermentações eram ocasionadas por leveduras.

As fermentações podem ser realizadas por processos descontínuos, contínuos alimentados, contínuos e também por variações destes processos (BORZANI, 2001). Sendo que o processo descontínuo é utilizado em 85% das destilarias do Brasil, cujo sistema descontínuo é conhecido também como *Melle-Boinot*, (AMORIM; LEÃO, 2005). Segundo TACIRO (2004), para aplicação de fermentação em um processo industrial é necessário que o processo seja sempre uniforme e contínuo para qualquer volume de fermentação.

A produção de etanol no Brasil é, na maioria dos casos oriunda da cana de açúcar, cujo cultivo é favorecido pelo clima, resultando em menor custo. (ANDRIETA et. al., 2006).

Com a implantação do Proálcool, Programa Nacional do Alcool, em 1975, o Brasil tornou-se o primeiro país do mundo a desenvolver um programa de combustível alternativo em larga escala em substituição à gasolina. Desde então, o processo de fermentação alcoólica tem sido constantemente aprimorado. (ANDRIETA et. al., 2006)

Pensando na importância da fermentação alcoólica para a produção de etanol, combustível renovável, os autores do presente artigo propõem a realizar ensaios analíticos, físico-químicos como: pH, °BRIX, ART, teor alcoólico, concentração de levedo, e microbiológicos como: viabilidade, bastonetes e brotamento, para controle da fermentação alcoólica em indústria alcooleira.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram determinadas análises físico-químicas e microbiológicas em triplicatas, no laboratório industrial da (CMAA) – Unidade Vale do Tijuco, da Safra 2017/2018, cuja produção diária é de 800 m³ de etanol hidratado. Foram seguidos procedimentos físico-químicos da FERMENTEC, 2011 e microbiológicos da FERMENTEC, 2013. Os principais materiais e reagentes utilizados para ensaios estão descritos a seguir:

- Densímetro Digital;
- Destilador Automático;
- Refratômetro Digital;
- Centrífuga;
- Espectrofotômetro;
- Microscópico;
- Micro-ondas;
- Banho de Ebulição;
- pHmetro;
- Tubo de Ensaio;
- Tubo de Concentração 15 mL;
- Dispensete automático;
- Pipetas Volumétricas 5, 10, 20, e 50 mL;
- Balões Volumétricos 100 e 200 mL;
- Béquer 100 mL;
- Padrão pHmetro 4,00 e 7,00;
- Padrão 0, 15, 25, 50 °BRIX;
- Padrão Açúcar Invertido 1%
- Celite;
- Oxalato;
- Somogy & Nelson;
- Ácido Clorídrico 0,75 N;
- Hidróxido de Sódio 0,75 N.
- Solução Estoque e Trabalho Eritrosina;
- Papaína;
- Sulfato Azul de Nilo 2%;
- Azul de Metileno 0,2%.

2.1 Determinações em mosto

Solução açucarada, obtido do caldo da cana de açúcar ou composto por xarope ou mel oriundo do processo de obtenção de açúcar.

2.1.1 Determinação °BRIX

Calibrou-se o refratômetro Anton Paar, modelo Abbemat 200, com os padrões de 0, 15, 25, 50 °BRIX, posteriormente adicionou-se a amostra, e realizou-se a leitura.

2.1.2 Determinação pH

Calibrou-se o pHmetro, Digimed, modelo DM-22, com as soluções tampão de 4,00 e 7,00, posteriormente adicionou-se as amostras e realizou-se a leitura.

2.2 Determinações em Cuba

Cubas são tanques de tratamento do "leite de leveduras" em alta concentração, para uso subsequente em outro processo de fermentação.

2.2.1 Determinação pH

Seguir conforme procedimento 2.1.2.

2.2.2 Determinação Álcool °GL

Adicionou-se 25 mL da amostra, medidos em pipeta volumétrica, colocou-se dentro do bulbo do micro destilador, Tecnal, modelo TE-02, fechando todas as válvulas e delimitando uma temperatura de destilação entre 80 e 90°C, após isso foi adicionado em um balão de 100 mL na saída do micro destilador, completou-se com água destilada. Posteriormente levou-se a amostra ao densímetro, Anton Paar. Modelo DMA 4500 M, e determinou o teor de álcool °GL (v/v); conforme a Equação (1).

$$^{\circ}\text{GL}_{\text{total}} = ^{\circ}\text{GL}_{\text{obtido}} * 4 \quad (1)$$

2.2.3 Determinação Concentração Levedo

Adicionou-se 15 mL de amostras em tubos graduados, e levou-se a centrífuga, FANEN, modelo 206 BL 1, com rotação de 3200 rpm, por 10 min. Conforme a Equação (2).

$$[\text{Conc.}] \% = \frac{V_{\text{creme}}}{V_{\text{total}}} * 100 \quad (2)$$

2.3 Determinações em dorna

Dornas são tanques nos qual o mosto é submetido ao processo fermentativo, sendo transformados em vinho (substância a ser destilada).

2.3.1 Determinação de pH

Seguir conforme procedimento 2.1.2.

2.3.2 Determinação Álcool °GL

Seguir conforme procedimento 2.2.2.

2.3.3 Determinação Concentração Levedo

Seguir conforme procedimento 2.2.3.

2.3.4 Determinação ART

Adicionou-se 0,2 g de oxalato e 1,0 g de celite em 100 mL da amostra retirada da centrífuga a 3200 rpm, adicionou-se 10 mL em balão volumétrico de 200 mL, com 20 mL de ácido clorídrico 0,75 N, e levou-se para micro-ondas, por aproximadamente 1 minuto, ou até a amostra entrar em ebulição, retirou-se a amostra, resfriando-a em água corrente com posterior neutralização com com fenolftaleína 1%, e completou-se o balão com água destilada. Determinou-se o padrão de açúcar invertido para cálculo da Equação (3), adicionando 10 mL da amostra padrão em um balão de 100 mL, e retirando uma amostra de 10 mL adicionada em um balão de 200 mL. Numerou-se 9 tubos:

- 1,2,3: Amostra com água destilada;
- 4,5,6: Padrão Açúcar Invertido;
- 7,8,9: Amostra.

Colocou-se os tubos em banho de ebulição, aquecendo-os até que a temperatura dos tubos se igualasse (2 a 3 minutos), adicionou-se com auxílio do dispense-te 1 mL do reativo de Somogy em cada tubo, sem tirá-los da ebulição e deixou-se os mesmos durante 15 minutos. Esfriou-se em água corrente. Colocou-se em cada tubo 1 mL do reativo de Nelson. Agitou-se imediatamente. Colocou-se em cada tubo 7 mL de água destilada e agitou-se bem. Deixou-se 5 minutos em repouso com posterior realização da leitura em espectrofotômetro, HACH, modelo DR 5000, a 535 nm.

$$ART\% = 0.1 * \frac{L_{amostra} - L_{branco}}{L_{padrao} - L_{branco}} \quad (3)$$

2.3.5 Determinação Microscopia

Transferiu-se 5 mL de uma amostra de vinho bruto para tubo de ensaio, adicionando-se papaína, homogeneizou-se, e aguardou-se 5 minutos, diluiu-se a amostra em água destilada, adicionou-se 1 mL da amostra diluída em 1 mL de solução corante, preparou-se a câmara de Neubauer, cobrindo a superfície espelhada com uma lamínula, transferindo o volume de amostra até preencher a câmara de Neubauer, observou-se ao microscópio, Nikon, modelo Eclips E 200, pela objetiva de imersão 100x, quantificou-se células vivas, mortas e brotos presentes nos retículos centrais dos 25 quadrículos. Para diluição da amostra: procurou-se ajustar a lâmina para a faixa de menor erro da metodologia (300 a 500 células totais), adicionou-se 1 mL de vinho bruto diluído em 19 mL de água destilada, posteriormente adicionou-se 1 mL de corante. Conforme a Equação (4).

- 1º Diluição: diluiu-se a amostra de vinho em água;
- 2º Diluição: homogeneizou-se partes iguais da amostra diluída e corante.

$$Diluição = (1^a \text{ diluição}) * (2^a \text{ diluição}) \quad (4)$$

2.3.5.1. Determinação Viabilidade

Seguir conforme procedimento 2.3.5. e a Equação (5).

$$\%Viabilidade = \frac{Células_{viáveis}}{(Viáveis + Não - viáveis)} * 100 \quad (5)$$

2.3.5.2. Determinação Brotamento

Seguir conforme procedimento 2.3.5. e a Equação (6).

$$\%Brotamento = \frac{Brotamento_{viáveis}}{(Células_{viáveis})} * 100 \quad (6)$$

2.3.6. Determinação Bastonetes

Foi utilizado papaína para a contagem em vinho, aguardando 5 minutos para que a amostra 3:5 (bastonetes/campo) fosse diluída. Foram misturadas partes iguais da amostra diluída e da solução corante, agitando e transferindo 0,003 mL para uma lamínula 22x22 mm. Logo após, observou-se ao microscópio, contando as células não coradas (viáveis), sendo importante ressaltar que não foram contados os bastonetes de coloração azul. Utilizou-se 50 campos para contagem de vinho. O cálculo para

determinação de bastonetes foi realizado conforme Equação (7).

$$\frac{\text{Bastonetes}}{\text{mL}} = \frac{\text{Bast}}{\text{Campos}} * \frac{1}{V_{\text{amostra}}} * \text{DIL} * \text{FM} \quad (7)$$

2.4 Determinações em dorna volante

Dornas volante são reservatórios de vinho delevedurado, enviado para coluna de destilação.

2.4.1 Determinação Álcool ° GL

Seguir conforme procedimento 2.2.2.

2.4.2 Determinação Concentração Levedo

Seguir conforme procedimento 2.2.3.

2.5 Em Centrífugas

São equipamentos que utilizam força centrípeta para separar o fermento (creme), do vinho enviado para coluna de destilação. O fermento é recuperado na cuba até ser enviado para outra dorna para realizar a fermentação.

2.5.1 Determinação Concentração Levedo

Seguir determinação de creme conforme procedimento 2.2.3.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi desenvolvido em processo descontínuo (batelada), que segundo AMORIM (2005), é o processo utilizado em 85% das destilarias do Brasil, cujo sistema batelada é conhecido também como *Melle–Boinot*, como pode ser observado na Figura 1. Este processo é o responsável por grandes avanços em fermentações alcólicas.

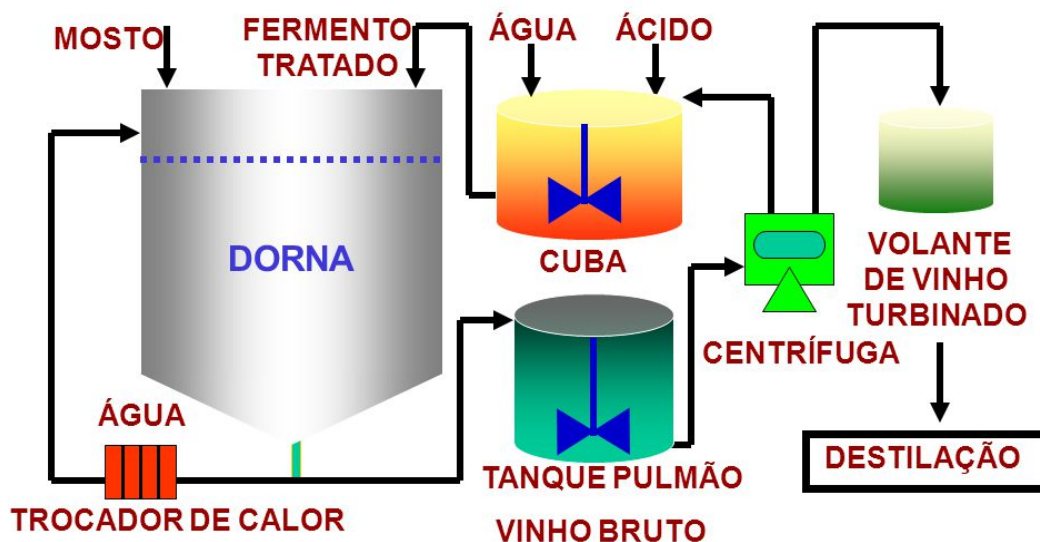


Figura 1 – Fluxograma de fermentação alcoólica, descontínua *MelleBoinot*.

Fonte - (MARQUES, 2012)

O processo fermentativo iniciou-se com a alimentação do “leite de leveduras” em alta concentração proveniente das cubas, conforme Figura 1, que são tanques de tratamento das leveduras, cujos parâmetros principais a serem controlados para uma fermentação com alto rendimento são: a concentração das leveduras e o pH. Segundo OLIVEIRA (2010), a concentração de leveduras nas cubas deve ser alta em torno de 45 a 50 %, pois a proporção de água adicionada nas cubas é de 1:1. Os resultados obtidos em nossa amostra estão todos descritos na Tabela 1.

Análises	Dorna	Cuba	Mosto	Creme
pH	4,92	2,66	5,48	
Temperatura °C	33	30	29	
Concentração %	14,66	46,6		66,66
Álcool %	10,12	4,80		
°BRIX			22,19	
ART %	0,28			
Viabilidade %	91,84			
Brotamento %	5,49			
Bastonetes ml ⁻¹	5,4x10 ⁶			

Tabela 1 – Resultados analíticos, para controle de fermentação alcoólica em indústria alcooleira, coletados da CMAA - Unidade Vale do Tijuco, Safra 2017/2018.

Fonte - Acervo dos Autores, (2017).

É possível observar com os resultados obtidos demonstrados na Tabela 1, que os parâmetros exigidos foram alcançados. Nas cubas também são adicionados ácido sulfúrico até pH de 2,5 com o objetivo de reduzir a sua carga microbiana garantindo menor consumo de antibióticos que são produtos com preço de mercado elevado (OLIVEIRA, 2010). O pH da cuba determinado foi de 2,66, cujo pH estava próximo ao adequado, aumentando a viabilidade. A quantidade de bastonetes/mL estava

controlada $5,4 \times 10^6$, excluindo a formação de flocos que são causados pela aglomeração das bactérias, atrapalhando o processo fermentativo reduzindo a velocidade da fermentação, (CHERUBIN, 2003). Ver Figura 2.

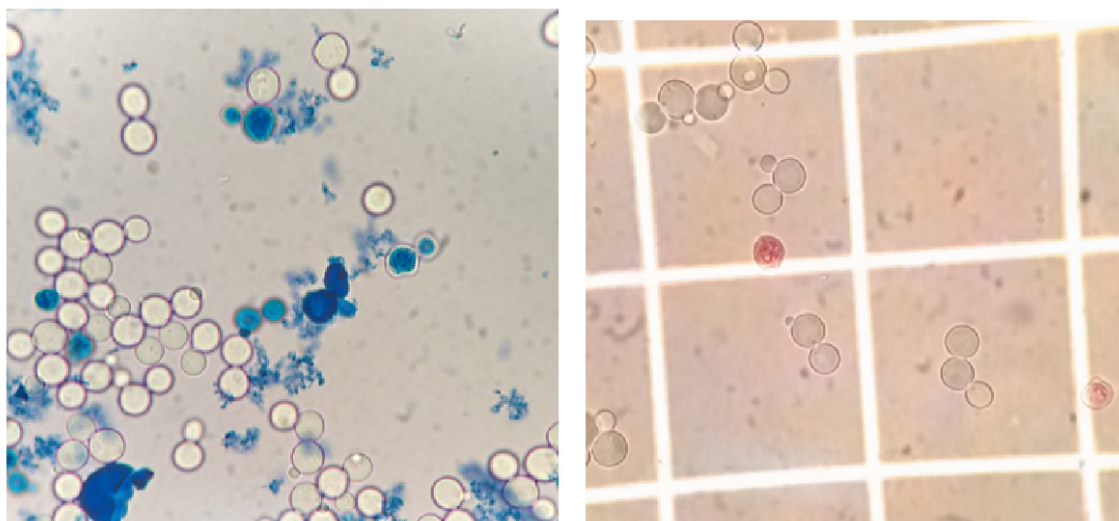


Figura 2 – Determinação de bastonetes em lâmina e determinação de viabilidade e brotamento em câmara de Neubauer.

Fonte - Acervo dos Autores, (2017).

Nas dornas alimentou-se também o mosto como demonstrado na Figura 1, sendo que as análises mais importantes nesta etapa são pH e °BRIX, o pH é de suma importância, pois caldos com pH muito baixo, indicam inversão de sacarose e elevados teores de contaminação bacteriana que são fatores prejudiciais para o processo fermentativo, sendo que o pH da amostra estava favorável. Já o °BRIX determina-se a quantidade de açúcares na solução de mosto, cuja alta concentração de mosto é estudada e desejada nos processos de fermentação, pois reduzem a quantidade de energia gasta em destilação e volume de efluentes (BAI, 2007). No entanto elevados teores de açúcares dificultam o brotamento que é prejudicial ao crescimento das leveduras, diminuindo a viabilidade (BANKCOVA et. al., 1999). Contudo segundo BARBOSA (2016), o teor açúcares deve ser de no máximo 16 °BRIX, cujo resultado obtido na nossa amostra foi de 22,19 °BRIX, resultados este muito acima dos parâmetros especificados em literatura, com isso efetuou-se um cálculo, demonstrado na Equação (8), para diluição do mosto, onde em cada 1000 litros de mosto foram adicionados aproximadamente 387 litros de água.

$$\text{VOLUME TOTAL} = \text{VOL CALDO} \times \frac{\text{BRIX MOSTO} - \text{BRIX DESEJADO}}{\text{BRIX DESEJADO}}$$

Após a alimentação de mosto com percentual de açúcares e de fermento ideal

nas dornas, inicia-se a fermentação, sendo a *Saccharomyces Cerevisiaea* levedura responsável pelo processo. Segundo AMARAL (2009), estas leveduras fermentam bem em temperatura de 26 a 33°C e tem melhor atividade com pH de 4 a 5. Tanto o pH quanto a temperatura estavam dentro dos parâmetros ótimos de operação conforme demonstrado na Tabela 1. A *Saccharomyces Cerevisiae* realiza a fermentação do açúcar com o objetivo de adquirir energia química necessária à sua sobrevivência, liberando o etanol e CO₂, que é formado pelas leveduras a partir de monossacarídeos, sendo necessário decompor a sacarose, (C₁₂H₂₂O₁₁), em glicose e frutose, sendo esta a reação principal. Na fermentação alcoólica estes microrganismos fornecem a enzima invertase que hidrolisa a sacarose, dada pela Figura 3 (SOUZA, 2009).

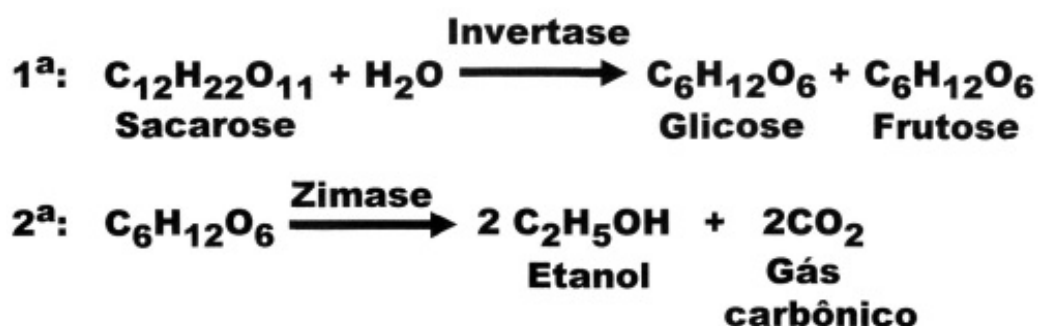


Figura 3 – Reação de produção de etanol, utilizando levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Fonte - (SANTOS, 2011).

Como o pH, a concentração de leveduras e a temperatura, estavam nos parâmetros especificados, a produção de etanol foi alta de 11,12 (v/v), cujo teor normalmente para fermentações bem controladas são de 10 a 12 (v/v), (PULIGLUNDA, 2011). Todos esses controles refletem diretamente na eficiência da fermentação, sendo que o rendimento teórico para a produção de etanol é de 0,511 g de etanol/g de açúcares redutores totais (ART) consumidos (DARÉ, 2008). A amostra estudada relevou um teor de açúcares redutores totais de 0,28 % que é denominado como perda, ou seja, todo esse açúcar não foi convertido em etanol, pois as quedas na eficiência fermentativa decorreram de uma alteração na estequiometria do processo, levando à formação de produtos secundários (especialmente glicerol e ácidos orgânicos) (LIMA et al., 2001). Após o término da fermentação, com duração de 11h e 15min, todo o conteúdo da dorna é transferido para as centrífugas. A concentração do creme de leveduras que se separou das centrífugas foi de 66,66%, sendo que este creme foi depositado nas cubas, onde foi diluído em água até uma concentração ideal de 45% e passou pelo tratamento ácido, para eliminação de bactérias, posteriormente retornou-se para as dornas, onde foi adicionada uma nova carga de mosto para um novo ciclo fermentativo. Cerca de 90% das leveduras são reaproveitadas de uma fermentação para outra e esse processo de reciclo permanece durante todo o período da safra, se repetindo de 2 a 3 vezes por dia (MISSAWA, 2009).

De acordo com MISSAWA (2009), após a centrifugação, o vinho (fermentado de cana sem as leveduras) é enviado para a dorna volante, de onde segue para as colunas de destilação para separação do etanol, vinhaça e óleo fúsel.

4 | CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho foi possível concluir que o termo fermentação é utilizado para definir um processo químico baseado em reações químicas na presença de enzimas sendo que a fermentação alcoólica é realizada por fungos leveduriformes, cuja fermentação é ocasionada pela presença de açúcares, principalmente glicose. Vários estudos demonstraram que todo o controle operacional deve ser feito interruptamente e sem alterações bruscas, para que as leveduras não sofram estresses, causando queda na viabilidade e rendimento.

Os resultados analíticos demonstraram uma viabilidade e teor alcóolico da amostra de vinho alta, com baixa perda em ART (Açúcares Redutores Totais). Portanto nota-se a importância dos resultados analíticos para correção no processo industrial, sendo que para cada processo fermentativo existem controles para que elas ocorram como o esperado, e estudá-los antes de iniciar qualquer tipo de fermentação, aumenta a produção seja ela industrial ou em pequenas escalas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, H.V.; LEÃO, R.M. **Fermentação alcoólica: ciência e tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005. 448p

AMARAL, Flávia Silvério. **Influência conjunta do pH, temperatura e concentração de sulfito na fermentação alcoólica de mostos de sacarose**. Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2009. Disponível em: < <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/548/1/Influ%C3%AanciaConjuntaPh.pdf> > Acesso em 20/04/2017.

ANDRIETTA, M.G.S.; STECKELBERG; C.; ANDRIETTA, S.R. **Bioetanol – Brasil, 30 anos na vanguarda**. Multiciência, Construindo a História dos Produtos Naturais, São Carlos v. 7, p. 1-16, 2006.

AQUARONE, Eugênio. BORZANI, Walter. SCHIMIDELL, Willibaldo. LIMA, Urgel Almeida. **Biotecnologia industrial vol.2 e 3**. 1ª edição. Editora: Edgard Blucher São Paulo – SP, 2001.

BANKOVA, V.; MARCUCCI, M.C.; SIMOVA, S. et al. **Antibacterial diterpenic acids from Brazilian propolis**. Zeitschrift fur Naturforschung, v.51, n.5-6, p.277-280, 1996.

CHERUBIN, Rudimar Antonio. **Efeitos da viabilidade da levedura e da contaminação bacteriana na fermentação alcoólica**. 2003, 124p. Tese doutorado, Escola Superior Luiz de Queiroz – Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2003.

DINIZ, S. C.; TACIRO, M. K.; GOMEZ, J. G. C.; PRADELLA, J. G. D. C. **HighCell-Density Cultivation of Pseudomonas putida IPT 046 and Medium-Chain-Length Polyhydroxyalkanoate Production From Sugarcane Carbohydrates**. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 119, p.51-59, 2004.

LI, Y.; ZHAO, Z.; BAI, F. **High density cultivation of oleaginous yeast Rhodosporidiumtoruloides**

Y4 in fed-batch culture. Enzyme Microb. Tech., v. 41, p. 312-317, 2007.

LIMA, U.A. **Biotecnologia industrial: Processos fermentativos e enzimáticos.** São Paulo: Blucher, 2001. v.3

MISSAWA, S. K. **Modificação de linhagens industriais de Saccharomyces cerevisiae para o aumento da produtividade de álcool e floculação condicional.** 2009. Tese. Doutorado. Disponível em: Acesso em: 11 fev. 2017.

PULIGUNDLA, P.; **Very high gravity (ACA), ethanolic brewing and fermentation: A research update.** Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, Hampshire, v. 38, p. 1133 – 1144, 2011.

VILLEN, R. A. Mauá: **Biotecnologia – Histórico e Tendências.** Escola de Engenharia de Mauá. Apostila, 2009.

SOBRE A ORGANIZADORA

CARMEN LÚCIA VOIGT Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-236-4

