



# Impactos das Tecnologias na Engenharia Química 2

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DA ENCAPSULAÇÃO DE RESÍDUOS DO ABATE DE AVES	
Caroline Machado da Silva Marlei Roling Scariot Leonardo da Silva Arrieche	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE VÍSCERAS DE FRANGO PARA OBTENÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS	
Tatiane Francini Knaul Schaline Winck Alberti Ana Maria Vélez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>31</b>
CONTROLE ANALÍTICO PARA FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA EM INDÚSTRIA CANAVIEIRA	
Douglas Ramos Alves Amanda Martins Aguiar Ana Paula Silva Capuci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3641903045</b>	

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

**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 CO<sub>2</sub> 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  $\alpha$ -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**

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

### **Bárbara Carlos Bassane**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Campus Gávea – RJ, Graduação em Engenharia Química – Departamento de Engenharia Química e de Materiais.

Rio de Janeiro – RJ

### **Marianna Rangel Antunes**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Campus Gávea – RJ, Graduação em Engenharia Química – Departamento de Engenharia Química e de Materiais.

Rio de Janeiro – RJ

### **Cecília Vilani**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Campus Gávea – RJ, Departamento de Engenharia Química e de Materiais.

Rio de Janeiro – RJ

### **Roberto Bentes de Carvalho**

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Campus do Fundão - Escola de Química, Departamento de Processos Inorgânicos.

**E-mail:** rbcarvalho@eq.ufrj.br

Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** Neste trabalho foi realizado um projeto conceitual e uma análise econômica preliminar de uma planta de pervaporação para recuperação do aroma do abacaxi. A partir dos documentos de engenharia confeccionados, foi realizada uma estimativa de investimento inicial total (CAPEX) necessário para implementação

do processo de pervaporação, utilizando o método de fatores multiplicativos variáveis. Para realizar a análise econômica, determinou-se: o preço de venda do aroma e todos os parâmetros relativos aos custos operacionais (OPEX) da planta, bem como as informações contábeis e de impostos. Com todos os dados levantados, construiu-se o Demonstrativo de Resultado do Exercício (DRE) e o Fluxo de Caixa (FC), considerando um horizonte de 15 anos de operação da pervaporação. Desta forma, foi possível calcular os indicadores econômicos principais, tais como: Valor Presente Líquido (VPL); Taxa Interna de Retorno (TIR); Payback Descontado (PBD), com todos mostrando a viabilidade econômica do projeto. O preço de venda do aroma mostrou-se competitivo em relação aos preços praticados no mercado. Por fim, foi feita uma análise de sensibilidade sobre o VPL das principais variáveis presentes no estudo econômico.

**PALABRAS-CHAVE:** pervaporação; aroma; abacaxi; análise; econômica.

**ABSTRACT:** In this work a conceptual project and a preliminary economic analysis of a pervaporation plant for recovery of pineapple flavor were carried out. Based on the engineering documents, a capital expenditure (CAPEX) was used to implement the pervaporation process using the variable multiplicative factors method.

In order to carry out the economic analysis, it was determined: the selling price of the flavor and all the parameters related to the operational costs (OPEX) of the plant, as well as accounting information and taxes. With all the data collected, the Income Statement of the Exercise (DRE) and the Cash Flow (FC) were constructed, considering a horizon of 15 years of operation of the pervaporation. In this way, it was possible to estimate the main economic indicators, such as: Net Present Value (NPV); Internal Rate of Return (IRR); Discounted Pay-back (PBD), with everyone showing the economic viability of the project. The selling price of the flavor was competitive in relation to the prices practiced in the market. Finally, a sensitivity analysis was performed on the NPV of the main variables present in the economic study.

**KEYWORDS:** pervaporation; flavor; pineapple; economic analysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da indústria química no Brasil e, conseqüentemente dos negócios a ela associados, mostram-se bastante dependentes das importações. Esse fato ocorre em função do posicionamento das empresas nacionais estar voltado para produzir produtos de menor valor agregado. Uma alternativa para reverter esse cenário e fazer com que haja equilíbrio de toda a indústria é enfatizar a produção de artigos de alto valor agregado e investir em novas tecnologias capazes de serem integradas às indústrias já operantes. Nesse contexto, aromas e fragrâncias se mostram como insumos bastante competitivos (BAIN & COMPANY, 2016).

Dentre as estratégias convencionais usadas para recuperação de aromas, destacam-se a extração e a destilação. Mas, a evolução dos processos com membranas fez com que a pervaporação surgisse como uma alternativa promissora e mais vantajosa: sem uso de solvente; menores gastos energéticos; com elevado grau de pureza; e em temperaturas brandas, o que garante a manutenção das propriedades organolépticas do aroma (PEREIRA et al., 2006).

A Figura 1 representa esquematicamente o processo de pervaporação. No processo, o suco de abacaxi é aquecido e recirculado pela membrana, que possui camada seletiva densa e polímero base com afinidade pelos componentes voláteis presentes no suco. Realiza-se vácuo no outro lado da membrana, o que favorece a permeação, na fase vapor, dos compostos de interesse, sendo em seguida os mesmos condensados, dando origem ao aroma concentrado desejado (PEREIRA et al., 2006).

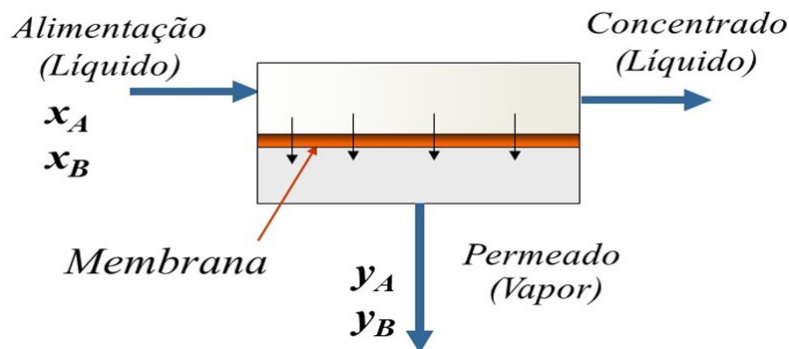


Figura 1: Representação Esquemática do Processo de Pervaporação.

Hoje, na literatura, os estudos relativos à pervaporação são majoritariamente conduzidos em escala de bancada, podendo-se constatar um déficit em relação à transposição desses resultados para escalas piloto e industrial. Essa transição requer a geração de dados adicionais e estudos de viabilidade econômica, como forma de avaliar a possibilidade de se construir um projeto competitivo ou não.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo preencher a lacuna existente entre as informações obtidas da literatura sobre dados experimentais em escala de bancada para recuperação de aromas e o estudo da viabilidade econômica do *scale-up* para uma planta piloto ou industrial.

## 2 | DOCUMENTAÇÕES PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual de uma planta consiste na elaboração de documentos que possibilitarão o estudo preliminar de sua viabilidade técnico-econômica, de forma suficiente às definições das variáveis de entrada e saída necessárias (CHAUVEL et al., 2003).

A Figura 2 apresenta os documentos principais de engenharia gerados no presente trabalho. Todos os documentos foram confeccionados seguindo as normas vigentes e a metodologia de Projetos de Engenharia (TAMIETTI, 2009).

As Listas são formadas por conjuntos específicos de componentes do projeto, a fim de sintetizar e organizar o acesso às informações contidas em Desenhos ou Memoriais Descritivos, por exemplo.

Os Desenhos presentes no projeto conceitual representam graficamente o processo em estudo, em dois diferentes níveis de detalhamento. O Diagrama de Blocos é o desenho mais simples, sendo formado pelas tecnologias envolvidas, representadas por caixas sequencialmente ligadas, identificando as principais correntes de entrada e saída do processo, bem fluídos intermediários. Já o Fluxograma de Processo é um desenho mais detalhado, nele são representadas as tecnologias, com suas respectivas figuras pictóricas, bem como os equipamentos principais contidos no projeto, como bombas, tanques, trocadores de calor. Este Desenho apresenta ainda os balanços de massa e energia, especificados para cada corrente de processo e



identifica instrumentos e as malhas de controle principais do processo.

LISTAS	DESENHOS	MEMÓRIAS DE CÁLCULO	MEMORIAIS DESCRITIVOS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Documentos</li><li>• Equipamentos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagrama de Blocos</li><li>• Fluxograma de Processo (PFD)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Balanço de Massa e Energia</li><li>• Bombas</li><li>• Tanques</li><li>• Análise Econômica</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Processo</li><li>• Análise Econômica</li></ul>

Figura 2: Documentos de Engenharia Gerados no Projeto Conceitual Desenvolvido.

As Memórias de Cálculo são, normalmente, documentos internos e de acesso restrito, que apresentam os cálculos necessários para obtenção das estimativas de dimensionamento e especificações dos equipamentos e tecnologias do projeto ou da análise econômica.

Os Memoriais Descritivos podem realizar detalhamentos dos passos e premissas adotados na elaboração de uma memória de cálculo. Tal documento pode também apresentar o escopo completo do processo, incluindo seus objetivos, dados de entrada e saída, a rota conceitual proposta, particularidades das tecnologias utilizadas, premissas adotadas, entre outras informações de caráter descritivo, imprescindíveis ao entendimento do projeto em sua totalidade.

### 3 | DADOS DO PROJETO E DA ANÁLISE ECONÔMICA

Para o dimensionamento do processo de pervaporação foram utilizados dados de bancada, utilizando como referência pesquisas científicas já realizadas, que indicam um fluxo permeado do aroma de suco de abacaxi de 0,24 Kg/h.m<sup>2</sup> (PEREIRA et al., 2006).

Com base em um estudo do mercado, definiu-se a capacidade da planta de aroma em 22.290,0 L/ano. O Preço de Venda do aroma foi fixado em R\$ 100,00/L.

Foi desenvolvido também um módulo com membranas de pervaporação, utilizando membranas densas de polidimetilsiloxano (PDMS), no formato de fibras ocas. Foi realizado um estudo econômico para determinar a melhor relação entre metro quadrado de membranas e volume do módulo, parâmetro construtivo conhecido como densidade de empacotamento.

As dimensões da tecnologia e dos equipamentos foram calculadas a partir dos documentos de engenharia confeccionados. Utilizou-se o método de fatores multiplicativos variáveis (CHAUVEL et al., 2003) para determinação do investimento inicial para montagem do projeto, fazendo cotações reais dos equipamentos principais, apresentados sempre em reais (R\$). O capital de giro foi determinado como um percentual desse investimento inicial calculado. O CAPEX, total de investimentos

necessários, seria a soma entre o investimento fixo e o capital de giro.

Todos os parâmetros relativos ao OPEX, contáveis e de impostos, foram determinados com base em experiência em projetos similares e em dados fornecidos pelo balanço de massa e energia do projeto. Alguns desses parâmetros: quantidade de operadores da planta e seus salários; os custos fixos e variáveis envolvidos; fundo de manutenção do equipamento; os custos de troca das membranas; premissas de depreciação; capacidade ocupada da planta; custo de oportunidade.

Com todos os dados levantados, construiu-se a DRE e o FC do projeto, considerando um horizonte de 15 anos de operação do equipamento de pervaporação. Desta forma, foi possível calcular os indicadores econômicos principais, tais como: VPL; TIR; PBD, seguindo os conceitos aplicados corriqueiramente em análises de investimentos (CASAROTTO & KOPITTKKE, 2000; BOGGISS et al., 2013).

O Valor Presente Líquido (VPL) é obtido pela soma entre o CAPEX (valor negativo) e todos os resultados de cada exercício (valor positivo ou negativo), descapitalizados pelo custo de oportunidade para o momento presente do investimento inicial. VPL maior que zero indica que o projeto está gerando valor, sendo um dos fatores decisórios, não único, que auxilia na escolha de realizar o investimento.

Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como sendo a taxa que, quando aplicada aos resultados financeiros de cada período, trazendo esses para valor presente no momento do investimento inicial, iguala a soma dos mesmos ao CAPEX realizado, zerando, assim, o VPL. O projeto é atrativo quando a TIR é maior do que o custo de oportunidade estabelecido pelo investidor.

O Payback Descontado (PBD) é o tempo no qual o somatório entre o CAPEX (negativo - saída de capital) e os resultados financeiros em cada período do projeto (positivo ou negativo), atualizados a valor presente pelo custo de oportunidade, é igual a zero (MARQUEZAN, 2006).

Por fim, foi feita uma análise de sensibilidade sobre o VPL das principais variáveis presentes no estudo econômico, encontrando o percentual da variação do valor de cada variável que zera o VPL, mantendo as demais variáveis constantes.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 3 é apresentada a área gráfica do Diagrama de Blocos do Processo e suas respectivas simbologias. Nesse desenho, determina-se os fluídos de entrada, de saída e intermediários do processo, bem como as trocas térmicas necessárias e as operações principais, de limpezas e de drenagens.

Como pode ser observado, o suco de abacaxi bruto é pré-aquecido e processado na pervaporação, gerando um permeado na forma de vapor e um concentrado. O concentrado é parte recirculado no processo e parte retornado para a planta de processamento de suco, anexa ao projeto desenvolvido. O permeado na forma vapor é condensado por uma troca térmica, obtendo o aroma concentrado líquido.

Pode realizar limpezas químicas ácida ou básica das membranas, utilizando água com qualidade adequada para lavagem. A solução química é recirculada pela pervaporação, gerando no final um dreno químico. Após as limpezas químicas, o processo é submetido a um enxague com água de lavagem, gerando um rejeito que enxague que é drenado como efluente frio. Vapor é utilizado também na fase final para sanitização do equipamento antes do processamento com o suco bruto, com um fluido de saída de dreno de vapor. Por fim, existem ainda os fluidos intermediários de drenagens de suco e geral, que ocorrem na parada da planta, sendo ambos encaminhados para drenagem de efluente frio.

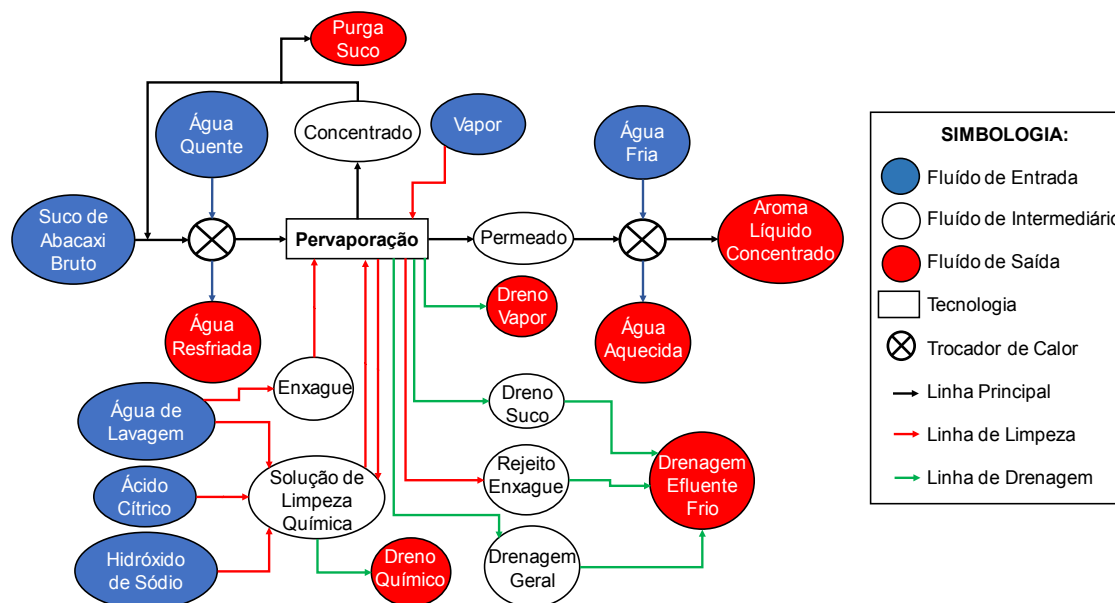


Figura 3: Área Gráfica e Simbologia do Diagrama de Blocos do Processo de Pervaporação para Recuperação de Aroma do Suco de Abacaxi.

Na Figura 4 é apresentado o Fluxograma de Processo da planta de pervaporação. Nessa Figura, são mostrados todos os equipamentos necessários para implementação do projeto: tanques; bombas; trocadores de calor; válvulas e instrumentos. Todas as correntes de processo foram indicadas e numeradas, servindo de base para a elaboração da tabela da memória de cálculo de balanço de massa e energia do projeto. Ao todo temos no processo 27 correntes, entre principais; secundárias de limpeza; de químicos (ácido cítrico e hidróxido de sódio); utilidades (vapor e água gelada); e drenos.

Conforme apresentado, o suco bruto é alimentado ao processo através do tanque de passagem TQ-01, o qual é dotado de chave de nível para indicação de alarmes ligada a uma válvula automatizada (XV-01). O suco é bombeado por uma bomba centrífuga (BC-01) para o trocador de calor (TC-01), de forma a atingir a temperatura ideal na entrada da pervaporação (PV-01), em torno de 35 °C. A bomba BC-01 opera por inversor de frequência (VSD), que varia de forma a alcançar a vazão setada no FT ligado na sua linha de descarga.

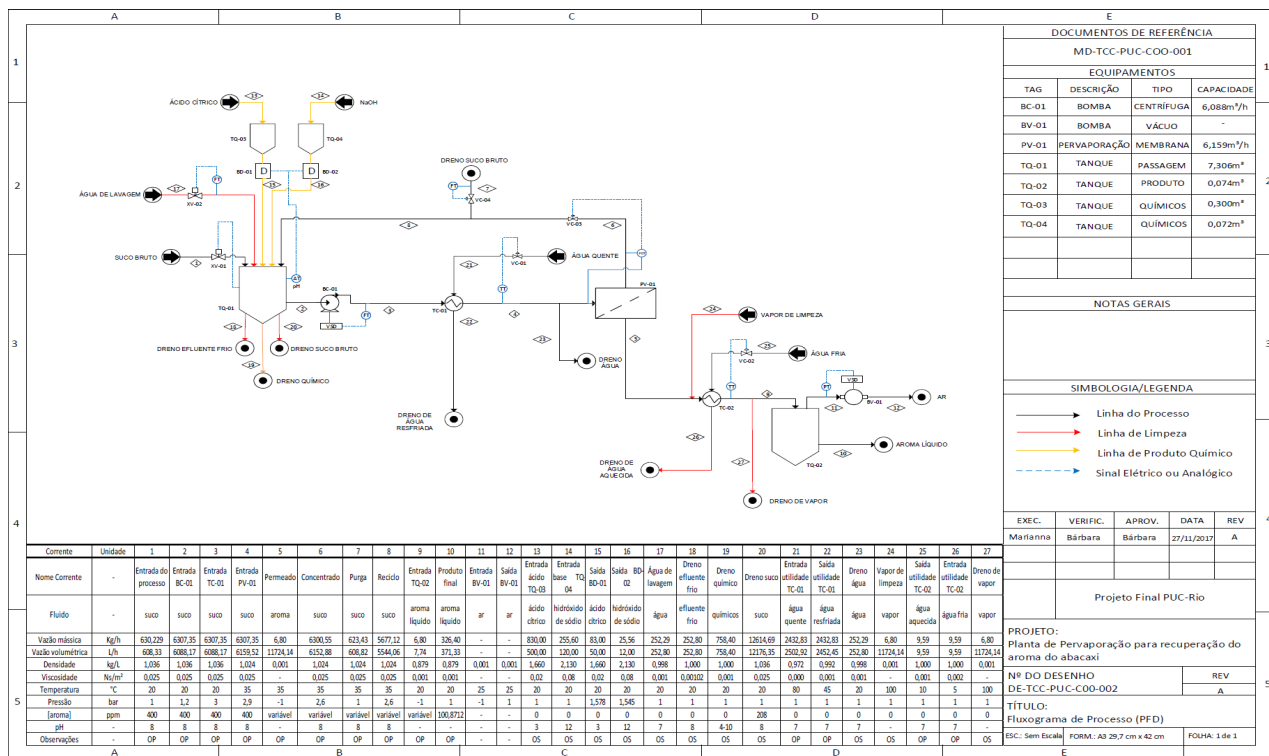


Figura 4: Fluxograma de Processo da Pervaporação para Recuperação do Aroma de Abacaxi.

O TC-01 tem água quente como utilidade de aquecimento, possuindo uma válvula de controle (VC-01) acoplada com um transmissor de temperatura presente na linha de alimentação do suco bruto. O suco aquecido segue para o módulo de pervaporação (PV-01).

Essa tecnologia permite a separação de componentes de misturas líquidas pelo mecanismo de vaporização parcial, através de uma membrana densa e de permeabilidade seletiva aos compostos do aroma de interesse. A diferença de pressão parcial é garantida pela utilização de uma bomba a vácuo (BV-01), de forma que todo o condensado fique retido no tanque (TQ-02). Sua operação acontece mediante a variação do inversor de frequência de forma a atingir a pressão de vácuo setada desejada no PT, medidor/transmissor de pressão instalado na saída do TQ-02. Em contrapartida, o diferencial de pressão transmembrana (PDT) mede a diferença entre as pressões das correntes de alimentação e de concentrado a fim de controlar a abertura da válvula VC-03 nessa linha.

A força motriz aplicada sobre os componentes do aroma que constituem o suco de abacaxi é o gradiente de potencial químico, uma vez que há diferença de concentração entre os lados da membrana. O componente de maior afinidade com o material que a constitui forma o permeado, enquanto a corrente com os de menor afinidade forma o concentrado. A fim de maximizar a recuperação do aroma, essa última é reciclada para o início do processo, havendo, na linha, uma purga de suco concentrado. A taxa de purga é controlada por um sensor de vazão interligado à válvula de controle VC-04.

Sendo a pervaporação o único processo com membrana no qual ocorre mudança de fase, a recuperação do permeado acontece na fase vapor. Por esse motivo, faz-

se uso de um condensador (TC-02) na saída da membrana, para que o produto final seja obtido líquido. Uma válvula de controle (VC-02) é acoplada à linha de água fria e um sensor de temperatura é colocado no aroma concentrado, na linha de saída do trocador de calor, para controle da temperatura em torno de 25 °C.

Ao final da batelada, a primeira operação de limpeza física é feita com água de lavagem, cuja vazão é controlada por uma válvula automatizada (XV-02) acoplada a um transmissor de vazão, sendo o rejeito direcionado para o dreno de efluente frio. Posteriormente, prossegue-se com uma limpeza básica, seguida de um enxague e posterior limpeza ácida, e, por fim, enxague final.

Na memória de cálculo de balanço de massa e energia foram calculadas as propriedades físicas e composição de todas as correntes de processo, indicadas na Figura 4. Os parâmetros principais calculados para cada corrente: temperatura; pressão; massa específica; viscosidade; vazão mássica; vazão volumétrica; composição de aroma; e pH.

Os dados obtidos possibilitaram listar todos equipamentos e suas capacidades, tornando possível o levantamento de seus custos para realização da análise econômica do projeto. Com relação a tecnologia de pervaporação, foi realizado uma memória de cálculo para determinação da área de membranas necessária, encontrando um valor de 40 m<sup>2</sup>.

Um projeto do módulo de pervaporação foi realizado variando a densidade de empacotamento, que é relação entre a área de membrana (m<sup>2</sup>) e o volume interno do módulo (m<sup>3</sup>), parâmetro construtivo do módulo. Foram realizados todos os cálculos associados ao módulo, tais como: determinação do número de fibras; cálculos dos comprimentos total e útil das fibras; cálculo do volume de resina epóxi necessária em cada caso; dentre outros.

O módulo proposto é revestido externamente por uma estrutura tubular de inox, denominada vaso de pressão. Internamente ao vaso, o cartucho de membranas é caracterizado por um agrupamento de um conjunto de fibras, de diâmetro externo igual a 1mm, acopladas a um tubo de PVC perfurado, utilizado como suporte protetor, pelo uso de resinas epóxi apropriadas. Tal resina faz a estruturação e mantém a fixação do conjunto fibra-tubo protetor, bem como promove a separação entre os diferentes compartimentos: de alimentação do suco bruto, externo das fibras e interno do vaso; e de aroma extraído, lúmen interno das fibras, onde é aplicado vácuo e posterior condensação.

Com os dados obtidos, realizou-se a precificação de todos os itens necessários para a construção do módulo. A melhor opção econômica foi observada para o módulo com 1638,2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>, com custo calculado de R\$ 496.931,30, conforme mostrado no Gráfico 1.

Para elaboração da análise econômica preliminar de um empreendimento é preciso estimar o capital total necessário para sua implementação. Segundo o critério adotado pela SRI (Stanford Research Institute), o investimento de capital total inicial



pode ser dividido em duas frentes: investimento de capital fixo e capital de giro.

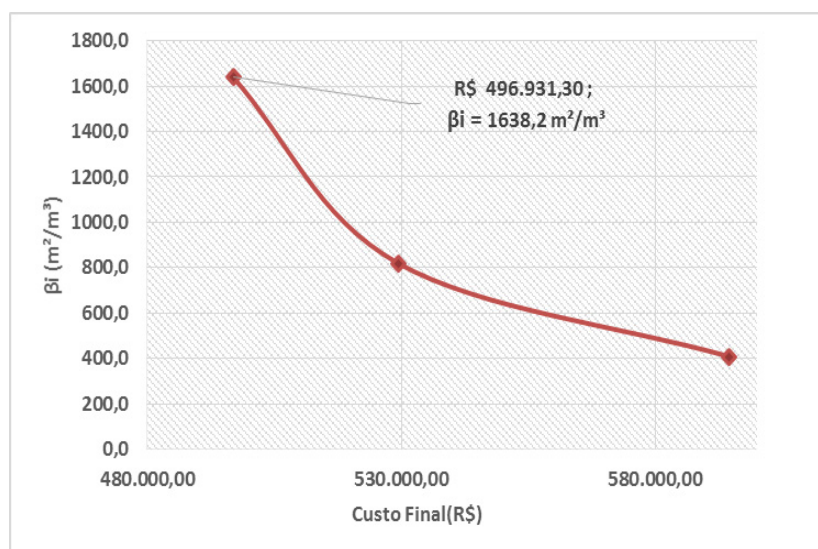


Gráfico 1: Escolha da Densidade de Empacotamento do Módulo de Pervaporação.

O investimento fixo engloba todos os ativos fixos, traduzidos em todos os bens necessários para a montagem do equipamento. A Tabela 1 apresenta a lista dos equipamentos principais do projeto, com suas respectivas quantidades e capacidades, bem como preços. Os valores de preços apresentados foram cotados com fabricantes de primeira linha disponíveis no mercado. Como pode ser observado, o valor estimado para os equipamentos principais foi de R\$ 48.000,00.

Escolheu-se o Método de Fatores Multiplicativos Variáveis para estimativa de capital fixo, no qual os demais custos diretos para implementação do projeto são determinados em relação ao valor encontrado dos equipamentos principais. Pode-se citar como exemplos dos outros custos diretos: conexões e instrumentos; soldagem; estrutura metálica; material de fixação; mão-de-obra; elétrica; engenharia básica e de detalhamento; automação e instrumentação; transporte e fretes; dentre outros.

O método citado foi adaptado, os fatores considerados foram obtidos com base em projetos realizados anteriormente com uso do processo de pervaporação ou outros processos com membranas com características similares. A Tabela 2 apresenta os dados utilizados na estimativa dos demais custos diretos.

Equipamento	Qtd.	Capacidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Sub-Total (R\$)
BC-01	1	6,1	m³/h	6.000,00	6.000,00
BV-01	1	-	-	15.000,00	15.000,00
BD-01/02	2	-	-	2.000,00	4.000,00
TC-01	1	3,4	m²	8.000,00	8.000,00
TC-02	1	0,2	m²	5.000,00	5.000,00
TQ-01	1	7,3	m³	8.000,00	8.000,00

TQ-02	1	0,1	m <sup>3</sup>	500,00	500,00
TQ-03	1	0,3	m <sup>3</sup>	1.000,00	1.000,00
TQ-04	1	0,1	m <sup>3</sup>	500,00	500,00
				<b>TOTAL</b>	<b>48.000,00</b>

Tabela 1: Determinação da Estimativa de Custo dos Equipamentos Principais do Projeto.

Os custos indiretos foram calculados de forma proporcional aos custos diretos, tendo sido definido 25% como fator. Nesse sentido, os custos indiretos somaram R\$ 40.000,00, totalizando R\$ 200.000,00 a soma dos custos diretos e indiretos. Considerou-se também um fator de contingência de 10%, normalmente utilizado para compensar eventos imprevisíveis e erros de estimativa, elevando o custo total para R\$ 220.000,00.

Componentes	Porcentagem (%)	Sub-Total (R\$)
Aquisição de equipamentos	30	48.000,00
Conexões e instrumentos	10	16.000,00
Soldagem	5	8.000,00
Estrutura metálica	8	12.800,00
Material de fixação	1	1.600,00
Mão-de-obra	12	19.200,00
Elétrica	7	11.200,00
Engenharia básica e de detalhamento	10	16.000,00
Automação e instrumentação	10	16.000,00
Transporte e Fretes	3	4.800,00
Outros	4	6.400,00
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>160.000,00</b>

Tabela 2: Fatores Considerados na Estimativa dos Custos Diretos.

Seguindo uma linha conservadora, optou-se por considerar a terceirização para a construção da planta. Desta forma, compôs-se o investimento sem módulo de pervaporação e capital de giro, como: 35% advindo dos lucros cobrados pela empresa terceirizada; 20% relativo aos impostos que incidirão sobre a montagem da planta; e 45% referente ao custo total calculado, somado à contingência.

Tendo sido o módulo de pervaporação precificado separadamente, seu valor também deve ser levado em consideração no cálculo do investimento de capital fixo, que, somado ao capital de giro (15% do investimento de capital fixo), resulta no investimento de capital total inicial. A Tabela 3 demonstra os diferentes valores utilizados para se obter o investimento de capital total inicial.

Custos Envolvidos	Valor (R\$)
Custo Total	220.000,00
Investimento sem Módulo e Capital de Giro	488.888,89

Preço do Módulo de Pervaporação	496.931,30
Investimento de Capital Fixo	985.820,19
Capital de Giro	147.873,03
<b>Investimento de Capital Total Inicial</b>	<b>1.133.693,22</b>

Tabela 3: Determinação do Investimento de Capital Total Inicial.

Para projeção do Fluxo de Caixa do Projeto deve-se estabelecer algumas variáveis e premissas econômicas-financeiras, conforme apresentado na Tabela 4.

Variável	Premissa
Depreciação Linear, sem Valor Residual	10 % a.a.
Taxa de Ocupação da Capacidade da Planta	100%
Total de Vendas	100% MI
Preço de Venda	MI 100 R\$/L
Alíquota IR	34%
Horizonte do Projeto	15 Anos Após a Partida
Custo de Oportunidade	12% a.a.

Tabela 4: Definição de Variáveis Financeiras para Montagem do Fluxo de Caixa.

Considerou-se que o valor do investimento de capital total inicial (R\$ 1.133.693,22) será disponibilizado no ano zero do projeto, sendo desnecessário a realização de um financiamento para tal, com o projeto realizado somente com capital próprio. Os gastos anuais relacionados ao pagamento de colaboradores que trabalharão na planta estão apresentados na Tabela 5, considerando um dissídio anual de 7% e salários na mediana dos valores praticados no mercado (50% dos salários no mercado são superiores aos informados e 50% são inferiores).

Pessoal	Salário (R\$)	Encargos (R\$)	13º Salário (R\$)	Quantidade	Anuais (R\$)
Supervisor	8.000,00	13.600,00	13.600,00	1	176.800,00
Operador	4.000,00	6.800,00	6.800,00	1	88.400,00
Assistentes	2.000,00	3.400,00	3.400,00	2	88.400,00
				TOTAL	353.600,00

Tabela 5: Determinação dos Gastos com Pessoal.

Os custos fixos mais relevantes para operação da planta de pervaporação são listados e determinados, utilizando as premissas apresentadas na Tabela 6. Já os custos variáveis estão apresentados na Tabela 7, seguindo a consideração de 100% para taxa de ocupação da capacidade instalada.

Como a planta de pervaporação é associada a uma unidade de produção de suco, todo suco retirado para alimentação do processo é devolvido à planta de origem sem que sua qualidade seja alterada, não havendo, portanto, despesas com sua aquisição

do suco bruto. A empresa estaria, na verdade, implementando um novo produto com valor agregado maior.

Custos Fixos	Despesas Mensais (R\$)	Ano 1 (R\$)
Telefone/Serviço Rádio	1.000,00	12.000,00
P&D	5.000,00	60.000,00
Propaganda e Feiras	8.000,00	96.000,00
Despesas Gerais	5.000,00	60.000,00
Serviço de Contabilidade	930,00	12.090,00
<b>TOTAL</b>	<b>19.930,00</b>	<b>240.090,00</b>

Tabela 6: Custos Fixos para a Operacionalização da Planta de Pervaporação.

Os valores das quantidades consumidas de químicos, água e utilidades foram determinados pelos dados encontrados nas memórias de cálculo de balanço de massa e energia. A energia estimada foi de 22,20 kW em 12 horas de operação por dia, durante os 30 dias do mês, determinado também pelo cálculo do balanço de energia. Ainda, estabeleceu-se um fundo para manutenção dos equipamentos de 3% do investimento inicial nos mesmos, com uma correção de possível inflação de 7% a.a.

Em relação à troca da membrana, estimou-se um custo, em valor presente, de R\$ 400.000,00 (sem incluir o vaso de pressão), sendo aplicado uma correção de valor de 7% a.a. Como premissa, adotou-se uma vida útil de 3 anos sem troca. Assim, obtém-se o valor corrigido da troca de membranas, capitalizando os R\$ 400.000,00 para os anos subsequentes.

Tipos de gasto operacional	Gasto	Preço	Despesa Mensal (R\$)	Despesa Anual (R\$)
Energia	7992 kWh/mês	0,9 R\$/kWh	7.192,80	86.313,60
Água	2400 m <sup>3</sup>	10,00 R\$/m <sup>3</sup>	24.000,00	288.000,00
Ácido	360,6 kg	34,29 R\$/kg	12.364,97	148.379,69
Base	6 L	199,49 R\$/L	1.196,94	14.363,28
Vapor	1,632 ton.	70,00 R\$/ton.	114,24	1.370,88
Suco	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>			<b>44.868,95</b>	<b>538.427,45</b>

Tabela 7: Custos Variáveis para a Operacionalização da Planta de Pervaporação.

O Demonstrativo de Resultados do Exercício (DRE) é um dos mais importantes relatórios da gestão econômico-financeira de uma empresa ou de um processo específico, cuja finalidade é apurar a variação da riqueza ao longo do período pré-estabelecido pelo confronto entre receitas, custos e despesas. Neste caso, a receita está estritamente relacionada à venda do aroma em questão, estando os custos e despesas associados aos gastos para geração da mesma. Nesta análise, o horizonte

de projeto considerado será de 15 anos após a partida da planta, com correção de despesas e receitas com uma taxa 7% a.a.

O faturamento da empresa com o aroma compõe sua receita bruta, a partir da qual são feitas as devidas deduções, iniciando-se pelo desconto dos impostos sobre vendas. Foi admitido na análise um preço de venda de R\$ 100,00 por litro de aroma, abaixo de valores praticados para aromas sintéticos comerciais, cerca de R\$ 190,0/L. O resultado é a receita líquida, correspondente à parcela do faturamento que fica retida pela empresa.

Mediante reconhecimento dos custos fixos e variáveis e das despesas com pessoal, manutenção, troca de membrana e depreciação dos ativos imobilizados, foi possível confrontar os dados com a receita, a fim da apuração do resultado: lucro ou prejuízo. Todos esses gastos são descontados da receita líquida, sendo o resultado desses abatimentos denominado lucro antes de juros e imposto de renda (LAJIR) ou lucro operacional.

Uma vez que se recorreu ao capital próprio para implementação do projeto, sem tomada de nenhum financiamento, não serão deduzidas despesas financeiras nem acrescidas receitas de aplicações financeiras. Por esse motivo, o lucro operacional equivale ao lucro antes do imposto de renda (LAIR). Deste resultado é deduzido o imposto de renda, equivalente a 34% do LAIR. A visualização gráfica do lucro após desconto do imposto de renda dentro do horizonte de tempo do projeto está apresentada no Gráfico 2 a seguir. Os menores valores observados nos anos 4, 8 e 12 são ocasionados pela reposição das membranas de pervaporação.

Com objetivo de estudar a viabilidade do projeto, o Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é uma ferramenta que tem por finalidade a determinação dos índices financeiros do projeto. Por essa metodologia, o fluxo de caixa é descontado por uma taxa capaz de mensurar o risco associado ao investimento. Essa taxa de desconto, conhecida como custo de oportunidade, representa o retorno que investidores de capital próprio exigem sobre seu investimento no projeto em questão. Para esta análise será considerado um custo de 12% a.a., taxa usual para projetos no segmento da Indústria de Aromas.



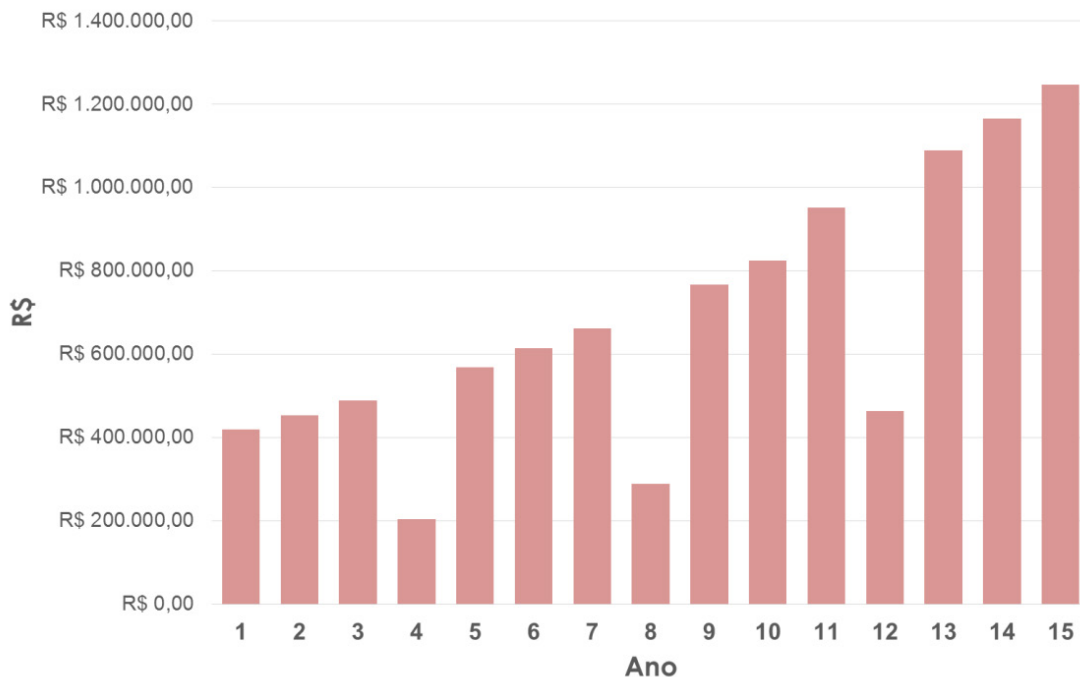


Gráfico 2: DRE - Lucro Descontado do Imposto de Renda.

O Fluxo de Caixa Operacional é calculado a partir da subtração dos custos da receita sem, no entanto, deduzir a depreciação, uma vez que ela não representa uma saída efetiva de caixa. Os juros, caso houvesse, também não devem ser inclusos, já que representam uma despesa de financiamento. Em contrapartida, levam-se em conta os investimentos fixos e os investimentos a serem feitos no capital de giro operacional da empresa, os quais estão presentes somente no ano 0. Além disso, devem-se incluir os impostos, uma vez que são pagos à vista.

O cálculo do Fluxo de Caixa Descontado parte do lucro ou prejuízo líquido após desconto do imposto de renda, obtido do DRE, a partir dos quais somente será necessário somar o valor referente à depreciação e descontar os investimentos de capital iniciais.

O montante disponível após dedução dos investimentos e das necessidades de capital de giro é o Fluxo de Caixa Livre, sendo semelhante ao lucro, mas visto no contexto do regime de caixa. Em longo prazo, este saldo deve ser sempre positivo, caso contrário, a empresa não gera recursos suficientes para arcar com seus compromissos.

O Valor Presente (VP) ou Fluxo de Caixa Livre Descontado leva em consideração o valor do dinheiro no tempo, o qual é capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros. No entanto, o Valor Presente Líquido (VPL) é o método mais usualmente utilizado para análise da viabilidade de investimentos, sendo calculado mediante somatório de todos os VP's do período considerado, subtraídos do investimento inicial total.

A Gráfico 3 apresenta o Fluxo de Caixa Descontado do projeto obtido a partir da premissas estabelecidas e simulações realizadas. Foi obtido um VPL positivo equivalente a R\$ 3.335.173,94, demonstrando que a implementação do processo de

pervaporação para recuperação de aroma do suco de abacaxi é potencialmente viável.

Outro índice econômico bastante utilizado para avaliação da viabilidade de um projeto é a Taxa Interna de Retorno (TIR), a partir do qual se pode calcular a taxa de desconto que deve ter um fluxo de caixa para que o VPL seja igualado à zero. Para o projeto em questão, a TIR foi de 48,6% a.a., superior ao custo de oportunidade do investidor (12% a.a.). Isso significa que o projeto é capaz de gerar valor para seus acionistas decorrente do excedente de retorno.

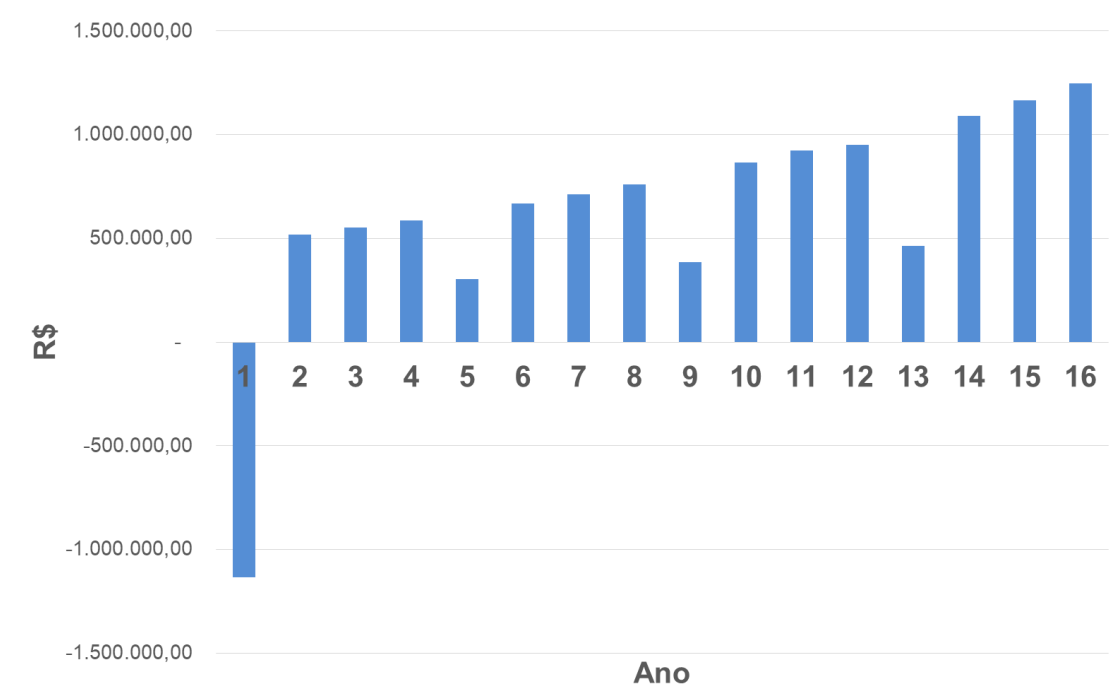


Gráfico 3: Fluxo de Caixa Livre do Projeto.

Finalmente, existe outro indicador que, combinado ao VPL e à TIR, é capaz de analisar a viabilidade econômica e financeira do projeto. O critério do Payback Descontado expressa o prazo de recuperação do investimento de capital total inicial, trazendo para o presente os recebimentos futuros e, quanto maior o prazo para a sua recuperação, menos atrativo se torna o projeto. O projeto que está sendo avaliado tem payback estimado para 2 anos, 6 meses e 21 dias, tempo interessante para o investidor/empreendedor.

A partir de uma análise de sensibilidade, foram avaliadas a influência de dez variáveis do projeto, analisando-se seus comportamentos isoladamente ao zerar o valor do VPL, mantendo as outras variáveis constantes em cada estudo. Os resultados obtidos são mostrados no Gráfico 4, onde percentuais negativos indicam a queda do valor da variável para que o VPL seja zerado e percentuais positivos mostram que o valor da variável aumenta para que o mesmo ocorra.

Como pode ser observado, as variáveis que apresentam maior sensibilidade no VPL do projeto são: preço de venda do aroma (-25,77%); capacidade instalada (35,59); e custo de oportunidade (36,58%).

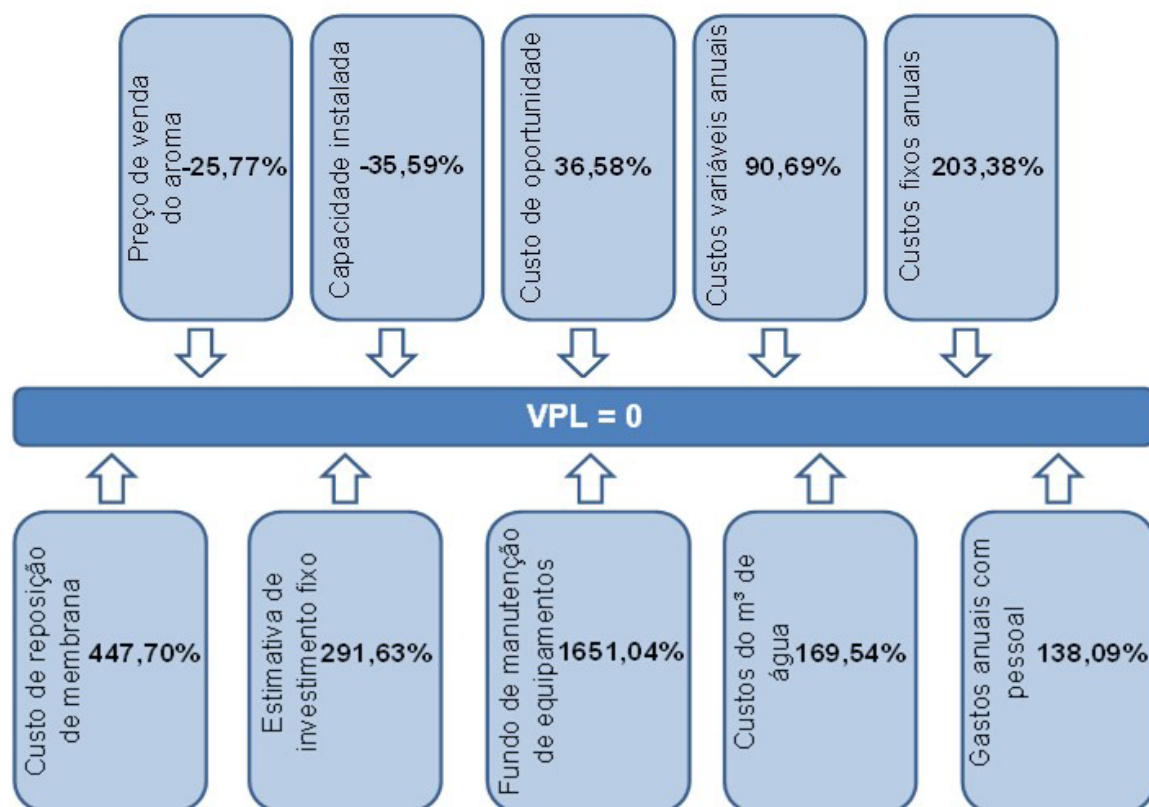


Gráfico 4: Análise de Sensibilidade a partir de Dez Variáveis do Projeto.

## 5 | CONCLUSÃO

Mediante elaboração do projeto conceitual da planta de pervaporação para recuperação do aroma do suco de abacaxi, foi possível associar dados de bancada, presentes na literatura à produção industrial, dando-lhes maior significância.

Foi realizado com sucesso um projeto de módulo de pervaporação, incluindo os desenhos técnicos, o estudo da melhor densidade de empacotamento, bem como a precificação de custos associados.

A viabilidade do projeto foi ratificada pela análise econômico-financeira preliminar, uma vez que a avaliação conjunta dos principais indicadores se mostrou favorável ao investimento para sua implementação. Com VPL positivo de R\$ 3.335.173,94, é possível inferir que o projeto será recuperado e remunerado com uma taxa mínima equivalente ao custo do capital próprio. A recuperação do investimento inicial acontece depois de 2 anos, 6 meses e 21 dias, tempo definido como payback. Além disso, obteve-se uma TIR de 48,6% a.a., demonstrando a rentabilidade do processo.

A análise de sensibilidade realizada demonstrou que o preço de venda do aroma; a capacidade instalada da planta; e o custo de oportunidade são as variáveis que tem maior impacto na variação do VPL.

Diante do trabalho apresentado, fica explícita a eficácia da utilização do suco

de abacaxi como insumo capaz de gerar um produto de maior valor agregado no mercado, com potencial para reverter o posicionamento das indústrias nacionais que hoje se direcionam à produção de bens de menor valor agregado.

## REFERÊNCIAS

BAIN & COMPANY, I. **Como o Brasil pode gerar valor à sua indústria química**. 2016.

BOGGISS, G. J. et al. **Matemática Financeira**. 11. ed. Rio de Janeiro: FGV Management, 2013.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. São Paulo, Atlas, 2000.

CHAUVEL, A.; FOURNIER, G.; RAIMBAULT, C. **Manual of Process Economic Evaluation**. NW: Editions Technip, 2003.

MARQUEZAN, L. H. F. **Análise de Investimentos**. *Revista Eletrônica de Contabilidade*, v. 3, p. 1–15, 2006.

PEREIRA C., RIBEIRO Jr. C., NOBREGA R., BORGES C. **Pervaporative recovery of volatile aroma compounds from fruit juices**. *Journal of Membrane Science*, v. 274, p. 1–23, 2006.

PEREIRA C., RUFINO J., HABERT A., NOBREGA R., CABRAL L., BORGES C. **Aroma compounds recovery of tropical fruit juice by pervaporation: Membrane material selection and process evaluation**. *Journal of Food Engineering*, v. 66, n. 1, p. 77–87, 2005.

TAMIETTI, R. P. **Apostila de Engenharia de Projetos Industriais**, Draft curso EPI Unileste, MG, 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

