

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 2

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Marcos William Kaspchak Machado  
(Organizador)

# A Engenharia de Produção na Contemporaneidade 2

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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)

M149e Machado, Marcos William Kaspchak  
A engenharia de produção na contemporaneidade 2 [recurso eletrônico] / Marcos William Kaspchak Machado. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (A Engenharia de Produção na Contemporaneidade; v. 2)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-85107-98-7  
DOI 10.22533/at.ed.987180912

1. Engenharia de produção. 2. Gestão de qualidade. I. Título.  
CDD 658.5

**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.

2018

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

A obra “*A Engenharia de Produção na Contemporaneidade*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume II apresenta, em seus 27 capítulos, os novos conhecimentos para a engenharia de produção nas áreas de gestão da qualidade, conhecimento e inovação.

As áreas temáticas de gestão da qualidade, conhecimento e inovação, tratam de temas relevantes para otimização dos recursos organizacionais. A constante mutação neste cenário torna necessária a inovação na forma de pensar e fazer gestão, planejar e controlar as organizações, para que estas tornem-se agentes de desenvolvimento técnico-científico, econômico e social.

A gestão da qualidade e inovação estão intimamente ligadas. Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam inovar e gerenciar conhecimentos, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e focada no desenvolvimento sustentável.

Este volume dedicado à gestão da qualidade, conhecimento e inovação, traz artigos que tratam de temas emergentes sobre o papel da gestão e aplicação de ferramentas da qualidade, gestão do conhecimento e informação, inovação e desenvolvimentos de novos produtos.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos e inovações, e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Marcos William Kaspchak Machado

## SUMÁRIO

### GESTÃO DA QUALIDADE, CONHECIMENTO E INOVAÇÃO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
FATORES E TÉCNICAS DO CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE E NA PRODUTIVIDADE	
<i>Pedro Thomé</i>	
<i>Taciana Altemari Vaz</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809121</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
FATORES E TÉCNICAS DE PRODUÇÃO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE E NA QUALIDADE DE GRÃOS DE TRIGO	
<i>Karla Hikari Akutagawa</i>	
<i>Régis Eduardo Moreira</i>	
<i>Aylanna Alves da Silva</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809122</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
A MELHORIA EM PROCESSO PRODUTIVO COM A UTILIZAÇÃO DE UM DISPOSITIVO SEMIAUTOMATIZADO DE DOSAGEM E COM A ELIMINAÇÃO DE PERDA	
<i>Mario Fernando Mello</i>	
<i>Rafael Oliveira Pereira</i>	
<i>José Antônio Chiodi</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809123</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES ACERCA DA QUALIDADE DAS ACOPLAGENS FABRICADAS POR UMA INDÚSTRIA DE SIDECAR ATRAVÉS DA METODOLOGIA NET PROMOTER SCORE: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO	
<i>Juan Pablo Silva Moreira</i>	
<i>Felipe Frederico Oliveira Silva</i>	
<i>Paulo Henrique Fernandes Caixeta</i>	
<i>Henrique Pereira Leonel</i>	
<i>Vítor Augusto Reis Machado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809124</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
METODOLOGIA DE ANÁLISE DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS APLICADA A UMA MICROEMPRESA DO SETOR DE IMIGRAÇÃO	
<i>Ingrid Costa Dias</i>	
<i>Fernando Oliveira de Araujo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9871809125</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>70</b>
ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NUMA INDÚSTRIA DE CONFECÇÕES DO ESTADO DO CEARÁ	
<i>Sandro Ítalo de Oliveira</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 79**

ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES DO SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA (SGI) À LUZ DA ISO 9001: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

*Juan Pablo Silva Moreira*  
*Henrique Pereira Leonel*  
*Vítor Augusto Reis Machado*  
*Célio Adriano Lopes*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809127**

**CAPÍTULO 8 ..... 92**

IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 9S NOS LABORATÓRIOS DE USINAGEM, FUNDIÇÃO E SOLDAGEM EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

*Alex Sander Chaves da Silva*  
*Rodrigo de Paula Fonseca*  
*Tiago Dela Savia*  
*Frederico Ozanan Neves*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809128**

**CAPÍTULO 9 ..... 105**

IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA 5S EM UMA INDÚSTRIA DO SETOR METAL MECÂNICO NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*Tiago Sinigaglia*  
*Cristiano Ziegler*  
*Tânia Regina Seiboth*  
*Vanessa de Conto*  
*Claudia Aline de Souza Ramser*  
*Daniel beckert Espíndola*  
*Nádyia Regina Bilibio Antonello*

**DOI 10.22533/at.ed.9871809129**

**CAPÍTULO 10 ..... 116**

PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 5S NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PROCESSOS

*Sirnei César Kach*  
*Raquel Sassaro Veiga*  
*Reinaldo José Oliveira*  
*Thainá Regina Przibilowicz Kach*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091210**

**CAPÍTULO 11 ..... 126**

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA MICROEMPRESA DO RAMO CALÇADISTA

*Deborah Oliveira Candeias*  
*Gabriella Santana Pinto*  
*Fernanda Guimaraes e Silva*  
*Alessandra Lopes Carvalho*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091211**

**CAPÍTULO 12 ..... 138**

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE COMO SUPORTE PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA PRANCHA Y

*Karoline Yoshiko Gonçalves*  
*Nayara Caroline da Silva Block*  
*Ademir Júnior Vedovato*  
*Jorge Augusto dos Santos Vaz*  
*Claudilaine Caldas de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091212**

**CAPÍTULO 13 ..... 150**

ANÁLISE DE CONFIABILIDADE ESTATÍSTICA PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE O PERÍODO DE GARANTIA NUMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

*Amanda dos Santos Mendes*  
*Eliane da Silva Christo*  
*Bruno Barbosa Rossetti*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091213**

**CAPÍTULO 14 ..... 159**

MODELO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO (MEG): APLICAÇÃO NUMA EMPRESA DO SETOR DE ALIMENTOS

*Maria de Lourdes Barreto Gomes*  
*Joao Carlos Lima Moraes*  
*Natália Gomes Lúcio Cavalcante*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091214**

**CAPÍTULO 15 ..... 173**

AS FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS PARA O APOIO DOS PROCESSOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO NA INDÚSTRIA DE SOFTWARE: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA E BIBLIOGRÁFICA

*Gisele Caroline Urbano Lourenço*  
*Mariana Oliveira*  
*Nelson Tenório*  
*Rejane Sartori*  
*Rafaela de Campos Benatti Gonçalves*  
*Lúcio Rogério Lázaro Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091215**

**CAPÍTULO 16 ..... 187**

A IMPORTÂNCIA DOS NÚCLEOS DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE NA GESTÃO DO CONHECIMENTO DA REDE PETROGÁS DE SERGIPE

*João Marcos dos Santos*  
*Elias da Silva Lima Jr*  
*Antônio Jorge Vasconcellos Garcia*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091216**

**CAPÍTULO 17 ..... 197**

ESTUDO DE CASO DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DE BANCOS DE DADOS EMPRESARIAIS

*Vinicius Tasca Faria*  
*Alexandre Acácio de Andrade*  
*Júlio Francisco Blumetti Facó*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091217**

**CAPÍTULO 18 ..... 208**

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS COMO PILARES PARA O DESENVOLVIMENTO DAS ORGANIZAÇÕES: ESTUDO EM UMA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO SOB PRESSÃO.

*Marcos de Oliveira Morais*  
*Antônio Sérgio Brejão*  
*Celso Affonso Couto*  
*Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091218**

**CAPÍTULO 19 ..... 219**

APLICAÇÃO DA FMEA NO SUBPROCESSO DE COLETA DE DOCUMENTOS DE PATENTE PARA INTELIGÊNCIA TECNOLÓGICA

*Nayara Cristini Bessi*  
*Fernando Jose Gomez Paredes*  
*Roniberto Morato do Amaral*  
*Pedro Carlos Oprime*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091219**

**CAPÍTULO 20 ..... 232**

DESENVOLVIMENTOS RECENTES SOBRE PARQUES TECNOLÓGICOS: UMA ANÁLISE DO PERÍODO DE 1975 ATÉ 2015

*Adail José de Sousa*  
*Fábio Chaves Nobre*  
*Wellington Roberto Schmidt*  
*Christiano França da Cunha*  
*José Francisco Calil*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091220**

**CAPÍTULO 21 ..... 246**

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE ILUMINAÇÃO

*Carlos Alberto Silva de Miranda*  
*Sergio Luiz Araujo Viera*  
*Anna Paula Coelho Belem*  
*Lucas Freitas Viana*  
*Nayara Goncalves Dantas Gomes*

**DOI 10.22533/at.ed.98718091221**

<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>258</b>
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UMA PALMILHA COM SISTEMA DE AQUECIMENTO ELÉTRICO	
<i>Amanda Regina Kretschmer</i>	
<i>Eva Raquel Neukamp</i>	
<i>Loana Wollmann Taborda</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091222</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>273</b>
APROVEITAMENTO DO PERMEADO DA ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE PARA A PRODUÇÃO DE BEBIDA FUNCIONAL, ADICIONADA DE CORANTES NATURAIS EXTRÍDOS DO AÇAÍ ( <i>EUTERPE OLERACEA MART.</i> )	
<i>Rachel Campos Sabioni</i>	
<i>Edimar Aparecida Filomeno Fontes</i>	
<i>Paulo Cesar Stringheta</i>	
<i>Patrícia Silva Vidal</i>	
<i>Mariana dos Reis Carvalho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091223</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>283</b>
SISTEMA MECANIZADO DE PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA DE GUARANÁ: NOVA TECNOLOGIA PARA O AGRONEGÓCIO E A AGRICULTURA FAMILIAR	
<i>Lucio Pereira Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091224</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>294</b>
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE PROTEÍNAS NATURAIS	
<i>Gabriel Borges Guimarães</i>	
<i>Victor Miranda de Almeida</i>	
<i>Alexandre Reis de Azevedo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091225</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>308</b>
ESTUDO COMPARATIVO DAS CARACTERÍSTICAS DE BIOPLÁSTICOS PRODUZIDOS A PARTIR DE POLVILHO DOCE COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE AMIDO EM MICRO-ONDAS	
<i>Carolina Chaves Fernandes</i>	
<i>Victor Miranda de Almeida</i>	
<i>Alexandre Reis de Azevedo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091226</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>318</b>
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E PROJETO INFORMACIONAL DO DUAL CASE: UM PROJETO DE DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO ESTOJO PARA ÓCULOS	
<i>Adriana Georgia Borges Soares</i>	
<i>Daniela Cristina de Sousa Silva</i>	
<i>Társila Cavalcante Bezerra</i>	
<i>Samira Yusef Araújo de Falani Bezerra</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98718091227</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>330</b>

## APROVEITAMENTO DO PERMEADO DA ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE PARA A PRODUÇÃO DE BEBIDA FUNCIONAL, ADICIONADA DE CORANTES NATURAIS EXTRÍDOS DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea Mart.*)

**Rachel Campos Sabioni**

**Edimar Aparecida Filomeno Fontes**

**Paulo Cesar Stringheta**

**Patrícia Silva Vidal**

**Mariana dos Reis Carvalho**

**RESUMO:** O soro de leite é gerado durante a fabricação de queijo e caseína, representando o principal resíduo da indústria láctea devido ao grande volume produzido. Devido à sua elevada quantidade de nutrientes ele possui uma grande demanda bioquímica de oxigênio quando descartado em efluentes, representando um problema ambiental. Uma solução para o aproveitamento global do soro é sua ultrafiltração, que promove a separação das proteínas originando o permeado, composto basicamente por lactose, vitaminas e minerais. As proteínas extraídas do soro têm grande aplicabilidade na indústria, entretanto o uso do co-produto (permeado) gerado da sua extração ainda é pouco explorado. Os corantes naturais, como as antocianinas, vêm ganhando cada vez mais importância, pois além de promover cor aos alimentos, elas apresentam propriedades antioxidantes, que colaboram na prevenção de doenças. Neste contexto, o presente trabalho objetivou produzir bebidas com compostos bioativos a partir do permeado da ultrafiltração do soro de leite e da adição de pigmentos

naturais do açaí. A bebida elaborada obteve a seguinte caracterização físico-química: pH (2,88), ATT (1,70% (m/v) em ácido cítrico), SST (6,00 °Brix), cor objetiva ( $L^*$ : 52,87,  $a^*$ : 19,01,  $b^*$ : 15,18,  $h^*$  de 38,58° e  $C^*$ : 24,36), concentração de antocianinas (3,14 mg L<sup>-1</sup>), polifenóis (50,99 mg AGE.L<sup>-1</sup>). Conclui-se que é viável o aproveitamento do permeado de soro de leite na produção de uma bebida sustentável. Percebe-se ainda que os corantes naturais adicionados, além de conferirem coloração avermelhada ao produto, lhe atribuíram compostos químicos com propriedades antioxidantes, classificando-a, como um alimento funcional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soro de leite; bebida funcional; corantes naturais

### 1 | INTRODUÇÃO

O soro de leite é um resíduo de importância relevante, tendo em vista o volume produzido e sua composição nutricional. Ele representa a porção aquosa do leite que se separa da massa durante a fabricação convencional de queijos ou caseínas, e que retém cerca de 55% dos nutrientes do leite.

Atualmente, com o crescente aumento na produção de queijos pelas indústrias de laticínios, torna-se extremamente necessário buscar o melhor aproveitamento do coproduto

desse processo, pois cerca de 85% a 90% do volume do leite utilizado na fabricação de queijo resulta em soro, o que contém aproximadamente metade dos sólidos do leite representado por proteínas, sais minerais, vitaminas e principalmente, lactose (PAULA, 2005).

Embora seja comumente usado como matéria-prima de alguns produtos alimentícios, como o soro em pó, a bebida láctea e a ricota, a aplicação do soro de leite ainda é pouco explorada na indústria alimentícia. Em muitos casos este coproduto da indústria de laticínios é utilizado de maneira irregular na adulteração de outros alimentos, como por exemplo o leite, ou simplesmente redirecionado para a alimentação animal.

Apesar das diversas possibilidades benéficas de se reaproveitar o soro de leite, muitas vezes ele é considerado apenas um resíduo, sendo descartado em lagoas e rios, tornando-se um poluente altamente indesejável, uma vez que seus níveis de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) podem atingir até 60.000 mg L<sup>-1</sup>. Tal índice é quase 100 vezes maior que o de um esgoto doméstico e, considerando uma produção média de 10000 L de soro por dia, esta teria o poder poluente equivalente ao de uma população de 5000 habitantes (GIROTO; PAWLOWSKI, 2001).

Suportado por evidências científicas, o mercado de alimentos com propriedades funcionais tem crescido cada vez mais, o que garante o desenvolvimento de alimentos diferenciados. Este segmento está diretamente relacionado à inovação, pois além dos tradicionais produtos funcionais lácteos e não lácteos, novos produtos inovadores, tais como bebidas especiais para esportistas a base de soro de leite, vem ganhando espaço no mercado (BALDISSERA et al. 2011).

O consumo de produtos com alegação funcional tem impulsionado a inclusão de hábitos saudáveis no comportamento da população brasileira. A elaboração de bebidas com propriedades funcionais representa um potencial de mercado extremamente promissor, quando aliada ao aproveitamento de coprodutos oriundos do processamento da indústria de alimentos, principalmente o soro de leite, visto que além da alegação saudável, ele está associado à fabricação de um produto sustentável.

A ultrafiltração por membrana propiciou o desenvolvimento de novos produtos e o aproveitamento total e seletivo de todos os componentes do leite. Isto permitiu resultados econômicos e ambientais que os processos tradicionais são incapazes de produzir. A ultrafiltração do soro de leite separa as proteínas, que ficam retidas no concentrado (retentado), da lactose e sais que formam o permeado o qual apresenta potencial para ser utilizado como base da formulação de bebidas por conter teores apreciáveis de lactose, minerais e vitaminas hidrossolúveis.

O uso de corantes naturais em produtos alimentícios é uma tendência, principalmente pelo seu forte apelo de marketing, em razão dos consumidores demandarem cada vez mais produtos naturais e que tragam benefícios à saúde (BARROS e STRINGHETA, 2006). O uso desses corantes em produtos alimentícios é um fator essencial para a funcionalidade, bem como para a agregação de valor à imagem final do produto, uma vez que eles também conferem cor aos alimentos

(FALCÃO et al., 2007). As antocianinas, por exemplo, são corantes naturais que vem ganhando cada vez mais importância devido às suas propriedades antioxidantes, o que faz com que elas colaborarem na prevenção de diversas doenças.

Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo o aproveitamento do permeado obtido do processo da ultrafiltração do soro de leite no desenvolvimento de uma bebida funcional adicionada de corantes naturais (antocianinas) extraídos do açaí, responsáveis por atribuir cor e compostos bioativos ao produto final.

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado nos Laboratórios de Química e Análise de Alimentos e de Corantes Naturais e Compostos Bioativos do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

### 2.1 Matéria-prima

#### *2.1.1 Permeado da ultrafiltração*

O permeado utilizado foi obtido pela ultrafiltração de soro de leite no sistema de membranas do Laticínio Funarbe na Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa.

A ultrafiltração do soro foi realizada em uma planta piloto da marca “WGM sistemas”, sendo o equipamento utilizado um sistema aberto. O soro foi filtrado através de uma membrana de polissulfona do tipo espiral “Koch Membranes” com uma massa molar de corte de 10 kDa, área filtrante 3,0 m<sup>2</sup>, temperatura de operação de 35 °C e pressão operacional entre 2,1 e 8,3 bar.

Os soros ultrafiltrados foram envasados em embalagens de polietileno com capacidade de 2 e 5 litros e mantidas congeladas (-18 oC a - 20 oC) em freezer convencional. Para a sua utilização, cada amostra de permeado passou previamente pelo processo de descongelamento lento em BOD com temperatura controlada a 5° C por 24 horas.

#### *2.1.2 Polpa de açaí*

Foram adquiridas, em um ponto comercial da cidade de Belém (PA), cerca de 10 litros de polpa de açaí classificado como médio (tipo B) coletadas em embalagem flexível de polietileno de um litro. A polpa foi transportada sob refrigeração em caixas isotérmicas e em seguida armazenada em freezer (-18 °C a -20 °C). No momento das análises, amostras de polpa foram descongeladas lentamente sob refrigeração (5 °C) por 24 horas de acordo com as quantidades necessárias nas etapas de extração.

## 2.2 Obtenção do extrato de antocianinas (corante natural)

Para a obtenção do extrato, centrifugou-se 10 gramas da polpa de açaí em centrífuga Excelsa® II Modelo 206 MP (São Paulo, Brasil), a 2.500 x g num intervalo de 10 minutos. Ao sobrenadante adicionou-se etanol 70 % (v/v) (1:2 sobrenadante/solvente), e a acidificação do extrato foi feita por meio de adição controlada de ácido cítrico mono-hidratado dissolvido em solvente extrator até pH 2,0, sendo deixado em repouso em ausência de luz e sob refrigeração ( $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por 24 h, para que a extração pudesse ocorrer. Após este período, o extrato foi filtrado em papel Whatman nº1 a vácuo, em funil de Buchner, e o volume aferido para 100 mL.

Para a obtenção do extrato concentrado de açaí, foi realizada a evaporação do solvente extrator contido nas amostras, em evaporador à vácuo a  $\pm 38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O armazenamento dos extratos foi feito em frascos opacos, a temperatura aproximada de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  em freezer convencional, até a utilização dos mesmos.

## 2.3 Elaboração da bebida

Para isso foi adicionado ao permeado a sucralose na concentração de 0,0075% (m/v), houve um pré-aquecimento em micro-ondas até atingir a temperatura de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O frasco contendo a mistura foi deixado em banho-maria até atingir a temperatura de pasteurização ( $62,8\text{ a }65\text{ }^{\circ}\text{C}/30\text{ minutos}$ ). Após os 30 minutos de pasteurização foi preparado um banho de gelo e feito um resfriamento rápido, até atingir a temperatura de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para a adição dos conservantes sorbato de potássio (0,01% (m/v) e benzoato de sódio (0,05% (m/v). Houve novamente um resfriamento em banho de gelo até atingir a temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  para a adição do extrato antociânico de açaí ( $3\text{ mg L}^{-1}$ ) e do aromatizante idêntico ao natural sabor frutas vermelhas 0,01% (v/v). As bebidas foram distribuídas em frascos de vidros com capacidade de aproximadamente 60 mL, que foram previamente higienizados por 30 minutos em água em ebulição e secos em estufas.

## 2.4 Caracterização física e química

Foram realizadas análises de caracterização física e química do permeado e da bebida quanto ao pH; acidez total titulável; nitrogênio total utilizando método de Kjeldahl; água total; resíduo mineral fixo; carboidratos totais por diferença da composição centesimal e sólidos solúveis totais seguindo os procedimentos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Para determinação dos minerais sódio, potássio, cálcio e magnésio em amostras do permeado foi feita, primeiramente, a digestão das amostras, para promover a destruição da matriz orgânica que forma a sua estrutura. A digestão consistiu na pesagem de exatamente cerca de 1 g das amostras, em enrlenmeyers de 25 ml, sendo, em seguida, adicionados de 15 ml de solução de ácido nitroperclórico (3+1

v/v). No interior de capela de exaustão, as amostras foram aquecidas em chapas aquecedoras até fervura branda (~120 °C) e mantidas nesta condição até a formação de solução límpida, sem coloração amarela. Após resfriamento, as amostras digeridas foram transferidas para um balão volumétrico de 25 ml, o qual teve seu volume completado com água deionizada. Em seguida, elas foram transferidas para tubos de ensaio apropriados. Para determinação de sódio e potássio por fotometria de chama (marca Sorning, modelo 400) as amostras digeridas foram diluídas de 1:3 (v/v). O equipamento provido com lâmpadas para sódio e potássio, foi devidamente calibrado com os padrões da marca Merck para sódio e potássio, de 1, 5, 10, 25 e 50 ppm. Em seguida, foram feitas as leituras das amostras de permeado e da bebida. Para o cálculo, a diluição foi corrigida para 1:75 e utilizou-se a curva analítica apropriada para estes minerais. Para determinação de cálcio e magnésio por absorção atômica, 1 ml de cada amostra foi colocado em recipiente apropriado, e acrescentado de 1 ml de estrôncio e 8 ml de água deionizada, resultando em diluição de 1:10 (v/v). A leitura foi feita em espectrômetro de absorção atômica, marca GBC, modelo Avanta Sigma, equipado com lâmpada para cálcio e magnésio. Para cálculo das concentrações, a diluição foi corrigida, em 1:250, e utilizou-se a curva analítica apropriada para cálcio e magnésio.

A avaliação objetiva da cor das amostras da bebida foi realizada utilizando o colorímetro ColorQuest II (HunterLab, Reston, VA) conectado em um computador provido do sistema software Universal. O equipamento foi devidamente calibrado para refletância incluída e utilizando um ângulo de observador de 10° e iluminante D65, com o posicionamento dos dispositivos protetor de luz, azulejo branco calibrado e azulejo cinza calibrado, respectivamente, na porta de refletância. As amostras foram transferidas para uma cubeta de quartzo apropriada, com capacidade para 50 ml, para que as leituras fossem feitas.

Os valores de tonalidade ( $h^*$ ) e saturação ( $C^*$ ) foram calculados a partir dos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , conforme as Equações 1 e 2:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$h^* = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

Os dados da Equação (2) foram multiplicados por  $180/\pi$  para expressar os resultados da tonalidade em graus ( $h^*$ ).

Para determinação de polifenóis totais nas amostras da bebida seguiu-se a metodologia descrita por SINGLETON e ROSSI (1965), com modificações, que utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu. Em tubo de ensaio foram misturados 0,6 ml de amostra e 3,0 ml de reagente Folin-Ciocalteu diluído em água destilada (1:10 v/v), seguido de

homogeneização em agitador de tubos. Após 3 minutos, foram adicionados 2,4 ml de solução saturada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (7,5 % m/v). Os tubos permaneceram em repouso, ao abrigo da luz, por uma hora, para que então fosse realizada a leitura de absorvância, em espectrofotômetro Biospectro, modelo SP-22, a 760 nm. O IPT (Índice de Polifenóis Totais) foi determinado com base na curva padrão de ácido gálico P. A. de concentração variando entre 0 e 200  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , sendo os resultados expressos em ácido gálico equivalente ( $\text{mg AGE}\cdot\text{L}^{-1}$ ), com base na equação obtida na curva analítica.

O teor de antocianinas totais foi determinado por espectrofotometria de acordo com FULEKI e FRANCIS (1968), utilizando o método de quantificação por pH único, que consistiu na transferência de uma alíquota da amostra para um balão volumétrico de 5 ml, tendo o volume completado com solução Etanol 95% - HCl 1,5 N (85:15). Em seguida foi realizada a leitura espectrofotométrica, em espectrofotômetro Biospectro, modelo SP-22, no comprimento de onda de 535 nm.

Para os cálculos, foi utilizado o Coeficiente de Extinção médio ( $E_{535\ 1\% 1\text{cm}}: 98,2\ \text{L}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), que corresponde à cianidina-3-glicosídeo. Nas bebidas o conteúdo total de antocianinas foi expresso em mg de antocianinas por litro de bebida (Equação 3):

$$AT = \frac{A \cdot V}{\epsilon \cdot b \cdot v} \cdot 1000 \quad (3)$$

em que: AT= antocianinas totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ); A= Absorvância em 535 nm; V = Volume da diluição final (ml); v = Volume da alíquota de amostra (ml);  $\epsilon$  = Coeficiente de absorvância ( $98,2\ \text{L}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ) e b = espessura da cubeta (cm).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos da caracterização física e química do permeado obtido da ultrafiltração de leite e da bebida elaborada.

Características	Permeado	Bebida
Água, % (m/v)	95,34 ± 0,55	94,00 ± 0,86
Nitrogênio total, % (m/v)	0,020 ± 0,005	---
Cinzas, % (m/v)	0,38 ± 0,10	---
Carboidratos totais, % (m/v)	4,04 ± 0,54	---
pH	6,33 ± 0,24	2,88 ± 0,14
Acidez total titulável, % (m/v)	0,08 ± 0,01 <sup>(1)</sup>	1,70 ± 0,42 <sup>(2)</sup>
Sólidos solúveis totais (°Brix)	---	6,00 ± 0,37
Sódio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	460,99 ± 15,10	---
Potássio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1144,75 ± 96,05	---
Cálcio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	506,11 ± 11,58	---
Magnésio ( $\text{mg L}^{-1}$ )	159,72 ± 50,19	---
Luminosidade ( $\text{L}^*$ )	---	52,87 ± 1,28

Coordenada a*	---	19,01 ± 0,91
Coordenada b*	---	15,18 ± 1,47
Índice de saturação (C*)	---	24,36 ± 1,27
Ângulo de tonalidade (h*)	---	38,58 ± 2,67
Antocianinas totais, mg·L <sup>-1</sup>	---	3,14 ± 0,21
Polifenóis totais, mg AGE×L <sup>-1</sup>	---	50,99 ± 8,07

Tabela 1 – Valores médios (± desvio-padrão) das características físicas e químicas do permeado e da bebida elaboradas a base de permeado do leite e adicionada de extrato de antocianinas do açaí.

\*Os valores representam a média de três repetições das análises em duplicata;<sup>(1)</sup> Expresso em ácido láctico; <sup>(2)</sup> Expresso em ácido cítrico. AGE = ácido gálico equivalente.

O teor de água do permeado apresentou-se muito elevado, como era de se esperar, visto que ao passar pelo processo de ultrafiltração, grande parte dos sólidos representado pelas proteínas ficaram retidas na membrana. A lactose, representada pelos carboidratos totais, o nitrogênio total e as cinzas somam aproximadamente 4,44 %, representando os constituintes sólidos no permeado.

O valor de pH (6,33) no permeado se encontra dentro dos valores encontrados por outros autores como Fontes et al. (2015), obtiveram valor de 6,58 para o permeado obtido da ultrafiltração de soro de leite e Faedo et al. (2013) que obtiveram 6,70 para o permeado da ultrafiltração do leite.

A acidez do permeado do presente trabalho condiz com o pH visto que, enquanto este se apresentou próximo da neutralidade, aquela exibiu valores muito baixos. Os resultados de Paula et al. (2005) corroboram os obtidos aqui, visto que eles obtiveram 0,12% de acidez expressa em ácido láctico para o soro de leite.

Lira et al. (2009) expressaram os carboidratos do soro de leite de búfala microfiltrado em função da lactose, encontrando valores próximos a 5,04%. Cunha (2002) também obteve o teor de lactose do soro de leite ultrafiltrado por diferença encontrando 4,16%, que corrobora o resultado do presente trabalho.

O permeado da ultrafiltração do soro de leite representa uma fonte apreciável de cálcio e magnésio. O cálcio é o mineral mais abundante no organismo humano, atuando na formação e manutenção de ossos e dentes, como também na função dos hormônios proteicos e regulação de batimentos cardíacos (Hardman, 1996; Silva e Mura, 2007). Já o magnésio exerce papel fundamental em diversas reações intracelulares (Nelson e Cox, 2002). A presença desses minerais na composição da bebida contribui na alegação nutricional.

Pela Tabela 1 é possível perceber que a bebida apresentou uma elevada porcentagem de água (94%), bem próximo ao encontrado no permeado. Quanto ao valor de pH, é possível perceber que este foi baixo quando comparado ao de Alves et al. (2012) que elaboraram bebidas isotônicas a partir do permeado da ultrafiltração encontrando valores próximos a 3,41. O baixo pH e acidez são importantes fatores analisados em um alimento, pois representam uma barreira de segurança microbiológica, entretanto vale ressaltar que a acidez excessiva pode prejudicar numa

boa aceitação do produto.

A acidez da bebida ficou elevada se comparada a Petrus et al. (2005) (0,1%) ou ainda a Cipriano et al (2011) que encontraram uma porcentagem de 0,14 %. Apesar de muito alta, a acidez condiz com o valor de pH, visto que esse se apresentou baixo. A acidez elevada pode ser explicada pelo fato da correção do pH no presente trabalho ter sido feita antes da adição os extratos antociânicos de açaí, o qual, além de conter o ácido cítrico inerente à fruta, continha também o oriundo da acidificação feita durante extração, o que colaborou para reduzir o pH a um valor abaixo do esperado, o qual seria entre 3,2 e 3,4.

Os sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix) corroboram com os valores encontrados por Petrus et al. (2005), que variaram entre 5,9 e 6,8.

O teor de antocianinas totais encontrado foi em torno de 3,14 mg L<sup>-1</sup>. Cipriano (2011) ao elaborar bebidas isotônicas com adição de extrato antociânico de açaí conseguiu encontrar valores 9 mg·L<sup>-1</sup>, cerca de 3 vezes maior quando comparado neste estudo. Isso justifica uma coloração vermelha mais clara nas amostras, explicitada pelas coordenadas de cor L\*, a\*, c\* e H\* (Tabela 1).

Observou-se que a bebida apresentou para o valor L\* uma luminosidade mediana, ou seja, tendendo a claro. A coordenada a\* forneceu um valor positivo, indicando que este aproximou mais do eixo da cromaticidade do vermelho, indicando coloração mais avermelhadas nas amostras. Os valores referentes a coordenada b\* foi também positivo, o que indica a presença da tonalidade amarela na bebida avaliada.

A bebida apresentou 24,36 para o índice de saturação de cor, ou seja, uma média vivacidade. O valor h\* demonstra a localização da cor em um diagrama, onde o ângulo 0° representa vermelho puro; o 90°, o amarelo puro; o 180°, o verde puro e o 270°, o azul puro. No caso da bebida formulada com extratos de antocianinas, o valor de h\* foi de 38,58°. Com isso, é possível inferir que a bebida desenvolvida possui predominância de tonalidade vermelha.

O teor de polifenóis totais encontrado neste estudo foi de 50,99 mg AGE·L<sup>-1</sup> para a bebida. Estupinã et al. (2011) caracterizaram bebidas isotônicas adicionadas de extratos em pó de antocianinas de Andes Berry (*Rubus glaucus Benth*) quanto a teores de fenólicos, encontraram valores que variaram entre 89,9 e 101,4 mg AGE·L<sup>-1</sup> para amostra de bebida que continha carreador maltodextrina (MFDA) e sem carreador, respectivamente.

A bebida elaborada apresentou características químicas naturais advinda do aproveitamento do permeado de leite e com adição de corantes naturais foi conferido ao produto cor e presença de compostos químicos (antocianinas e polifenóis) com propriedades bioativas.

## 4 | CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que é viável o aproveitamento do permeado de soro de leite, co-produto da indústria de laticínios, na produção de uma bebida sustentável.

Foi possível perceber também, que os corantes naturais (antocianinas) adicionados atribuíram cor ao produto, deixando-o em tom próximo ao avermelhado. Vale ressaltar que pelo fato de esses corantes possuírem compostos químicos com propriedades antioxidantes eles permitem que a bebida tenha uma alegação funcional.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG, CAPES e SICOOB/UFV/Credi para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Y.P.C.; FONTES, E.A.F.; BRAGA, N.R. Análise físico-química e valor calórico de bebida isotônica elaborada a partir do permeado da ultrafiltração de leite, **Congresso Mineiro de Engenharia de Alimentos**, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Sessão 5, p. 4, 2012.

BALDISSERA, A. C.; Betta, F. D.; Penna, A. L. B. ; Lindner, J. D. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, out./dez. 2011;

BARROS, F. A. R.; STRINGHETA, P.C. Microencapsulamento de antocianinas: Uma alternativa para o aumento de sua aplicabilidade como ingrediente alimentício. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, 2006.

CIPRIANO, P. A.; STRINGHETA, P. C. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas. Dissertação (mestrado). Brasil: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 131 p, 2011.**

Cunha TM, Ilha EC, Amboni RDMC, Barreto PLM, Castro FP, Prudencio ES. A influência do uso do soro de queijo e bactérias probióticas nas propriedades de bebidas lácteas fermentadas. **Brazilian Journal Food Technology**. 2009; 12(1): 23-33.

ESTUPINÃN, D.C.; SCHWARTZ, S.J.; GARZÓN, S.A. Antioxidant Activity, Total phenolics content, anthocyanin, and color stability of isotonic model beverages colored with andes berry (*rubus glaucus benth*) anthocyanin powder. **Journal of Food Science**, v. 76, p. S26-S34, 2011.

FAEDO, R., Obtenção de leite com baixo teor de lactose por processos de separação por membranas associados à hidrólise enzimática. **Revista CIATEC – UPF**, vol.3 (1), p.p.44-54. Universidade de Passo Fundo, 2013,

FALCÃO, A.P.; CHAVES, E.S.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R.; FALCÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, N.3, P. 637-642, 2007.

FONTES, E. A. F., ALVES, Y. P. C., FONTES, P. R., & MINIM, V. P. R. (2015). Bebida eletrolítica a

base de permeado da ultrafiltração de leite: avaliação física, química e microbiológica durante o armazenamento. **Ciência Rural**, 45(2), 342-348.

FULEKI, T.; FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins: 2. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice. **Journal of Food Science**, v.33, p.78-83, 1968.

HARDMAN, J. G.; MOLINOFF, P. B.; GILMAN, A. G. **As Bases farmacológicas da terapêutica**. 9.ed. México: Mc Graw-Hill, 1996. cap.60, p.1103.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. p. 1020 (1 ed. Digital).

LIRA, H. L.; SILVA, M. C. D.; VASCONCELOS, M. R. S.; LIRA, H. L.; LOPEZ, A. M. Q. Microfiltração do soro de leite de búfala utilizando membranas cerâmicas como alternativa ao processo de pasteurização. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n. 1, p. 33-37, 2009.

NELSON, D. L.; COX. M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. p.233

PAULA, J.C.J. **Elaboração e estabilidade de bebida carbonatada aromatizada à base de soro de leite**. Mestrado (dissertação), Brasil: Universidade Federal de Viçosa, 57p, 2005.

PETRUS, R.R.; FARIA, J.A.F. Processamento e avaliação de estabilidade de bebida isotônica em garrafa plástica. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.25, n.3, p.518-524, 2005.

SILVA, S. M.S.; MURA J.D.P. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007. p.77-112.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A, Jr. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, 144-158, 1965.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**MARCOS WILLIAM KASPCHAK MACHADO** Professor na Unopar de Ponta Grossa (Paraná). Graduado em Administração- Habilitação Comércio Exterior pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especializado em Gestão industrial na linha de pesquisa em Produção e Manutenção. Doutorando e Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, com linha de pesquisa em Redes de Empresas e Engenharia Organizacional. Possui experiência na área de Administração de Projetos e análise de custos em empresas da região de Ponta Grossa (Paraná). Fundador e consultor da MWM Soluções 3D, especializado na elaboração de estudos de viabilidade de projetos e inovação.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-98-7



9 788585 107987