

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**



Sistematização de uma Agenda para Questões Socioambientais

Atena
Editora
Ano 2020

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**



Sistematização de uma Agenda para Questões Socioambientais

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editores: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

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

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

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

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

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

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

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. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof. Me. Heriberto Silva Nunes Bezerra – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
S623	<p>Sistematização de uma agenda para questões socioambientais [recurso eletrônico] / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-005-6 DOI 10.22533/at.ed.056201504</p> <p>1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Santos, Cleberto Correia.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O e-book “**Sistematização de uma agenda para Questões Socioambientais**” de publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 7 capítulos, estudos almejando a reflexão dos impactos das mudanças tecnológicas, socioeconômicas e ambientais ao manejo dos recursos naturais renováveis e qualidade de vida da população mundial.

Diante do panorama de crescimento populacional e demandas existentes, o uso de recursos naturais, muitas vezes pode ser mal planejado ou executado de forma inadequada, ocasionando problemas na prestação de serviços ecossistêmicos e valoração socioambiental. Neste sentido, discussões visando o desenvolvimento sustentável são imprescindíveis, dentre elas sobre o uso público de unidades de conservação, uso e ocupação do solo, manejo de resíduos sólidos, educação ambiental, entre outros temas de grande relevância para a sociedade e o meio ambiente.

Aos autores, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora pela dedicação e empenho na elucidação de informações que sem dúvidas irão contribuir no fortalecimento das questões socioambientais globais. Aos leitores, uma ótima reflexão e leitura sobre os paradigmas da sustentabilidade ambiental.

Esperamos contribuir no processo de ensino-aprendizagem e diálogos da necessidade da preocupação ambiental e seus impactos para as gerações atuais e futuras, e ainda incentivar agentes de desenvolvimento, isto é, alunos de graduação, de pós-graduação e pesquisadores, bem como empresas na execução de práticas que promovam a qualidade ambiental.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PANORAMA ATUAL DOS DESAFIOS E POTENCIALIDADES DO USO PÚBLICO NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO BRASILEIRAS	
Maíra Cristina de Oliveira Silva Juliana Lima dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.0562015041	
CAPÍTULO 2	13
SUB-BOSQUE EM UM TESTE DE PROGÊNIES E PROCEDÊNCIAS DE <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. BLAKE	
José Cambuim Silvelise Pupin Darlin Ulises Gonzalez Zaruma Elton Moreira de Souza Júlio Cezar Ambrosio de Menezes Mario Luiz Teixeira de Moraes Miguel Luiz Menezes Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.0562015042	
CAPÍTULO 3	16
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA DA SUB-BACIA DO RIO TEGA – RS/BR	
Vania Elisabete Schneider Sofia Helena Zanella Carra Geise Macedo dos Santos Bianca Breda	
DOI 10.22533/at.ed.0562015043	
CAPÍTULO 4	27
CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA UTFPR-PATO BRANCO	
Elizângela Marcelo Siliprandi Mariana Alves Oliveira Sérgio Luiz Dallagnol	
DOI 10.22533/at.ed.0562015044	
CAPÍTULO 5	36
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO GUAÍÓ	
Elisangela Ronconi Rodrigues Daniela Soares do Amaral Alexander Sergio Evaso Suely de Medeiros Onofrio Gama	
DOI 10.22533/at.ed.0562015045	

CAPÍTULO 6	44
APLICAÇÕES DE HIDROLISADOS PROTEICOS OBTIDOS ATRAVÉS DA BIOCONVERSÃO MICROBIANA DE PENAS DE FRANGO: UMA BREVE REVISÃO	
Andréia Monique Lermen	
Kelly Callegaro	
Naiara Jacinta Clerici	
Laís Andressa Finkler	
Daniel Joner Daroit	
DOI 10.22533/at.ed.0562015046	
CAPÍTULO 7	56
AGÊNCIAS DOS CORREIOS EM CONTAINERS	
Max Cirno de Mattos	
Henrique César Rezende e Souza	
Maira Helena Batista	
DOI 10.22533/at.ed.0562015047	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	63
ÍNDICE REMISSIVO	64

APLICAÇÕES DE HIDROLISADOS PROTEICOS OBTIDOS ATRAVÉS DA BIOCONVERSÃO MICROBIANA DE PENAS DE FRANGO: UMA BREVE REVISÃO

Data de aceite: 09/04/2020

Data de submissão: 09/01/2020

Andréia Monique Lermen

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo/RS

<http://lattes.cnpq.br/7252021598762941>

Kelly Callegaro

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo/RS

<http://lattes.cnpq.br/5062137550276281>

Naiara Jacinta Clerici

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo/RS

<http://lattes.cnpq.br/3630704975736129>

Laís Andressa Finkler

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo/RS

<http://lattes.cnpq.br/2744803247648230>

Daniel Joner Daroit

Universidade Federal da Fronteira Sul
Cerro Largo/RS

<http://lattes.cnpq.br/0832229539252310>

RESUMO: A indústria avícola vem crescendo continuamente no Brasil e no mundo, o que resulta no aumento da produção e geração de resíduos provenientes do abate e processamento

de frangos para a obtenção de carne. Dentre os principais resíduos sólidos oriundos destas atividades estão as penas, constituídas basicamente por proteínas fibrosas e recalcitrantes, que devem ser corretamente manejadas para evitar a poluição ambiental. Na atualidade, os destinos finais das penas de frangos são aterros sanitários, incineração ou a aplicação em rações animais após tratamento hidrotérmico. No entanto, as elevadas demandas de área no caso de aterros, e de aportes energéticos no caso da incineração e processos hidrotérmicos, indicam a necessidade de alternativas tecnológicas para o manejo das penas de frango. A bioconversão microbiana das penas surge como estratégia explorada a fim de aumentar o valor dos produtos finais no contexto da necessidade de encontrar uma destinação apropriada e viável para estes resíduos. Microrganismos queratinolíticos são investigados para a hidrólise de penas visando a obtenção de enzimas proteolíticas com aplicação biotecnológica e, mais recentemente, hidrolisados proteicos. Os hidrolisados proteicos vêm sendo postulados como ingredientes para rações animais, fertilizantes nitrogenados, substratos

para a produção de biocombustíveis, e mesmo sua aplicação na nutrição e saúde humanas pela observação de que estes hidrolisados podem apresentar atividades antioxidantes, anti-hipertensivas e antidiabéticas. Esta breve revisão apresenta um apanhado geral sobre as diversas aplicações possíveis para os hidrolisados proteicos obtidos a partir da bioconversão das penas de frango.

PALAVRAS-CHAVE: penas; bioconversão microbiana; hidrolisados proteicos.

APPLICATIONS OF PROTEIN HYDROLISATES OBTAINED THROUGH THE MICROBIAN CHICKEN FEED BIOCONVERSION: A BRIEF REVIEW

ABSTRACT: The poultry industry has been growing steadily in Brazil and around the world, resulting in increased production and generation of waste from the slaughter and processing of chickens to obtain meat. Among the main solid residues arising from these activities are feathers, consisting basically of fibrous and recalcitrant proteins, which must be properly managed to avoid environmental pollution. At present, the final destinations of chicken feathers are landfills, incineration or application in animal feed after hydrothermal treatment. However, the high area demands in the case of landfills and energy inputs in the case of incineration and hydrothermal processes indicate the need for technological alternatives for the management of chicken feathers. Microbial bioconversion of feathers emerges as an explored strategy to increase the value of end products in the context of the need to find an appropriate and viable destination for these residues. Keratinolytic microorganisms are investigated for feather hydrolysis in order to obtain proteolytic enzymes with biotechnological application and, more recently, protein hydrolysates. Protein hydrolysates have been postulated as ingredients for animal feed, nitrogen fertilizers, substrates for biofuel production, and even their application in human nutrition and health by observing that these hydrolysates may have antioxidant, antihypertensive and antidiabetic activities. This brief review provides an overview of the various possible applications for protein hydrolysates obtained from chicken feather bioconversion.

KEYWORDS: feathers; microbial bioconversion; protein hydrolysates.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo mundial de carne de aves vem crescendo gradativamente, uma vez que é uma fonte de proteínas animais essenciais à dieta humana e alimento acessível a todas as classes sociais. Os países considerados os maiores produtores de carne de frango são os Estados Unidos, Brasil e China. No cenário mundial, o Brasil alcançou o posto de maior exportador de carne de frango no ano de 2016. De acordo com dados do Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (2017), o país atingiu a produção de 12,9 milhões de toneladas de carne de frango, sendo que 66% são destinadas ao mercado interno e os 34% restantes a exportação.

Apesar destes números serem promissores, conforme ocorre o aumento do consumo e da exportação, há o aumento proporcional da produção e geração de resíduos pela avicultura. O abate e o processamento de aves geram subprodutos, como vísceras e penas. As penas são compostas basicamente por queratinas (90%, m/m) e representam em torno de 5 a 10% do peso corporal das aves (Brandelli, 2008). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2017, foram abatidos em torno de 5,8 bilhões de frangos, totalizando 13,6 bilhões de toneladas de carcaças de frango. Estima-se, a partir destes indicadores, que foram produzidas em torno de 680 mil toneladas de penas como resíduos sólidos pela indústria avícola nacional em 2017.

Devido à composição das penas e as elevadas quantidades que vêm sendo geradas como resíduos sólidos, é necessário destinar corretamente este resíduo, tendo em vista que o manejo incorreto pode resultar em problemas ambientais e desperdício de uma fonte de proteínas. Atualmente, aterros sanitários têm sido o destino final das penas de frango; no entanto são necessárias grandes áreas (Bose et al., 2014). A decomposição lenta e descontrolada das penas acumuladas no ambiente, principalmente em zonas anaeróbias, tende a ocasionar a produção de gases tóxicos, como sulfeto de hidrogênio (H₂S) e amônia (NH₃) (Daroit et al., 2011). Há indústrias que utilizam o processo de incineração que, apesar de reduzir o volume de resíduos, demanda elevados aportes energéticos, além de potenciais impactos ao ambiente e à saúde humana, devido à eventual emissão de gases tóxicos (Savitha et al., 2007). Ainda, uma estratégia muito utilizada é o processo hidrotérmico, intensivo em energia, que resulta em produtos de baixo valor nutricional aplicados como ingredientes na ração animal (Lasekan et al., 2013; Sharma e Gupta, 2016).

Mais recentemente, resíduos ricos em queratina, como as penas, vêm sendo submetidos a diversos processos para a obtenção de hidrolisados proteicos. Estes hidrolisados são produzidos a partir da clivagem de ligações peptídicas em substratos proteicos, gerando peptídeos de diversos tamanhos e composição de aminoácidos (Sarmadi e Ismail, 2010). A hidrólise de substratos queratinosos pode ser realizada por meio de métodos enzimáticos, microbianos ou químicos. Destaca-se particularmente a hidrólise microbiana, que se baseia no crescimento dos microrganismos queratinolíticos e na secreção de proteases que agem sobre o substrato proteico, resultando em sua hidrólise (Sinkiewicz et al., 2018).

Há diversos microrganismos, isolados a partir de variadas condições ambientais e ecológicas, que são capazes de decompor proteínas recalcitrantes (Gupta e Ramnani, 2006). Dentre os microrganismos dos três Domínios de seres vivos (Eukarya, Bacteria e Archaea), bactérias do gênero *Bacillus* destacam-se como proeminentes degradadoras de penas. Linhagens de *Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis* já foram descritas como queratinolíticas (Zhang et al., 2010), além disso, outras espécies, como *Bacillus pumilus* e *Bacillus cereus* também produzem queratinases (Werlang e Brandelli, 2005; Kumar et al., 2008) para a degradação de materiais queratinosos.

O processo de bioconversão microbiana representa uma alternativa para manejar uma grande quantidade de resíduos da produção avícola e, concomitantemente a esse processo, obter produtos que possuem valor agregado, como hidrolisados proteicos e proteases microbianas, investigados em diversas aplicações (Brandelli et al., 2010). Neste estudo, realizou-se uma revisão de literatura com o objetivo de demonstrar as diferentes aplicações dos hidrolisados de pena obtidos por bioconversão microbiana.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa e não exaustiva acerca da bioconversão microbiana de penas de frango e potenciais aplicações dos hidrolisados proteicos. Foi realizado estudo exploratório da literatura científica sobre a temática, compreendido pela criação de protocolo de busca, análise e seleção dos trabalhos encontrados. A coleta de dados foi realizada utilizando as bases de dados SCOPUS, abrangendo artigos publicados de 2005 a 2019. Os descritores utilizados foram “feathers”, “bioconversion”, “protein hydrolysates” e “microbial protease”, com a inclusão dos operadores AND e OR. A busca na literatura foi realizada através da leitura e análise dos títulos e resumos e os artigos que não tinham conexão com a temática proposta foram removidos da seleção.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hidrolisados de materiais queratinosos, especialmente de penas, produzidos a partir de bioconversão microbiana, possuem diversas aplicações. Tais aplicações encontram-se sumarizadas na Tabela 1.

3.1 Ração animal

Dentre os componentes proteicos mais empregados em rações animais estão as proteínas de origem vegetal. De acordo com Freeman et al. (2009), a conversão de resíduos proteicos de origem animal, com foco no seu aproveitamento para a alimentação animal, é uma das formas mais eficientes para a reciclagem de nutrientes. A queratina de penas contém níveis elevados dos aminoácidos alanina, glicina, valina e cisteína; em contrapartida, possui deficiência de lisina, metionina, histidina e triptofano. Tradicionalmente utiliza-se a farinha de penas comercial, resultante do processamento hidrotérmico das penas, como ingrediente em rações. Contudo, este produto apresenta reduzida digestibilidade, o que limita seu uso. Neste contexto, a bioconversão microbiana pode auxiliar no aumento do teor de aminoácidos limitantes dos hidrolisados e no aumento da digestibilidade de componentes proteicos em relação à farinha de penas comercial. Desta forma, hidrolisados de pena podem substituir parcialmente proteínas de custo mais elevado, como as proteínas da soja (Grazziotin et al., 2006; Kumar et al., 2012).

Aplicação	Agente de bioconversão	Referência
Ingredientes em ração animal	<i>Vibrio</i> sp. kr2	Grazziotin et al. (2008)
	<i>Kocuria rosea</i> LPB-3	Bertsch e Coello (2005)
Fertilizantes nitrogenados	<i>Bacillus pumilus</i> A1	Fakhfakh et al. (2012)
	<i>Streptomyces sampsonii</i> GS 1322	Jain et al. (2016)
	<i>Paenibacillus woosongensis</i> TKB2	Paul et al. (2013)
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i> DHHJ	Cao et al. (2012)
	<i>Chryseobacterium</i> sp. RBT	Gurav e Jadhav (2013)
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> 6B	Bose et al. (2014)
	<i>Thermoactinomyces</i> sp. RM4	Verma et al. (2016)
	<i>Amycolatopsis</i> sp. MBRL 40	Tamreihao et al. (2017)
	<i>Bacillus polymyxa</i> B20	Kucinska et al. (2014)
	<i>Aspergillus niger</i>	Adetunji et al. (2012)
	<i>Bacillus pumilis</i> KHS-1	Kim et al. (2005)
Produção de biogás	Consórcio de <i>Thermoactinomyces</i> spp. 3H, 8H e M4	Gousterova et al. (2011)
	<i>Bacillus</i> sp. C ₄	Patinvoh et al. (2016)
Produção de biohidrogênio	<i>Bacillus megaterium</i> recombinante	Forgács et al. (2011)
	<i>Bacillus licheniformis</i> KK1	Mézes e Tamás (2015)
Atividades biológicas	<i>Bacillus licheniformis</i> KK1	Bálint et al. (2005)
	<i>Chryseobacterium</i> sp. kr6	Fontoura et al. (2014)
	<i>Bacillus pumilus</i> A1	Fakhfakh et al. (2011)
	<i>Fervidobacterium islandicum</i> AW-1	Yeo et al. (2018)
	<i>Bacillus</i> sp. P45	Lemes et al. (2016)
	<i>Bacillus</i> sp. (CL18, CL14, CL33A)	Callegaro et al. (2018)
	<i>Bacillus subtilis</i> S1-4	Wan et al. (2016)
	<i>Kocuria rhizophila</i> p3-3	Łaba et al. (2018)
	<i>Chryseobacterium sediminis</i> RCM-SSR-7	Kshetri et al. (2019)
	<i>Fervidobacterium islandicum</i> AW-1	Yeo et al. (2018)
Formulação cosmética		
Formulação cosmética capilar	<i>Bacillus subtilis</i> AMR	Villa et al. (2013)

Tabela 1. Hidrolisados de penas de frango produzidos por bioconversão microbiana e suas potenciais aplicações.

Diversos estudos destacam a potencialidade do uso de hidrolisados de penas como ingredientes em rações (Tabela 1). Especificamente, Bertsch e Coello (2005) indicaram maior digestibilidade real de aminoácidos para hidrolisados de pena do que para a farinha de penas comercial em estudo in vivo com galos. Grazziotin et al. (2008) reportaram que hidrolisados de pena suplementados com metionina poderiam substituir até 20% da proteína de soja usada na dieta de ratos Wistar. Já Fakhfakh et al. (2012) demonstraram que a adição de hidrolisados de pena a dietas padrão aumentaram o crescimento de ratos Wistar.

3.2 Fertilizantes

O nitrogênio (N) é o principal nutriente limitante para o crescimento vegetal. A partir do processamento microbiano das penas, resíduos ricos em nitrogênio devido à sua constituição proteica, é possível obter hidrolisados com N mais disponível para absorção por parte dos vegetais, apresentando assim potencial para uso agrícola (Tabela 1). Tal observação vai ao encontro da constante demanda para a redução dos impactos ambientais causados por fertilizantes sintéticos; logo, o uso de fertilizantes orgânicos ricos em nitrogênio pode representar uma prática agrícola mais sustentável (Paul et al., 2014, Rai e Mukherjee, 2015).

Conforme Colla et al. (2015), devido à baixa relação de carbono-nitrogênio dos hidrolisados, ocorre a rápida mineralização do nitrogênio orgânico pela microbiota do solo, que libera nitrogênio mineral passível de absorção vegetal. Ressalta-se que, peptídeos e aminoácidos podem ser absorvidos diretamente pelas folhas e raízes das plantas, que então são transferidos para outros tecidos vegetais. Efeitos benéficos indiretos às culturas vegetais, relacionados à estimulação da microbiota e dos processos mediados pela microbiota dos solos, também vêm sendo associados à aplicação de hidrolisados de penas (Paul et al., 2013; Bose et al., 2014; Jain et al., 2016).

A aplicação de hidrolisados de penas como fertilizantes possuem efeitos positivos quando comparados à ausência de fertilização e mesmo quando comparados ao uso de fertilizantes comerciais. Resultados promissores vêm sendo descritos na literatura científica para cultivares como couve chinesa (Cao et al., 2012), grão de bico (Paul et al., 2013; Verma et al., 2016), banana (Gurav e Jadhav, 2013), feijão mungo (Bose et al., 2014), trigo (Jain et al., 2016) e arroz (Tamreihao et al., 2017).

3.3 Produção de biocombustíveis

Dentre os biocombustíveis, a produção de biogás é uma das mais exploradas, pois associa a degradação de resíduos orgânicos à produção de energia. O biogás é uma mistura de gases, majoritariamente metano e dióxido de carbono, resultante da conversão biológica de materiais orgânicos em ambiente anaeróbico, sendo que o metano é componente energético do biogás. Contudo, diversos materiais orgânicos não são adequados à digestão anaeróbia, especialmente devido à dificuldade de biodegradação. Dentre os exemplos estão as penas de frango. Embora a digestão anaeróbia seja uma potencial alternativa considerando o rendimento teórico de metano a partir das penas, sua baixa biodegradabilidade pode afetar negativamente a digestão anaeróbia (Patinvoh et al., 2017).

Tecnologias de pré-tratamento das penas, especialmente a hidrólise, podem tornar o conteúdo orgânico das penas mais acessível à microbiota que realiza a digestão anaeróbia, potencialmente acelerando e aumentando a produção de metano. Neste sentido, hidrolisados de penas produzidos por microrganismos queratinolíticos vêm sendo investigados quanto ao rendimento de metano (Tabela 1). O pré-tratamento

de penas com *Bacillus* sp. C4 resultou em hidrolisados utilizados para a produção de biogás, sendo observada maior produção de metano em comparação a penas não-tratadas (Patinvoh et al., 2016). Resultados similares foram reportados por Forgács et al. (2011), utilizando hidrolisados de pena produzidos por uma linhagem recombinante de *Bacillus megaterium*, e por Mézes e Tamás (2015), usando hidrolisado produzido por *Bacillus licheniformis* KK1. Assim, o prétratamento microbiano das penas pode representar estratégia promissora, economicamente viável e ambientalmente adequada visando explorar a produção de biogás a partir de penas de frango (Forgács et al., 2011).

Bálint et al. (2005) investigaram um sistema de fermentação com dois estágios. Hidrolisados de pena foram produzidos por *Bacillus licheniformis* KK1 no primeiro estágio e, após complementação com minerais essenciais, os hidrolisados foram adequados à produção de biohidrogênio por *Thermococcus litoralis* no segundo estágio.

3.4 Atividades biológicas

Hidrolisados obtidos através da hidrólise de proteínas podem apresentar atividades biológicas, como capacidades antioxidante, anti-hipertensiva, antidiabética, entre outras. Isto se deve aos peptídeos liberados durante a hidrólise, visto tais peptídeos não demonstram bioatividades enquanto parte da proteína precursora (Sarmadi e Ismail, 2010; Oliveira et al., 2015).

Um antioxidante é qualquer substância, natural ou sintética, que se opõe aos efeitos prejudiciais de reações de degradação oxidativa promovidas por agentes oxidantes a uma determinada molécula. Os antioxidantes são normalmente reconhecidos, quimicamente, pela capacidade de atuarem como doadores de elétrons ou de átomos de hidrogênio, que eliminam a condição descompensada dos radicais através de sua conversão em moléculas mais estáveis. Assim, moléculas antioxidantes podem agir na prevenção da formação de espécies reativas, que são capazes de iniciar ou acelerar processos de estresse oxidativo, ou na interrupção de reações já estabelecidas por radicais e seus intermediários (Huang et al., 2005; López-Alarcón e Denicola, 2013). A atividade antioxidante de peptídeos e hidrolisados proteicos pode ser explicada pela capacidade de sequestrar radicais livres, quelar íons metálicos, inibir a peroxidação lipídica ou uma combinação destas propriedades (Sarmadi e Ismail, 2010).

A capacidade anti-hipertensiva de peptídeos se dá pela inibição da enzima conversora de angiotensina-I (ACE). A ACE catalisa a conversão da angiotensina I em angiotensina II, que é um potente vasoconstritor. Aida, a ACE degrada a bradicinina, que possui propriedades vasodilatadoras. Logo, inibidores da ACE podem diminuir a hipertensão, sendo úteis para sua prevenção e tratamento (Möller et al., 2008). A capacidade antidiabética baseia-se na capacidade de inibir a enzima dipeptidil peptidase IV (DPP IV). Na diabetes tipo 2, observa-se a depressão do efeito incretina, mas a atividade anti-hiperglicemiante do peptídeo-1 semelhante ao glucagon (GLP-

1) é preservada. Como a DPP IV hidrolisa o GLP-1, inibidores da DPP IV podem aumentar a meia-vida do GLP-1, contribuindo para o efeito insulínico e controle glicêmico (Power et al., 2014).

Embora a produção e as bioatividades de hidrolisados proteicos e peptídeos sejam majoritariamente investigadas no contexto de proteínas alimentares, como caseínas e proteínas da soja (Sarmadi e Ismail, 2010), crescente atenção vem sendo dedicada à obtenção a partir de resíduos agroindustriais ricos em proteínas, como é o caso das penas. Atividades antioxidantes de hidrolisados de penas produzidos utilizando linhagens microbianas queratinolíticas vêm sendo recentemente descritas (Fakhfakh et al., 2011; Lemes et al., 2016; Wan et al., 2016; Łaba et al., 2018; Yeo et al., 2018; Kshetri et al., 2019).

Mais especificamente, Fontoura et al. (2014) observaram, *in vitro*, potenciais antioxidantes, antidiabéticos e antihipertensivos em hidrolisados de penas produzidos por *Chryseobacterium* sp. kr6. Tais potenciais também foram reportados *in vitro* para hidrolisados de penas produzidos por três linhagens queratinolíticas de *Bacillus* sp. (Callegaro et al., 2018). Em testes *in vivo*, a adição de hidrolisados de penas à dieta de ratos Wistar resultou na redução de indicadores relacionados ao estresse oxidativo em diversos órgãos destes animais (Fakhfakh et al., 2012). Desta forma, a conversão microbiana pode representar uma importante tecnologia para a obtenção de hidrolisados e peptídeos bioativos com potencial relevância para a saúde humana a partir de penas de frango, materiais abundantes e de baixo custo (Lemes et al., 2016; Callegaro et al., 2018).

4 | COMENTÁRIOS FINAIS

A indústria avícola gera enormes quantidades de resíduos, que devem ser adequadamente geridos devido às preocupações ambientais, mas também para gerar produtos de valor agregado. Levando em conta as informações coletadas, uma melhor compreensão da degradação biológica de materiais ricos em queratina vem sendo construída, conduzindo ao desenvolvimento de produtos e processos associados ao gerenciamento adequado e reciclagem destes resíduos sólidos.

Constatou-se, com base no ano de publicação dos materiais consultados, o caráter recente de investigações sobre o uso de penas de frango como substratos para o crescimento de microrganismos queratinolíticos e a consequente obtenção de hidrolisados, bem como acerca das potenciais aplicações tecnológicas dos hidrolisados de penas. A partir do processamento microbiano é possível obter hidrolisados proteicos potencialmente aplicáveis em diversos setores, especialmente em setores agroindustriais e relacionados à saúde humana.

Há vasto horizonte para pesquisas nesta temática, potencialmente permitindo avanços significativos que ampliem o entendimento das penas como matérias-primas amplamente disponíveis e de baixo custo para abordagens de biorrefinaria.

REFERÊNCIAS

- Adetunji, C. O.; Makanjuola, O. R.; Arowora, K. A.; Afolayan, S. S.; Adetunji, J. B. **Production and application of keratin-based organic fertilizer from microbially hydrolyzed feathers to cowpea (*Vigna unguiculata*)**. International Journal of Scientific and Engineering Research, v. 3, p. 1-9, 2012.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). **Relatório Anual**. 2017.
- Bálint, B.; Bagi, Z.; Tóth, A.; Rákhely, G.; Perei, K.; Kovács, K. L. **Utilization of keratin-containing biowaste to produce biohydrogen**. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 69, p. 404-410, 2005.
- Bertsch, A.; Coello, N. **A biotechnological process for treatment and recycling poultry feathers as a feed ingredient**. Bioresource Technology, v. 96, p. 1703- 1708, 2005.
- Bose, A.; Pathan, S.; Pathak, K.; Keharia, H. **Keratinolytic protease production by *Bacillus amyloliquefaciens* 6B using feather meal as substrate and application of feather hydrolysate as organic nitrogen input for agricultural soil**. Waste and Biomass Valorization, v. 5, p. 595-605, 2014.
- Brandelli, A. **Bacterial keratinases: useful enzymes for bioprocessing agroindustrial wastes and beyond**. Food and Bioprocess Technology. v. 1, p. 105-116, 2008.
- Brandelli, A.; Daroit, D.; Riffel, A. **Biochemical features of microbial keratinases and their production and applications**. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 85, p. 1735-1750, 2010.
- Callegaro, K.; Welter, N.; Daroit, D. J. **Feathers as bioresource: Microbial conversion into bioactive protein hydrolysates**. Process Biochemistry. V. 75, p. 1-9, 2018.
- Cao, Z. J.; Lu, D.; Luo, L. S.; Deng, Y. X.; Bian, Y. G.; Zhang, X. Q.; Zhou, M. H. **Composition analysis and application of degradation products of whole feathers through a large scale of fermentation**. Environmental Science and Pollution Research, v. 19, p. 2690-2696, 2012.
- Colla, G.; Nardi, S.; Cardarelli, M.; Ertani, A.; Lucini, L.; Canaguier, R.; Roupheal, Y. **Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture**. Scientia Horticulturae, v. 196, p. 28-38, 2015.
- Daroit, D. J.; Corrêa, A. P. F.; Brandelli, A. **Production of keratinolytic proteases through bioconversion of feather meal by the Amazonian bacterium *Bacillus* sp. P45**. International Biodeterioration and Biodegradation, v. 65, p. 45-51, 2011.
- Fakhfakh, N.; Gargouri, M.; Dahmen, I.; Sellami-Kamoun, A.; El Feki, A.; Nasri, M. **Improvement of antioxidant potential in rats consuming feathers protein hydrolysate obtained by fermentation of the keratinolytic bacterium, *Bacillus pumilus* A1**. African Journal of Biotechnology, v. 11, p. 938-949, 2012.
- Fontoura, R.; Daroit, D. J.; Corrêa, A. P. F.; Meira, S. M. M.; Mosquera, M.; Brandelli, A. **Production of feather hydrolysates with antioxidant, angiotensin-I converting enzyme- and dipeptidyl peptidase-IV-inhibitory activities**. New Biotechnology, v. 31, p. 506-513, 2014.
- Forgács, G.; Alinezhad, S.; Mirabdollah, A.; Feuk-Lagerstedt, E.; Horváth, I. S. **Biological treatment of chicken feather waste for improved biogas production**. Journal of Environmental Sciences, v. 23, p. 1747-1753, 2011.
- Freeman, S. R.; Poore, M. H.; Middleton, T. F.; Ferket, P. R. **Alternative methods for disposal of spent laying hens: Evaluation of the efficacy of grinding, 73 mechanical deboning, and of keratinase in the rendering process**. Bioresource Technology, v. 100, p. 4515-4520, 2009.
- Gousterova, A.; Nustorova, M.; Paskaleva, D.; Naydenov, M.; Neshev, G.; Vasileva-Tonkova, E. **Assessment of feather hydrolysate from thermophilic actinomycetes for soil amendment and**

biological control application. International Journal of Environmental Research, v 5, p. 1065- 1070, 2011.

Grazziotin, A.; Pimentel, F.A.; Jong, E. V.; Brandelli, A. **Nutritional improvement of feather protein by treatment with microbial keratinase.** Science and Technology, v. 126, p. 135-144, 2006.

Grazziotin, A.; Pimentel, F. A.; Jong, E. V.; Brandelli, A. **Poultry feather hydrolysate as a protein source for growing rats.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 45, p. 61-67, 2008.

Gupta, R.; Ramnani, P. **Microbial keratinases and their prospective applications: an overview.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 70, p. 21-33, 2006.

Gurav, R. G.; Jadhav, J. P. **A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation.** Environmental Science and Pollution Research, v. 20, p. 4532-4539, 2013.

Huang, D.; Ou, B.; Prior, R. L. **The chemistry behind antioxidant capacity assays.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, p. 1841–1853, 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Indicadores IBGE – Estatística da produção pecuária.** 2017.

Jain, R.; Jain, A.; Rawat, N.; Nair, M.; Gumashta, R. **Feather hydrolysate from *Streptomyces sampsonii* GS 1322: a potential low cost soil amendment.** Journal of Bioscience and Bioengineering, v. 121, p. 672-677, 2016.

Kim, J. M.; Choi, Y. M.; Suh, H. J. **Preparation of feather digests as fertilizer with *Bacillus pumilus* KHS-1.** Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 15, p. 472-476, 2005.

Kshetri, P.; Roy, S. S.; Sharma, S. K.; Singh, T. S.; Ansari, M. A.; Prakash, N.; Ngachan, S. V. **Transforming chicken feather waste into feather protein hydrolysate using a newly isolated multifaceted keratinolytic bacterium *Chryseobacterium sediminis* RCM-SSR-7.** Waste and Biomass Valorization, v. 10, p. 1-11, 2019.

Kucinska, J. K.; Magnucka, E. G.; Oksinska, M. P.; Pietr, S. J. **Bioefficacy of hen feather keratin hydrolysate and compost on vegetable plant growth.** Compost Science and Utilization, v. 22, p. 179-187, 2014.

Kumar, A. G.; Swarnalatha, S.; Gayathri, S.; Nagesh, N.; Sekaran, G. **Characterization of an alkaline active-thiol forming extracellular serine keratinase by the newly isolated *Bacillus pumilus*.** Journal of Applied Microbiology, v. 104, p. 411-419, 2008.

Kumar, D. J. M.; Priya, P.; Balasundari, S. N.; Devi, G. S. D. N.; Rebecca, A. I. N.; Kalaichelvan, P. T. **Production and optimization of feather protein hydrolysate from *Bacillus* sp. MPTK6 and its antioxidant potential.** Middle-East Journal of Scientific Research, v. 11, p. 900-907, 2012.

Łaba, W.; Żarowska, B.; Chorążyk, D.; Pudło, A.; Piegza, M.; Kancelista, A.; Kopeć, W. **New keratinolytic bacteria in valorization of chicken feather waste.** AMB Express, v. 8, p. 1-14, 2018.

Lasekan, A.; Bakar, F. A.; Hashim, D. **Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources.** Waste Management, v. 33, p. 552-565, 2013.

Lemes, A. C.; Álvares, G. T.; Egea, M. B.; Brandelli, A.; Kalil, S. J. **Simultaneous production of proteases and antioxidant compounds from agroindustrial by-products.** Bioresource Technology, v. 222, p. 210-216, 2016.

- López-Alarcón, C.; Denicola, A. **Evaluating the antioxidant capacity of natural products: a review on chemical and cellular-based assays**. *Analytica Chimica Acta*, v. 763, p. 1-10, 2013.
- Mézes, L.; Tamás, J. **Feather waste recycling for biogas production**. *Waste and Biomass Valorization*, v. 6, p. 899-911, 2015.
- Möller, N. P.; Scholz-Ahrens, K. E.; Roos, N.; Schrezenmeir, J. **Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects**. *European Journal of Nutrition*, v. 47, p. 171-182, 2008.
- Oliveira, C. F.; Corrêa, A. P. F.; Coletto, D.; Daroit, D. J.; Cladera-Olivera, F.; Brandelli, A. **Soy protein hydrolysis with microbial protease to improve antioxidant and functional properties**. *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, p. 2668-2678, 2015.
- Patinvoh, R. J.; Feuk-Lagerstedt, E.; Lundin, M.; Sárvári Horváth, I.; Taherzadeh, M. J. **Biological pretreatment of chicken feather and biogas production from total broth**. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 180, p. 1401-1415, 2016.
- Patinvoh, R. J.; Osadolor, O. A.; Chandolias, K.; Horváth, I. S.; Taherzadeh, M. J. **Innovative pretreatment strategies for biogas production**. *Bioresource Technology*, v. 224, p. 13-24, 2017.
- Paul, T.; Das, A.; Mandal, A.; Halder, S. K.; Dasmohapatra, P. K.; Pati, B. R.; Mondal, K. C. **Valorization of chicken feather waste for concomitant production of keratinase, oligopeptides and essential amino acids under submerged fermentation by *Paenibacillus woosongensis* TKB2**. *Waste and Biomass Valorization*, v. 5, p. 575-584, 2014.
- Paul, T.; Halder, S. K.; Das, A.; Bera, S.; Maity, C.; Mandal, A.; Das, P. S.; Das Mohapatra, P. K.; Pati, B. R.; Mondal, K. C. **Exploitation of chicken feather waste as a plant growth promoting agent using keratinase producing novel isolate *Paenibacillus woosongensis* TKB2**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 2, p. 50-57, 2013.
- Power, O.; Nongonierma, A. B.; Jakeman, P.; Fitzgerald, R. J. **Food protein hydrolysates as a source of dipeptidyl peptidase IV inhibitory peptides for the management of type 2 diabetes**. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 73, p. 34-46, 2014.
- Rai, S. K.; Mukherjee, A. K. **Optimization for production of liquid nitrogen fertilizer from the degradation of chicken feather by iron-oxide (Fe_3O_4) magnetic nanoparticles coupled β -keratinase**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 4, p. 632-644, 2015.
- Sarmadi, B. H.; Ismail, A. **Antioxidative peptides from food proteins: a review**. *Peptides*, v. 31, p. 1949-1956, 2010.
- Savitha, G. J.; Tejashwini, M. M.; revati, N.; Sridevi, R.; Roma, D. **Isolation, identification and characterization of a feather degrading bacterium**. *International Journal of Poultry Science*, v. 6, p. 689-693, 2007.
- Sharma, S.; Gupta, A. **Sustainable management of keratin waste biomass: applications and future perspectives**. *Brazilian Archives of Biology and Technol.* v. 59, artigo e16150684, 2016.
- Sinkiewicz, I.; Śliwińska, A.; Staroszczyk, H.; Kołodziejska, I. **Alternative methods of preparation of soluble keratin from chicken feathers**. *Waste and Biomass Valorization*, v. 8, p. 1043-1048, 2017.
- Tamreihao, K.; Devi, L. J.; Khunjamayum, R.; Mukherjee, S.; Ashem, R. S.; Ningthoujam, D. S. **Biofertilizing potential of feather hydrolysate produced by indigenous keratinolytic *Amycolatopsis* sp. MBRL 40 for rice cultivation under field conditions**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 10, p. 317-320, 2017.
- Verma, A.; Singh, H.; Anwar, M. S.; Kumar, S.; Ansari, M. W.; Agrawal, S. **Production of thermostable**

organic solvent tolerant keratinolytic protease from *Thermoactinomyces* sp. RM4: IAA production and plant growth promotion. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, p. 1-13, 2016.

Villa, A. L. V.; Aragão, M. R. S.; Santos, E. P.; Mazotto, A. M.; Zingali, R. B.; Souza, E. P.; Vermelho, A. B. **Feather keratin hydrolysates obtained from microbial keratinases: effect on hair fiber.** *BMC Biotechnology*, v. 13, 15, p. 1-11, 2013.

Wan, M. Y.; Dong, G.; Yang, B. Q.; Feng, H. **Identification and characterization of a novel antioxidant peptide from feather keratin hydrolysate.** *Biotechnology Letters*, v. 38, p. 643-649, 2016.

Werlang, P. O. ; Brandelli, A. **Characterization of novel feather-degrading *Bacillus* sp. strain.** *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 120, p. 71-80, 2005.

Yeo, I.; Lee, Y. J.; Song, K.; Jin, H. S.; Lee J. E.; Kim, D.; Lee, D. W.; Kang, N. J. **Low-molecular weight keratins with anti-skin aging activity produced by anaerobic digestion of poultry feathers with *Fervidobacterium islandicum* AW-1.** *Journal of Biotechnology*, v. 271, p. 17-25, 2018.

Zhang, L.; Li, J.; Zhou, K. **Chelating and radical scavenging activities of soy protein hydrolysates prepared from microbial proteases and their effect on meat lipid peroxidation.** *Bioresource Technology*, v. 101, p. 2084-2089, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Área de preservação permanente 39, 40, 42

Áreas protegidas 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11

B

Bioconversão microbiana 44, 45, 47, 48

C

Comunidade universitária 27, 29, 33, 34

Containers 56, 57, 58, 60, 61, 62

D

Degradação 7, 17, 38, 46, 49, 50, 51

E

Espécies nativas 14

F

Fragmento florestal 13, 14

G

Gravimetria 27, 30, 31, 32

H

Hidrolisados proteicos 7, 44, 45, 46, 47, 50, 51

M

Mudanças tecnológicas 5, 57

N

Natureza 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11

O

Ocupação urbana 24, 36, 40, 41

Q

Qualidade da água 6, 16, 19, 20, 23, 24, 25

R

Recursos hídricos 16, 17, 24, 25, 36, 37, 38, 39, 42

Resíduos 5, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 44, 46, 47, 49, 51, 60, 61, 63

S

Socioambiental 5, 56, 58

U

unidades de conservação 3, 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 38

Uso e ocupação do solo 5, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 25, 36, 40, 41

V

Visitação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

 **Atena**
Editora

2 0 2 0