



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2



**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nitalo André Farias Machado
Hosana Aguiar Freitas De Andrade
(Organizadores)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

C569 As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes 2
 [recurso eletrônico] / Organizadores Raissa Rachel Salustriano
 da Silva-Matos, Nitalo André Farias Machado, Hosana Aguiar
 Freitas de Andrade. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. –
 (As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários
 Saberes; v. 2)

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-908-0
 DOI 10.22533/at.ed.080201301

1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Silva-Matos,
 Raissa Rachel Salustriano da. II. Machado, Nitalo André Farias.
 III. Andrade, Hosana Aguiar Freitas de. IV. Série.

CDD 507

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Os grandes avanços tecnológicos e o desenvolvimento no campo das Ciências Exatas e da Terra fizeram com que essa grande área do conhecimento ganhasse uma forte interface com diferentes áreas dos saberes, da agricultura à pedagogia, completando o aspecto da didática-aprendizagem, recursos ambientais e saúde.

O leitor de “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com Vários Saberes 2” terá oportunidade de conhecer as discussões atuais sobre e profundas relações das Ciências Exatas e da Terra permeando com outras áreas do conhecimento, pois esta obra apresenta uma refinada coletânea de trabalhos científicos relacionados a essa temática.

Portanto, esta obra é direcionada a todos os técnicos, acadêmicos e profissionais das áreas das Ciências Exatas e da Terra e das demais áreas que, por ventura, tenham interesse em contemplar as relações e interface das Ciências Exatas e da Terra. Nesse sentido, ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento dos nossos leitores.

Desejamos uma ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Hosana Aguiar Freitas de Andrade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A IMPORTÂNCIA DA VERTENTE FRANCESA DIDÁTICA PROFISSIONAL NO CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO	
Georgyana Gomes Cidrão Italândia Ferreira de Azevedo Francisco Régis Vieira Alves Maria Cleide da Silva Barroso	
DOI 10.22533/at.ed.0802013011	
CAPÍTULO 2	10
ALTERAÇÕES ESPAÇO-TEMPORAIS NA PLANÍCIE FLÚVIO-MARINHA DO RIO ACARAÚ ENTRE OS ANOS 1993 E 2016	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Antônio Rodrigues Ximenes Neto Brígida Miola Rocha Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.0802013012	
CAPÍTULO 3	16
APLICAÇÃO DE CONTORNOS ATIVOS NA EXTRAÇÃO DE FEIÇÕES EM IMAGENS LANDSAT 8 E CBERS 4	
Cleberton Reiz Rodrigo Bruno Zanin Erico Fernando de Oliveira Martins Jordan Luiz Dourado Filgueiras Jader Willian Evaristo	
DOI 10.22533/at.ed.0802013013	
CAPÍTULO 4	22
AVANÇOS RECENTES NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE CATALISADORES DE OURO E PALÁDIO	
Wiury Chaves de Abreu Jean Claudio Santos Costa Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura	
DOI 10.22533/at.ed.0802013014	
CAPÍTULO 5	37
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA PROFISSIONAIS DE FÍSICA MÉDICA	
Eduardo Rossato Alessio Mateus Padoin Brutti Francine Kohls Schumacker Gustavo Stangherlin Cantarelli Ana Paula Schwarz	
DOI 10.22533/at.ed.0802013015	

CAPÍTULO 6	46
ELETRODEPOSIÇÃO DE FILMES DE POLIANILINA EM METAIS OXIDÁVEIS A PARTIR DE MEIO AQUOSO CONTENDO ÁCIDO METANOSULFÔNICO	
David Alexandro Graves Andrea Santos Liu Liu Yao Cho	
DOI 10.22533/at.ed.0802013016	
CAPÍTULO 7	58
ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS NO LABORATÓRIO DE PEDOLOGIA E GEOLOGIA DA UNIOESTE, <i>CAMPUS</i> DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON	
Oscar Vicente Quinonez Fernandez	
DOI 10.22533/at.ed.0802013017	
CAPÍTULO 8	70
ENSINO DE ASTRONOMIA E TEORIA QUÂNTICA USANDO O FUNCIONAMENTO DE UMA LÂMPADA FLUORESCENTE	
Márcio Francisco dos Santos Carolina Marla Rodrigues Vanessa Aparecida Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.0802013018	
CAPÍTULO 9	82
ESTUDO DA SÉRIE DE TAYLOR E APLICAÇÃO	
Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Anildo das Chagas Dias Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa	
DOI 10.22533/at.ed.0802013019	
CAPÍTULO 10	108
ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA (<i>BOS TAURUS</i>), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA	
Jane Kelly Sousa de Brito Tiago Linus Silva Coelho Darlisson Slag Neri Silva Jardes Figueredo Rego Naise Mary Caldas Silva	
DOI 10.22533/at.ed.08020130110	
CAPÍTULO 11	121
FERRAMENTA DE REALIDADE AUMENTADA UTILIZANDO KINECT PARA ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	
Bruno dos Santos Belaguarda Alessandro André Mainardi de Oliveira Gustavo Stangherlin Cantarelli Guilherme Chagas Kurtz	

DOI 10.22533/at.ed.08020130111

CAPÍTULO 12 135

FITÓLITOS DE PLANTAS E SOLOS DA MATA ATLÂNTICA NA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO

Heloisa Helena Gomes Coe
Yame Bronze Medina Ramos
André Luiz Carvalho da Silva
Emily Gomes
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa
Kita Damasio Macario
Raphaella Rodrigues Dias

DOI 10.22533/at.ed.08020130112

CAPÍTULO 13 149

MANUAL DE PROTEÇÕES SOLARES: AUXILIO NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL

Yuri Viana Loiola
Flora Mendes Araújo Lima

DOI 10.22533/at.ed.08020130113

CAPÍTULO 14 155

MODELAGEM FENOMENOLÓGICA E OTIMIZAÇÃO DE UM SECADOR DE CAFÉ ROTATIVO

Uilla Fava Pimentel
Gildeir Lima Rabello
Willian Melo Poubel

DOI 10.22533/at.ed.08020130114

CAPÍTULO 15 162

PRAIAS ABRIGADAS NO LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Ana Beatriz Pinheiro
André Luiz Carvalho da Silva
Maria Augusta Martins da Silva
José Antonio Baptista Neto
Carolina Pereira Silvestre
Jessyca dos Santos Araújo
Valéria Cristina Silva Pinto

DOI 10.22533/at.ed.08020130115

CAPÍTULO 16 176

PROCESSO DE MODELAGEM PARA FORMAÇÃO DA BASE DE DADOS ACÚSTICOS PARA O MAPEAMENTO DE RUÍDO DE SINOP-MT

Priscila Maria Gonçalves Guilherme
Cristiane Rossatto Candido
Emília Garcez da Luz
Érika Fernanda Toledo Borges Leão

DOI 10.22533/at.ed.08020130116

CAPÍTULO 17	190
PROTEÇÃO DA LIGA DE ALUMÍNIO 2024 CONTRA CORROSÃO POR FILMES DE POLIPIRROL ELETRODEPOSITADOS EM MEIO DE LÍQUIDO IÔNICO	
Julio Cesar Verli Chagas Andrea Santos Liu	
DOI 10.22533/at.ed.08020130117	
CAPÍTULO 18	194
REFLEXÕES PROJETAIS: O CASO DA DISCIPLINA DE CONFORTO AMBIENTAL	
Yuri Viana Loiola Thais Carvalho Cardoso Ana Paula Nogueira Vidal Menezes Ana Caroline de Carvalho Lopes Dantas Dias	
DOI 10.22533/at.ed.08020130118	
CAPÍTULO 19	198
USO DO MIRITI COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE ANÁLISE COMBINATÓRIA	
Anildo das Chagas Dias Jociléa Rodrigues Cardoso José Francisco da Silva Costa Nayara dos Santos Rodrigues Raimundo das Graças Carvalho de Almeida Reginaldo Barros Genivaldo Passos Correa	
DOI 10.22533/at.ed.08020130119	
CAPÍTULO 20	219
VARIABILIDADE MULTITEMPORAL DA LINHA DE COSTA DA PRAIA DO BALBINO, CASCAVEL – CEARÁ	
Francisco Oricélio da Silva Brindeiro Filipe Maciel de Moura Francisco José Maciel de Moura Jader Onofre de Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.08020130120	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	227
ÍNDICE REMISSIVO	228

ESTUDO DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO DE PROTEÍNAS DE CARNE BOVINA (*BOS TAURUS*), UTILIZANDO PLANEJAMENTO FATORIAL E METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Data de aceite: 10/12/2019

Jane Kelly Sousa de Brito

Universidade Federal do Ceará – UFC
Fortaleza - CE

Tiago Linus Silva Coelho

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – PI

Darlisson Slag Neri Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – PI

Jardes Figueredo Rego

Faculdade Integral Diferencial - FACID

Naise Mary Caldas Silva

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – PI

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi otimizar condições de extração de proteínas de carne bovina, empregando planejamento fatorial fracionado e metodologia de superfície de resposta. Para a triagem das variáveis foi aplicado um planejamento fatorial fracionário 2^{4-1} e após este fez-se um novo planejamento Fatorial + Ponto Central + Estrela. A extração das proteínas foi realizada com Tris/HCl, pH 7,5 à 50 °C, massa, tempos de extração, concentração do extrator, energia micro-ondas e ultrassônica, estabelecidos pelos planejamentos experimentais. A quantificação

das proteínas se deu pelo método de Bradford. O resultado do planejamento 2^4 mostrou que os fatores: massa da amostra, tempo de extração e tipo de energia foram significativos ao nível de 95% de confiança, além das interações entre a massa da amostra e o tipo de energia, massa da amostra e tempo de extração. A concentração do extrator não demonstrou ser significativa, sendo fixada em nível conveniente de acordo com a interpretação do seu efeito. O modelo quadrático proposto não apresentou falta de ajuste e obteve um coeficiente de determinação de 0,93. As melhores condições encontradas para o método proposto foram de: 0,04 g de massa da amostra $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ para concentração do extrator, tempo de extração de 12 minutos e energia micro-ondas. O método proposto mostra-se um procedimento confiável, simples, rápido e acessível, capaz de extrair altos teores de proteínas utilizando pouca massa e em um tempo relativamente curto.

PALAVRAS-CHAVE: extração de proteínas; carne bovina; planejamento fatorial; superfície de resposta.

ABSTRACT: The objective of this work was to optimize the extraction conditions of beef proteins, using fractional factorial design and response surface methodology. In order to sort the variables, a 2^{4-1} factorial design was applied and then a new Factorial + Center Point + Star

design was performed. Protein extraction was performed with Tris / HCl, pH 7.5 at 50 ° C, mass, extraction times, extractor concentration, microwave and ultrasonic energy, tests by experimental design. Protein quantification was by Bradford method. The result of planning 24 showed that the factors: sample mass, extraction time and energy type were reached at the 95% confidence level, as well as the interactions between sample mass and energy type, sample mass and time. extraction The concentration of the extractor does not prove to be significant and is set at the appropriate level according to the interpretation of its effect. The proposed quadratic model showed no lack of fit and recorded a coefficient of determination of 0.93. The best conditions described for the proposed method were: 0.04 g of sample mass 0.05 mol L⁻¹ for extractor concentration, extraction time of 12 minutes and microwave energy. The proposed method shows a reliable, simple, fast and affordable procedure capable of extracting high application contents using low mass and in a relatively short time.

KEYWORDS: protein extraction; beef; factorial design; response surface methodology

1 | INTRODUÇÃO

Proteínas são biomoléculas complexas de cadeia longa e não ramificada, compostas por aminoácidos ligados covalentemente através de ligação peptídica entre o radical amino (-NH₂) de um aminoácido e o grupo carboxila (-COOH) de outro (Nelson & Cox, 2014). As proteínas além de serem o componente celular, são as biomoléculas mais diversificadas quanto a forma e função (Marzzoco & Torres, 2015). Possuem regiões polares, hidrofóbicas e carregadas que desempenham papéis fundamentais em processos biológicos: atuam como catalisadores, transportadores, armazenamento, proteção das células; reguladores, movimento; estruturais; transmissão de impulsos nervosos; diferenciação celular; participação da homeostase e coagulação sanguínea, entre outras (Motta, 2011; O'sullivan *et al.*, 2016; Nelson & Cox, 2014).

A maioria das proteínas possuem uma ou mais estruturas tridimensionais, ou conformações que representam sua função. A forma estrutural da proteína é estabilizada, principalmente, por interações fracas tais como interações hidrofóbicas e forças de Wan Der Waals. Ligações de hidrogênio e interações iônicas são otimizadas nas estruturas termodinamicamente mais estáveis (Nelson e Cox, 2014). As proteínas sofrem desnaturação quando perdem a estrutura tridimensional, podendo perder parcial ou completamente a sua função. Várias condições favorecem a desnaturação proteica tais como temperaturas altas, pH muito ácido, estresse mecânico, etc (Motta, 2011; Marzzoco & Torres, 2015).

Dentre as principais fontes de proteínas, destacam-se os diversos tipos de carnes, sendo a carne bovina umas das mais ricas nesse nutriente. A carne bovina é um dos alimentos mais consumidos mundialmente, isto se deve principalmente ao seu

alto valor nutricional (FAO, 2015). É composta principalmente por proteínas, lipídios, vitaminas do complexo B e minerais. Esse alimento não possui fibras dietéticas e praticamente não contém carboidratos (Cattelan, *et al.*, 2013). A qualidade da carne bovina é atribuída às suas propriedades físico-químicas (maciez, sabor, cor, odor e suculência) e está relacionada a diversos fatores como o clima, a genética, a alimentação, idade, sexo, transporte, a precocidade da raça, entre outros (Carvalho, 2013). Este alimento contém aproximadamente 23% de proteínas, as quais são compostas por aminoácidos essenciais (não sintetizados pelo organismo humano) e não essenciais (FAO, 2015)

Existem vários métodos de quantificação de proteínas, em especial o método de Bradford consiste na ligação do corante Coomassie Blue G250 na sua forma mais aniônica à proteína. A quantidade de proteína é estimada pela quantidade de corante na forma iônica azul em 590 nm. Apesar de ser um método muito sensível, o método de Bradford possui limitações, tais como a variação da absorvidade específica para diferentes proteínas, devido à baixa solubilidade ou baixa massa molecular das mesmas (Marshall e Williams, 1992).

A extração das proteínas, normalmente é complicada de ser realizada, principalmente pelo fato de serem moléculas complexas. A primeira etapa para a extração das proteínas é a lise celular, a qual pode ser obtida através de vários procedimentos tais como lise osmótica, lise por detergentes, maceração da amostra e mais facilmente através de meios que forneçam altas energias, tais como ultrassom e micro-ondas (Leary *et al.*, 2013). Há vários estudos que mostram a eficiência dessas técnicas, por exemplo, Kang *et al.*, (2016) empregaram a energia ultrassônica para extrair proteínas em carne bovina, Cravotto *et al.* (2008), estudaram vegetais utilizando essas duas técnicas para extração de óleo. Chemat, Huma & Khan (2011) compararam micro-ondas e ultrassom no processo de extração. A eficiência dessas duas técnicas é atribuída à ruptura celular, permitindo que a solução extratora entre em contato com o analito e extraia a maior quantidade possível (Cross, Fung, & Decareau 2013; Chandrapala *et al.*, 2013; Picó, 2013)

O planejamento fatorial é uma estratégia analítica que pode ser utilizada na otimização de parâmetros experimentais em um determinado sistema analítico. Os planejamentos fatoriais fracionários possibilitam o estudo de dezenas de fatores de uma só vez e fornecem exatamente o tipo de informação que o analista deseja (Barros Neto, Scarmino, & Bruns, 2010). Para maximizar ou minimizar algum tipo de resposta é conveniente utilizar a Metodologia de Superfície de Resposta (RSM). O RSM identifica as variáveis experimentais mais importantes e otimiza simultaneamente seus níveis, para obter a resposta ideal, executando um número mínimo de experimentos (Barros Neto, Scarmino, & Bruns 2010; Bezerra, 2008).

Na literatura ainda há poucos trabalhos que visam otimizar a extração de

proteínas em carne bovina utilizando metodologias que economizam tempo, reagentes e que sejam de fácil acesso para a indústria e comunidade científica. O objetivo desse trabalho é otimizar condições (tempo, concentração do extrator, massa e tipo de energia) para extração de proteínas da carne bovina empregando Planejamento Fatorial e Metodologia de Superfície de Resposta.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Reagentes

Todas as vidrarias utilizadas para a realização deste trabalho foram descontaminadas em banho de HNO₃ 10% (v/v) por no mínimo 24h. As soluções foram preparadas em água ultrapura obtida a partir de um sistema de purificação Milli-Q (Millipore®, Brasil). Foram empregados os seguintes reagentes e solventes: água ultrapura; etanol 95% (Vetec®, Brasil); éter de petróleo (Isofar®, Brasil); tris(hidroximetil)aminometano grau HPLC (J. T. Baker®, Brasil); coomassie brilliant blue g-250 (Sigma-Aldrich®, Brasil); ácido fosfórico 85% PA (Vetec®, Brasil); ácido clorídrico 37% (Merk®, Brasil); fosfato de amônio dibásico (Sigma-Aldrich®, Brasil) e para a calibração do espectrofotômetro utilizou-se albumina de soro bovino.

2.2 Amostra e preparo da amostra

Foram utilizadas amostras da raça bovina Curraleiro Pé-duro adquiridas, na EMBRAPA Meio Norte. O corte utilizado nas análises foi a picanha, por ser um dos cortes bovino mais apreciados. Removeu-se o tecido adiposo da amostra de carne utilizando uma faca de lâmina de cerâmica. Após este procedimento, cerca de 1,0 kg de amostra foi cortada em cubinhos de 1 cm e liofilizada em liofilizador Liobrás® modelo Liotop L-101 (Liobrás, São Carlos-SP, Brasil) por 48 horas, após uma etapa de congelamento de 24 horas à -48 °C. Posteriormente as amostras foram pulverizadas em moinho criogênico Marconi® modelo MA775, (Marconi, Piracicaba-SP, Brasil), utilizando o seguinte programa de congelamento com duas etapas e cinco ciclos: i) 2 min de pré-congelamento; ii) 2 min de congelamento, intercalado por ciclos de recongelamento de 2 min. As amostras pulverizadas foram transferidas para tubos falcon e acondicionadas em um dessecador.

2.3 Planejamento Fracionado 2⁴⁻¹

Para a otimização da extração das proteínas presentes na carne bovina, inicialmente foi utilizado um planejamento fatorial fracionado do tipo 2⁴⁻¹ como fase de triagem das variáveis. As variáveis selecionadas foram: massa da amostra, tempo de extração, concentração da solução extratora e tipo de energia (Tabela 1).

Variáveis	Símbolos	Níveis e código das variáveis	
		-1	+1
Massa (g)	x_1	0,1	0,3
Concentração do Extrator (mol/L)	x_2	0,05	0,10
Tempo (min)	x_3	20	30
Tipo energia	x_4	Ultrassom	Micro-ondas

Tabela 1 - Variáveis e níveis do planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} .

2.4 Planejamento Fatorial 2^2 + Ponto Central + Estrela

Após a triagem das variáveis através do planejamento fatorial fracionado 2^{4-1} para a extração das proteínas, partiu-se para um novo planejamento 2^2 com ponto central + estrela a fim de se obter um modelo empírico que explicasse os dados e permitisse maximizar a extração de proteínas. Nesse novo domínio experimental foram inseridas as variáveis significativas e novos pontos em volta dos níveis que apresentavam uma maior eficiência na extração das proteínas (Tabela 2). A validação do modelo empírico gerado foi realizada através de análises de variância (ANOVA), gráfico de resíduos e valores previstos versus experimentais.

Variáveis	Símbolos	Níveis e código das variáveis					
		s	$-\sqrt{2}$	-1	0	+1	$+\sqrt{2}$
Massa (g)	x_1		0,04	0,07	0,1	0,130	0,160
Tempo (min)	x_3		12	16	20	24	28

Tabela 2 - Variáveis e níveis do planejamento fatorial 2^2 + Ponto Central + Estrela.

2.5 Extração das proteínas

Para as extrações das proteínas, a massa da amostra foi submetida à energia micro-ondas e ultrassônica, na presença de 6 mL de solução extratora Tris-HCl, à 50 °C. As condições de extração como tempo, concentração da solução extratora, massa da amostra e tipo de energia estão definidas pelo planejamento experimental (Tabela 1). Em seguida, os extratos obtidos foram submetidos a centrifugação em uma centrífuga refrigerada por 10 min a 10000 rpm a 25°C.

Após a centrifugação, o sobrenadante foi coletado e misturado com 5 mL de éter de petróleo. A mistura foi submetida a agitação magnética durante 10 min e centrifugada por 5 min a 10000 rpm a 25°C, após a centrifugação descartava-se a fase etérea. Esta etapa que visa a remoção dos lipídios foi repetida três vezes. Os extratos proteicos obtidos da amostra de carne bovina foram armazenados em tubos Falcon a -20°C para posteriores análises.

2.6 Quantificação das proteínas

Após a realização dos protocolos de extração, a concentração total de proteínas foi determinada pelo método de Bradford (1976). A quantificação das proteínas foi realizada por espectrofotometria de absorção molecular, utilizando-se uma alíquota de 200 μL da amostra ou padrão, juntamente com 2500 μL do reagente de Bradford ambos em uma cubeta. O tempo de reação antes da leitura realizada no comprimento de onda de 595 nm foi de 4 minutos.

Usando o padrão de albumina sérica bovina para a calibração do espectrofotômetro, foi preparado uma solução estoque de 1000 mg L⁻¹ dissolvendo-se 10 mg de albumina em 10 mL de tampão fosfato (pH 7,2 a 0,1 mol L⁻¹), esta solução foi agitada em vortex por aproximadamente 1 min. As concentrações dos padrões da curva analítica foram de 15, 25, 50, 75, e 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de albumina bovina. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Planejamento Facionário 2⁴⁻¹

As variáveis para a otimização do método (Tabela 1) foram escolhidas baseando-se nas principais condições de extração de proteínas reportadas na literatura por diversos autores (Selmane, 2008; Seo *et al.*, 2015; Walczyk *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2015; Phongthai, Lim & Rawdkuen, 2016; Durmus & Evranuz, 2010). Foram escolhidos as variáveis e níveis que proporcionassem melhores condições de extração de custo baixo, com baixa geração de resíduos e de maior acessibilidade para a indústria e comunidade científica.

Um planejamento fatorial fracionário de dois níveis foi utilizado para determinar a influência desses quatro fatores e suas interações. Foram definidos dois níveis (mínimo e máximo) para as variáveis (Bezerra, 2008). O agente extrator utilizado foi o cloridrato de trihidroxiaminometano (Tris/HCl) que proporciona alta solubilização das proteínas e é muito utilizado atualmente (Restelli *et al.*, 2014; (Danielsen; Pedersen & Bendixen, 2011). O pH foi mantido em 7,5, para garantir a quebra das pontes de metileno, possibilitando maior disponibilidade das proteínas para dissolução no agente extrator (Guist & Lucacchuni, 2013). A Tabela 3 apresenta a matriz de planejamento com as determinações do teor de proteína, em duplicata, para cada ensaio. Adicionalmente são reportados as respectivas médias e variâncias. Com as variáveis e seus respectivos níveis estudados foi obtido uma média de 66,19 mg g⁻¹ de proteína para os 8 experimentos realizados em duplicata. Os efeitos dos fatores foram calculados para a realização de uma triagem das variáveis que exercem uma influência mais pronunciada no teor de proteína extraída.

Ensaio	Variáveis Codificadas				(mg g ⁻¹)			
	x_1	x_2	x_3	x_4	Rep 1	Rep 2	Média	Variância
E1	-1	-1	-1	-1	37,9835	36,7599	37,3717	0,748579
E2	+1	-1	-1	+1	53,9460	54,9976	54,4718	0,55291
E3	-1	+1	-1	+1	139,476	117,4372	128,456	242,862
E4	+1	+1	-1	-1	61,1493	64,8299	62,9896	6,773151
E5	-1	-1	+1	+1	136,736	133,578	135,157	4,98615
E6	+1	-1	+1	-1	33,6737	31,5789	32,6263	2,194071
E7	-1	+1	+1	-1	45,3157	44,6140	44,9649	0,24623
E8	+1	+1	+1	+1	35,0877	31,9266	33,5071	4,996137

Tabela 3 - Planejamento fatorial fracionário 2⁴⁻¹ para extração de proteínas da carne bovina.

Na Tabela 4 estão expostos os principais efeitos obtidos das variáveis x_1 , x_2 , x_3 , x_4 e suas interações secundárias: x_1x_2 , x_1x_3 e x_1x_4 . Dentre todos os efeitos principais calculados podemos destacar os mais significativos como massa da amostra (x_1), tempo de extração (x_3), o tipo de energia utilizado (x_4), já para os efeitos secundários temos a interação entre a massa da amostra e tempo de extração (x_1x_3), massa da amostra e tipo de energia (x_1x_4).

x_1	x_2	x_3	x_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4
-40.59	2.07	-9.26	43.41	2.13	-16.41	-47.23

Tabela 4 – Efeitos calculados.

A Figura 1 mostra a análise dos efeitos, num gráfico escalado pelo erro dos efeitos, onde podemos observar as variáveis que apresentam efeitos mais intensos no teor de proteína extraída ao nível de 95% de confiança. Foram significativos os efeitos de primeira ordem para: massa da amostra (x_1); tempo de extração (x_3); e tipo de energia empregada (x_4), já para as interações secundárias foram significativas aquelas entre: massa da amostra e tempo de extração (x_1x_3); massa da amostra e tipo de energia utilizada (x_1x_4).

O tipo de energia apresentou efeito intenso tendendo para o nível mais alto, ou seja, a energia micro-ondas foi mais eficiente. A eficiência do micro-ondas foi reportada por Chemat, Huma e Khan (2011), onde aplicaram o ultrassom em processos de extração e compararam com a eficiência do micro-ondas, sendo este mais eficiente, já que o aquecimento da amostra ocorre de forma homogênea por vibração molecular, enquanto que a radiação ultrassônica ocorre por micro explosões na água gerando um aquecimento não uniforme na amostra. Os próximos experimento foram realizados empregando apenas a energia micro-ondas, uma vez que se trata de uma variável qualitativa, sendo otimizada no planejamento fatorial 2⁴⁻¹.

A concentração do extrator não demonstrou ser significativa, no entanto, apresentou valor positivo para o efeito, apontando para a concentração no nível alto (0,05 mol L⁻¹) para uma maior eficiência de extração. Observou-se neste nível um percentual de rendimento 2,4% maior em comparação ao nível baixo estudado. Portanto, a concentração no nível alto (0,05 mol L⁻¹) foi mantida para extrações posteriores. Estes dados encontrados estão consistentes com trabalhos anteriores de Marcos & Mullen, (2014), onde empregaram-se o Tris/HCl para extração proteica em músculo bovino utilizando concentração de 0,05 mol L⁻¹, Rigueira *et al.*, (2016) também extraiu proteínas utilizando Tris/HCl 0,05 mol L⁻¹ em sementes de aveia.

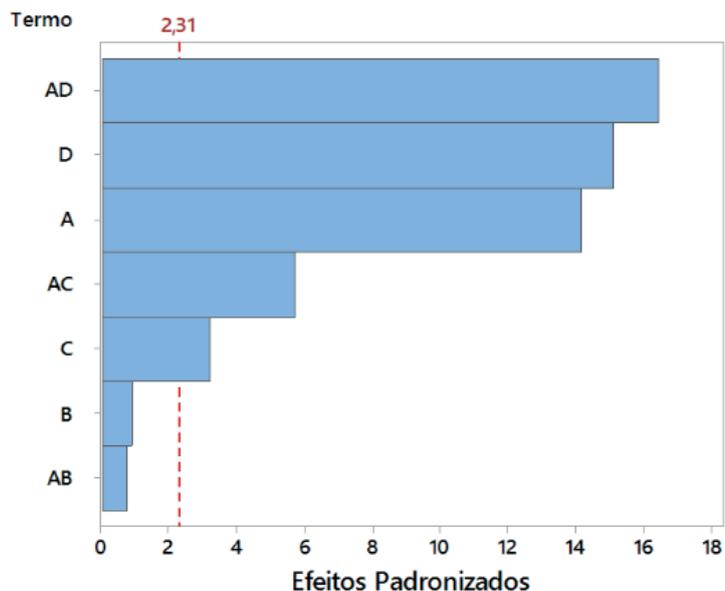


Figura 1 – Diagrama de efeitos padronizados.

3.2 Planejamento Fatorial 2² + Ponto Central + Estrela

O planejamento fatorial fracionário permitiu a realização da triagem das variáveis e das interações que se mostraram significativas a um nível de confiança de 95%. A partir desses dados obtidos foi realizado um planejamento fatorial 2² + Ponto Central + Estrela (Tabela 2) com as duas variáveis mais significativas (massa da amostra e tempo de extração), utilizando o tampão extrator Tris-HCl com concentração 0,05 mol L⁻¹ e a energia micro-ondas (otimizados anteriormente). Neste planejamento, cada variável foi estudada em cinco níveis diferentes, os quais abrangem de $-\sqrt{2}$ a $+\sqrt{2}$. A Tabela 5 mostra o planejamento fatorial efetuado com os níveis codificados e os resultados obtidos quando todos os ensaios foram analisados. A média global do teor de proteína para este planejamento foi de 162,49 mg g⁻¹, o que demonstra um aumento de rendimento no processo de extração quando comparado com o planejamento fracionário 2⁴⁻¹ (66,19 mg g⁻¹).

Ensaio	Variáveis Codificadas		Variáveis não codificadas		Teor de Proteína
	x_1	x_3	x_1	x_3	P1
P1	-1	-1			230,2359
P2	+1	-1			156,7046
P3	-1	+1			160,9513
P4	+1	+1			128,0497
P5	$-\sqrt{2}$	0			245,0784
P6	$+\sqrt{2}$	0			105,3258
P7	0	$-\sqrt{2}$			190,2326
P8	0	$+\sqrt{2}$			122,8349
P9	0	0			157,8156
P10	0	0			150,7107
P11	0	0			139,4373

Tabela 5 - Planejamento Fatorial 2^2 + Ponto Central + Estrela para a extração de proteínas (teor de proteína em mg g^{-1})

Os dados do novo planejamento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), mostrada na Tabela 6. Pode-se observar através da ANOVA que o modelo não apresentou falta de ajuste, uma vez que o teste F para MQFaj relacionada com a MQEP mostrou que estas variâncias não são significativamente diferentes com $F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$. Além disso, as MQR e MQr se mostraram estatisticamente diferentes (o modelo é significativo) com um $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$. Isto confirma a robustez do modelo no que diz respeito à previsão do teor de proteína extraído dentro da janela experimental estudada. Em ambos os casos o nível de confiança utilizado foi de 95%. O valor de r^2 foi igual a 0,9349. Estudo anterior para otimização da extração de proteínas em sementes de melancia relatou um valor de R^2 igual 83,9% (WANI *et al.*, 2008), Durmus & Evranuz (2010) encontrou um R^2 igual 96,7% para sementes de pimenta vermelha & Mizubiti *et al.*, (2000) encontrou R^2 igual 74,48% para extração de proteínas do feijão.

Fonte de variação	Soma quadrática (SQ)	Graus de liberdade	Média quadrática (MQ)	F_{calc} (95%)	F_{tab} (95%)
Regressão (R)	17702,40	5	3540,48		
Resíduo (r)	1231,90	5	246,38	14,36	5,05
Falta de ajuste (Faj)	1060,10	3	353,60	4,11	19,16
Erro puro (EP)	171,80	2	85,90		
R^2	0,9349				
r máxima variação	0,9909				

Tabela 6 - ANOVA para o Planejamento Fatorial 2^2 com Ponto Central + Estrela.

Na Figura 2 tem-se as respostas obtidas no Planejamento Fatorial 2^2 + Ponto Central + Estrela, através da superfície de resposta (2a) e gráfico de contorno (2b) da massa da amostra em relação ao tempo de extração. Essa Figura mostra que o aumento na eficiência da extração está tendendo para o nível mais baixo ($-\sqrt{2}$) nos dois eixos (variável massa e variável tempo). Desta forma, a máxima eficiência de extração ocorre num tempo de 12 minutos, e utilizando pouca massa da amostra (0,04 g), isso significa uma ótima condição em futuras análises, pois necessita-se de menos massa, gerando-se menos resíduos e ao reduzir o tempo de extração exige-se menos esforço dos analistas, aliado a um menor consumo de energia elétrica com os equipamentos.

O tempo de extração de proteínas foi estudado por outros autores como Wani *et al.*, (2006), este mostrou que o tempo ótimo para máxima extração de proteínas foi 15 min, ele estudou extração de proteínas temperaturas de 5,10,15, 20 e 25 minutos. Em outro trabalho, Drumus e Evranuz (2010) investigaram o tempo de extração de 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, obtendo 20 minutos como o melhor tempo para máxima extração de proteínas. Nesse contexto, pode-se observar que a quantidade de proteína extraída diminui a partir de um determinado tempo, ou seja, a quantidade de produto disponível se mantém constante.

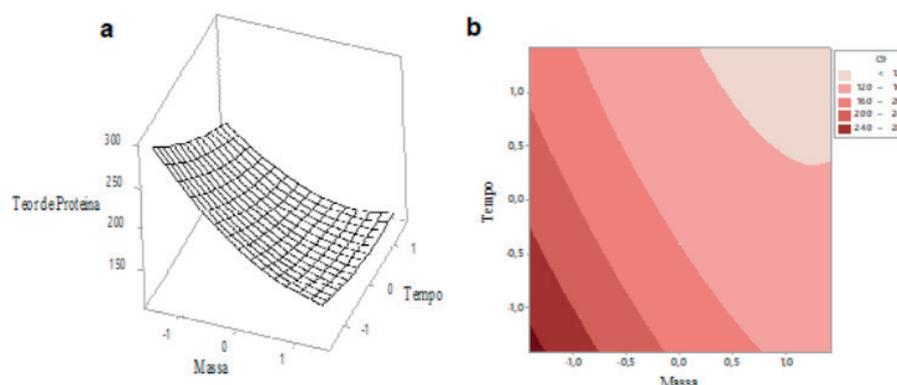


Figura 2 – Respostas obtidas no Planejamento Fatorial + PC + Estrela: a) superfície de resposta da massa em relação ao tempo; b) gráfico de contorno obtido para a otimização das variáveis massa da amostra e tempo de extração das proteínas.

O teor total de proteína encontrado no ponto máximo de cada variável otimizada foi aproximadamente 24,5 g de proteína por 100 g de carne bovina. Este valor é superior àquele reportado por Bohrer, (2017) onde o teor de proteína variou de 17,17 a 23,27 g por 100g em lombo bovino, Whitesell *et al.*, (2014) investigou o efeito do tempo de congelamento e encontrou um teor de proteína de 20,82 a 22,13 em carne bovina. Silva *et al.*, (2002) obtiveram valores de 22,0 a 23,9% para o músculo de novilhas Euro zebu e Vaz *et al.*, (2001) estudaram diferenças entre bovinos inteiros e castrados e encontraram um teor médio de proteínas em torno de 26,3 %.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados o método obtido foi estatisticamente significativo a 95% de confiança. O modelo quadrático proposto para os dados experimentais não apresentou falta de ajuste e revelou o coeficiente de determinação de 0,93. Com a equação final do modelo empírico gerado e análise do gráfico de superfície resposta, foi possível utilizar a otimização multivariada para maximizar o teor de proteína extraída. Sendo as condições ótimas de trabalho estabelecidas utilizando forno de micro-ondas, massa da amostra igual a 0,04 g, 0,05 mol L⁻¹ de Tris/HCL e tempo de extração igual a 12 minutos.

O teor de proteína extraído foi significativamente maior do que alguns relatados na literatura, demonstrando a grande capacidade do método. Portanto, o método proposto para otimização do processo de extração de proteínas em carne bovina, revelou-se um procedimento confiável, simples, rápido e acessível, capaz de extrair altos teores de proteínas utilizando pouca massa e em um tempo relativamente curto.

REFERÊNCIAS

Bezerra, MA., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S. & Escaleira, L. A. **Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry**. Talanta, 76, 965-977, 2008.

Barros Neto, B., Scarmino, I. S. & Bruns, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na indústria**. 4^a ed. Porto Alegre: Bookman.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72, 248–254, 2010.

Bohrer, M. B. **Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein**. Trends in Food Science & Technology, 65, 103-112, 2017.

Carvalho, G. M., Silva, L. R. F., Almeida, M. J. O., Lima Neto, A. F. E. & Beffa, L. M. **Avaliações fenotípicas da raça bovina curraleiro pé-duro do semiárido do Brasil**. Archivos de Zootecnia, 62, 9-20, 2013.

Cattelam, J., Brondani, I. L., Alves Filho, D. C., Segabinazzi, L. R., Callegaro, A. M. & Cocco, J. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos confinados em diferentes espaços individuais**. Ciência Animal Brasileira, 14 (2), 185-198, 2013.

Chandrapala, J., Oliver, C. M., Kentish, S. & Ashokkumar, M. **Use of power ultrasound to improve extraction and modify phase transitions in food processing**. Food Reviews International, 29, 67–91, 2013.

Chee, K. L., Ling, K. & Ayob, M. K. **Optimization of trypsin-assisted extraction, physico-chemical characterization, nutritional qualities and functionalities of palm kernel cake protein**. Food Science and Technology, 46, 419-427, 2012.

Chemat, F., Huma, Z. & Khan, M. K. **Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction**. Ultrasonics Sonochemistry, 18, 813-835, 2011.

Cravotto, G., Boffa, L., Mantegna, S., Perego, P., Avogadro, M. & Cintas, P. **Improved extraction of**

- vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves.** *Ultrasonics Sonochemistry*, 15, 898-902, 2008.
- Cross, G. A., Fung, D. Y. C. & Decareau, R. V. **The effect of microwaves on nutrient value of foods.** *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 37-41, 2013.
- Danielsen, M., Pedersen, L. J. & Bendixen, E. **An in vivo characterization of colostrum protein uptake in porcine gut during early lactation.** *Journal of Proteomics*, 74, 101-109, 2011.
- Durmus, E. F. & Evranuz, O. **Response surface methodology for protein extraction optimization of red pepper seed (*Capsicum frutescens*).** *Food Science and Technology*, 43, 226-231, 2010.
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2015.
- Guist, L. & Lucacchuni, A. **Proteomic studies of formalin-fixed paraffin-embedded tissues.** *Expert Review of Proteomics*, 10 (2), 165-177, 2013.
- Kang, D.; Zou, Y., Cheng, Y., Xing, L., Zhou, G. & Zhang, W. **Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing.** *Ultrasonics Sonochemistry*, 33, 47-53, 2016.
- Leary, D. H., Hervey, W. J., Deschamps, J. R., Kusterbeck, A. W. & Vora, G. J. **Which metaproteome, The impact of protein extraction bias on metaproteomic analyses.** *Molecular and Cellular Probes*, 27, 193-199, 2013.
- L'Hocine, L. & Pitre, M. **Quantitative and qualitative optimization of allergen extraction from peanut and selected tree nuts. Part 2. Optimization of buffer and ionic strength using a full factorial experimental design.** *Food Chemistry*, 194, 820-827, 2016.
- Marcos, B. & Mullen, A. M. **High pressure induced changes in beef muscle proteome: Correlation with quality parameters.** *Meat Science*, 97, 11–20, 2014.
- Marshall T. & Williams, K. M. **Coomassie Blue Protein Dye-Binding Assays Measure Formation of an Insoluble Protein-Dye Complex.** *Analytical Biochemistry*, 204, 107-109, 1992.
- Marzzoco, A. & Torres, B. B. **Bioquímica Básica.** 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.
- Mason, T. J., Chemat, F. & Vinatoru, M. **The extraction of natural products using ultrasound or microwaves.** *Current Organic Chemistry*, 15 (2), 237–247, 2011.
- Mizubuti, I. Y., Biondo Junior, O., Souza, L. W. O., Silva, R. S. S. F. & Ida, E. L. **Response surface methodology for extraction optimization of pigeon pea protein.** *Food Chemistry*, 70, 259-265, 2000.
- Motta, V. T. **Bioquímica.** 2ª ed. Rio de Janeiro: medbook, 2011.
- Nelson, D. L. & Cox, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, (Capítulo 4), 2014.
- O'sullivan, J. J., Kurukji, D., Norton, I. T. & Spyropoulos, F. **Investigation of the fabrication and subsequent emulsifying capacity of potato protein isolate/ κ -carrageenan electrostatic complexes.** *Food Hydrocolloids*, 71, 282-289, 2016.
- Picó, Y. **Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples.** *Trends in Analytical Chemistry*, 43,84–99, 2013.

- Phongthai, S., Lim, S. T., Rawdkuen, S. **Optimization of microwave-assisted extraction of rice bran protein and its hydrolysates properties.** Journal of Cereal Science, 70, 146-154, 2016.
- Restelli, L., Codrea, M. C., Savoini, G., Cecilian, F. & Bendixen, E. **LC-MS/MS analysis of visceral and subcutaneous adipose tissue proteomes in young goats with focus on innate immunity and inflammation related proteins.** Journal of Proteomics, (108), 259-305, 2014.
- Rigueira, L. M. B., Lana, D. A. P. D., Santos, D. M., Pimenta A. M., Augusti, R. & Costa, L. M. **Identification of metal-binding to proteins in seed samples using RF-HPLC-UV, GFAAS and MALDI-TOF-MS.** Food Chemistry, 211, 910-915, 2016.
- Selmane, D., Christophe, V. & Gholamreza, D. **Extraction of proteins from slaughterhouse by-products: Influence of operating conditions on functional properties.** Meat Science, 79, 640-647, 2008.
- Silva, R.G.; Prado, I.N.; Matsushita, M.; Souza, N.E. **Dietary effects on muscle fatty acid composition of finished heifers.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37 (1), 95-101, 2002.
- Vaz, F. N., Restle, J., Feijó, G. L. D., Brondani, I. L., Rosa, J. R. P. & Santos, A. P. **Qualidade e Composição Química da Carne de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos Charolês x Nelore.** Revista Brasileira de Zootecnia, 30 (2), 518-525, 2001.
- Walczyk, N. E., Smith, P. M. C., Tovey, E. R. & Roberts, T. H. **Peanut protein extraction conditions strongly influence yield of allergens Ara h 1 and 2 and sensitivity of immunoassays.** Food Chemistry, 221, 335-344, 2017.
- Wani, A. A., Kaur, D., Ahmed, I. & Sogi, D. S. **Extraction optimization of watermelon seed protein using response surface methodology.** Food Science and Technology, 41, 1514-1520, 2008.
- Whitesell, T., Aalhus, J. L., Larsen, I. L. & M. Juárez, M. **Evaluation of a rapid protein analyzer as a research tool for lean beef composition: Effects of storage time and freezing.** Journal of Food Composition and Analysis, 33, 67-70, 2014.
- Zhao, J., Zhou, T., Zhang, Y., Ni, Y. & Li, Q. **Optimization of arachin extraction from defatted peanut (*Arachis hypogaea*) cakes and effects of ultra-high pressure (UHP) treatment on physiochemical properties of arachin.** Food and Bioproducts Processing, 95, 38-46, 2015.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

Nitalo André Farias Machado: Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola. E-mail para contato: nitalo-farias@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3622313041986385>

Hosana Aguiar Freitas De Andrade: Graduada em Agronomia (2018) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Ceará (PPGCS/UFC) como bolsista CAPES. Possui experiência na área de fertilidade do solo, adubação e nutrição de plantas, com ênfase em aproveitamento de resíduos na agricultura, manejo de culturas, propagação vegetal, fisiologia de plantas cultivadas e emissão de gases do efeito estufa. E-mail para contato: hosana_f.andrade@hotmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5602619125695519>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácido metanosulfônico 46, 49, 50, 51, 56

Adequação ambiental 194

Análise combinatória 198, 199, 200, 201, 202, 213, 217, 218

Anilina 46, 49, 51

Aplicações 16, 18, 21, 26, 46, 57, 81, 83, 84, 90, 106, 193, 201, 202, 205, 207, 209, 212, 217

Aplicativo 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 126

B

Baía da Ilha Grande 162, 168, 172, 173, 174

Baía de Guanabara 146, 147, 162, 164, 168, 169, 170, 171, 174, 175

Base de dados 39, 176, 179

Bioindicadores 136, 143

C

Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 14, 15

Carne bovina 108, 109, 110, 111, 112, 114, 117, 118

Cbers 4 16, 17, 18

Cenário educacional 1

Competência 1, 4, 5, 6, 7, 8, 168

Conforto ambiental 149, 150, 153, 154, 194, 195, 197

Contorno ativo 16, 18

Controle solar 149

D

Deposição eletroquímica 46, 49, 51, 53

Didática profissional 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

E

Eletrodeposição 46, 50, 51, 52, 53, 57, 190, 191, 192

Ensino 1, 5, 7, 38, 58, 67, 69, 70, 71, 80, 81, 121, 122, 133, 134, 149, 194, 198, 200, 201, 216, 217, 218

Ensino das geociências 58

Ensino de astronomia 70, 81

Ensino fundamental 58, 71, 81

Ensino médio 58, 71, 200, 217, 218

Erosão costeira 163, 219, 220, 225

Espaço-temporais 10

Estratégias ativas 194

Estuário 10, 13, 14, 15, 164

Estudos topográficos 121

Experimentação 198, 199, 201, 202, 213, 216, 227
Extração de feições 16, 17, 20, 21
Extração de proteínas 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118

F

Filmes de polianilina 46
Física médica 37, 38, 40, 44
Fitólitos de plantas 135, 137, 140
Formação dos adultos 1, 4
Função exponencial 82, 94, 99, 100, 104, 106

G

Geociências 15, 58, 60, 62, 69, 81, 175
Geomorfologia fluvial 10

I

Interatividade 37, 38

K

Kinect 121, 122, 124, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134

L

Lâmpada fluorescente 70, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80
Landsat 8 16, 17, 18, 19, 20, 21
Liga de alumínio 2024 48, 49, 190
Linha de costa 14, 165, 172, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Líquido iônico 190, 191, 192

M

Mapeamento de ruído 176, 181, 183, 187
Mata atlântica 135, 136, 137, 138, 146
Matemática 1, 3, 5, 6, 7, 8, 83, 84, 90, 102, 106, 107, 198, 199, 200, 201, 202, 213, 216, 217, 218
Meta-heurística 155, 156, 157, 158, 159, 160
Metais oxidáveis 46, 48
Métodos 3, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 45, 48, 72, 110, 111, 123, 128, 139, 147, 156, 176, 180, 192, 199, 200, 201, 202, 221, 222, 224
Modelagem 126, 155, 156, 160, 161, 176, 178, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 227
Modelagem acústica 176, 180

O

Ouro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 52, 53, 54, 62, 217
Oxidação álcool benzílico 22

P

Paládio 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32

Planejamento fatorial 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

Planície flúvio-marinha 10, 12

Polipirrol 48, 57, 190, 191, 192, 193

Praia 138, 141, 143, 147, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 219, 220, 222, 224, 225, 226

Praias abrigadas 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 173, 174

Professor 1, 5, 6, 7, 8, 58, 61, 68, 81, 121, 122, 195, 199, 200, 213, 214, 215, 216, 217

Proteções solares 149, 150, 152

R

Radiação 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 114

Realidade aumentada 121, 122, 127, 132, 133

Reconstituição paleoambiental 136

Recursos de informações 37

Rio Acaraú 10, 11, 12, 14

S

Secado de café 155

Sensoriamento remoto 16, 21

Série de Taylor 82, 83, 99

Superfície de resposta 108, 110, 111, 117

T

Tecnologia móvel 37, 38, 39

Teoria quântica 70, 71, 72, 73, 74, 78, 80

Topografia 10, 121, 122, 123, 127, 133, 134, 137, 162, 168, 180

V

Variabilidade multitemporal 219

