



Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção
do Conhecimento
nas Ciências
Agrárias e Ambientais 3**

Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências
Agrárias e Ambientais**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 3
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-286-9

DOI 10.22533/at.ed.869192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
<i>Paulo de Tarso Lima Teixeira</i> <i>Luis Pedro Hillesheim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926041	
CAPÍTULO 2	9
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS	
<i>Ananda Helena Nunes Cunha</i> <i>Eliana Paula Fernandes Brasil</i> <i>Thayná Rodrigues Mota</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926042	
CAPÍTULO 3	18
EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO	
<i>Laís Gertrudes Fontana Silva</i> <i>Jairo Câmara de Souza</i> <i>Bianca de Barros</i> <i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i> <i>Marta Cristina Teixeira Leite</i> <i>Robson Ferreira de Almeida</i> <i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926043	
CAPÍTULO 4	26
EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i> <i>Priscila Copini</i> <i>Thais Hernandez</i> <i>Luciane Yuri Yoshiara</i> <i>Priscila Becker Siquiera</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926044	
CAPÍTULO 5	39
EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA	
<i>Ivan Vilas Bôas Souza</i> <i>Abel Rebouças São José</i> <i>John Silva Porto</i> <i>José Carlson Gusmão da Silva</i> <i>Bismark Lopes Bahia</i> <i>Danielle Suene de Jesus Nolasco</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926045	

CAPÍTULO 6	60
EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE	
<i>Danielle Mitze Muller Franco</i>	
<i>Gustavo Amorim Santos</i>	
<i>Luciane Dias Pereira</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<i>Suzana da Costa Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926046	
CAPÍTULO 7	75
EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE NH ₄ ⁺ DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS	
<i>Fernanda Bernardi</i>	
<i>Izabel Volkweis Zadinelo</i>	
<i>Luana Cagol</i>	
<i>Helton José Alves</i>	
<i>Lilian Dena dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926047	
CAPÍTULO 8	80
ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO	
<i>Rafaela Rocha Cavallin</i>	
<i>Júlia Nunes Júlio</i>	
<i>Gisele Kirchbaner Contini</i>	
<i>Fabielli Priscila Oliveira</i>	
<i>Carolina Tomaz Rosa</i>	
<i>Juliana Dordetto</i>	
<i>Katielle Rosalva Voncik Córdova</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926048	
CAPÍTULO 9	90
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE <i>Persea americana</i>	
<i>Vinícius Lopes Lessa</i>	
<i>Maria Clara Coutinho Macedo</i>	
<i>Aline Cristina Arruda Gonçalves</i>	
<i>Christiano Vieira Pires</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926049	
CAPÍTULO 10	102
ESPÉCIES DO SUBGÊNERO <i>Decaloba</i> (<i>Passiflora</i> , <i>Passifloraceae</i>) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260410	

CAPÍTULO 11 116

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS)
NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

Rosemary Laís Galati
Jefferson Darlan Costa Braga
Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca
Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva
Edimar Barbosa de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86919260411

CAPÍTULO 12 127

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM
BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

Desiree Vera Pontarolo
Sharlenne Leite da Silva Monteiro
Heloisa Godoi Bertagnon
Alessandra Mayer Coelho
Bruna Artner
Natalí Regina Schllemer

DOI 10.22533/at.ed.86919260412

CAPÍTULO 13 136

ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis*
Engl

Ailton Batista Oliveira Junior
Aderlaine Carla de Jesus Costa
Matheus Oliva Tolentino
Sabrina Gonçalves Vieira de Castro
Ronaldo dos Reis Farias
Luiz Henrique Arimura Figueiredo
Cristiane Alves Fogaça

DOI 10.22533/at.ed.86919260413

CAPÍTULO 14 143

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA
CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

Felipo Lovatto
Rodrigo Couto Santos
Rafael Zucca
Juliano Lovatto
Rodrigo Aparecido Jordan

DOI 10.22533/at.ed.86919260414

CAPÍTULO 15 149

ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO
DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

Mauricio Battilani
Rodrigo Couto Santos
Ana Paula Cassaro Favarim
Juliano Lovatto
Luciano Oliveira Geisenhoff
Rafaela Silva Cesca

DOI 10.22533/at.ed.86919260415

CAPÍTULO 16 155

ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

Letícia do Socorro Cunha
Luane Laíse Oliveira Ribeiro
Lucila Elizabeth Fragozo Monfort
Wanderson Cunha Pereira
Felipe Cunha do Rego
Francisco Rodrigo Cunha do Rego
Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.86919260416

CAPÍTULO 17 163

EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

Ariane Bachega
Ana Caroline Iglecias Setti
Alessandra Bosso
Samuel Guemra
Hélio Hiroshi Suguimoto
Luiz Rodrigo Ito Morioka

DOI 10.22533/at.ed.86919260417

CAPÍTULO 18 174

FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Rafaela Silva Correa
Tadeu Augusto van Tol de Castro
Rafael Gomes da Mota Gonçalves
Erinaldo Gomes Pereira
Leonardo Duarte Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.86919260418

CAPÍTULO 19 188

GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

Daiane Machado Souza
Suzane Fonseca Freitas
Welinton Schröder Reinke
Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira
Paulo Leonardo Silva Oliveira
Deivid Luan Roloff Retzlaff
Luana Lemes Mendes
Heden Luiz Maques Moreira
Carla Giovane Ávila Moreira
Rafael Aldrighi Tavares
Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey

DOI 10.22533/at.ed.86919260419

CAPÍTULO 20 194

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM
ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

Vitor Rodolfo Becegato
Valter Antonio Becegato
Indianara Fernanda Barcarolli
Gilmar Conte
Camila Angélica Baum
Lais Lavnitcki
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.86919260420

CAPÍTULO 21 212

GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Guilherme Henrique Cavazzana
Daniel Pache Silva
Fernanda Pereira Pinto
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho
Vinícius de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.86919260421

CAPÍTULO 22 228

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE
Peltophorum dubium SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Elisa Regina da Silva
Kelly Nery Bighi
Ingridh Medeiros Simões
Maricélia Moreira dos Santos
José Carlos Lopes
Rodrigo Sobreira Alexandre

DOI 10.22533/at.ed.86919260422

CAPÍTULO 23 236

GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

Nathália Vállery Tostes
Miriã Cristina Pereira Fagundes
José Darlan Ramos
Verônica Andrade dos Santos
Letícia Gabriela Ferreira de Almeida
Fábio Oseias dos Reis Silva
José Carlos Moraes Rufini
Alexandre Dias da Silva
Iago Reinaldo Cometti
Renata Amato Moreira

DOI 10.22533/at.ed.86919260423

CAPÍTULO 24	242
IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA	
<i>Antônio Sérgio de Souza</i>	
<i>Rafaela Lanusse de Bessa Lima</i>	
<i>Pedro Ivo Vieira Good</i>	
<i>Vinicius Ribeiro Faria</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260424	
CAPÍTULO 25	247
IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H ₂ S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
<i>Yuri Ferruzzi</i>	
<i>Samuel Nelson Melegari de Souza</i>	
<i>Estor Gnoatto</i>	
<i>Dirceu de Melo</i>	
<i>Alberto Noboru Miyadaira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260425	
CAPÍTULO 26	253
INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO	
<i>Viviane Rodrigues Dorneles</i>	
<i>Rita de Cássia Fraga Damé</i>	
<i>Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra</i>	
<i>Marcia Aparecida Simonete</i>	
<i>Letícia Burkert Mélo</i>	
<i>Patrick Moraes Veber</i>	
<i>Maria Clotilde Carré Chagas Neta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260426	
CAPÍTULO 27	260
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE	
<i>Aline Brum Argenta</i>	
<i>Matheus Lavado dos Santos</i>	
<i>Alessandro Nogueira</i>	
<i>Agnes de Paula Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260427	
CAPÍTULO 28	270
INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO	
<i>Juliana Trindade Martins</i>	
<i>Orivaldo Arf</i>	
<i>Eduardo Henrique Marcandalli Boleta</i>	
<i>Flávia Constantino Meirelles</i>	
<i>Anne Caroline da Rocha Silva</i>	
<i>Flávia Mendes dos Santos Lourenço</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260428	
SOBRE O ORGANIZADOR	281

INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE

Aline Brum Argenta

Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.
argenta_aline@yahoo.com.br

Matheus Lavado dos Santos

Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Departamento de Engenharia Química, Curitiba,
Paraná, Brasil.

Alessandro Nogueira

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG),
Departamento de Engenharia de Alimentos, Ponta
Grossa, Paraná, Brasil.

Agnes de Paula Scheer

Universidade Federal do Paraná (UFPR),
Departamento de Engenharia Química e
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Alimentos, Curitiba, Paraná, Brasil.

RESUMO: O soro de leite, resíduo das indústrias de laticínios, é gerado em grande volume, cerca de 9 L de soro para cada kg de queijo produzido e, destaca-se pelo seu potencial poluidor que pode ser superior ao esgoto doméstico, devido sua alta demanda química de oxigênio (DQO). Essa característica que provoca elevado impacto ambiental é atribuída à composição do soro rica em proteínas e lactose. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar diferentes pressões aplicadas no processo de ultrafiltração

(UF) do soro de leite para concentração das proteínas e separação da lactose. Para isso, realizaram-se ensaios em escala de laboratório com solução de soro em pó reconstituído, em sistema Pellicon® Ultrafiltration da marca Millipore com membrana de *cut-off* 10 kDa. Os ensaios foram conduzidos a 30 °C, durante 30 min, em diferentes pressões e, posteriormente, foram realizadas análises físico-químicas, como extrato seco total, teor de proteínas e lactose, turbidez, pH e DQO. O processo de UF empregando pressão de 30 kPa foi o que proporcionou simultaneamente maior retenção das proteínas e rejeição de lactose. Apesar de ainda serem necessários mais estudos para melhor purificação das proteínas, o processo empregado se mostrou promissor para o tratamento do soro de leite e diminuição do impacto ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto ambiental; Proteínas do soro; Ultrafiltração; DQO.

ABSTRACT: Whey, the residue of the dairy industry, is generated in large quantities, about 9 L of whey for each kg of cheese produced, and stands out for its potential polluter that may be higher than domestic sewage, due to its high demand oxygen chemistry (COD). This characteristic cause high environmental impact is attributed to the composition of whey rich in proteins and lactose. Thus, the present work

aims at evaluating different pressures applied in the process of ultrafiltration (UF) of whey for protein concentration and separation of lactose. For this, assays were performed on a laboratory scale with reconstituted whey solution in a Pellicon® Ultrafiltration System from Millipore with 10 kDa cut-off membrane. The tests were conducted at 30 ° C for 30 min at different pressures, and then physical-chemical analyzes were performed, such as total dry extract, protein and lactose content, turbidity, pH and COD. The UF process employing a pressure of 30 kPa provided higher protein retention, and lactose rejection. Although further studies are needed to better purify the proteins, the process used was promising for the whey treatment and reduced environmental impact.

KEYWORDS: Environmental impact; Whey protein; Ultrafiltration; COD.

1 | INTRODUÇÃO

O soro representa o líquido obtido da coagulação do leite durante a fabricação de queijos. Embora muitas vezes considerado como resíduo, possui uma rica composição nutricional, principalmente devido à lactose e aos aminoácidos essenciais que compõem as proteínas, além da presença de vitaminas e minerais.

Como o queijo é um dos produtos lácteos mais produzidos, o soro obtido a partir de sua produção é um fator preocupante do ponto de vista ambiental. A produção mundial de queijo, segundo Mikkelsen (2012), foi de 8,7 milhões de toneladas em 1980, atingiu 20,7 milhões de toneladas em 2012 e estima-se que atinja 25 milhões de toneladas no ano de 2020. Portanto, considerando a geração de cerca de 9 L de soro para cada kg de queijo produzido, há milhões de toneladas de soro de leite como resíduo industrial anualmente, o que requer tratamento adequado devido ao impacto ambiental que pode ser causado se for descartado incorretamente (Baldasso *et al.*, 2011).

A fim de minimizar esse impacto ambiental e evitar desperdícios nutricionais e financeiros na indústria de laticínios, diversas alternativas podem ser usadas, entre elas está o uso do soro em sua forma original para a produção de ricota e a elaboração de bebidas lácteas. No entanto, estas são opções que usam apenas uma pequena porção do enorme volume de soro de leite produzido. Quando o soro é concentrado, sua rica composição e importante valor funcional podem ser utilizados para obter diversos produtos de alto valor nutricional, como bebidas proteicas, carnes e produtos de padaria, sobremesas, alimentos infantis e laticínios em geral, como iogurtes, queijos e sorvetes (Miller *et al.*, 2002; USDEC, 2018).

Portanto, o desenvolvimento de processos para recuperação e concentração de componentes do soro evita o desperdício e agrega valor a este resíduo do leite. Nos últimos anos, diversos estudos têm buscado alternativas para a exploração de componentes de soro, principalmente aqueles com aplicação de processos de separação por membrana, como ultrafiltração (UF), microfiltração (MF), nanofiltração (NF), eletrodialise (ED), destilação por membrana (MD) e osmose reversa (RO)

(Baldasso *et al.*, 2011; Arunkumar *et al.*, 2016; Das *et al.*, 2016). No entanto, apenas cerca de 50% do soro gerado é processado, o que mostra que ainda há desafios para o tratamento completo do soro.

No que diz respeito aos processos de separação por membranas, o principal desafio ainda é identificar as condições de processo que minimizem os efeitos dos fenômenos restritivos ao fluxo, conhecidos como concentração por polarização e *fouling*. Dentre os principais parâmetros que afetam o fluxo de permeado se destacam a pressão, temperatura e concentração de alimentação. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar a influência da variável pressão no processo de ultrafiltração do soro de leite para obtenção da máxima concentração de proteínas e separação da lactose. Além disso, objetivou-se caracterizar as frações de permeado e retentado obtidas por meio de análises físico-químicas. Assim, espera-se contribuir para a recuperação dos componentes do soro de leite, evitando sua subutilização pelo descarte, bem como, minimizar o impacto ambiental causado por este resíduo lácteo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

No presente estudo foram utilizadas soluções de soro de leite reconstituído. Para isso, o soro de leite em pó foi dissolvido em água destilada à temperatura ambiente e homogeneizado manualmente. Para que seja possível simular o soro de leite *in natura*, a solução de soro reconstituído foi preparada com teor de sólidos solúveis de 6 % (m/v).

O soro em pó é mais estável, possui maior tempo de armazenamento e contém todos os constituintes nas mesmas proporções que o soro original (*in natura*). Além disso, sua utilização neste trabalho garante a homogeneidade inicial dos experimentos, o que permite que apenas os efeitos das variáveis de processo influenciarão os resultados.

O sistema de ultrafiltração utilizado possui a configuração placa-quadro, da empresa Millipore Indústria e Comércio Ltda (Pellicon® Ultrafiltration System - Figura 1), com área de filtração de 0,5 m². A membrana empregada apresenta *cut-off* de 10 kDa, sendo constituída de material do filtro polietersulfona, material da pele polipropileno e material adesivo poliuretano.

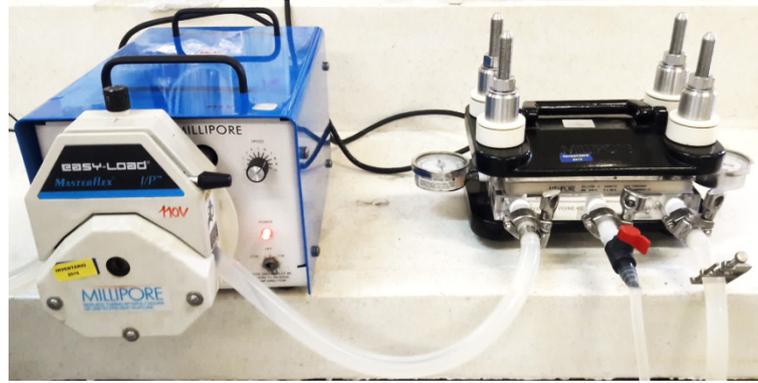


Figura 1 - Módulo de UF placa-quadro Millipore.

2.2 Procedimento experimental

O sistema de ultrafiltração foi operado em regime batelada, o qual consiste na remoção contínua do permeado, como ilustra a Figura 2.

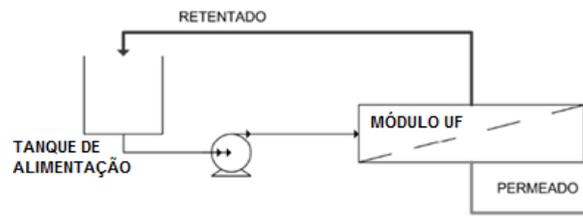


Figura 2 – Esquema do processo de UF utilizado.

Os experimentos foram conduzidos à temperatura e tempo constantes, em diferentes pressões para determinação da melhor condição experimental. Para avaliar a influência da pressão na ultrafiltração do soro de leite, foram realizados três diferentes ensaios, como apresentado na Tabela 1.

Ensaio	Variáveis de processo		
	Temperatura	Tempo	Pressão
	(°C)	(min)	(kPa)
1	30	30	20
2	30	30	30
3	30	30	40

Tabela 1 – Condições experimentais dos ensaios realizados.

2.3 Procedimentos analíticos

As análises realizadas antes e após o processo de UF do soro de leite seguiram as seguintes metodologias: Extrato seco total pelo método gravimétrico (Instituto Adolfo Lutz, 2008); teor de proteínas pelo método de Lowry *et al.* (1951); concentração de lactose pelo método DNS (Miller, 1959); análise de turbidez através do Turbidímetro Policontrol AP 2000, determinação de pH por meio de leitura direta em pHmetro digital

GEHAKA modelo PG 1800 e análise de DQO pelo método colorimétrico com refluxo fechado (APHA, 2005).

2.4 Análise estatística

Os dados experimentais foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de *Tukey* utilizando o *software Statistica 12.0* e nível de confiança de 95 % ($p < 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral foi observado que o processo de UF utilizando membrana polimérica de 10 kDa foi capaz de concentrar as proteínas presentes no soro de leite em todas as pressões empregadas. A capacidade de retenção da membrana se dá em função das principais proteínas do soro, β -Lg e α -La, possuem massas de 18 e 14 kDa, respectivamente, ou seja, valores maiores que a massa molar de corte (MMC) da membrana empregada.

O processo de ultrafiltração também foi empregado por Chollangi & Hossain (2007) para separação das proteínas e da lactose presentes em solução sintética de soro. No trabalho destes autores foram testadas membranas de celulose de 3, 5 e 10 kDa, obtendo-se melhores resultados quando utilizada a membrana de 10 kDa.

No estudo realizado por Arunkumar *et al.* (2016) comparou-se o processo de ultrafiltração realizado em duas diferentes configurações de membrana, placa-quadro e em espiral, para concentração das proteínas do soro de leite. Obtiveram-se resultados satisfatórios para ambas as membranas, com retenção das proteínas do soro acima de 98 %.

Os resultados da literatura reportados acima evidenciam que a membrana empregada no presente trabalho pode ser considerada adequada para o objetivo proposto, tanto no sentido da configuração escolhida, que foi placa-quadro, quanto com relação a MMC utilizada, 10 kDa.

A caracterização físico-química do soro de leite utilizado como alimentação, bem como das frações de concentrado e permeado obtidas do processo de UF, está apresentada nas Tabelas 2 e 3.

Amostras	Parâmetros				
	pH	Turbidez (NTU)	EST* (g.L ⁻¹)	Proteína (g.L ⁻¹)	Lactose (g.L ⁻¹)
Soro de leite	6,50 ± 0,06 ^a	1625,33 ± 47,72 ^a	54,34 ± 0,37 ^a	8,32 ± 0,2 ^a	41,20 ± 0,18 ^a
Concentrado ₂₀	6,41 ± 0,05 ^a	11481,37 ± 85,74 ^b	71,92 ± 0,47 ^b	32,66 ± 0,55 ^b	44,49 ± 0,62 ^b
Concentrado ₃₀	6,46 ± 0,04 ^a	12433,50 ± 93,42 ^c	76,14 ± 0,11 ^c	34,37 ± 0,88 ^c	44,74 ± 0,35 ^b
Concentrado ₄₀	6,46 ± 0,05 ^a	12327,06 ± 108,39 ^c	76,05 ± 0,25 ^c	35,12 ± 1,21 ^c	46,54 ± 0,47 ^c

Tabela 2 – Caracterização do soro de leite e do concentrado obtido no processo de UF.

*EST = extrato seco total

valor médio±desvio-padrão

Como pode ser observado, os valores de pH do soro de leite e do concentrado permaneceram entre 6,41 e 6,50. Estes valores estão de acordo com o pH para soro doce encontrado na literatura, que é de 6,0 a 6,8. Ainda com relação aos valores de pH observados, nota-se que não houve diferença estatística entre os concentrados obtidos, assim como também não houve diferença entre estas frações e a alimentação, o que indica que a pressão não influencia neste parâmetro. Além disso, pode-se inferir que não aconteceu degradação ou qualquer alteração na amostra de soro durante o processo de UF.

Com relação aos dados obtidos para turbidez, notou-se que a UF proporcionou ao concentrado aumento de quase oito vezes neste parâmetro com relação ao valor da alimentação, evidenciando a concentração dos sólidos suspensos presentes na solução de soro. Esta concentração também é observada nos valores obtidos para extrato seco total, onde os concentrados apresentaram valores significativamente maiores que o soro alimentado. Além disso, verificou-se que dentre os ensaios de UF apenas o que foi conduzido a 20 kPa apresentou diferença estatística dos demais, sendo que os processos a 30 e 40 kPa foram considerados significativamente iguais quanto à turbidez e extrato seco total.

O mesmo comportamento foi observado para o teor de proteínas, onde os valores acompanharam o aumento da pressão, mas foram considerados significativamente iguais para as pressões de 30 e 40 kPa. Ainda com relação às proteínas do soro, identificou-se que a membrana foi adequada para sua retenção, visto que seu teor aumentou de 8,32 para acima de 32,66 g.L⁻¹ no concentrado, sendo que no permeado os valores foram inferiores a 1 g.L⁻¹ (Tabela 3). Os resultados obtidos foram bastante próximos dos reportados por Baldasso *et al.* (2011), onde a solução de soro de leite, que apresentava teor de proteínas inicial de 9 g.L⁻¹, foi concentrada para 36 g.L⁻¹.

Quanto à lactose, esta foi parcialmente retida pela membrana, o que é desejável quando o objetivo é concentrar o soro de leite integralmente, mas não quando se deseja sua separação da fração proteica. Neste caso, possivelmente seja necessário incluir o processo de diafiltração (DF), o qual consiste na adição de água à alimentação, de modo a suprir o volume de permeado removido ao longo do processo. Esta técnica é utilizada na purificação dos compostos concentrados, pois auxilia na passagem de substâncias de menor tamanho através da membrana (Cheryan, 1998). Alguns autores já vêm adotando esta técnica em suas pesquisas, como Arunkumar & Etzel (2014), Arunkumar *et al.* (2016), Baldasso *et al.* (2011), Cattaneo *et al.* (2013) e Tsakali *et al.* (2015). No entanto, é importante estar atento ao volume de água empregado na DF, visto que se este for muito elevado, acabará resultando em mais um problema ambiental.

No que diz respeito à influência da pressão sobre o teor de lactose, notou-se que

o processo realizado a 40 kPa proporcionou retenção significativamente maior deste carboidrato quando comparado aos demais ensaios. Os resultados obtidos indicam que a elevada pressão aplicada (40 kPa) pode ter causado maior turbulência ao processo, levando mais sólidos à superfície da membrana, o que pode ter contribuído para a camada de polarização e, conseqüentemente para maior retenção, tanto de proteínas quanto de lactose. Além disso, pressões maiores resultam em tendência de formação de *fouling* na membrana, outro fenômeno que leva à redução do fluxo e prejudica o processo e a vida útil da membrana.

Neste sentido, o ensaio experimental realizado à pressão intermediária (ensaio 2 = 30 kPa) se torna o mais indicado para o objetivo proposto, tendo em vista que resultou em teor de proteínas significativamente igual à máxima concentração obtida para o concentrado (ensaio 3 – Tabela 2) e apresentou teor de lactose significativamente igual ao máximo obtido para o permeado (ensaio 1 – Tabela 3). Pois o objetivo é separar as proteínas do soro na fração de concentrado e obter a lactose na fração que permeia a membrana.

Com relação à caracterização do permeado da UF do soro de leite (Tabela 3), destaca-se a remoção completa da turbidez, ou seja, foi possível a obtenção de líquido sem materiais suspensos. Este resultado é devido à retenção das proteínas pela membrana, pois estas são também responsáveis pela cor, opalescência e consistência do soro de leite. Quanto ao valor de DQO da solução de soro, 76,40 g.L⁻¹, este se encontra dentro do valor encontrado na literatura, o qual varia de 60 a 80 g.L⁻¹ (Siso, 1996). Após UF, obteve-se redução no valor de DQO acima de 50 % para todos os permeados, sendo os processos realizados a 20 e 30 kPa considerados significativamente iguais para este parâmetro, o que também está de acordo com o observado para os teores de proteína e lactose.

Amostras	Parâmetros					
	pH	Turbidez (NTU)	EST* (g.L ⁻¹)	Proteína (g.L ⁻¹)	Lactose (g.L ⁻¹)	DQO (g.L ⁻¹)
Soro de leite	6,50 ± 0,06 ^a	1625,33 ± 47,72 ^a	54,34 ± 0,37 ^a	8,32 ± 0,21 ^a	41,20 ± 0,18 ^a	76,40 ± 1,37 ^a
Permeado ₂₀	6,47 ± 0,04 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	34,66 ± 0,04 ^b	0,85 ± 0,07 ^b	38,25 ± 0,54 ^b	35,22 ± 1,18 ^b
Permeado ₃₀	6,50 ± 0,05 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	32,07 ± 0,14 ^c	0,79 ± 0,04 ^b	37,82 ± 0,22 ^b	34,54 ± 0,76 ^b
Permeado ₄₀	6,42 ± 0,07 ^a	0,00 ± 0,00 ^b	31,43 ± 0,88 ^c	0,63 ± 0,03 ^c	35,14 ± 0,31 ^c	30,25 ± 1,53 ^c

Tabela 3 – Caracterização do soro de leite e do permeado obtido no processo de UF.

*EST = extrato seco total

valor médio ± desvio-padrão

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de *Tukey*, com nível de confiança de 95 % (p < 0,05).

Após os ensaios com diferentes pressões, foi analisado o fluxo do permeado e o fator de concentração durante o processo de UF a 30 kPa. Para isso, as amostras de permeado foram medidas em períodos de tempo estabelecidos, sendo o fluxo e o fator de concentração, calculados conforme as Equação 1 e 2, respectivamente:

$$J_p = \frac{\Delta m}{S \times t} \quad (1)$$

Sendo: J_p é o fluxo de permeado ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$); Δm é a massa de permeado coletada (kg); S é a área superficial da membrana (m^2) e t é o tempo em que foi coletado o permeado (h).

$$FC = \frac{m_s}{m_s \times m_p} \quad (2)$$

Sendo: m_s a massa de soro de leite alimentada (kg) e m_p a massa de permeado acumulada em determinado tempo (kg).

A partir dos valores obtidos para o fluxo de permeado e fator de concentração do soro de leite, construíram-se as curvas ilustradas pela Figura 3. Nota-se, que houve acentuada queda no fluxo de permeado, seguida por um declínio gradual e posterior estabilização logo após 10 min de UF, resultando em fluxo final reduzido em aproximadamente 65,0 % em relação ao inicial. No decorrer do processo, ocorre redução da massa de alimentação devido à remoção da corrente de permeado, portanto, o fator de concentração aumenta ao longo do tempo. Durante o período de avaliação do ensaio cinético, o fator de concentração máximo obtido foi de aproximadamente 2,6, correspondendo à remoção de cerca 62 % da massa inicial de alimentação do soro de leite. Observa-se ainda que, apesar do contínuo aumento do FC, este já não mais interfere no fluxo, o qual já pode ser considerado constante, ou seja, foi possível conduzir o processo em batelada com remoção do permeado e mesmo assim manter o fluxo regular ao longo do tempo.

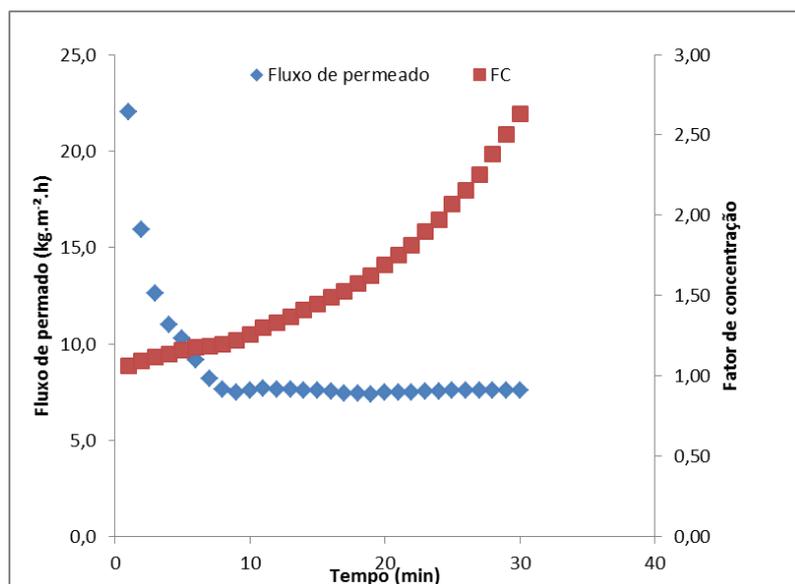


Figura 3 - Perfil do fluxo de permeado e fator de concentração ao longo do processo de UF do soro de leite, em temperatura 30 °C e pressão 30 kPa.

4 | CONCLUSÕES

O processo de UF demonstrou ser uma promissora alternativa para o tratamento do soro de leite, proporcionando a concentração dos seus componentes mais valiosos, as proteínas. Assim, este trabalho permite contribuir para a agregação de valor deste resíduo evitando sua subutilização pelo descarte, além de minimizar seu impacto ambiental, principalmente pela redução de parâmetros como turbidez e DQO.

O ensaio 2, realizado a 30 °C, durante 30 min e com pressão 30 kPa, se mostrou como o mais adequado para a UF do soro de leite quando o objetivo é máxima retenção de proteínas e rejeição de lactose. Além disso, a cinética da UF nestas condições identificou que é possível a obtenção de elevado FC do soro mantendo constante o fluxo de permeado.

Como o objetivo não é apenas concentrar, mas também promover a separação entre proteínas e lactose, ainda serão necessários mais estudos para que o teor do carboidrato na fração retida pela membrana seja inferior ao obtido no presente trabalho. Além disso, o permeado da ultrafiltração será utilizado em outra etapa deste estudo, promovendo assim o tratamento e recuperação total dos principais componentes do soro de leite.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro (Código de Financiamento 001) e à Alibra Ingredientes Ltda pela doação do soro de leite em pó.

REFERÊNCIAS

APHA (2005). **Standard methods for the examination of water and waste water**, 21th Edition. *American Public Health Association*, Washington, DC.

Arunkumar, A., & Etzel, M. R. (2014). **Negatively charged tangential flow ultrafiltration membranes for whey protein concentration**. *Journal of Membrane Science*, 475, p. 340–348.

Arunkumar, A.; Molitor, M. S.; Etzel, M. R. (2016). **Comparison of flat-sheet and spiral-wound negatively-charged wide-pore ultrafiltration membranes for whey protein concentration**. *International Dairy Journal*, 56, 129-133.

Baldasso, C., Barros, T. C., Tessaro, I. C. (2011). **Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration**. *Desalination*, 278, 381-386.

Cattaneo, T. M. P., Marinoni, L., Iametti, S., & Monti, L. (2013). **Behavior of Aflatoxin M1 in dairy wastes subjected to different technological treatments: Ricotta cheese production, ultrafiltration and spray-drying**. *Food Control*, 32, p. 77–82.

Chollangi, A. & Hossain, Md. M. (2007) **Separation of proteins and lactose from dairy wastewater**. *Chemical Engineering and Processing*, 46, p. 398-404.

Cheryan, M. (1998). **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. Taylor&Francis Routledge.

Das, B., Sarkar, S., Sarkar, A., Bhattacharjee, S., Bhattacharjee, C. (2016). **Recovery of whey proteins and lactose from dairy waste: A step towards green waste management**. *Process Safety and Environmental Protection*, 101, p. 27-33.

Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed., 2008. 1020 p.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951). **Protein measurement with the Folin-Phenol reagent**. *The Journal of Biological Chemistry*, 193, p 265-276.

Mikkelsen, P. (2012). **World cheese production**. *PM Food & Dairy Consulting*.

Miller, G., Jarvis, J., McBean, L. (2002). **Handbook of dairy foods and nutrition. Modern nutrition**, CRC Press LLC, Illinois, Second edition.

Miller, G. L. (1959). **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar**. *Analytical Chemistry*, 31, p. 426-428.

Siso, M. I. G. (1996). **The biotechnological utilization of cheese whey: a review**. *Bioresource Technology*, 57, p. 1–11.

Tsakali, E., Petrotos, K., D'Alessandro, A. G., Mantas, C., Tripolitsiotis, I., Goulas, P., Van Impe, J. F. (2015). **Exploring the Effect of Ultrafiltration/Diafiltration Processing Conditions on the Lactoferrin and Immunoglobulin G Content of Feta Whey Protein Concentrates**. *Journal of Food Process Engineering*, 38, p. 363–373.

USDEC. (2018) **United States Dairy Export Council. Dairy Ingredients Application Library – WPC & WPI**. Disponível em: <http://www.usdec.org/Library/DIAL.cfm>. Acesso em: 10, abr. 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-286-9

