

Congresso  
Internacional da  
Agroindústria  
10 e 11 de junho



Inovação,  
Gestão e  
Sustentabilidade  
na Agroindústria

## AGROINDÚSTRIA INTEGRADA A AVICULTURA: UMA MINI-REVISÃO FOCADA NA SUSTENTABILIDADE

### AGRÍCOLA INTEGRADA A LA AVÍCOLA: UNA MINI REVISIÓN ENFOCADA EN LA SOSTENIBILIDAD

### AGRICULTURAL INTEGRATED TO POULTRY: A MINI-REVIEW FOCUSED ON SUSTAINABILITY

Felipe de Albuquerque Matos<sup>1</sup>; Nilson Fernando Barbosa da Silva<sup>2</sup>; Beatriz de Aquino Marques da Costa<sup>3</sup>; Ana Lúcia Figueiredo Porto<sup>4</sup>; Vagne Melo Oliveira<sup>5</sup>

DOI :<https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0214>

#### RESUMO

A avicultura é um ramo da zootecnia para a criação de aves visando à produção de alimentos. A prática envolve práticas operacionais desde o incubatório dos ovos até o manejo dos pintinhos e aves adultas. A produção avícola é expressiva no mercado de carnes. Concomitantemente ao seu crescimento, também está o aumento na geração de resíduos, tais como cabeças, pés, penas, pele, gordura, ossos e cascas de ovos, por exemplo. Diante disto, esse trabalho objetivou revisar o potencial biotecnológico dos resíduos sólidos orgânicos provenientes do setor avícola. Para tanto, foram realizadas uma busca em bancos de dados científicos (ScienceDirect, Elsevier, Scopus, Springer, TandFonline, PubMed, Wiley Online Library e Google Scholar) para levantamento bibliográfico. O volume de material disponível a respeito do tema ainda é limitado. A partir do material disponibilizado nas bases científicas, fica evidente a potencialidade dos resíduos do setor avícola, como para extração de moléculas de colágeno (pele e pés) e queratina (penas) para a fabricação de materiais terapêuticos, além da produção de biodiesel (gordura); representando uma matéria-prima com potencial de reutilização e agregação de valor ao produto final. Assim, resíduos avícolas são fontes alternativas e promissoras para aproveitamento biotecnológico e sustentável.

**Palavras-Chave:** Aves, Biotecnologia, Carne, Ovos, Frango.

#### RESUMEN

La avicultura es una rama de la zootecnia para la cría de aves de corral para la producción de alimentos. La práctica involucra prácticas operativas desde la incubadora de huevos hasta el manejo de pollitos y aves adultas. La producción avícola es importante en el mercado cárnico. Concomitantemente con su crecimiento, también aumenta la generación de desechos, como cabezas, pies, plumas, piel, grasa, huesos y cáscaras de huevo, por ejemplo. Ante esto, este trabajo tuvo como objetivo revisar el potencial biotecnológico de los residuos orgánicos sólidos del sector avícola. Para ello, se realizó una búsqueda en bases de datos científicas (ScienceDirect, Elsevier, Scopus, Springer, TandFonline, PubMed, Wiley Online Library y Google Scholar) por relevamiento bibliográfico. El

<sup>1</sup>Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [felipealbuquerquematos@gmail.com](mailto:felipealbuquerquematos@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [nilsons.fernando@gmail.com](mailto:nilsons.fernando@gmail.com)

<sup>3</sup> Mestrado em Biociência Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [deaquinobeatriz@gmail.com](mailto:deaquinobeatriz@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [analuporto@yahoo.com.br](mailto:analuporto@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, [vagne\\_melo@hotmail.com.br](mailto:vagne_melo@hotmail.com.br)

volumen de material disponible sobre el tema aún es limitado. A partir del material puesto a disposición en las bases científicas, se evidencia el potencial de residuos del sector avícola, como para la extracción de moléculas de colágeno (piel y patas) y queratina (plumas) para la fabricación de materiales terapéuticos, además de la producción de biodiésel (grasa); representando una materia prima con potencial de reutilización y valor agregado al producto final. Por lo tanto, los desechos de aves de corral son una fuente alternativa y prometedora para el uso biotecnológico y sostenible.

**Palabras Clave:** Avicultura, Biotecnología, Carne, Huevos, Pollo.

### ABSTRACT

Poultry farming is a branch of zootechnics for poultry breeding for food production. The practice involves operational practices from the hatchery of eggs to the handling of chicks and adult birds. Poultry production is significant in the meat market. Concomitantly with its growth, there is also an increase in the generation of waste, such as heads, feet, feathers, skin, fat, bones and egg shells, for example. In view of this, this work aimed to review the biotechnological potential of solid organic waste from the poultry sector. For that, a search was made in scientific databases (ScienceDirect, Elsevier, Scopus, Springer, Tandfonline, PubMed, Wiley Online Library and Google Scholar) for bibliographic survey. The volume of material available on the subject is still limited. From the material available in the scientific bases, the potential of the poultry sector residues is evident, such as for the extraction of collagen (skin and feet) and keratin (feathers) molecules for the manufacture of therapeutic materials, in addition to the production of biodiesel (fat); representing a raw material with potential for reuse and adding value to the final product. Thus, poultry waste is an alternative and promising source for biotechnological and sustainable use.

**Keywords:** Poultry, Biotechnology, Meat, Eggs, Chicken.

### INTRODUÇÃO

Aves são espécies aviárias domesticadas que podem ser criadas para a produção de ovos, carnes e/ou penas. O termo “aves domésticas” abrange uma ampla gama de aves, desde raças indígenas e comerciais de galinhas até patos almiscarados, patos-reais, perus, galinhas d'angola, gansos, codornizes, pombos, avestruzes e faisões. Galinhas, patos, pintadas, gansos e perus podem ser encontrados em todos os tipos de sistemas avícolas, grandes e pequenos. Mas faisões, codornizes e avestruzes são quase exclusivamente encontrados em sistemas de grande escala (FAO, 2020a).

A avicultura é um importante ramo da zootecnia dedicado a criação de aves para a produção de alimentos, como ovos e carne. A prática da avicultura pode ser subdividida em avicultura de corte, que é o nome dado a atividade de criação de aves que serão submetidas ao abate visando o abastecimento do setor cárneo (RECK; SCHULTZ, 2016); e avicultura de postura, que é a atividade destinada à criação de galinhas para produção de ovos, e esta prática podem ser destinadas para dois fins: reprodução e abastecimento do setor alimentício (PEREIRA et al., 2019).

O consumo de carne de frango é um dos preferidos pelo consumidor, seja pela facilidade de aquisição e/ou pelas suas características organolépticas, ainda sendo uma das

carnes mais consumidas no Brasil e no mundo. É esperado que até 2050 o consumo global de carne de frango alcance o dobro dos números obtidos em 2005, e a demanda por ovos aumente até 40% (ASTILL et al., 2020), sendo assim, a avicultura se estabelece como uma das mais importantes atividades econômicas. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o consumo *per capita* de carne de frango superou os 42 kg em 2019. Ainda, segundo a ABPA, a produção brasileira de carne de frango ultrapassou a marca de 13 milhões de toneladas apenas em 2019, sendo 68% para consumo interno e 32% destinado à exportação, que gerou uma receita de aproximadamente US\$ 7 bilhões para o país.

O crescimento acelerado da indústria avícola tem como consequência o aumento do quantitativo de resíduos sólidos originados do abate de aves e da própria avicultura de postura como, por exemplo, vísceras, penas, sangue, ossos, casca de ovos, entre outros. Com isso, para que haja um crescimento sustentável da cadeia, faz-se necessário um aproveitamento ecologicamente correto de tais resíduos (CASADESÚS et al., 2019).

A biotecnologia oferece alternativas para o aproveitamento dos subprodutos da cadeia avícola na sua utilização para produção de compostos de maior valor agregado e de aplicação industrial, como na extração de moléculas proteicas, tais como de queratina (FAGBEMI; SITHOLETESFAYE, 2020) e de colágeno (ABEDINIA et al., 2020), até sua utilização como uma fonte renovável de combustível a partir da gordura descartada (GOHIL et al., 2020; ZI-ZHE et al., 2017). Assim, este trabalho objetivou revisar os principais pontos a respeito da importância dos resíduos sólidos gerados pela avicultura e a geração de produtos rentáveis, a partir de sua reutilização de modo sustentável e visando contribuir para com a preservação de recursos naturais.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O setor avícola continua a crescer e se industrializar em muitas partes do mundo. Uma população crescente, maior poder de compra e urbanização têm sido os fortes motores desse crescimento. Os avanços na criação deram origem a aves que atendem a propósitos especializados e são cada vez mais produtivas, mas que precisam de manejo especializado e em consequência, profissional mais capacitado. O desenvolvimento e a transferência de tecnologias para preparação de ração, para a prática do abate e de processamento aumentaram a segurança e a eficiência do setor avícola (REN et al., 2020), mas possuem como contraponto, o favorecimento das grandes indústrias ao invés dos pequenos produtores avícolas. Esses desenvolvimentos levaram a indústria avícola e a indústria de ração associada a crescer rapidamente, a se concentrar perto de fontes de insumos ou mercados finais e a se

integrar verticalmente, de forma a fortalecer a produção como um todo (FAO, 2020b).

A carne de aves e os ovos estão entre os alimentos de origem animal mais consumido em nível global, em diversas culturas, tradições e/ou religiões (MARTINELLI et al., 2020). O consumo de carne e ovos de aves, além de alimentos de origem animal em geral; aumentou rapidamente nas últimas décadas, principalmente na América do Sul (FAO, 2020c). A demanda crescente tem sido impulsionada, maiormente pelo crescimento populacional, urbanização e aumento da renda nos países em desenvolvimento. O frango domina o consumo de carne porque é geralmente acessível, com baixo teor de gordura e enfrenta poucas barreiras religiosas e/ou socioculturais (MOTTE; TEMPIO, 2017).

As cadeias de valor do setor avícola conectam os insumos e atividades envolvidas na entrega de aves e derivados avícolas ao consumidor final, com materiais que aumentam de valor em todas as etapas operacionais do processamento da cadeia avícola. Uma cadeia de aves pode envolver desde a produção, passando pelo transporte, processamento, embalagem e armazenamento, até chegar ao varejo e ser comercializado. As atividades exigem insumos, como financiamento e matérias-primas, que são usados para agregar valor e levar aves e derivados avícolas aos consumidores. O conhecimento técnico operacional da cadeia avícola como um todo é primordial para tornar a prática rentável e sustentável. As unidades de produção de carne e/ou ovos em larga escala são frequentemente integradas verticalmente, com granjas de reprodução para ovos, incubatório, fábricas de rações e instalações de processamento de ovos e/ou carne, além de tratamento dos resíduos. A produção, comumente, está localizada nas cidades ou próxima a elas, e perto de instalações de processamento e fornecedores de insumos. Esses sistemas abastecem principalmente as populações urbanas ou metropolitanas. Os pequenos produtores avícolas, na maioria das vezes, produzem produtos semelhantes, mas com menos eficiência e com maior dificuldade em garantir insumos de qualidade, como pintinhos e ração (FAO, 2020d).

### **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento desta mini-revisão, foram realizadas buscas a partir de plataformas eletrônicas científicas, tais como ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>), Elsevier (<https://www.elsevier.com/>), Scopus (<https://www.scopus.com/>), Springer (<https://www.springer.com/>), Tandfonline (<https://www.tandfonline.com/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>) e o Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), utilizando como palavras-chave: avicultura, avicultura resíduos, avicultura colágeno, avicultura queratina, avicultura biodiesel,

avicultura produção, avicultura de compostagem, resíduos de frango de corte, descarte de resíduos da avicultura, reaproveitamento de resíduos da avicultura, assim como seus correspondentes em língua inglesa. Realizou-se a leitura dos títulos e resumos para seleção dos artigos, livros, capítulos de livro, notas científicas, entre outros, excluindo os que não estavam dentro do escopo da proposta ou mesmo que não detinham informações relevantes para nossa investigação. Foram incluídas publicações em inglês e português que atenderam aos critérios de busca. Dessa forma, na presente revisão serão abordados os temas de produção de aves e ovos e os resíduos gerados pela avicultura, assim como seu tratamento biotecnológico para a produção de itens de alto valor agregado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1 Produção de aves e ovos

O setor avícola é um importante ramo para a sociedade, pois além de gerar trabalho, garante sustento e alimentos para o ser humano, contando com as mais variadas atividades como, por exemplo, incubação de ovos, criação de frango de corte (Figura 1), criação de poedeiras comerciais, criação de pintinhos, processamento de aves (PEREIRA et al., 2019), entre outras.

**Figura 1.** Criação de frangos de corte em propriedade avícola.



Fonte: Freepik (2020). Disponível em <br.freepik.com>.

No Brasil e no mundo, a produção avícola é uma das atividades mais rentáveis e

representativas no mercado financeiro, perdendo apenas para a produção pecuária de bovinos. Segundo a EMBRAPA (2020), a produção da carne de frango de corte no mundo, superou em 2019 um montante de 90 milhões de toneladas, sendo o Brasil o terceiro maior produtor com 13,6 milhões de toneladas, atrás apenas da China (13,7 milhões t) e dos Estados Unidos (19,9 milhões t). Além da larga produção, o Brasil é o maior exportador da carne de frango, com destaque para a região sul do país, contando com 4,2 milhões de toneladas apenas em 2019. Ainda, o Brasil é um grande produtor de ovos, produzindo em 2019 um montante aproximado de 49 bilhões de unidades e exportando mais de 7,6 mil toneladas, destacando-se no cenário produtivo nacional e internacional.

As galinhas fornecem 92% da produção mundial de ovos. Em nível regional, as espécies de aves que não são de frango põem 12% dos ovos na Ásia, 1% nas Américas (3% na América Latina), 0,6% na Oceania e 0,8% na Europa. A produção de ovos de outras aves além das galinhas é quase inexistente na África (FAO, 2020a). O volume de produção de ovos em todo o mundo ultrapassou 76,7 milhões de toneladas em 2018, ante 73,9 milhões de toneladas métricas em 2016. Desde 1990, o volume global de produção de ovos aumentou mais de 100 por cento. Determinar quantos ovos uma única galinha colocará em uma base semanal ou mensal é complicado e depende de um grande número de fatores, incluindo a idade da galinha, a época do ano, a temperatura e o tipo de alimento dado às galinhas (SHAHBANDEH, 2020).

### 2.2 Resíduos gerados pela avicultura

A partir das etapas de processamento das aves no segmento industrial para preparação dos filés de frango e/ou outras partes (coxas, peitos, asinhas, etc.) são gerados resíduos sólidos com potencial de aproveitamento, tais como: penas, pele, cabeça, pés, vísceras digestivas, reprodutivas, gordura, cartilagem, resquícios de musculatura, ossos e sangue e dentre estes, os que possuem maior potencial biotecnológico são, penas, pele, pés, gordura, vísceras, ossos e cartilagem. Já em relação à avicultura de Compostagem, o seu principal resíduo, é a casca do ovo. Estes resíduos são descartados por não se adequarem a dieta humana e ao comércio, que não enxerga os mesmos como rentáveis ou reaproveitáveis (FIORESE et al., 2019).

#### 2.3.1 Pele, pés, ossos e cartilagens: colágeno

O colágeno é a proteína fibrosa e estrutural mais importante nos animais, equivalendo aproximadamente 30% do total proteico. De maneira geral, o colágeno é caracterizado por sua estrutura helicoidal formada pela repetição dos aminoácidos Gli-X-Y, onde “X” e

“Y”, geralmente, representam os iminoácidos prolina e hidroxiprolina. Até o momento, são reconhecidos 29 tipos de moléculas na superfamília das moléculas de colágeno, cada um com seu perfil estrutural e função característica, sendo o Tipo I o mais abundante (presente na pele, tendões e ligamentos) (ZHOU et al., 2016).

O colágeno pode ser extraído a partir de diversas fontes, desde fontes aquáticas (SALVATORE et al., 2020) até bovinos (CAO et al., 2020), suínos (ZHU et al., 2020) e aves. Uma importante característica dessa proteína é sua glicação (ligação de um açúcar a proteína), que aumenta proporcionalmente a idade e está relacionada ao aumento da rigidez do colágeno em tecidos mais velhos (AKRAM; ZHANG, 2020). Levando em consideração que aves são abatidas com 6-7 semanas de vida, enquanto bovinos levam de 18-36 meses para ficar apto ao abate, a utilização de resíduos provindos da avicultura é capaz de fornecer um colágeno mais flexível e num menor espaço de tempo (OECHSLE et al., 2016).

Os principais resíduos investigados para a obtenção de colágeno de fonte aviária são a pele (Figura 2) (LOO; SARBON, 2020), cartilagem (PHIPPS et al., 2020) e pés (ZHOU et al., 2016), que são frequentemente descartados sem tratamento durante o processo de produção de aves pela indústria alimentícia. Os métodos tradicionalmente empregados para a extração são aqueles que combinam tratamentos químicos com a adição de enzimas de ação específica, a fim de extrair o colágeno com o menor comprometimento possível de sua estrutura (ZHOU et al., 2016).

Akram; Zhang (2020) extraíram colágeno a partir da cartilagem esternal de galinha utilizando o método do colágeno solúvel em pepsina (PSC). Esse método agrega o tratamento ácido à ação enzimática. Assim, a amostra rica em colágeno passa por um pré-tratamento para remoção de sujidades, é suspensa em ácido acético e então submetida a ação da pepsina. Similarmente, Zhou et al. (2016) extraíram colágeno a partir de pés de galinha (Figura 3) combinando os métodos do colágeno solúvel em sal (SSC) e colágeno solúvel em ácido acético (ASC), além do método PSC anteriormente descrito. Assim, a amostra pré-tratada de pés de galinha passa por tratamento utilizando uma solução salina (NaCl), antes de ser imersa em solução de ácido acético e exposta a ação enzimática.

**Figura 2.** Pele de frango.



Fonte: Freepik (2020). Disponível em <br.freepik.com>.

**Figura 3.** Pés de frango descartados.



Fonte: Freepik (2020). Disponível em <br.freepik.com>.

O colágeno extraído de fontes aviárias apresenta uma gama de propriedades (resistência, biocompatibilidade, biodegradabilidade, flexibilidade) que garantem suas diversas aplicações comerciais, tais como: utilização na preparação de alimentos embutidos, reduzindo o teor de gordura e aumentando o valor nutricional (ARAÚJO et al., 2019); a composição de fibras biopoliméricas de colágeno a serem empregadas no transporte de

medicamentos (DHAKAL et al., 2018); a preparação de peptídeos bioativos (HONG et al., 2019; LIN et al., 2018); a suplementação na alimentação animal (GÜZ et al., 2019), entre outras.

### 2.3.2 Penas: queratina

A queratina é uma proteína estrutural rica em cisteína e de natureza fibrosa e resistente. Essas moléculas podem ser classificadas em dois tipos: as  $\alpha$ -queratinas se organizam em arranjos helicoidais e são subdivididas em Tipo I (ácidas; 40-50 kDa) e Tipo II (alcalinas ou neutras; 55-65 kDa). Estas são predominantes em lã, cabelos, cascos, unhas e chifres; as  $\beta$ -queratinas, apresentam uma estrutura em forma de placa e predominam em tecidos como penas, garras, bicos e escamas (FEROZ et al., 2020; HOLKAR et al., 2018).

Durante o processo de produção avícola, seja para corte ou postura, há uma grande quantidade de penas desprendidas e esse resíduo nem sempre é destinado a um fim ecologicamente responsável, se tornando um possível causador de graves danos ambientais. Assim, diversos profissionais do meio científico e industrial se dedicam a investigar sua utilização para extração de queratina, por ser uma fonte rica (composta por 90% de queratina), abundante e barata dessa proteína (FAGBEMI; SITHOLE; TESFAYE, 2020).

Durante o processo de extração podem ser empregadas metodologias que utilizam tratamentos termoquímicos, hidrólise enzimática, e até mesmo vias que agregam diferentes modalidades (ALAHYARIBEIK; ULLAH, 2020). Esses processos se baseiam na dissolução das pontes dissulfeto, pontes de hidrogênio e ligações de sal, desestabilizando a estrutura da proteína. Do ponto de vista químico, podem ser realizadas técnicas como hidrólise reductiva, alcalina, oxidação, sulfitólise, explosão de vapor e extração assistida por micro-ondas (FAGBEMI; SITHOLE; TESFAYE, 2020), dentre os quais, a extração por agentes redutores é geralmente priorizada por sua rapidez e eficiência.

Apesar disso, os agentes químicos muitas vezes utilizados podem não ser recicláveis e causar a geração de resíduos tóxicos além de demandarem grandes quantidades de energia para serem realizados, por isso, o emprego de métodos enzimáticos se mostram atraentes e estes são os atualmente mais investigados para dissolver essas proteínas, sendo um processamento mais brando e causando menos dano a estrutura proteica, pela especificidade característica das enzimas (POURJAVAHERI et al., 2019).

A queratina é uma das proteínas mais estudadas atualmente, por suas características que propiciam a formulação de polímeros avançados (HOLKAR et al., 2018). Uma das aplicações mais difundidas para a queratina extraída a partir das penas (Figura 4) é seu uso

pela indústria cosmética em formulações destinadas ao fortalecimento de cabelos (BAUS et al., 2020). No entanto, outras oportunidades para a aplicação dessa proteína incluem a produção de biomateriais como hidrogéis, biofilmes, esferas, micro e nano partículas que são valiosos não apenas para a indústria cosmética quanto para a médica, têxtil e de materiais compostos (FEROZ et al., 2020; MI et al 2020, ; POURJAVAHERI et al., 2019).

**Figura 4.** Penas de galinha



Fonte: Freepik (2020). Disponível em <br.freepik.com>.

### 2.3.3 Cascas de ovos

A indústria de ovos é um setor lucrativo que envolve a criação, reprodução e administração de aves (patos, perus e galinhas), sendo as criações de galinha as maiores criações do ramo (98% do total de aves domesticadas para o consumo) (OMOMULE et al, 2020). A grande produção global e nacional de aves não indica apenas uma grande demanda para seu consumo direto (na forma de carne, por exemplo), mas também de outros produtos derivados, como os ovos, que são uma das mais importantes fontes de proteína na alimentação de boa parte da população mundial (SHI et al., 2020; PAJUREK et al, 2019).

O setor de avicultura de postura também gera uma grande quantidade de resíduos, que englobam tanto ovos que não atendem as exigências para o consumo humano quanto cascas descartadas, cascas vazias, ovos inférteis, embriões mortos, entre outros. Além destes, esse segmento produz outros tipos de resíduos animais, considerando que os machos são descartados por não realizarem postura e muitas vezes também não são destinados para a produção de carne (KANANI et al., 2020).

A composição das cascas de ovos (Figura 5) consiste majoritariamente de carbonato,

fosfato e sulfato de cálcio e magnésio e matéria orgânica, além de traços de outros elementos como sódio, potássio, manganês, ferro, cobre e estrôncio, assim como alguns metais (MITTAL et al, 2016). Essa composição rica torna a casca de ovo uma alternativa oportuna para a suplementação alimentar humana e animal, por exemplo, devido a sua alta disponibilidade e valor nutricional, baixo custo (KAEWTATIP et al., 2018).

**Figura 5.** Ovos com a casca intacta



Fonte: Própria (2020).

Além da popular associação desse resíduo com o setor alimentício, estudos recentes investigam as mais variadas aplicações tecnológicas para as cascas de ovos como: sua associação a nanopartículas de prata na formulação de um pó com atividade antibiótica a ser utilizado na limpeza doméstica (YORSENG et al, 2020); seu emprego em agentes de biorremediação de solos contaminados por explosivos (KALSI et al, 2020); seu uso como agente descontaminante de soluções (SHI et al, 2019; MITTAL et al, 2016); seu uso na fabricação de materiais compostos (compósitos) juntamente ao plástico (BALAN et al, 2020), entre outros.

#### **2.3.4 Gordura: produção de Biodiesel**

A demanda por energia só aumenta com o passar dos tempos e com isso, inúmeros países têm dificuldade para suprir essa necessidade por, muitas vezes, não possuírem fontes de energia renováveis, como por exemplo: solar, hídrica, eólica, etc. A maior parte da energia consumida atualmente é proveniente de combustíveis fósseis que são responsáveis pela emissão de gases causadores do efeito estufa e como uma fonte não-renovável estão passíveis ao esgotamento. O biodiesel, por sua vez, é um combustível confeccionado a partir de

biomassa, seja ela vegetal ou animal, e por sua natureza orgânica, este é considerado um combustível não tóxico, pouco poluente e o mais importante, pode ser obtido através de fontes renováveis (SEFFATI et al., 2020).

Dentre as possíveis fontes para a produção de biodiesel, destaca-se a de origem gordura animal, pois a utilização de óleos vegetais como fonte apresenta alguns pontos negativos, como o alto custo da matéria-prima, armazenamento e o transporte por longos períodos. Uma alternativa para suprir tais condições, a gordura de origem animal atende a esses requisitos de modo mais prático e eficiente, principalmente, no concernente a questão do custo, uma vez que essa matéria-prima é eliminada na forma de resíduo no próprio setor avícola, em postos de comercialização e em ambientes doméstico-rurais, tornando-o essa matéria-prima uma opção com grande disponibilidade e baixo custo. (SIMSEK e USLU., 2020).

Kirubakaran; Selvan (2018) avaliaram a importância e as vantagens do biodiesel tendo como base a gordura de frango. Para produção do biodiesel, os autores utilizaram o método da transesterificação já que as gorduras animais possuem triacilgliceróis (TAGs) e estes serão transformados em monoglicerídeos, di-glicerídeos e glicerol através de catalisadores ácidos, básicos e/ou através de catalisadores enzimáticos. Após o processo de transesterificação e separação do biodiesel, os autores realizaram testes no mesmo e verificaram resultados satisfatórios de densidade, viscosidade cinemática, ponto de inflamação, ponto de turvação e poder calorífico. Assim, chegaram à conclusão que a gordura de frango possui menor custo quando comparada a outras fontes como, por exemplo, a de óleos vegetais e produz um biodiesel de maior qualidade.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio das publicações catalogadas nesta mini-revisão, foi possível constatar que, os resíduos sólidos gerados pela indústria avícola, sejam eles oriundos do frango de corte ou de postura, são extremamente rentáveis, reaproveitáveis e se tornam uma excelente alternativa para preservação dos recursos naturais. Por isso, transfigura-se imprescindível a realização e estimulação de novos estudos e/ou pesquisas a respeito do potencial biotecnológico destes resíduos visto que, os mesmos possuem baixo custo, é de fácil aquisição, além de possuírem ampla capacidade de se tornar produtos biotecnológicos sustentáveis e agregar valor a indústria avícola.

## REFERÊNCIAS

ABEDINIA, A. et al. Poultry gelatin: Characteristics, developments, challenges, and future outlooks as a sustainable alternative for mammalian gelatin. **Trends in Food Science & Technology**, 2020.

AKRAM, A.; ZHANG, C. Effect of ultrasonication on the yield, functional and physicochemical characteristics of collagen-II from chicken sternal cartilage. **Food Chemistry**, v. 307, Artigo 125544, 2020.

ALAHYARIBEIK, S.; ULLAH, A. Methods of keratin extraction from poultry feathers and their effects on antioxidant activity of extracted keratin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 148, p. 449-456, 2020.

ARAÚJO, Í. et al. Quality of low-fat chicken sausages with added chicken feet collagen. **Poultry Science**, v. 98, n. 2, p. 1064-1074, 2019.

ASTILL, J. et al. Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 170, Artigo 105291, 2020.

BALAN, G. et al. Investigation of hardness characteristics of waste plastics and egg shell powder reinforced polymer composite by stirring route. **Materials Today: Proceedings**, 2020.

BAUS, R. et al. Strategies for improved hair binding: Keratin fractions and the impact of cationic substructures. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 160, p. 201-211, 2020.

CAO, S. et al. Structure and physical properties of gelatin from bovine bone collagen influenced by acid pretreatment and pepsin. **Food and Bioprocess Processing**, v. 121, p. 213-223, 2020.

DHAKAL, D. et al. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres. **Food Bioscience**, v. 23, p. 23-30, 2018.

Portal EMBRAPA. **Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso 10/08/2020.

FAGBEMI, O.; SITHOLE, B.; TESFAYE, T. Optimization of keratin protein extraction from waste chicken feathers using hybrid pre-treatment techniques. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 17, Artigo 100267, 2020.

FAO. **Poultry species**. Disponível em: <<http://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/en/>>. Acesso 14/08/2020a.

FAO. **Gateway to poultry production and products**. Disponível em: <<http://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/>>. Acesso 14/08/2020b.

FAO. **Products and processing**. Disponível em: <<http://www.fao.org/poultry-production-products/products-processing/en/>>. Acesso 14/08/2020c.

FAO. The poultry chain. Disponível em: <<http://www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/poultry-chain/en/>>. Acesso 14/08/2020d.

FERREIRA, A. et al. Brazilian poultry activity waste: Destinations and energetic potential. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 3081-3089, 2018.

FIGLIARO, C. et al. Analysis of macronutrients of solid residues from poultry for possible applications as plant fertilizer. **Brazilian Journal of Development**, v.5, p. 664-678, 2019.

GOHIL, A. et al. Utilization of poultry waste as a source of biogas production. **Materials Today: Proceedings**, 2020.

GÜZ, B. et al. Effects of dietary organic minerals, fish oil, and hydrolyzed collagen on growth performance and tibia characteristics of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6552-6563, 2019.

HONG, H. et al. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. **Food Chemistry**, v. 301, Artigo 125222, 2019.

KAEWATIP, K.; CHIARATHANAKRIT, C.; RIYAJAN, S. The effects of egg shell and shrimp shell on the properties of baked starch foam. **Powder Technology**, v. 335, p. 354-359, 2018.

KALSI, A. et al. A novel egg shell-based bio formulation for remediation of RDX (hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine) contaminated soil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 401, Artigo 123346, 2020.

KANANI, F. et al. Waste valorization technology options for the egg and broiler industries: A review and recommendations. *Journal of Cleaner Production*, v. 262, Artigo 121129, 2020.

KIRUBAKARAN, M.; SELVAN, V. A. M. A comprehensive review of low cost biodiesel production from waste chicken fat. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 390-401, 2018.

LIN, X. et al. Preparation, purification and identification of cadmium-induced osteoporosis-protective peptides from chicken sternal cartilage. **Journal of Functional Foods**, v. 51, p. 130-141, 2018.

LOO, C.; SARBON, N. Chicken skin gelatin films with tapioca starch. **Food Bioscience**, v. 35, Artigo 100589, 2020.

MARTINELLI, G. et al. Assessing the eco-efficiency of different poultry production systems: an approach using life cycle assessment and economic value added. **Sustainable Production and Consumption**, v. 24, p. 181-193, 2020.

MITTAL, A. et al. Applications of egg shell and egg shell membrane as adsorbents: A review. **Journal of Molecular Liquids**, v. 223, p. 376-387, 2016.

MOTTET, A.; TEMPIO, G. Global poultry production: current state and future outlook and challenges. **World's Poultry Science Journal**, v. 73, n. 2, p. 245-256, 2017.

OECHSLE, A. et al. Microstructure and physical–chemical properties of chicken collagen. **Food Structure**, v. 7, p. 29-37, 2016.

OMOMULE, T.; AJAYI, O.; OROGUN, A. Fuzzy prediction and pattern analysis of poultry egg production. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 171, Artigo 105301, 2020.

PAJUREK, M. et al. Poultry eggs as a source of PCDD/Fs, PCBs, PBDEs and PBDD/Fs. **Chemosphere**, v. 223, p. 651-658, 2019.

PEREIRA, L. et al. Use of compost in poultry production. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, p. 17372-17381, 2019.

PHIPPS, K. et al. Oral administration of a novel hydrolyzed chicken sternal cartilage extract (BioCell Collagen®) reduces UVB-induced photoaging in mice. **Journal of Functional Foods**, v. 68, Artigo 103870, 2020.

RECK, Â.; SCHULTZ, G. Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão no Relacionamento Interorganizacional na Cadeia da Avicultura de Corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016.

REN, G. et al. Agricultural robotics research applicable to poultry production: A review. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 169, Artigo 105216, 2020.

SHAHBANDEH, M. **Egg production worldwide 1990-2018**. Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/263972/egg-production-worldwide-since-1990/#statisticContainer>>. Acesso em 12/08/2020.

SALVATORE, L. et al. Marine collagen and its derivatives: Versatile and sustainable bio-resources for healthcare. **Materials Science and Engineering: C**, v. 113, Artigo 110963, 2020.

SEFFATI, K. et al. AC/CuFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>@CaO as a novel nanocatalyst to produce biodiesel from chicken fat. **Renewable Energy**, v. 147, p. 25-34, 2020.

SHI, Y. et al. Egg shell waste as an activation agent for the manufacture of porous carbon. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 28, n. 3, p. 896-900, 2020.

SIMSEK, S.; USLU, S. Comparative evaluation of the influence of waste vegetable oil and waste animal oil-based biodiesel on diesel engine performance and emissions. **Fuel**, v.280, Artigo 118613, 2020.

YORSENG, K. et al. Nanocomposite egg shell powder with in situ generated silver nanoparticles using inherent collagen as reducing agent. **Journal of Bioresources and Bioproducts**, v. 5, n. 2, p. 101-107, 2020.

ZI-ZHE, C. et al. Conversion of poultry manure to biodiesel, a practical method of producing fatty acid methyl esters via housefly (*Musca domestica* L.) larval lipid. **Fuel**, v. 210, p. 463-

471, 2017.

ZHOU, C. et al. Extraction and characterization of chicken feet soluble collagen. **LWT**, v. 74, p. 145-153, 2016.

ZHU, L. et al. Porcine bone collagen peptides promote osteoblast proliferation and differentiation by activating the PI3K/Akt signaling pathway. **JournalofFunctionalFoods**, v. 64, Artigo 103697, 2020.